Prozessverbesserungen im Ersatzteilmanagement unter dem Einfluss von Informationsdefiziten

DISSERTATION

Eingereicht von

Stefan Drechsler

geboren am 26. Februar 1990 in Dresden

Eingereicht bei der

TECHNISCHEN UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Wirtschaftswissenschaften

Zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor rerum politicarum (Dr. rer. pol.)

Gutachter:	Prof. Dr. Rainer Lasch (1. Gutachter)
	Prof. Dr. Udo Buscher (2. Gutachter)
Datum der Einreichung:	17.09.2021
Datum der Verteidigung:	09.05.2022

Es gilt das Urheberrecht (Urheberrechtsschutz 1.0).

Vorwort

Die Erstellung dieser Promotionsschrift begleiteten eine Vielzahl von Menschen, denen mein besonderer Dank gebührt. Zuallererst ist mein Doktorvater Herr Prof. Lasch anzuführen, welcher mir die Chance gab, den Großteil der Arbeit in meiner Funktion als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für BWL, insb. Logistik zu verfassen. Ich danke ihm darüber hinaus für seine tatkräftige Unterstützung bei der Akquise potenzieller Interviewpartner und für die hilfreichen inhaltlichen Bemerkungen. Des Weiteren gilt mein Dank Herrn Prof. Buscher, welcher das Zweitgutachten der Dissertation übernimmt, sowie Herrn Prof. Kemnitz und Frau Prof. Strahringer für ihre Bereitschaft, der Promotionskommission beizutreten. Ferner gebührt mein Dank meinem Vorgesetzten Mathias Tempel, welcher mir stets mit Verständnis und Empathie begegnete, wenn ich die Zeit und den Raum zur Fertigstellung der Dissertationsschrift benötigte. Ohne seine Unterstützung wäre dies speziell in den letzten intensiven Wochen kaum machbar gewesen.

Die Zeit am Lehrstuhl stellt eine prägende Periode für mich dar, welche sie nur deswegen sein kann, da besondere Menschen sie unvergesslich machten. Ich danke Christian Hein für seine fachliche und moralische Unterstützung sowie sein offenes Ohr zu jeder Gelegenheit. Christian, an unsere gemeinsame Zeit in einem Büro denke ich immer mit großer Freude – und auch etwas Wehmut – zurück. Dank Christin Peschel konnten so manche (nicht nur) bürokratische Hürden in aller Umkompliziertheit überwunden werden. Christin, ich bin sehr froh, dich als Freundin gewonnen zu haben. Ich danke außerdem allen Kollegen, die mich auf meinem Weg begleiteten. Die gegenseitige Rücksichtnahme und die bedingungslose Bereitschaft, füreinander einzuspringen, schafften ein stets sehr angenehmes und offenes Arbeitsklima.

Meine Familie ist mein Anker in stürmischen Zeiten. Der Abschluss der Promotion stellte einen Kraftakt für mich dar, der es erforderte, die Arbeit, die Dissertation und die Zeit mit der Familie in einen Einklang zu bringen. Nur der Rückhalt meiner Frau Julia brachte mich überhaupt dazu in die Lage, diese Situation zu bewältigen. Julia, ich danke dir für all dein Verständnis; die Bereitschaft, deine eigenen Bedürfnisse in gewissen Momenten hintenanzustellen, auch wenn dies nicht immer einfach für dich war, und für all deine Liebe, ohne die ich nicht wüsste, wo und wer ich wäre. Ich danke meinem Sohn Moritz, der immer wieder die Fähigkeit besitzt, Licht in dunklere Momente zu bringen und für die nötige Zerstreuung zu sorgen. Ich danke meiner Cousine Marie, die mich lehrte, auf mich selbst zu hören. Ich danke meinen Eltern für ihre Unterstützung und meiner Oma für ihr kontinuierliches Interesse am wissenschaftlichen Arbeiten. Nicht zuletzt danke ich Nadine Herzig – wie schon so oft – für ihren Einsatz beim Probelesen der Arbeit.

Vorbemerkung

Alle Personenbezeichnungen der vorliegenden Arbeit beziehen sich ungeachtet der grammatikalischen Form gleichermaßen auf alle Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis ____ *XI*

Tabellenverzeichnis ____ *XIII*

Abkürzungsverzeichnis ____ *XV*

1 Einführung ____ ***1***

1.1 Motivation ____ 1

1.2 Forschungsziel und -fragen ____ 4

1.3 Wissenschaftstheoretische Grundpositionierung ____ 6

1.4 Aufbau der Arbeit ____ 10

2 Einordnung des Ersatzteilmanagements ____ ***14***

2.1 Begriffliche Grundlagen ____ 14

2.1.1 Von der Logistik zum Supply Chain Management ____ 14

2.1.2 Definition und Funktion von Ersatzteilen im Kontext der Instandhaltung ____ 18

2.1.3 Akteure auf dem Ersatzteilmarkt ____ 21

2.1.4 Ersatzteillogistik und Ersatzteilmanagement ____ 25

2.2 Das Ersatzteilmanagement aus Perspektive der Betreiber ____ 29

2.2.1 Definition, Ziele und Teilprozesse der Instandhaltung ____ 29

2.2.2 Das Instandhaltungsmanagement ____ 32

2.2.3 Instandhaltungsoptimierung und Instandhaltungskosten ____ 35

2.2.4 Instandhaltungsstrategien ____ 40

2.2.5 Integration von Ersatzteilmanagement und Instandhaltung ____ 48

2.3 Das Ersatzteilmanagement aus Perspektive der Original Equipment Manufacturer ____ 53

2.3.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Einordnung ____ 53

2.3.2 Das Ersatzteilmanagement als Teil des After-Sales-Managements ____ 57

2.3.3 Spezifika der Ersatzteilversorgung im Primärproduktlebenszyklus ____ 61

2.3.4 Notwendigkeit und Vorteilhaftigkeit der Kundenintegration ____ 65

3 Daten, Informationen und Wissen ____ ***70***

3.1 Das Management von Daten, Informationen und Wissen ____ 70

3.1.1 Begriffliche Abgrenzungen ____ 70

3.1.2 Das Daten- und Informationsmanagement ____ 73

3.1.3 Der Wert und die Qualität von Informationen ____ 78

3.1.4 Das Wissensmanagement ____ 81

3.2 Daten, Informationen und Wissen aus Perspektive der Betreiber 85
3.2.1 Stamm- und Bewegungsdaten 85
3.2.2 Informationen der Instandhaltung 88
3.2.3 Systemunterstützung und deren Nutzen 91
3.3 Daten, Informationen und Wissen aus Perspektive der Original Equipment Manufacturer 95
3.3.1 Installed Base Data und Installed Base Information 95
3.3.2 Installed Base Information Management 99
4 Kernprozesse der Ersatzteilplanung 103
4.1 Die Kategorisierung von Ersatzteilen 103
4.1.1 Begriffsabgrenzungen und Typisierung 103
4.1.2 Grundlegende Kategorisierungen und Einbeziehung der Instandhaltung 106
4.1.3 Spezifika aus der Perspektive der Original Equipment Manufacturer 112
4.2 Die Prognose von Ersatzteilen 115
4.2.1 Differenzierung von Prognosemethoden 115
4.2.2 Stochastische Bedarfsermittlung 120
4.2.3 Prognose unter Zugrundlegung eines abhängigen Bedarfs 124
4.3 Lagerhaltung und Bestandsmanagement 127
4.3.1 Entscheidungen zur Lagerstruktur 127
4.3.2 Beschaffungsstrategien 130
4.3.3 Aspekte des Informationsmanagements 134
4.4 Die Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis 137
5 Praktisch ausgerichtete wissenschaftliche Betrachtungen 141
5.1 Vorgehen bei der systematischen Literaturrecherche 141
5.2 Fallstudien in der Kategorisierung 146
5.2.1 Perspektive der Betreiber 146
5.2.2 Perspektive der Serviceanbieter 150
5.3 Fallstudien in der Prognose 156
5.3.1 Perspektive der Betreiber 156
5.3.2 Perspektive der Serviceanbieter 160
5.4 Fallstudien in der Lagerhaltung und dem Bestandsmanagement 164
5.4.1 Perspektive der Betreiber 164
5.4.2 Perspektive der Serviceanbieter 171
5.4.3 Gemeinsame Betrachtung der Kernprozesse 177
5.5 Frameworks und weitere empirische Forschung 180

5.6 Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis 185

6 Qualitative Fallstudienforschung als methodischer Ansatz 188

6.1 Vorbetrachtung 188
6.1.1 Eignung der Fallstudienforschung und Ablauf 188
6.1.2 Abgrenzung zwischen Innovation und Verbesserung 191
6.1.3 Designphase 194

6.2 Durchführung 196
6.2.1 Fallauswahl 196
6.2.2 Das Interview als hauptsächliches Erhebungsinstrument 202

6.3 Datenanalyse 206
6.3.1 Grundlagen der qualitativen Inhaltsanalyse 206
6.3.2 Auswertungszyklen 209

7 Vorstellung der Studienergebnisse 215

7.1 Auswertung aus Perspektive der Betreiber 216
7.1.1 Kernprozesse sowie Daten- und Informationsdefizite 216
7.1.2 Anforderungs- und Genehmigungsprozesse bei Ersatzteilanforderungen 221
7.1.3 Weitere Verbesserungen und Einflussfaktoren 225

7.2 Auswertung aus Perspektive der Original Equipment Manufacturer 230
7.2.1 Kernprozesse sowie Daten- und Informationsdefizite 230
7.2.2 Die Erfassung sowie Auswertung von Installed Base Data und Information 235
7.2.3 Weitere Einflussfaktoren bei der Umsetzung von Verbesserungen 241

7.3 Weiterführende Auswertungen 246
7.3.1 Zusammenführung der Perspektiven 246
7.3.2 Auswertung aus Perspektive der Aufarbeiter 248
7.3.3 Vorstellung einer Studie zur Perspektive der Drittanbieter 252
7.3.4 Zusammenfassung 254

8 Framework zum Ersatzteil-Informationsmanagement 257

8.1 Grundlagen 257
8.1.1 Einordnung und grober Aufbau 257
8.1.2 Top-Management-Unterstützung 259
8.1.3 Vorstellung des Fallunternehmens und Einfluss der Unternehmensleitung 260

8.2 Status quo und Ziele 263
8.2.1 Bestandteile 263
8.2.2 Zieldimension am Beispiel des Fallunternehmens 266

8.3 Einflussfaktoren 269

8.3.1 Potenziell zu beachtende Einflussfaktoren 269
8.3.2 Interne Einflussfaktoren des Fallunternehmens 274
8.4 Das intern ausgerichtete Ersatzteil-Informationsmanagement 277
8.4.1 Handlungsfelder 277
8.4.2 Die Handlungsfelder aus Sicht des Fallunternehmens 284
8.5 Das extern ausgerichtete Ersatzteil-Informationsmanagement 288
8.5.1 Handlungsfelder 288
8.5.2 Die Handlungsfelder aus Sicht des Fallunternehmens 294
8.6 Abschließende Beurteilung des Frameworks 298
9 Schlussbetrachtung 301
9.1 Zusammenfassung 301
9.2 Kritische Würdigung 306
9.3 Ausblick 309
Literaturverzeichnis 312
Anhang 333
A.1 Suchstränge und Treffer 333
A.2 Untergeordnete Studienfragen 334
A.3 Den Studien zugrundegelegte Annahmen 335
A.4 Interviewleitfaden 337
A.5 Transkriptionsregeln 341
A.6 Kodierschemata 343
A.6.1 Verbildlichte Darstellung des Kodierschemas aus Zyklus Z1 343
A.6.2 Kodierschema aus Zyklus Z2 344
A.7 Auszüge aus den Interviewtranskripten 349
A.7.1 Betreiber 349
A.7.2 Original Equipment Manufacturer 357
A.7.3 Aufarbeiter 368

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wissenschaftliche Einordnung 10
Abbildung 2: Aufbau der Arbeit 13
Abbildung 3: Grundlegende Akteure auf dem Ersatzteilmarkt 25
Abbildung 4: Einbettung der ETL ins ETM 28
Abbildung 5: Verbindung zwischen Ersatzteillieferanten und Betreibern 29
Abbildung 6: Einordnung des Monitorings als Teil der Inspektion 31
Abbildung 7: Einordnung der ETL ins IHM und ETM 35
Abbildung 8: Einfluss der Instandhaltungsintensität auf die Kosten der Instandhaltung 38
Abbildung 9: Unsystematische Instandhaltung 41
Abbildung 10: Systematische Instandhaltung 42
Abbildung 11: Integration von ETM und IHM 50
Abbildung 12: Leistungsebenen im ASS und zugehörige Betreibertypen 55
Abbildung 13: Einordnung der ETL und des ETMs ins ASM 58
Abbildung 14: Das Spannungsfeld im ASM 60
Abbildung 15: Skizzierte Ersatzteilbedarfe i. Abh. vom Primärproduktlebenszyklus 62
Abbildung 16: Leistungsebenen unter Einbeziehung des OEMs 67
Abbildung 17: Begriffliche Zusammenhänge im Prozess vom Zeichen zur Entscheidung 72
Abbildung 18: Einordnung der Informationsnachfrage 75
Abbildung 19: Formen der Informationsbewertung 78
Abbildung 20: Bestandteile des Wissensmanagements 82
Abbildung 21: Badewannenkurve 88
Abbildung 22: Systematisierung von IBI 96
Abbildung 23: Gewinnung von IBI 99
Abbildung 24: Typisierungsmöglichkeiten von Ersatzteilen 104
Abbildung 25: ABC-XYZ-Analyse 108
Abbildung 26: Einfluss der Primärproduktphase auf die Datenverfügbarkeit 119
Abbildung 27: Ersatzteilkategorisierung anhand von Nachfragemustern 120
Abbildung 28: Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis im ETM 139
Abbildung 29: Vorgehensweise bei der Literaturrecherche 141
Abbildung 30: Grobsystematisierung der untersuchten Literatur 144
Abbildung 31: Prozess zur Durchführung der Fallstudien 189
Abbildung 32: Unterscheidung von Fallstudiendesigns 197
Abbildung 33: Aufbau der Fallstudienauswertung 215
Abbildung 34: Situation der Ersatzteilanforderungen bei B4 223
Abbildung 35: Gehemmte Informationsverfügbarkeit bei H1 und H4 240
Abbildung 36: Zusammenhänge aus integrierter Sicht 246
Abbildung 37: Zusammenwirken von Informationsunsicherheit und Kooperationen 253

Abbildung 38: Hauptbestandteile des ETIM-Frameworks 258
Abbildung 39: Ermittlung von Status quo und Zielen des ETIMs..... 264
Abbildung 40: Unternehmensinterne Einflussdimensionen des ETIMs 270
Abbildung 41: Einflussfaktoren des Bestandsmanagements 271
Abbildung 42: Einfluss der Systemunterstützung..... 273
Abbildung 43: Handlungsfelder des intern ausgerichteten ETIMs..... 277
Abbildung 44: Automatisierungsgrad bei der Dokumentation 278
Abbildung 45: Workshops und Meetings..... 283
Abbildung 46: Priorisierung der Handlungsfelder (internes ETIM)..... 285
Abbildung 47: Handlungsfelder des extern ausgerichteten ETIMs 289
Abbildung 48: Mögliche (Pflicht-)Angaben zur Dokumentation von Serviceeinsätzen .. 291
Abbildung 49: Priorisierung der Handlungsfelder (externes ETIM) 294
Abbildung A - 1: Kodierschema Zyklus Z1..... 343

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hierarchie von Erzeugnissen 19
Tabelle 2: Unterscheidung von Ersatzteilen in ihrer Funktion als Produktionsfaktor 20
Tabelle 3: Schadensgruppen 37
Tabelle 4: Vor- und Nachteile von Instandhaltungsstrategien 47
Tabelle 5: Optionen für die Nachserienversorgung 63
Tabelle 6: Das Verhältnis von Informationsangebot, -bedarf und -bedürfnis 77
Tabelle 7: IBI zur Ermöglichung dispositiver Tätigkeiten 97
Tabelle 8: Übergeordnete Klassifizierungskriterien aus Perspektive der OEMs 114
Tabelle 9: Quantitative Prognoseverfahren 117
Tabelle 10: Einfluss von Kontrollcharakteristiken auf Lagerhaltungsentscheidungen 130
Tabelle 11: Verfahren der stochastischen Disposition 132
Tabelle 12: Taxonomie der Literaturrecherche 142
Tabelle 13: Fallstudien im engeren Sinne – Kategorisierung (Betreiber) 148
Tabelle 14: Fallstudien im weiteren Sinne – Kategorisierung (Betreiber) 150
Tabelle 15: Fallstudien im engeren Sinne – Kategorisierung (Serviceanbieter) 154
Tabelle 16: Fallstudien im weiteren Sinne – Kategorisierung (Serviceanbieter) 155
Tabelle 17: Fallstudien im engeren Sinne – Prognose (Betreiber) 157
Tabelle 18: Prognoseansätze unter Anwendung des PHMs 160
Tabelle 19: Fallstudien im engeren Sinne – Lagerhaltung (Betreiber) 168
Tabelle 20: Beiträge zur Entwicklung von EUS – Lagerhaltung (Betreiber) 169
Tabelle 21: Fallstudien im engeren Sinne – Lagerhaltung (Serviceanbieter) 175
Tabelle 22: Fallstudien im weiteren Sinne – Lagerhaltung (Serviceanbieter) 176
Tabelle 23: Missstände und Informationsdefizite 179
Tabelle 24: Fallstudien zu IBI und zum IBIM 184
Tabelle 25: Unterschiede zwischen Prozessinnovation und -verbesserung 193
Tabelle 26: Studienteilnehmer aus Perspektive der Betreiber 199
Tabelle 27: Studienteilnehmer aus Perspektive der OEMs 200
Tabelle 28: Studienteilnehmer aus Perspektive der Aufarbeiter 201
Tabelle 29: Gesprächspartner 203
Tabelle 30: Auswertungszyklen der Inhaltsanalyse 210
Tabelle 31: Klassifizierung von Ersatzteilen (Betreiber) 217
Tabelle 32: Daten- und Informationsdefizite (Betreiber) 218
Tabelle 33: Weitere angestrebte Verbesserungsmaßnahmen (Betreiber) 226
Tabelle 34: Systematisierung der Einflussfaktoren (Betreiber) 229
Tabelle 35: Lagerung von Ersatzteilen (OEMs) 231
Tabelle 36: Daten- und Informationsdefizite (OEMs) 234
Tabelle 37: Ausgestaltung des proaktiven Agierens (OEMs) 242

Tabelle 38: Systematisierung der Einflussfaktoren (OEMs) 245
Tabelle 39: Daten- und Informationsdefizite (Aufarbeiter) 249
Tabelle 40: Einordnung des Fallunternehmens 261
Tabelle A - 1: Suchbegriffe und Trefferanzahl (September 2018) 333
Tabelle A - 2: Studien- und Unterfragen 334
Tabelle A - 3: Annahmen 336
Tabelle A - 4: Kodierschema Zyklus Z2 348

Abkürzungsverzeichnis

ADI	Average Inter-Demand-Interval
AE	Analyseeinheit
AHP	Analytischer Hierarchie-Prozess
ANP	Analytischer Netzwerk-Prozess
ASL	After-Sales-Logistik
ASM	After-Sales-Management
ASS	After-Sales-Service
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
BWL	Betriebswirtschaftslehre
CBM	Condition-Based Maintenance
CMMS	Computerized Maintenance Management Systems
CMS	Condition Monitoring Systems
CRM	Customer Relationship Management
CV	Coefficient of Variation
EDO	End of Delivery Obligation
EOL	End of Life
EOP	End of Production
EOQ	Economic Order Quantity
EOS	End of Sale
ERP	Enterprise Resource Planning
ETL	Ersatzteillogistik
ETIM	Ersatzteil-Informationsmanagement
ETM	Ersatzteilmanagement
EUS	Entscheidungsunterstützungssystem
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
FMECA	Failure Mode, Effects and Criticality Analysis
FSN	Fast-moving, Slow-moving, Non-moving
HSSE	Health, Safety, Security, Environment
HTO	Human, Technology, Organization
IB	Installed Base

IBD	Installed Base Data
IBI	Installed Base Information
IBIM	Installed Base Information Management
IHL	Instandhaltungslogistik
IHM	Instandhaltungsmanagement
IMS	Intelligent Maintenance System
IPS	Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystem
IT	Informationstechnik
IuKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
JIT	Just in Time
METRIC	Multi-Echelon Technique for Recoverable Item Control
MTBF	Mean Time between Failure
MTBR	Mean Time between Replacement
MTTF	Mean Time to Failure
MTTR	Mean Time to Repair
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OEM	Original Equipment Manufacturer
OR	Operations Research
PHM	Proportional Hazard Model
ROI	Return on Investment
SCM	Supply Chain Management
SOP	Start of Production
TPM	Total Productive Maintenance
VED	Vital, Essential, Desirable
VMI	Vendor Managed Inventory
ZOI	Zustandsorientierte Instandhaltung

1 Einführung

1.1 Motivation

Stehen Maschinen und Anlagen im produzierenden Gewerbe still, verursacht dies schnell sehr hohe, für Unternehmen kaum überschaubare Kosten. Die Aussage wird schon dadurch bekräftigt, dass sich keine konkreten Zahlen finden lassen, welche die entstehenden Konsequenzen zuverlässig monetär beziffern. Allenfalls erfolgt die Tätigung vager Angaben, etwa, dass der Ausfall des Förderbands in einer Eisenerzmine mit fünfstelligen Kosten je Stunde einhergeht (Poll, 2019, S. 7). Ein allgemein bekannter Fakt ist demgegenüber, dass eine effektive Instandhaltung die wesentliche Voraussetzung zur Vermeidung langer Stillstandszeiten bildet. Sie stellt sicher, dass die Produktion und somit die Wertschöpfung der Unternehmen ohne Einschränkungen vonstattengeht. Das Gelingen von Instandhaltungsaktivitäten ist wiederum entscheidend von der Verfügbarkeit der für die technischen Maßnahmen benötigten Ersatzteile abhängig. Ersatzteilbestände können sich deshalb zu einem signifikanten Kostenfaktor entwickeln. Hu et al. (2015) geben bspw. an, dass die Ersatzteilkosten bei produzierenden Unternehmen im Durchschnitt etwa die Hälfte der Kosten für Betrieb und Instandhaltung – welche die Autoren wiederum mit einem durchschnittlichen Anteil von 60 Prozent an den Gesamtkosten angeben – ausmachen (Hu et al., 2015, S. 1).

Ersatzteile, die sich im eingelagerten Sortiment befinden, rangieren in Mengen von mehreren Tausend bis hin zu mehreren Hunderttausend Komponenten (etwa in chemischen Fabriken). Die Bestandsplanung von Ersatzteilen erweist sich für die Ersatzteillogistik (ETL) oder für das die ETL umfassende Ersatzteilmanagement (ETM), welches u. a. die übergeordneten Prozesse der Planung, der Steuerung und des Controllings beinhaltet (Bothe, 2003, S. 27),[1] als große Herausforderung. Eine auf die Belange des Unternehmens angepasste Klassifizierung sowie eine möglichst genaue Prognose, z. B. durch die Einbindung bekannter Bedarfsursachen in die Vorhersage, bilden die Grundlage des effizienten Ersatzteil-Bestandsmagements (Hu et al., 2017, S. 1136). Ist es das Ziel des ETMs, niedrige und somit kostengünstige Lagerbestände zu erreichen, sind Rationalisierungspotenziale zu realisieren. Dies steht im Fall von Maschinenbetreibern aber der geforderten Leistungssteigerung in der Instandhaltung gegenüber, was zu betriebsinternen Zielkonflikten führen kann (Pawellek, 2016, S. 1f.).

Aus Sicht der Primärproduktthersteller (Original Equipment Manufacturer / OEM) ist die Ersatzteilverfügbarkeit essenziell für den Erfolg von Serviceleistungen nach dem Verkauf der Primärprodukte. Im After-Sales-Service (ASS) ist besonders darauf zu achten, die Profitabilität sicherzustellen und über das Angebot von Ersatzteilen einen Gewinn zu erwirt-

[1] Die ausführliche Definition und Abgrenzung der Begriffe erfolgen in Kapitel 2.1.4.

schaften. Lang andauernde Nachserienphasen bei kurzen Marktzyklen sowie die zunehmende Technisierung haben eine hohe Varianten- und Artikelvielfalt der Ersatzteile zur Folge. Diese begründen die steigende Komplexität im Ersatzteilgeschäft. Als weitere Herausforderung von Serviceanbietern erweist sich der Wettbewerb, denn neben OEMs treten freie Händler und Drittanbieter, aber auch Ersatzteilpiraten als Anbieter bzw. Lieferanten von Ersatzteilen auf. Folglich nehmen die Anforderungen an die Prozesse und die Struktur des Ersatzteilgeschäfts zu, wovon die Leistungsbereitschaft der ETL der Serviceanbieter betroffen ist (Voss, 2006, S. 8f.). Die Prognose von Ersatzteilen wird verkompliziert durch die unregelmäßige Natur der Kundenbedarfe, welche es erschwert, Nachfrageverteilungen während der Lieferzeiten festzulegen. Dies hat wiederum einen negativen Einfluss auf die Effizienz der Lagerhaltung (Syntetos et al., 2015, S. 1746).

Innerhalb der wissenschaftlichen Literatur fehlt es nicht an Optimierungsmodellen und datengetriebenen Ansätzen, welche in letzter Konsequenz vornehmlich auf die optimale Bestandsplanung von Ersatzteilen abzielen. Die praktische Anwendung der Modelle hängt allerdings dem Umfang der theoretischen Verfahren hinterher (Bacchetti et al., 2013, S. 265). Die Methoden werden nur sehr bedingt anhand realistischer praktischer Gegebenheiten entworfen und erläutert, was zu einer teils starken Abstraktion von eigentlichen Umständen sowie zur Übersimplifizierung der Unternehmenskontexte durch Modellannahmen führt. Dies hat zur Folge, dass die Unternehmen bzw. Entscheidungsträger der ETL die Verfahren als zu komplex und nicht geeignet erachten können (Braglia et al., 2004, S. 56). Hu et al. (2018) erläutern – basierend auf einem Kommentar von Boylan und Syntetos (2016) – drei Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis, welche explizit auf das ETM zu beziehen sind. Der Umstand, dass sich die Wissenschaft nur bedingt (empirisch) mit praktischen Problemen auseinandersetzt, kulminiert in der Herausbildung der Forschungslücke. Die Wissenslücke weist auf die nur eingeschränkten Kenntnisse von Praktikern um die Existenz wissenschaftlicher Ansätze hin. Der Begriff der Implementierungslücke umfasst schließlich, dass die entwickelten Modelle und Algorithmen selten in Unternehmenssoftware zu finden sind (Hu et al., 2018, S. 407f.).[2] Das übergeordnete Anliegen der vorliegenden Arbeit ist es, einen Beitrag zur Schließung der Forschungslücke zu leisten. Dies hat unter Beachtung der beiden anderen Lücken zu erfolgen.

Hinsichtlich der Wissenslücke fehlt es an wissenschaftlichem Verständnis, inwiefern Verbesserungspotenziale im Bereich ersatzteillogistischer Prozesse durch Praktiker überhaupt erkannt werden. Von Interesse ist nicht nur die Ergründung des Wissensstands bzgl. existenter Ansätze und Methoden der Entscheidungsunterstützung, sondern auch die Einstellungen von Ersatzteilmanagern bzw. Planungsverantwortlichen zu diesen (Wagner & Lindemann, 2008, S. 397, 404f.). Weiterhin ist nicht ausreichend erforscht, ob bestimmte Umstände dazu führen, dass bereits erkannte Rationalisierungspotenziale keine Realisierung

[2] Die drei Lücken werden in Kapitel 4.4 ausführlicher behandelt.

erfahren (Porras & Dekker, 2008, S. 101). Die Implementierungslücke deutet in diesem Zusammenhang darauf hin, dass es Verantwortlichen in Unternehmen unklar zu sein scheint, inwiefern die Kosten bei der Einführung neuer Entscheidungsunterstützungssysteme (EUS) in einer abschätzbaren Zeit kompensiert werden können, was eine Hemmung bewirkt. Kosten entstehen u. a. durch die Sammlung und die Analyse der für die Umsetzung notwendigen Daten und Informationen (Romeijnders et al., 2012, S. 392f.; Bacchetti & Saccani, 2012, S. 731f.). Die Unvollständigkeit sowie qualitative Einschränkungen der Daten- und Informationsversorgung haben einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Wirkungsweise von Verfahren. Modelle funktionieren u. U. in der Praxis nicht wie durch die Forschenden bezweckt und die Anwendung wird erschwert (Puurunen et al., 2014, S. 145).

Hoch-qualitative Daten und Informationen sind entscheidend für die Effektivität ganzer Ersatzteil-Supply-Chains unter verschiedensten Bedingungen und Industrien. Nutzbare Informationen werden aus Daten extrahiert, weshalb es notwendig ist, die Datenverfügbarkeit sicherzustellen. Davon sind sowohl interne als auch externe Datensammelprozesse betroffen (Murthy et al., 2015, S. 103f.). Je nach Sicht wird der Bedarf an Ersatzteilen von der internen Instandhaltung – im Fall produzierender Unternehmen bzw. Betreiber – oder aber von den Kunden der Ersatzteilanbieter – im Fall der OEMs sowie Drittanbieter – verursacht. Sind Informationen über die internen und externen Bedarfsträger nicht sichtbar bzw. werden diese nicht weitergegeben, bleiben sie versteckt und intransparent (Roda et al., 2014, S. 531). Der wahre Ursprung der Nachfrage sowie die Dynamiken der Bedarfsentstehung sind folglich nicht nachvollziehbar, was allerdings für die Prognose und Lagerhaltung von Ersatzteilen von großer Bedeutung ist (Martin et al., 2010, S. 227f.). Die Effektivität des Daten- und Informationsmanagements ist dementsprechend eng mit der Wirtschaftlichkeit des ETMs verknüpft. Im Kontext dieser Arbeit wird die Implementierungslücke deshalb erweitert und die Begrifflichkeit der Umsetzungslücke eingeführt. Dies erfolgt unter der Einbeziehung möglicherweise bestehender Daten- und Informationsdefizite, welche die praktische Umsetzung daten- und informationsgetriebener Prozessverbesserungen im ETM hemmen.[3]

Die Forschungs-, Wissens- und Umsetzungslücke motivieren das Bestreben, die Hintergründe von Prozessverbesserungen im ETM vornehmlich aus Sicht der Organisationen und der Entscheidungsträger zu verstehen. Insbesondere Fallstudien, die sich eingehender mit den Umständen von Entscheidungen des ETMs – unter Beachtung des Einflusses von Informationsdefiziten – beschäftigten, sollten geeignet sein, um Ansätze für die Schließung der Lücken herauszuarbeiten (Bacchetti & Saccani, 2012, S. 728ff.). Dazu sind Einflussfaktoren sowie deren Dynamiken, welche das Erkennen und die Umsetzung bzw. die Realisierung von Verbesserungspotenzialen determinieren, herauszuarbeiten. Es wird sich darüber hinaus nicht auf eine Sicht des ETMs beschränkt, sondern eine akteursübergreifende Perspektive

[3] S. Kapitel 5.6.

eingenommen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Sinne des Untersuchungsgegenstands aufzuzeigen und die Ergebnisse in einer Systematik mit praktischen Handlungsempfehlungen zu verdichten.

1.2 Forschungsziel und -fragen

Die Ausführungen des Hauptteils orientieren sich an der Beantwortung von sechs Forschungsfragen. Wie bereits im vorherigen Kapitel herausgestellt, ist es für das ETM von produzierenden Unternehmen von Bedeutung, dass eine Integration mit der Instandhaltung erfolgt, d. h., dass je nach Organisation eine bereichsübergreifende Sichtweise eingenommen wird (Hu et al., 2015, S. 1). Aus Perspektive der Serviceanbieter sollte wiederum die Zusammenarbeit mit den Kunden positiv zu Prognosen und damit zum Beschaffungsmanagement auf beiden Seiten beitragen (Trapero et al., 2012, S. 738, 746). Die Arbeit verfolgt infolgedessen einen integrierten praxisorientierten Ansatz, wobei die vertiefende Begründung für dessen Sinnhaftigkeit der Gegenstand der ersten Forschungsfrage ist:

> **Forschungsfrage 1:** Welche Notwendigkeit besteht – je nach Perspektive – für die integrierte Sicht auf das ETM?

Der Schwerpunkt auf möglichen Informationsdefiziten der betrieblichen Praxis bedingt, dass das Informationsmanagement in den Fokus der Aufmersamkeit rückt. Ist es für das ETM produzierender Unternehmen wichtig, an Daten und Informationen der Instandhaltung zu gelangen (Pawellek, 2016, S. 294), sind die Serviceanbieter – v. a. die OEMs – darauf angewiesen, dass sie an Daten der Primärprodukte gelangen und möglichst umfassende Informationen über die Kunden gewinnen, um ihren Ersatzteilservice und eigene interne Prozesse optimal zu gestalten (Jouni et al., 2011, S. 165). Dies motiviert die zweite Forschungsfrage:

> **Forschungsfrage 2:** Welche Daten und Informationen liegen im (theoretischen) Idealfall für das ETM vor? Welche Entscheidungen sind dazu im Daten- und Informationsmanagement zu treffen?

Das Daten- und Informationsmanagement innerhalb des ETMs erfüllt jedoch keinen Selbstzweck. Die Informationen sind auf Planungsprozesse anzuwenden, wobei sich auf die Kernprozesse Klassifizierung, Prognose und Lagerhaltung von Ersatzteilen bezogen werden kann. Auf diese konzentrieren sich auch einschlägige Forschungsbeiträge. Im Verlaufe der letzten Jahrzehnte wurde eine Vielzahl an wissenschaftlichen Veröffentlichungen vorgenommen, insb. im Bereich des Bestandsmanagements von Ersatzteilen. Dies motivierte die Erstellung mehrerer Reviews. Dabei handelt es sich sowohl um Überblicke allgemeiner Natur (Kennedy et al., 2002) als auch um Veröffentlichungen mit spezialisierten Thematiken, z. B. der lateralen Umschlagsprozesse (Paterson et al., 2011) oder der gemeinsamen Ersatz-

teil- und Instandhaltungsplanung (Van Horenbeek et al., 2013). Allerdings fehlt es an Reviews, welche sich im Schwerpunkt mit praktischen Fallstudien beschäftigen, sodass kaum darauf geschlossen werden kann, welche Faktoren die Herausbildung der Theorie-Praxis-Lücke beeinflussen und herbeiführen. Hierbei ist es von besonderem Interesse darzustellen, wie praktisch orientierte Forschungsansätze mit Optimierungen und Verbesserungen umgehen. Daraus ist die dritte Forschungsfrage abzuleiten:

> **Forschungsfrage 3:** Wie werden Anreize zur Verbesserung übergeordneter ersatzteillogistischer Prozesse in der praxisorientierten Literatur behandelt? Welche Rolle kommt Informationsdefiziten als Hemmnis der Umsetzung zu und was sind Ursachen für deren Entstehung?

Neben den übergeordneten ersatzteillogistischen Prozessen ist mithilfe des Reviews zu ergründen, in welcher Form sich Forschungsbeiträge bereits mit dem Informationsmanagement in Relation zum ETM befassen und inwiefern integrierte Rahmen existieren, wobei die Beantwortung der vierten Forschungsfrage im Mittelpunkt steht:

> **Forschungsfrage 4:** Wie wird das Informationsmanagement in strategischen sowie übergreifenden Beiträgen behandelt und welche Aspekte bleiben unberücksichtigt? Welche offenen Fragen lassen sich somit (gemeinsam mit den Ergebnissen aus der Beantwortung von Forschungsfrage 3) ableiten?

Sind die offenen Fragen durch die Beantwortung der Forschungsfrage 3 und 4 konkretisiert, sind diese mithilfe eigens durchgeführter qualitativer Fallstudien zu beantworten. Die Planung und Durchführung dieser Fallstudien orientiert sich an der fünften Forschungsfrage:

> **Forschungsfrage 5:** Was charakterisiert die Verbindung von Verbesserungen des ETMs und Informationsdefiziten aus Praxissicht? Welche Einflussfaktoren wirken auf das Informationsmanagement und wie lassen sich diese systematisieren?

Ein breiter Blick auf das ETM gewährleistet, möglichst viele Einflüsse und Spannungsfelder zu erfassen. Interessant ist es im Zuge dessen, auch die Sicht von Unternehmen einzubinden, welche nicht als weltweit führend angesehen werden (Sousa & Voss, 2008, S. 697). Die Fallstudienergebnisse sind schließlich zu nutzen, um ein Framework zum Ersatzteil-Informationsmanagement (ETIM) aufzustellen, was auf Basis der letzten Forschungsfrage geschieht:

> **Forschungsfrage 6:** Wie lassen sich theoretische und praktische Erkenntnisse auf einer Meta-Ebene zusammenführen, um einen integrierten Rahmen zum Ersatzteil-Informationsmanagement zu schaffen und wie kann eine Anwendung erfolgen?

Das geordnete ETIM soll zur Schließung der Lücke zwischen Wissenschaft und Praxis beitragen. Dabei wird abermals eine übergreifende Perspektive eingenommen, was sich in der beispielhaften Anwendung auf ein Fallunternehmen, das als Maschinenaufarbeiter tätig ist und damit verschiedene Sichten des ETMs vereint, niederschlägt. Da nun die Forschungsfragen definiert sind, gilt es im nächsten Schritt, eine wissenschaftliche Einordnung vorzunehmen.

1.3 Wissenschaftstheoretische Grundpositionierung

Die vorliegende Arbeit ist den Realwissenschaften, die auch als Erfahrungswissenschaften bezeichnet werden (Corsten & Corsten, 2014, S. 15), zuzuordnen. Im Gegensatz zu den abstrakten Formalwissenschaften stehen in den Realwissenschaften die Beschreibung und die Verdeutlichung wahrgenommener Ausschnitte der Wirklichkeit im Mittelpunkt. Einzelfälle werden durch Abstraktion generalisiert. Wirtschaftswissenschaftler im Speziellen beschäftigen sich primär mit dem Verhalten und Handeln von Menschen, d. h. genauer dem Kontext der Entscheidungsfindung. Daraus sind Erkenntnisse über Entscheidungsprozessen zu gewinnen, womit sich im Rahmen der angewandten Forschung bewegt wird (Ulrich & Hill, 1979, S. 163f.; Sturm, 2006, S. 1f.). Innerhalb der Wirtschaftswissenschaften gilt im Nachfolgenden die Sichtweise der Betriebswirtschaftslehre (BWL). In dieser liegt der Schwerpunkt auf der Unterstützung betrieblicher Entscheidungsprozesse (Kromrey, 2006, S. 20). Die praktische BWL orientiert sich explizit an der Praxis, indem die Entscheidungsprozesse und Betriebsziele mithilfe empirischer Mittel beschrieben, analysiert und bewertet werden, um zukünftig eine verbesserte Bewältigung von Aufgaben zu gewährleisten. Dies erfolgt in Form der Ableitung von Handlungsregeln, d. h., die Gestaltung betrieblicher Prozesse steht im Vordergrund (Jung, 2006, S. 22f.; Kornmeier, 2007, S. 22f.). Innerhalb der Darlegungen wird sich bei der Beschreibung von Unternehmensbereichen an der funktionellen Gliederung der BWL nach dem Umsatzprozess, etwa in die Gebiete der Unternehmensführung, Materialwirtschaft, Produktion, Marketing, Personalwesen, Rechnungswesen und Controlling, ausgerichtet (Jung, 2006, S. 26).[4]

Die Realwissenschaften werden auf Basis von Erfahrungs- und Erkenntnisobjekten differenziert (Jung, 2006, S. 20). Unter das Erfahrungsobjekt[5] der BWL ist die Menge der real existierenden Betriebe zu fassen, wobei das betriebliche Handeln in unmittelbarem Verhältnis zum menschlichen Agieren steht (Sturm, 2006, S. 2). Der Thematik dieser Abhandlung folgend ist das Erfahrungsobjekt auf die Teilmenge der Betriebe, die ein ETM aufweisen, nebst der in den Betrieben agierenden Menschen, die mit dem ETM in Berührung kommen, zu

[4] Neben der Differenzierung nach Funktionen kann zusätzlich eine Einteilung nach der Institution vorgenommen werden. Beide Sichten sind als ergänzend zueinander zu sehen (Corsten & Corsten, 2014, S. 16f.).

[5] Das Erfahrungsobjekt beinhaltet den Ausschnitt der Realität bzw. das reale Erscheinungsbild, mithin die in der Wirklichkeit erlebten Erfahrungen, die in Verbindung mit denkenden und handelnden Individuen stehen (Jung, 2006, S. 20f.; Kornmeier, 2007, S. 13ff.).

beziehen. Das Erkenntnisobjekt[6] der BWL bilden alle Entscheidungen, die im Zusammenhang mit der Verfügung über knappe Güter unter Einbeziehung aller damit verbundenen Aspekte in Betrieben getroffen werden (Jung, 2006, S. 21f.; Sturm, 2006, S. 2). Im hier behandelten Kontext sind darunter alle Entscheidungen und deren Determinanten, welche dem Fluss von Ersatzteilen und der zugehörigen Informationen dienen, zu zählen. Genauer liegt der Fokus auf den damit verbundenen Realisierungsprozessen von Verbesserungspotenzialen.

Als Erkenntnisziele der betriebswirtschaftlichen Forschung lassen sich allgemein anführen (Schweitzer, 2009, S. 68; Sturm, 2006, S. 4):

- das Beschreiben des Wirtschaftens in betrieblichen und unternehmerischen Situationen sowie der betrieblichen Randbedingungen (Entdeckungszusammenhang),
- das Erklären und Begründen verschiedener betrieblicher Zusammenhänge (Begründungszusammenhang) sowie
- das Gestalten in Form der Ableitung von Handlungsregeln bzw. Verhaltensempfehlungen, die Unternehmen eine Möglichkeit der Orientierung und Lösung von Problemen bieten (Verwendungszusammenhang).

Forschungsgegenstände sind häufig als Hybriden zu bezeichnen (Kornmeier, 2007, S. 29). So schließt auch die Beantwortung der genannten Forschungsfragen alle drei Erkenntnisziele ein. Erstens steht die Untersuchung, Beschreibung und Erklärung der Prozesse des ETMs und deren Verbesserung sowie des Entscheidungsverhaltens der entsprechenden Entscheidungsträger als Erkenntnisobjekte im Mittelpunkt. Die Thematik wird sowohl mithilfe vergangener Forschung mittels der Literaturauswertung als auch anhand von eigenen Beobachtungen unter Zuhilfenahme qualitativer Fallstudien beleuchtet. Der Entdeckungs- und Begründungszusammenhang sind folglich miteinander verwoben. Darauf aufbauend sind die Beschreibungen, Erklärungen und Begründungen im Sinne des Verwendungszusammenhangs zur Erarbeitung praktischer Handlungsempfehlungen zu nutzen. Dies erfolgt in Form des Frameworks zum ETIM.

Aus ontologischer Sicht[7] wird infolge der im Schwerpunkt angewandten qualitativen Fallstudienmethodik dem Subjektivismus gefolgt. Aus einer subjektiven Perspektive heraus gibt es keine Möglichkeit, die externe Welt zu durchdringen, ohne eigene Beobachtungen und Interpretationen anzustellen. Als Abgrenzung dazu gilt im Objektivismus die Annahme, dass eine externe, theorieneutrale Welt bzw. Realität unabhängig der Menschen, ihren Beziehungen und Handlungen existiert. Die quantitative Forschung setzt die objektive Wahrnehmung

[6] Das Erkenntnisobjekt ist ein abgegrenztes Gegenstandsgebiet, mit dem sich die Wissenschaft befasst und das aus der Spezifikation sowie der Eingrenzung des komplexen Erfahrungsobjekts resultiert (Heinrich et al., 2014, S. 14; Jung, 2006, S. 21; Kornmeier, 2007, S. 15).

[7] Die Ontologie umfasst Fragen bzgl. der Vorstellungen, welche Sachverhalte und Beziehungen zwischen Individuen und Gesellschaften generell existieren (Eriksson & Kovalainen, 2008, S. 13).

der Welt voraus. Gemeinsam mit der Ontologie wird die Epistemologie[8] diskutiert, wobei dies häufig in Form von Paradigmen geschieht. Unter einem Paradigma ist eine Weltansicht oder ein Glaubenssystem zu verstehen, welche die Arbeit des Forschenden leiten. Die begriffliche Abgrenzung fällt schwer und es kommt zu einer Vermischung von Paradigmen, Forschungsphilosophien oder Forschungstraditionen. Im Folgenden wird deshalb lediglich der Begriff Paradigma verwendet (Eriksson & Kovalainen, 2008, S. 13ff.).

Im Kern ist hier die Position eines Interpretivisten maßgeblich. Interpretivisten zielen auf das Verständnis eines Phänomens ab und nehmen einen interaktiven Standpunkt ein bzw. zeigen sich kooperativ (Mentzer & Kahn, 1995, S. 232). Ihnen ist es wichtig zu ergründen, warum Unterschiede in Kausalitäten entstehen (Lin, 1998, S. 167). So werden im Vorhinein keine abhängigen und unabhängigen Variablen vordefiniert, sondern die Konzentration liegt auf der vollen Komplexität der menschlichen Sinnmachung. Daher besteht ein Bewusstsein dahingehend, dass es verschiedene Interpretationen von Material und Daten gibt (Eriksson & Kovalainen, 2008, S. 20).

In diesem Zusammenhang ist darüber hinaus der Substanzialismus als Orientierungspunkt anzuführen. Dieser erkennt die Realität als Material an. Menschen interpretieren die Realität entsprechend zu verschiedenen Zeitpunkten und in verschiedenen Kontexten differenziert (Eriksson & Kovalainen, 2008, S. 15). Dies geht einher mit der Akzeptanz, dass selbst die in Fallstudien geforderte Triangulation[9] (Eisenhardt, 1989, S. 538) nicht gewährleistet, dass es zu keiner subjektiven Verzerrung der resultierenden Interpretationen kommt. Im Relativismus wird schließlich postuliert, dass Ereignisse nicht betrachtet werden können, ohne gleichzeitig (soziale) Rahmenbedingungen einzubeziehen. In der Forschungspraxis i. Allg. wie auch im Speziellen im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit ist darauf zu achten, eine relativistische Sicht zu wahren und sowohl die Ergebnisse vergangener als auch eigener Studien skeptisch zu betrachten (Haug, 2004, S. 99).

Die Induktion als Methodologie[10] wird als Fundament der Forschung der Interpretivisten angesehen, d. h., aus einer endlichen Anzahl ist auf Gesetzmäßigkeiten zu schließen (Kornmeier, 2007, S. 36f.). In einem induktiven Ansatz erfolgt die Aufdeckung aktueller Beziehungen durch Beobachtungen oder Experimente im Feld, wobei Arbeitshypothesen im Verlauf der Studien stetig anzupassen und zu redefinieren sind (Miles et al., 2014, S. 238). Die Induktion ist ein kaum verzichtbares Hilfsmittel bei der Erforschung von bisher wenig be-

---

[8] In der Epistemologie stehen die Fragen im Mittelpunkt, was Wissen ist, woher Wissen kommt, was die Grenzen des Wissens sind sowie wie Erkenntnisse erzeugt werden können und unter welchen Kriterien dies überhaupt möglich ist (Eriksson & Kovalainen, 2008, S. 14f.).

[9] S. Kapitel 6.2.

[10] Methodologien werden angewandt, um Wissen über die Welt zu kreieren. Sie beschäftigen sich mit der Frage, wie ein Problem zu untersuchen ist. Methodologien sind als Philosophie der Methoden praktischer orientiert als Epistemologien, welche eher Philosophien repräsentieren (Eriksson & Kovalainen, 2008, S. 15f.).

achteten praktisch relevanten Sachverhalten und ist daher im Hinblick auf den hier vorliegenden Forschungsgegenstand geeignet (Eisenhardt, 1989, S. 532ff.). Das gewählte Vorgehen der qualitativen Fallstudienforschung als Methode richtet sich am Forschungszweck und den erkannten Forschungsfragen aus. Qualitative Fallstudien treten meist nicht-parametrisch auf und sind nicht auf statistische Analysen ausgelegt. Sie lassen sich in Übereinstimmung mit den bereits genannten Paradigmen und der Methodologie generell eher als interpretativ subjektiv sowie induktiv beschreiben (Borchardt & Göthlich, 2009, S. 34f.; Ellram, 1996, S. 96).

Dem (klassischen) Rationalismus folgend ist es allerdings nicht möglich, eine voraussetzungs- bzw. theoriefreie Erfahrung zu machen. Beobachtungen können angestellt werden, weil bereits im Vorhinein deduktiv abgeleitete Erwartungen existieren (Kornmeier, 2007, S. 35). Im Gegensatz zur Induktion liegen bei der Deduktion Orientierungskonstrukte und Annahmen vor, die über eine Operationalisierung konkret zu testen sind. Induktion und Deduktion sind eher als dialektisch denn als exklusiv anzusehen (Miles et al., 2014, S. 238). Daher ist beim hier gewählten Forschungsdesign zu beachten, dass kein konsequenter Ausschluss der Deduktion notwendig ist. Zwar lassen sich die Fallstudien in die empirisch-induktive Ausrichtung mit der Erkundung von Beziehungen und Einflussfaktoren des ETMs einordnen. Zu deren Durchführung ist es allerdings von Bedeutung, Studienfragen und ein mit diesen in Verbindung stehendes deduktiv abgeleitetes System mehrerer Annahmen aufzustellen.[11] Das System aus Annahmen ist der umfangreichen theoretischen Vorarbeit, mithin der Recherche in Grundlagen- sowie wissenschaftlicher Literatur zu entnehmen und ist notwendig, um Zusammenhänge, die über bloße Mutmaßungen hinausgehen, zu erforschen (Atteslander & Cromm, 2010, S. 22; Ulrich & Hill, 1979, S. 182ff.). Mithilfe der theoretischen Vorüberlegungen sind die Fälle und Erhebungsmethoden festzulegen, d. h., die Untersuchungsstrategie zu entwickeln, bevor die Daten ausgewertet und die so generierten Ergebnisse interpretiert werden. Daraus resultiert das angestrebte Framework (Gläser & Laudel, 2010, S. 35).

Abbildung 1 fasst die geschilderten Einordnungen zusammen. Konkrete Erläuterungen der Vorgehensweise und Fallstudienmethodik erfolgen in späteren Kapiteln, deren Übersicht die sich anschließende Schilderung des groben Aufbaus der Arbeit liefert.

[11] S. Kapitel 6.1.3.

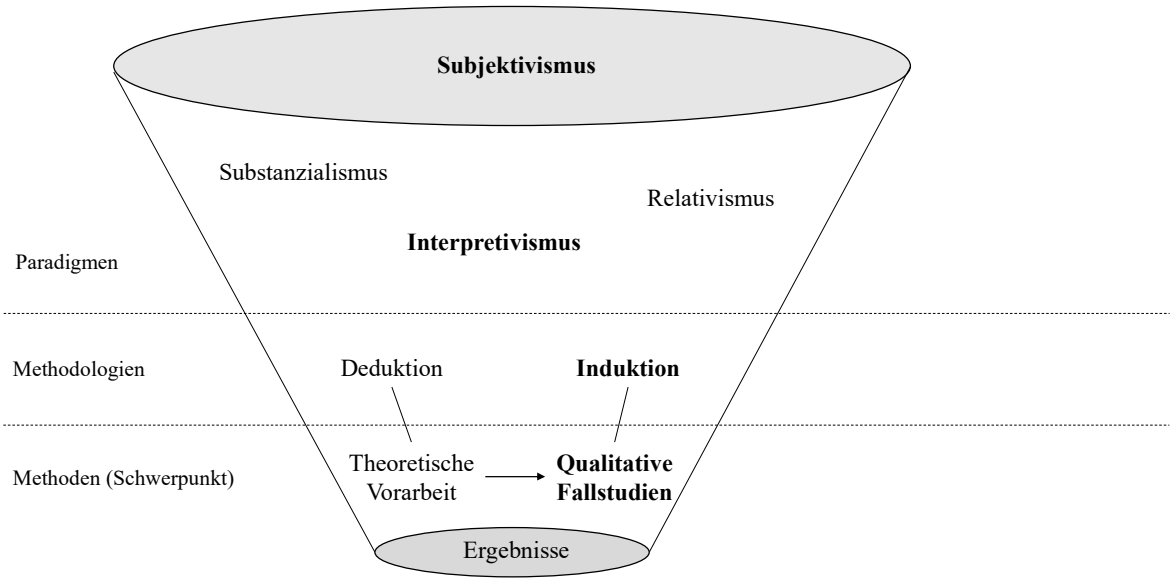

Abbildung 1: Wissenschaftliche Einordnung

1.4 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit richtet sich primär an der Beantwortung der Forschungsfragen aus, allerdings ist die dazu immer wieder notwendige Schaffung von (theoretischen) Grundlagen nicht zu vernachlässigen. So stehen im zweiten Kapitel vorerst Begriffe hinführend zur ETL und zum ETM im Vordergrund. Darauf aufbauend wird sich der Perspektive der Betreiber von Primärprodukten, im Konkreten dem Verhältnis von ETM und Instandhaltung zueinander gewidmet, wobei aufgrund des Stellenwerts der Instandhaltung innerhalb der Arbeit von Maschinen und Anlagen auszugehen ist. Entsprechend sind Definitionen und die Einordnung der Instandhaltungsstrategien erforderlich. Nur mithilfe des so geschaffenen Verständnisses kann die erste Forschungsfrage im Hinblick auf die Notwendigkeit sowie Ausgestaltung der Integration von Instandhaltung und ETM aus Perspektive der Betreiber beantwortet werden. Anschließend liegt der Fokus auf den Serviceanbietern, wenngleich sich die Literatur im Schwerpunkt mit OEMs beschäftigt. Da sich Drittanbieter im Grunde ihrer Zielsetzung in Bezug auf das ETM mit OEMs vergleichen lassen, wird sich auch im Verlaufe dieser Arbeit eher auf OEMs bezogen. Dementsprechend gilt es, rechtliche Rahmenbedingungen vorzustellen, eine Einordnung in das Management von ASS-Leistungen vorzunehmen sowie die spezifischen Phasen des Primärproduktlebenszyklus herauszustellen. Schließlich erfolgt die Beantwortung der Forschungsfrage 1 aus Perspektive der OEMs, indem auf die Notwendigkeit und Vorteilhaftigkeit der Integration mit den Kunden von Ersatzteilservices eingegangen wird.

Die zweite Forschungsfrage ist Gegenstand des dritten Kapitels. Hier sind zuallererst Grundlagen des Managements von Daten, Informationen und Wissen zu schaffen. Der Schwerpunkt liegt auf dem Informationsmanagement. Anschließend erfolgt wiederum eine getrennte Besprechung der Perspektive der Betreiber und der OEMs. Im ersten Fall sind insb.

Daten und Informationen, die der Instandhaltung entstammen, für das ETM von Belang. Zur Verfügbarmachung dieser ist es zielführend, sich mit Optionen der System- und Technologieunterstützung zu beschäftigen sowie abzuwägen, inwiefern Potenziale ausgeschöpft werden können. Für das Informationsmanagement im Rahmen des ETMs ist es allerdings – wie noch herauszustellen ist – nur bedingt realistisch, effektiven Einfluss auf entsprechende Entscheidungen zu nehmen. Dies begründet, dass die Erläuterungen auf einen Überblick beschränkt werden. Aus Perspektive der OEMs ist es hingegen von vordergründiger Relevanz, viel über die Kunden sowie über die bei den Kunden in Betrieb befindlichen Primärprodukte in Erfahrung zu bringen. Nach einer Zusammenstellung potenziell zu gewinnender Daten und Informationen steht deren Management im Mittelpunkt. Somit ist die Forschungsfrage 2 aus beiden Perspektiven beantwortet.

Bevor sich der dritten und vierten Forschungsfrage gewidmet werden kann, ist herauszustellen, in welcher Form die übergeordneten Ersatzteilplanungsprozesse – mithin die Kernprozesse der Klassifizierung, der Prognose sowie der Lagerhaltung – eine Behandlung in der Grundlagenliteratur erfahren. Kapitel 4 setzt sich dies zum Schwerpunkt, wobei nicht trennscharf zwischen Betreibern und OEMs zu unterscheiden ist. Die Einteilung ergibt sich daher aus der Gliederung der Kernprozesse. Die Erläuterung erfolgt indes unter der besonderen Beachtung der zur Planung notwendigen Informationen aus theoretischer Sicht. Das Kapitel schließt mit einer Beschreibung der Lücken, die sich im ETM zwischen Wissenschaft und Praxis ausmachen lassen.

Ebendiese Lücken bilden schließlich die Motivation für das Review wissenschaftlicher Literatur im fünften Kapitel. Zuerst ist das Vorgehen bei der Recherche zu erläutern. Anschließend steht die Beantwortung der dritten Forschungsfrage im Zentrum des Abschnitts, d. h., die im vierten Kapitel erläuterten Kernprozesse der Kategorisierung, Prognose und Lagerhaltung von Ersatzteilen werden im Sinne ihrer Behandlung in praktisch orientierten wissenschaftlichen Beiträgen (Fallstudien) betrachtet. Hierbei ist geboten, zwischen den Perspektiven der Betreiber und Serviceanbieter – die Literatur unterscheidet nicht zwangsläufig zwischen OEMs und Drittanbietern – zu differenzieren, da sich diese Abgrenzung auch in wissenschaftlichen Beiträgen ausmachen lässt. Nach der separaten Betrachtung der Kernprozesse werden Frameworks und die weitere empirische Forschung, welche Gegenstand der vierten Forschungsfrage sind, zum Thema genommen. Aus den zusammengenommenen Erkenntnissen des gesamten Kapitels lassen sich schließlich die drei in Kapitel 1.1 genannten Lücken konkretisieren und somit Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis ableiten. Diese bilden die Basis der spezifischen Fragen zur Durchführung der qualitativen Fallstudien, die den wichtigsten Teil der Arbeit ausmachen.

Kapitel 6 widmet sich der Methodik der Fallstudienforschung i. Allg. sowie der gewählten Vorgehensweise im Speziellen. Gegliedert wird hierbei in die Abschnitte Vorbetrachtung,

Durchführung und Datenanalyse. Der in diesem Kapitel dargestellte Prozess führt zu Studienergebnissen, die ausführlich im siebten Kapitel erläutert werden. Dadurch lässt sich die fünfte Forschungsfrage beantworten. Die Perspektiven der im Forschungsprozess interviewten Betreiber und OEMs werden der bisherigen Vorgehensweise entsprechend getrennt behandelt. Gegenstand sind jeweils die übermittelten Daten- und Informationsdefizite sowie Verbesserungspotenziale und die identifizierten Einflussfaktoren auf das Informationsmanagement bei der Umsetzung ebendieser. Die Perspektiven erfahren anschließend eine Zusammenführung. Induktiv ermittelte theoretische Zusammenhänge lassen sich dadurch erörtern. Neben Gesprächen mit Vertretern von OEMs und Betreibern erfolgten ebenfalls Interviews mit aufarbeitenden Unternehmen, die als Akteure auf dem Ersatzteilmarkt auftreten. Die Ergebnisse der Interviews sowie die Auswertung einer davon unabhängigen Studie aus Perspektive der Drittanbieter finden sich ebenfalls in dem Kapitel wieder. Eine Zusammenfassung und die Herausstellung der Vorteilhaftigkeit eines auf die Belange des Unternehmens angepassten ETIMs bilden den Abschluss des Abschnitts.

Die Erläuterung eines auf Basis der theoretischen Erkenntnisse sowie Fallstudienergebnisse entworfenen Frameworks als praktische Handlungsempfehlung zum Aufbau eines effektiven ETIMs ist das Thema des achten und letzten Kapitels des Hauptteils. Inhalt sind die Voraussetzungen der Anwendung des Rahmens sowie die ausführliche Betrachtung der fünf Hauptbestandteile. Das Framework wird hierbei nicht allein theoretisch erläutert, sondern in einem Fallunternehmen angewandt. Damit ist die Forschungsfrage 6 zu beantworten. Kapitel 9 repräsentiert den Schlussteil. Die Arbeit wird einer kritischen Würdigung unterzogen, in ihren wesentlichen Aussagen zusammengefasst und es erfolgt ein Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf. Die schematische Abbildung 2 verdeutlicht zusammenfassend den geschilderten Aufbau.[12]

[12] Der Aufbau der Fallstudienauswertung wird in Abbildung 33 (Kapitel 7) separat veranschaulicht.

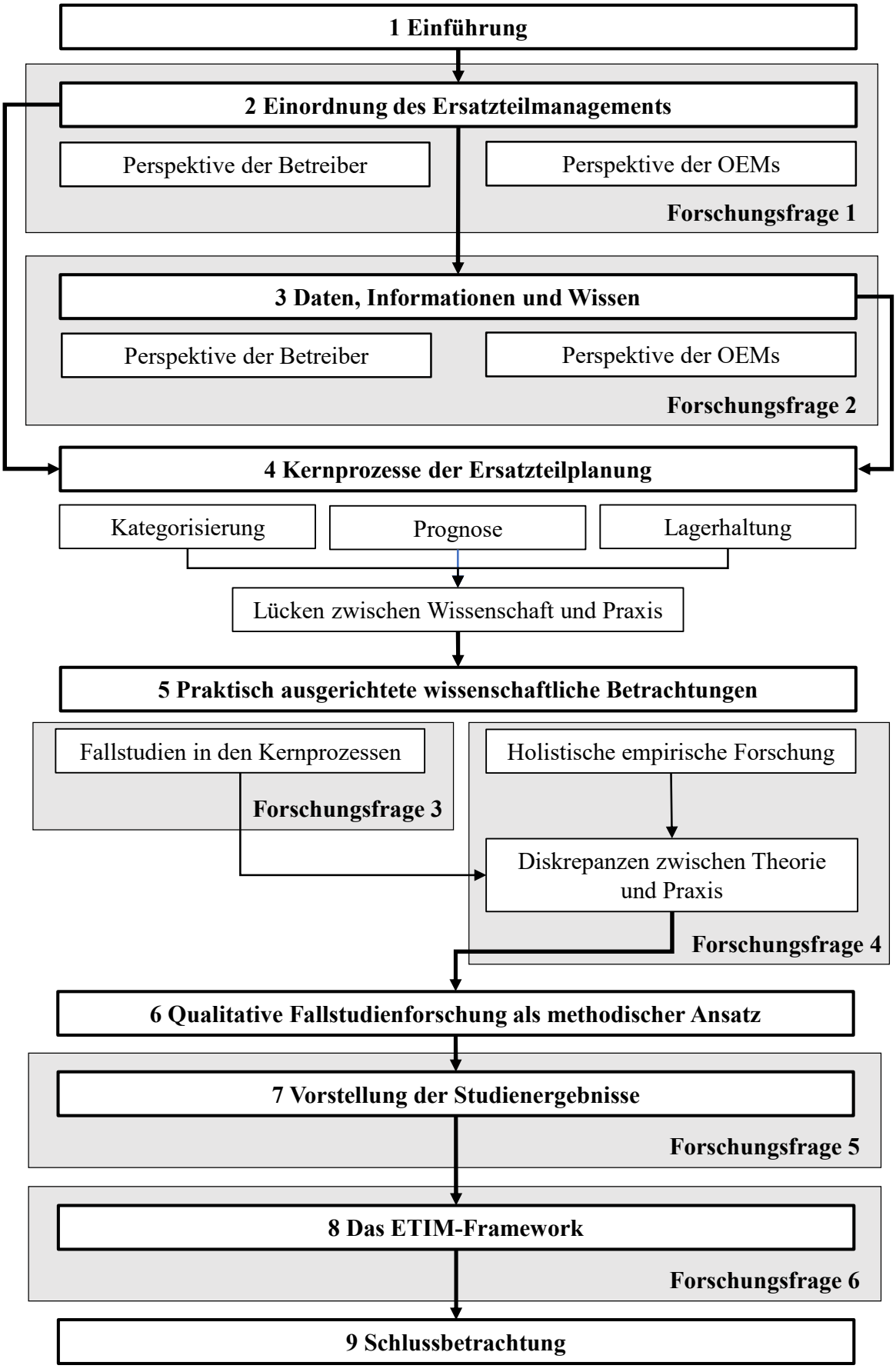

Abbildung 2: Aufbau der Arbeit

2 Einordnung des Ersatzteilmanagements

Dieses Kapitel dient der Vermittlung eines grundlegenden Verständnisses der Begrifflichkeiten und der als relevant erachteten Themen im Zusammenhang mit dem Management von Ersatzteilen. Hierzu sind zuerst einschlägige Definitionen zu vermitteln und der grobe Kontext der Ersatzteilwirtschaft abzustecken. Anschließend wird sich auf das Umfeld der hauptsächlich mit Ersatzteilen in Kontakt kommenden Akteure konzentriert, um Spezifika herauszustellen, die Signifikanz eines aufzubauenden ETMs zu unterstreichen und zu begründen, warum es sinnhaft ist, sich in diesem Zusammenhang schwerpunktmäßig mit Daten und Informationen auseinanderzusetzen.

2.1 Begriffliche Grundlagen

2.1.1 Von der Logistik zum Supply Chain Management

Ein einheitliches Begriffsverständnis der Logistik existiert nicht. Sie wird auf differenzierte Art und Weise aufgefasst, wobei eine diese Disparitäten beachtende Definition sich angeben lässt mit dem Verständnis der Logistik als „eine spezielle Führungskonzeption zur nachhaltigen Planung, Steuerung, Koordination, Abwicklung und Kontrolle aller vorwärts- und rückwärtsgerichteten Material-, Waren- und Informationsflüsse von den Lieferanten (bzw. Kunden) in das Unternehmen, durch das Unternehmen sowie zu den Kunden (bzw. Lieferanten)“ (LASCH, 2021, S. 4). Im engeren Sinne beschäftigt sich die Logistik mit dem Transport, Umschlagen, Lagern und Kommissionieren respektive der Raumüberbrückung, Mengenanpassung, Zeitüberbrückung und Auftragszusammenstellung sowie der Distribution und Entsorgung. Im weiteren Sinne ist sie als Leistungssystem zu verstehen, wobei die Leistungen der Entwicklung, Beschaffung, Produktion und des Services noch hinzukommen. Die Interdisziplinarität hat vielfältige Schnittstellen und den praktischen Status der Logistik als Unterstützerrolle im Unternehmen zur Folge, während sie aus theoretischer Sicht als Hilfswissenschaft gilt und sowohl wirtschafts- sowie ingenieurwissenschaftliche als auch Elemente der Informatik vereint (Fleischmann, 2008, S. 4; Gudehus, 2000, S. 8; Känel, 2018, S. 34; Ryll & Freund, 2010, S. 39). Obwohl eine Zuordnung zur speziellen BWL gängig ist, ist es aufgrund des Querschnittscharakters üblich, sich weniger an Funktionen im Speziellen als vielmehr am Gesamtprozess zu orientieren (Kornmeier, 2007, S. 20; Matyas, 2016, S. 10). Dies ist die Voraussetzung für effiziente und effektive Güter-, Informations-, Zahlungs- sowie Kontrahierungsflüsse. Als Objekte der Logistik können ebenfalls Personen auftreten. Dieser Aspekt wird im Folgenden jedoch nicht weiter verfolgt. In einem logistischen System, das strukturell wie ein Netzwerk aufgebaut ist, werden Prozesse mithilfe zielgerichteter Informationen umgesetzt und in einen Fluss gebracht (Fleischmann, 2008, S. 3).

Logistische Prozesse erhalten eine Bewertung durch ihre Logistikleistung, die sich daran misst, ob produzierende Unternehmen dazu in der Lage sind, ihre Güter bedarfsgerecht bereitzustellen. Die Logistikleistung lässt sich nur schwer monetär bewerten, denn ihr Wert entsteht aus Sicht des Kunden und wäre daher quantitativ als Kundenzufriedenheit auszudrücken. Es wird sich deshalb eher am Lieferservice und den damit in Relation stehenden Komponenten der Lieferzuverlässigkeit als Gewährleistung der zugesicherten Lieferzeit, der Lieferbereitschaft bzw. des Servicegrads als Erfüllungsrate von Kundenaufträgen aus dem Lagerbestand, der Lieferqualität als Entsprechung von Kundenanforderungen sowie der Lieferflexibilität als Möglichkeit, auf individuelle Kundenwünsche einzugehen, orientiert. Da auch der Lieferservice nur schwierig quantifizierbar ist, fällt dessen rechnerische Optimierung schwer. Häufiger werden daher feste Ziele gesetzt und eine Kostenminimierung angestrebt. Logistikkosten ergeben sich aus Transport-, Umschlags-, Kommissionier-, Verpackungs-, Lagerungs- und Steuerungskosten. Zusätzlich können Material-, Personal- und Betriebsmittelkosten anfallen (Fleischmann, 2008, S. 8).

Der obigen Definition folgend ist zwischen der Logistik als Beschreibung einer Funktion und der Logistikkonzeption mit einer Ausrichtung darauf, wie diese Funktion zu erfüllen ist, zu unterscheiden. In ihrer Eigenschaft als Funktion ist sie wiederum in die Ausführung der Flüsse sowie Aufgaben des Managements zu gliedern (Pfohl, 2004, S. 3f.). Die Logistik nicht lediglich als Lieferant einer kurzfristigen Wirtschaftlichkeit, sondern als Wertbringer zu sehen, ist mit dem strategisch ausgerichteten Logistikmanagement verbunden (Baumbach, 2004, S. 54f.). Ein Management hat i. Allg. die Aufgabe der Steuerung von Unternehmen entweder als Ganzes oder in Arbeitsbereichen bzw. Teams. Es zeichnet sich durch die Planung, die Organisation[13], die Koordination und die Kontrolle aus (Känel, 2018, S. 33). Es hat ferner eine institutionelle und eine funktionelle Bedeutung. Unter die institutionelle Komponente fallen Entscheidungsträger als Einzelpersonen oder Führungsgruppen, die sowohl sach- als auch personenbezogene Aufgaben übernehmen. Dies wird determiniert durch die Aufbauorganisation unter Maßgabe der festgelegten Führungskräfte und Stäbe.[14] Mit der eigentlichen Handlung der Manager ist der Übergang von der institutionellen zur funktionellen Komponente im prozessorientierten Sinn charakterisiert. Diese umfasst die Steuerung und Absicherung der Leistungserstellungsprozesse, die zwischen oder in Organisationen ablaufen. Innerhalb der Funktionen, bspw. der Beschaffung, Produktion oder dem

[13] Eine Organisation ist ein System, welches auf dauerhafte Arbeitsteilung ausgerichtet ist. Zur Erreichung von Unternehmenszielen und der Aufgabenerfüllung werden menschliche bzw. personelle sowie maschinelle bzw. sachliche Systemelemente miteinander verbunden (Verein Deutscher Ingenieure, 2012, S. 5).

[14] Die Aufbauorganisation meint die Aufteilung des Unternehmens in Subsysteme, während sich die Ablauforganisation auf die die Arbeit bestimmenden Beziehungen zwischen Organisationseinheiten und deren Wirken bezieht (Biedermann, 2008, S. 115). Die Ausführung der Geschäftsprozesse ist der Ablauforganisation zuzuordnen und erfolgt mithilfe eigener Organisationseinheiten, kann jedoch auch Prozesse über die Unternehmensgrenzen hinweg betreffen (Hänsch & Endig, 2010, S. 231).

Vertrieb, sind die Organisation, die Planung und Entscheidung sowie die Realisierung, Kontrolle und Analyse als Führungsaufgaben wahrzunehmen (Gausmann, 2008, S. 52f.; Känel, 2018, S. 315ff.; Krcmar, 2015, S. 7).

Bleicher und Abegglen (2017) nehmen in diesem Zusammenhang eine Trennung zwischen der Führungs- und der Managementlehre vor. Die Führungslehre bezieht sich dabei auf den institutionellen Charakter des Managements und betont damit den verhaltenswissenschaftlichen Kontext, während das funktionelle Management der Managementlehre zugehörig ist. In der BWL sehen sie einen Paradigmenwechsel hin zur Managementlehre (Bleicher & Abegglen, 2017, S. 96f.). Auch wenn eine klare Abgrenzung zu Führungsaufgaben nicht sinnvoll erscheint, weil diese mit der funktionellen Komponente verwoben sind, ist das Logistikmanagement eher dieser Lehre zuzurechnen. Die Grundelemente des Logistikmanagements sind:

- die Ethik und Politik mit moralischen Grundlagen sowie deren Eingliederung in die Unternehmenspolitik,
- die strategische und operative Planung sowie Kontrolle,
- die Organisation sowohl in Form der Intra- als auch der Interorganisation und
- die Führung des Personals sowie deren Einsatz für die Logistik.

Mit diesen Bestandteilen hat das Logistikmanagement die Aufgabe, die Teilfunktionen des Transports, der Lagerung und Lagerhaltung, Verpackung und Auftragsabwicklung zu managen. Dies hat integrativ zu erfolgen, indem alle bereits genannten Flüsse in das Management inkludiert werden. Es hat außerdem zur Aufgabe, die Logistikkonzeption umzusetzen. Diese beinhaltet die Lösung von Problemen und legt fest, wie die Logistik als Funktion zu erfüllen ist, um die Flussorientierung durchzusetzen. Sie ist somit ein Unternehmensprinzip und setzt ein System-, Nutzen- und Servicedenken sowie eine Gesamtkostenorientierung voraus (Pfohl, 2004, S. 5ff.).

Die Entwicklung der Logistik hin zum Unternehmensprinzip teilt Lasch (2021) in vier Phasen ein. Dienstleistungen des Waren- und Materialflusses mit einer Optimierung hinsichtlich der einzelnen Produktionsbereiche sind Gegenstand der ersten Entwicklungsphase in den 1970er-Jahren. Ineffizienzen an den Schnittstellen, bspw. in Form von Redundanzen und hoher verteilter Bestände, sowie lange Durchlaufzeiten sind die Folge dieser Konzentration. Ein Umdenken hin zur Systemtheorie impliziert ein verstärktes Gesamtkostendenken im Unternehmen, um sowohl Synergien zwischen Abteilungen und Bereichen als auch deren Einfluss auf die Kosten nachzuvollziehen. Die zweite Phase, welche auf die 1980er-Jahre zu datieren ist, markiert den Übergang zur Berücksichtigung jenes Zusammenwirkens und der wechselseitigen Einflüsse der Beschaffung, der Produktion und des Absatzes, wo vorher eine funktionsbezogene Optimierung vorlag. Dies bedingt die Erweiterung des Aufgabenspektrums der Logistik um die Koordination. Darunter ist nicht allein die unternehmensinterne Abstimmung, sondern auch die Zusammenarbeit zwischen Lieferanten und

Kunden, gefördert insb. durch eine systematische Integration und Betriebsdatenerfassungssysteme, zu fassen. Neben der Kosten- spielt nun auch die Leistungsorientierung eine zunehmende Rolle. Die dritte Phase der 1990er Jahre beinhaltet die stärkere Konzentration auf die Flussorientierung, die mit der steigenden Komplexität der Logistik – hervorgerufen v. a. durch eine verringerte Fertigungstiefe – korreliert. Die somit geforderte Differenzierung bei gleichzeitiger Kostensenkung ruft die größten Herausforderungen für die Logistik hervor. Gekoppelt mit der höheren Wettbewerbsintensität wird der Funktionsorientierung ein geringerer Stellenwert beigemessen und der Fokus auf die Kunden und damit die Wertschöpfungskette gesetzt. Dies fördert das Verständnis für die Ganzheitlichkeit und die Durchsetzung des Flussprinzips, auch unter Beachtung der Unterstützung durch Informations- und Kommunikationstechnologie (IuKT). Die Globalisierung mit Informationsflüssen hoher Komplexität hat schließlich zur Folge, dass die Logistik in der vierten Phase eine Wandlung zum Supply Chain Management (SCM) erfährt. Das SCM ist von einer engen Zusammenarbeit zwischen den Unternehmen geprägt, d. h., die spezifische Optimierung einer Prozesskette innerhalb des Unternehmens wird durch eine unternehmensübergreifende Optimierung ersetzt. Teilnehmer der Wertschöpfungskette arbeiten langfristig zusammen und erzeugen durch die Bündelung ihrer Kernkompetenzen Wert und strategische Wettbewerbsvorteile (Lasch, 2021, S. 5ff.).

Als Definition des SCMs lässt sich genauer anführen:

> „[Das] Supply Chain Management beinhaltet die kooperative Zusammenarbeit innerhalb eines Netzwerks vertikal verbundener Unternehmen, welche am Bedarf des Endkunden ausgerichtet ist und alle Werschöpfungsprozesse von der Rohstoffgewinnung bis zum Endverbraucher inklusive der dazugehörigen unternehmensübergreifenden Material-, Informations- und Geldflüsse plant, steuert und koordiniert, sodass eine gesamtheitliche Optimierung der Wirtschaftlichkeit des Wertschöpfungsnetzwerkes erfolgt.“ (LASCH, 2021, S. 66)

Im Wettbewerb treten somit nicht mehr Unternehmen selbst, sondern ihre Wertschöpfungsketten gegeneinander an, was bedeutet, dass auch Optimierungen unternehmensübergreifend stattzufinden haben. Eine Differenzierung der Unternehmen findet daher weniger über die Produkte, sondern über die gelungene Erzeugung des Kundennutzens statt (Corsten & Gabriel, 2004, S. 4). Im SCM wird daher ein besonderer Wert auf die Integration bei der Planung und Steuerung gelegt. Dies begründet sich mit der Notwendigkeit, Erfahrungen und Wissen aus verschiedenen Unternehmensbereichen zu bündeln und für gemeinsame Entscheidungsfindungen zu nutzen. Ist es innerhalb der unternehmensinternen Integration maßgeblich, Aktivitäten funktionsübergreifend miteinander zu verbinden, richtet sich die unternehmensübergreifende Integration auf gemeinsame strategische Aktivitäten der Partner der Supply Chain aus, die bis ins Operative reichen. Die informatorische Integration ist schließlich darauf ausgerichtet, gemeinsame Entscheidungen über den Datenaustausch überhaupt

möglich zu machen. Durchgängige Informationssysteme stellen hier die Voraussetzung dar (Beckmann, 2004, S. 3; Kuhn & Hellingrath, 2002, S. 10; Pfohl, 2004, S. 77f.). Kuhn und Hellingrath (2002) messen dem vorauseilenden Informationsfluss im SCM eine sogar noch größere Bedeutung als dem Materialfluss bei. In Rückflüssen werden Informationen aus Erfahrungen wiederum aktiv genutzt, um diese in die Planung einfließen zu lassen. Die noch effizientere und effektivere Ausgestaltung des Informationsflusses bietet eine Plattform für den Einsatz moderner und innovativer IuKT (Kuhn & Hellingrath, 2002, S. 13f.).

Die maßgebliche Antriebskraft des SCMs sind Kundenbedürfnisse und deren Verwirklichung, um Marktanteile zu erwerben, zu sichern und eine hohe Rendite zu generieren. Dafür ist es von Bedeutung, diese Kundenbedürfnisse zuverlässig zu identifizieren und im Blick zu behalten. An die Logistikleistungen werden entsprechend hohe Anforderungen gesetzt, denn insb. durch diese erfolgt die Herstellung von Kundenkontakten und deren Pflege. Die Pflege ist jedoch nur durch einen entsprechenden Service zu gewährleisten. So werden häufig kundenspezifische Lösungen angeboten und auch die Lieferzeiten an die Kundenwünsche angepasst, d. h., es liegt eine deutliche Ausprägung der Nachfragemärkte vor. Die Varianten- und Typenvielfalt verzeichnet ein starkes Wachstum. Das Bestandsmanagement wird infolgedessen zur Herausforderung, denn es ist die Balance zwischen der Versorgungssicherheit auf der einen und der Reduzierung der Kapitalbindung auf der anderen Seite zu wahren. Unsicherheiten können dabei hohe und kostenintensive Bestände verursachen, um der Situation der Lieferunfähigkeit vorzubeugen (Corsten & Gabriel, 2004, S. 24ff.; Kuhn & Hellingrath, 2002, S. 16ff.). Die geschilderten Entwicklungen sind eng mit der in den letzten Jahren stark gestiegenen Wertschätzung des Managements und der Logistik von Ersatzteilen verzahnt. Dabei ergibt sich eine Vielfalt an Spezifika, die eine hohe Komplexität des Bereichs nach sich zieht (Frazzon et al., 2014, S. 148f.). Bevor darauf eingegangen werden kann, sind vorerst grundlegende begriffliche Grundlagen in Bezug auf das ETM zu vermitteln.

2.1.2 Definition und Funktion von Ersatzteilen im Kontext der Instandhaltung

Laut der genormten Definition sind Ersatzteile all die „Teile (z. B. auch Einzelteile genannt), Gruppen (z. B. auch Baugruppen und Teilegruppen genannt) oder vollständige Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind, beschädigte, verschlissene oder fehlende Teile, Gruppen oder Erzeugnisse zu ersetzen“ (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V., 1976, S. 1). Ersatzteile als Elemente eines technischen Systems, das aus mehreren Komponenten besteht, weisen

die Eigenschaft der Austauschbarkeit auf und sind einem Objekt[15] bzw. Primärprodukt, welches als komplette Anlage[16] oder auch nur als Gerät, Aggregat etc. auftreten kann, untergeordnet. Mit einem Austausch wird die Wiederherstellung oder der Erhalt der Funktionstüchtigkeit übergeordneter Objekte bezweckt (Ihde et al., 1988, S. 7; Strunz, 2012, S. 569). Welches Material als Ersatzteil festgelegt und ausgewählt wird, hängt mit der Realisierbarkeit des Austauschs unter Zugrundelegung der im Unternehmen verfügbaren technischen und personellen Ressourcen zusammen. Ist der Austausch nicht machbar, ist die nächst höhere Teileebene zu wählen (Matyas, 2016, S. 183f.). Nachfolgend gelten die in Tabelle 1 vermittelten Begriffsverständnisse. Für die definierten Begriffe der Baugruppe und des Einzelteils werden im Folgenden synonym die Begrifflichkeiten Komponente respektive Ersatzteil verwendet. Für das System, die Maschine oder die Anlage als Endprodukt gilt synonym der Begriff Primärprodukt.

Bezeichnung	**Verwendung / Eigenschaften**
Produkt	• Ergebnis des Produktionsprozesses (technischer Natur) • bestehend aus mindestens zwei Einzelteilen, Modulen, Baugruppen oder Komponenten
Baugruppe	• bestehend aus mindestens zwei Einzelteilen • Einzelteile sind ohne Beschädigung voneinander trennbar
Einzelteil	• monolithisch oder bestehend aus mehr als einem Bestandteil • Bestandteile sind nur durch Zerstörung trennbar

Tabelle 1: Hierarchie von Erzeugnissen[17]

Weicht ein Primärprodukt aufgrund eines zufallsbedingten Ausfalls[18] durch das Wirken externer Gegebenheiten oder infolge von Verschleiß und Alter vom Soll-Zustand ab, sind Reparatur- oder Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich. Die innerhalb der DIN EN 13306 genormte Definition versteht die Instandhaltung als die „Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus eines Objekts, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung seines funktionsfähigen Zustands dient, sodass es die geforderte Funktion erfüllen kann“ (DEUTSCHES INSTITUT FÜR

[15] Ein Objekt ist ein „Teil, Bauelement, Gerät, Teilsystem, Funktionseinheit, Betriebsmittel oder System, das / die für sich allein beschrieben und betrachtet werden kann“ (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V., 2018, S. 12).

[16] Anlagen stellen einen Wert für Unternehmen dar und können sich auf Maschinen und Fertigungsanlagen, aber auch auf Bauelemente oder Gebäude beziehen (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 13). Im Folgenden werden mit Anlagen ausschließlich Maschinen- und Fertigungsanlagen betitelt.

[17] In Anlehnung an (Koch, 2004, S. 14).

[18] Ausfälle treten hervorgerufen durch das Alter der Objekte, Abnutzungserscheinungen oder eine unsachgemäße Verwendung auf. Primärausfälle werden im Gegensatz zu Sekundär- bzw. Folgeausfällen nicht durch Ausfallerscheinungen oder Fehler anderer Objekte verursacht. Ein Spontanausfall geschieht ohne Vorahnung und erhält keine Voraussage durch Überwachungstätigkeiten oder Prüfungen. Als latent gelten Ausfälle dann, wenn sie im normalen Betrieb nicht entdeckt werden (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 27ff.).

NORMUNG E. V., 2018, S. 8). Die Instandhaltung erzeugt die Nachfrage nach Ersatzteilen, die folglich unter die Sekundärprodukte fallen. Voraussetzung des abgeleiteten bzw. derivativen Ersatzteilbedarfs ist der Primärproduktabsatz, weshalb der Umfang desselben einen Zusammenhang mit den kumulierten Primärproduktverkäufen aufweist (Ihde et al., 1988, S. 16; Schröter, 2006, S. 89, 104).

Der Lebenszyklus von Ersatzteilen beginnt mit der Herstellung beim OEM oder Zulieferer, woran sich die Lagerung bis zum Einbau anschließt. Im Rahmen von Instandhaltungstätigkeiten kommt es zum Ersatzteilverbrauch. Ersatzteile werden anschließend je nach Zustand wieder- oder weiterverwendet, aufbereitet, repariert oder entsorgt (Strunz, 2012, S. 569f.). Sie repräsentieren Produktionsfaktoren der Instandhaltung auf der einen und selbstständige, lagerfähige Handelsprodukte für Hersteller und Zulieferer auf der anderen Seite (Baumbach, 2004, S. 4; Hug, 1986, S. 22). Nicht unter die Ersatzteile sind Produkt- und Zubehörteile zu fassen. Produktteile sind notwendig für die Herstellung des Primärprodukts, können jedoch in Ersatzteile umgewandelt und dem Kunden bei Kauf einer Anlage als Ersatzteil-Erstausstattung für die Instandhaltung angeboten werden. Zubehörteile zählen nicht zu dieser Ausstattung, sondern finden ihren Einsatz im Zuge der Erweiterung oder Veränderung der Funktionen des Primärprodukts. Nachrüstteile zielen hier auf eine Leistungssteigerung ab, während Zusatzteile einen durch den Anwender empfundenen subjektiven Zusatznutzen erzeugen (Ihde et al., 1988, S. 7f.; Schröter, 2006, S. 89f.). Hinsichtlich ihrer Funktion als Produktionsfaktor lassen sich Ersatzteile wie in Tabelle 2 dargestellt differenzieren.

Ersatzteiltyp	**Wert**	**Verbrauch**	**Prognostizierbarkeit**	**Bestand**
Ausfallteile	hoch bis sehr hoch	sehr gering	schlecht bis sehr schlecht	null bis gering
Reserveteile	hoch	gering	schlecht	gering
Verschleißteile	eher gering	eher hoch	gut bis sehr gut	eher gering
Klein- und Normteile	gering	hoch	sehr gut	hoch

Tabelle 2: Unterscheidung von Ersatzteilen in ihrer Funktion als Produktionsfaktor

Bei Ausfallteilen sollte im Normalfall über den gesamten Lebenszyklus des Primärproduktes hinweg kein Schaden auftreten. Obwohl die (geringe) Wahrscheinlichkeit des Ausfalls besteht, ist nicht in jedem Fall davon auszugehen, dass ein Bedarf entsteht. Deshalb werden diese Teile entweder nicht oder nur in sehr kleinen Mengen vorgehalten (Dombrowski & Bothe, 2001, zit. nach: Bothe, 2003, S. 27).[19] Reserveteile sind spezifischen Ausrüstungsobjekten zugeordnet und werden im zwar schwierig vorhersagbaren, aber wahrscheinlichen

[19] Von Ausfallteilen können zusätzlich Dauerteile, deren Lebensdauer die des Primärprodukts übersteigt, abgegrenzt werden (Strunz, 2012, S. 574).

Bedarfsfall ausgetauscht. Sie haben meist einen hohen Wert und lassen sich in nur wenigen Systemen finden. Außerdem sind sie nicht zur selbstständigen Nutzung ausgelegt und weisen i. Allg. eine niedrige Bestandsmenge bei einem hohen Bestandswert auf. Verschleißteile unterliegen dagegen einer (bekannten) betriebsbedingten Abnutzung[20], weshalb ein Austausch einerseits aus Wirtschaftlichkeitsgründen sowie andererseits zum Schutz weiterer verbauter Teile und Komponenten erfolgt. Von Bedeutung sind hierbei die in Tabelle 2 nicht aufgeführten Sollbruchteile. Diese sind explizit dafür vorgesehen, auszufallen bzw. Schaden[21] zu nehmen, wenn andere Komponenten oder Ersatzteile betriebsbedingt überbeansprucht werden. Verschleißteile sind als Verbrauchsteile je nach Bedarf dem regelmäßig anfallenden Verbrauchsmaterial zugeordnet. Sie finden sich in mehreren Objekten und können zusätzlich genormt sein. Als Beispiele lassen sich Wälzlager, Relais oder Kleinmotoren anführen. Die Lebensdauer dieser Teile kann durch eine gute Informationsbasis festgestellt oder annähernd genau abgeschätzt werden, was eine Beschaffung Just in Time (JIT) möglich macht. Kleinteile oder Normteile – immer dem Verbrauchsmaterial zugeordnet – zeichnen sich schließlich durch eine allgemeine Anwendbarkeit, hohe Bestandsmengen, die Zeitreihenanalysen begünstigen, und einen geringen Preis aus (Biedermann, 2008, S. 3; Deutsches Institut für Normung e. V., 2019, S. 11; Schuh et al., 2013, S. 166).

Aus Sicht eines Herstellers von Ersatzteilen in ihrer Funktion als Handelsprodukte sind Eigen- und Kaufteile voneinander abzugrenzen. Eigenteile werden mithilfe eigener Produktionsfaktoren hergestellt, haben im Produktionsprozess aber u. U. eine untergeordnete Priorität, woraus unwirtschaftlich große Lose resultieren. Kaufteile erhalten zwar einen Vertrieb unter eigener Marke, für ihren Bezug sind jedoch andere Hersteller heranzuziehen und daher evtl. lange Lieferzeiten in Kauf zu nehmen (Vahrenkamp & Kotzab, 2012, S. 167). Sie werden auf dem Ersatzteilmarkt angeboten und erworben. Hier findet sich eine Vielfalt an Akteuren.

2.1.3 Akteure auf dem Ersatzteilmarkt

Eine grobe Klassifizierung der Akteure auf dem Ersatzteilmarkt ergibt sich durch die Einteilung in OEMs, Drittanbieter sowie Dienstleister und Nutzer bzw. Betreiber des Primärprodukts (Bandow, 2008, S. 535). Betreiber als selbstständige Akteure sind im Investitions- und Industriegüterbereich, auf welchem im Folgenden die Konzentration liegt, anzutreffen.

---

[20] Eine Abnutzung geschieht durch chemische bzw. physikalische Vorgänge, bspw. durch Korrosion, Bruch, Reibungsvorgänge, Ermüdung oder Alterung, und bewirkt den Abbau des Abnutzungsvorrats. Dieser beinhaltet den Vorrat, der für ein Objekt an (noch) möglichen Funktionserfüllungen besteht. Wird ein Mindestwert des Abnutzungsvorrats festgelegt, ist von einer Abnutzungsgrenze zu sprechen (Deutsches Institut für Normung e. V., 2019, S. 7f.).

[21] Ein Schaden ist ein Ereignis, das ein vorher intaktes Objekt in dessen Eigenschaften (zum Negativen) verändert. Tritt eine Abweichung ohne ein solches Ereignis ein, d. h., besteht diese z. B. seit Erzeugung, liegt ein Mangel vor (Leidinger, 2017, S. 38).

Investitionsgüter sind als „Sach- und / oder Dienstleistungen, deren Absatz an Organisationen (Institutionen) erfolgt“ zu definieren (GRAF, 2005, S. 15). Die entsprechende Zielgruppe bildet den größten Unterschied zu Konsumgütern. Die Nachfrage nach Industriegütern ergibt sich, wenn diese zur Herstellung eines Endprodukts benötigt werden, um Nachfragen nach Konsumgütern zu befriedigen, weshalb Organisationen bzw. Betreiber ein im Vergleich zu privaten Konsumenten differenziertes Beschaffungsverhalten zeigen. Bei der Beschaffung von Anlagen als Investitionsgütern sind i. Allg. mehrere Personen oder Organisationen bzw. Repräsentanten an mehrstufigen, eher stark formalisierten multipersonalen Entscheidungsprozessen beteiligt (Backhaus & Voeth, 2010, S. 9; Schröter, 2006, S. 92). Hierbei liegen enge bzw. von einer deutlichen Segmentierung gezeichnete Märkte vor, d. h., es existieren wenige Kunden und wenige Anbieter, sodass die Vertrauensverhältnisse zwischen Lieferant und Betreiber stärker ausgeprägt sein sollten. Produktbezogene Dienstleistungen, die am Investitionsgut erbracht werden, besitzen einen entscheidenden Stellenwert, denn die Kunden haben zur Sicherstellung ihrer Produktionen einen hohen Problemlösungsbedarf, was für das Angebot von umfassenden Leistungspaketen spricht (Graf, 2005, S. 15; Schröter, 2006, S. 93).

Der OEM ist in erster Linie dafür verantwortlich, die Primärprodukte herzustellen und zu vertreiben. Er tritt i. Allg. auch als Erstausrüster von Ersatzteilen auf und bietet als servitisierter Hersteller, wovon nachfolgend auszugehen ist, zusätzlich zum Primärproduktgeschäft integrierte Serviceleistungen an (Backhaus & Voeth, 2010, S. 493; Perminova-Harikoski et al., 2015, S. 16). Ein Anlagengeschäft umfasst im Gegensatz zum auf den anonymen Markt ausgerichteten Produktgeschäft kundenindividuelle Hardware- und Software-Bündel. Entsprechend ist der Dienstleistungsanteil meist höher als in Produktgeschäften, womit längerfristige Beziehung zwischen Anbieter und Kunden gefördert werden. Eine Forcierung dieser Beziehung erfolgt in einem Zuliefergeschäft, denn der Kunde ist hier an die entwickelte Lösung gebunden, bspw. im Fall von zwingend zu verwendenden Originalersatzteilen (Schröter, 2006, S. 93f.). Auch Niederlassungen und Servicecenter des OEMs treten als Ersatzteilkunden auf. Diese zeigen meist ein von den Endkunden abweichendes Bedarfsverhalten, da sie größere Mengen ordern (Voss, 2006, S. 56). Ein Endkunde ist definiert als „der Verwender des Ersatzteils, die letzte Stufe in einem Distributionssystem“ (IHDE ET AL., 1988, S. 8). Betriebliche Endkunden sind je nach dem Umfang der angebotenen Serviceleistungen und Zuverlässigkeit der Ersatzteillieferungen nicht zwangsläufig gezwungen, Ersatzteilbestände aufzubauen (Koch, 2004, S. 69). Näher an der praktischen Realität ist aber der Fall, dass sowohl der Hersteller als auch die Betreiber eine Bewirtschaftung vornehmen, um die System- bzw. Anlagenverfügbarkeit[22] zu gewährleisten (Schuh et al., 2013, S. 168). Die Betreiber der Primärprodukte sind als gesonderte ersatzteillogistische Akteure daher v. a. dann

[22] Die Verfügbarkeit beschreibt die Fähigkeit von Objekten, die zugedachten Funktionen unter gegebenen Bedingungen zu erfüllen. Ob ein Objekt verfügbar ist, hängt von dessen Zuverlässigkeit sowie der durchführbaren und durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen ab. Die momentane Verfügbarkeit beschreibt

von Relevanz, wenn sie eine eigene Ersatzteilversorgung aufweisen, d. h., entsprechende ersatzteillogistische Prozesse aufbauen und pflegen müssen.

Der Ersatzteilverkauf gilt als lukrativ, sodass der Betreiber u. U. auf eine vielfältige Anbieterstruktur auf dem Markt trifft. Geringe Markteintrittsbarrieren fördern einen starken Wettbewerb zwischen OEM und Drittanbietern. Es besteht die Möglichkeit, dass Betreiber Instandhaltungsmaßnahmen und somit ebenfalls die Ersatzteilversorgung statt an den OEM an unabhängige spezialisierte Serviceunternehmen übertragen. Diese treten dann wiederum als Bedarfsträger für Ersatzteile auf (Baumbach, 2004, S. 61, 118f.; Koch, 2004, S. 19; Loukmidis & Luczak, 2006, S. 257). Neben der Übernahme von Leistungen an den eigenen Primärprodukten haben auch OEMs die Möglichkeit, das Angebot auf Systeme anderer Hersteller zu erweitern, sodass sie als Drittanbieter wahrgenommen werden (Oliva & Kallenberg, 2003, S. 167). Abhängig vom Umfang der Drittanbieter-Leistungen ist eine Unterscheidung zwischen Ersatzteillieferanten, welche sich auf bestimmte Marken von OEMs oder Arten von Ersatzteilen spezialisieren, sowie Instandhaltungs- und Logistikdienstleistern, die wie der OEM teilweise umfangreiche Dienstleistungen an den Primärprodukten erbringen, vorzunehmen (Bandow, 2008, S. 535f.). Als potenzielle Konkurrenz zum OEM treten Lizenznehmer – sofern sie sich nicht an die mit dem OEM abgeschlossenen vertraglichen Regelungen halten oder nicht mehr an diese gebunden sind – inkl. deren Zulieferer, freie nicht autorisierte Händler, Serviceanbieter und Nachbauer sowie Aufbereiter und Verwerter der Primärprodukte auf (Baumbach, 2004, S. 61, 76f.). Sprechen die Lieferanten der OEMs Kunden direkt an, sind auch diese zu den Konkurrenten zu zählen, wodurch sich der OEM u. U. gezwungen sieht, Preise zu senken (Voss, 2006, S. 13). Im Fall von Zeichnungsteilen wird dies dadurch verhindert, dass die Lieferanten umfangreiche und langfristige sowie exklusive Geschäfte mit dem OEM abschließen (Baumbach, 2004, S. 75).

OEMs bringen gegenüber Drittanbietern i. Allg. Vorteile bzgl. des Wissens und der Erfahrung um ihre abgesetzten Primärprodukte mit, was v. a. hinsichtlich der Identifikation brauchbarer Ersatzteile und des schnellen Zugriffs auf technische Dokumente und Dokumentationen[23] von Vorteil ist (Ala-Risku, 2009, S. 63). Sie haben außerdem die Möglichkeit,

die Wahrscheinlichkeit, dass ein Objekt zu einem gegebenen Zeitpunkt und zu gegebenen Bedingungen Leistungen erbringen kann. Die zeitbezogene Verfügbarkeit bezieht sich auf den Anteil der Eignung innerhalb eines festgelegten Zeitraums, weshalb sie durch Ausfälle und Störungen des Objekts geschmälert wird (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 17ff.).

[23] Informationen werden in Dokumenten zusammengefasst und dort als Einheit gespeichert, verwaltet und ausgetauscht. Dokumente werden wiederum in Systemen und Archiven verwaltet, gespeichert und bei Bedarf nur unter Voraussetzung bestimmter Genehmigungsverfahren freigegeben. Das Anlegen von Dokumentationen erfolgt i. d. R. für technische Zwecke, sie können aber auch Zusammenfassungen von Dokumenten repräsentieren. Im Fall digitaler Dokumentationen ist deren Aufbau im Vorhinein festzulegen und die Nachweisbarkeit sicherzustellen, um die Vergleichbarkeit und die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften zu gewährleisten. Ein Betreiber erhält eine technische Dokumentation bei Inbetriebnahme der Anlage. Sie wird im Laufe deren Lebenszyklus‘ (auch aus der Pflicht zur Aktualisierung heraus) erweitert und Dokumente hinzugefügt (Deutsches Institut für Normung e. V., 2013, S. 5f.; Hänsch & Endig, 2010, S. 234).

eigene Ressourcen in Verbindung mit dem Primärproduktgeschäft zur Anwendung zu bringen, womit bei der Durchführung der Leistungen für mehrere Kunden Bündelungseffekte generierbar sind. Allerdings ist es OEMs im Gegensatz zu Drittanbietern nicht einfach möglich, ihr Sortiment frei zu wählen und sich entsprechend zu spezialisieren (Baumbach, 2004, S. 53f.; Koch, 2004, S. 19; Oliva & Kallenberg, 2003, S. 163f.). Freie Teilehändler und Serviceanbieter sind meist nicht über einen Vertrag an einen Lieferanten gebunden und können sich idealerweise auf den ursprünglichen Lieferanten des OEMs oder andere Anbieter berufen. Sie benötigen keine hochumfängliche Lagerung, da sie sich auf Schnelldreher und stark nachgefragte Dienstleistungen konzentrieren und diese zu günstigeren Preisen auf den Markt bringen können (Baumbach, 2004, S. 80ff.; Voss, 2006, S. 12). Andererseits hat der OEM die Möglichkeit, auf dem Primärproduktgeschäft aufzubauen und sich einen Ruf und das Vertrauen der Kunden zu erarbeiten. Gerade für qualitativ hochwertige Originalersatzteile lassen sich folglich höhere Preise durchsetzen, was in Zulieferergeschäften mit einer Abhängigkeit des Kunden einhergeht, um Drittanbieter auszuschließen (Baumbach, 2004, S. 52; Vahrenkamp & Kotzab, 2012, S. 169f.).

Die Bestrebung nach günstigen Alternativen zu Neuinvestitionen fördert die Etablierung des Handels mit gebrauchten Primärprodukten, Komponenten und Ersatzteilen. Infolge der Nutzungsdauerverlängerung und -intensivierung der Primärprodukte sowie des steigenden Nachhaltigkeitsbewusstseins und der Wertsteigerung von Komponenten verzeichnet die Reparatur und Verwertung sowie Wiederverwendung einen Bedeutungszuwachs (Bauer & Schmidt, 2011, S. 465; Kuhn et al., 2006, S. 28f.). Das Angebot aufgearbeiteter und reparierter Teile kann durch die OEMs selbst oder durch Kontraktnehmer, die eine vertragliche Bindung zum OEM eingehen und aufarbeitende Leistungen unter den festgehaltenen Bedingungen durchführen, sowie durch unabhängige Aufarbeiter, Anlagenverwerter und Instandsetzer erfolgen. Aufarbeiter haben die Möglichkeit, einen internationalen Markt zu erschließen und ihre Leistungen für die Primärprodukte verschiedener Hersteller zu erbringen. Sie kaufen alte Anlagen und Systeme auf, um diese in Gänze oder in Teilen weiterzuverkaufen. Freie Aufarbeiter repräsentieren nicht ausschließlich eine Konkurrenz für den OEM, sondern können gerade im Fall veralteter, nur eingeschränkt verfügbarer Komponenten und Teile als Lieferant auftreten, wenn der OEM diese unter Effizienzgesichtspunkten nicht mehr allein fertigt (Baumbach, 2004, S. 85f.; Östlin et al., 2008, S. 338). Idealerweise sollten die zu einer Supply Chain gehörenden Akteure daher über einen funktionierenden Informationsaustausch miteinander verbunden sein (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 257). Abbildung 3 fasst die genannten Beziehung mit einer Konzentration auf Ersatzteillieferungen in vereinfachter Form zusammen.

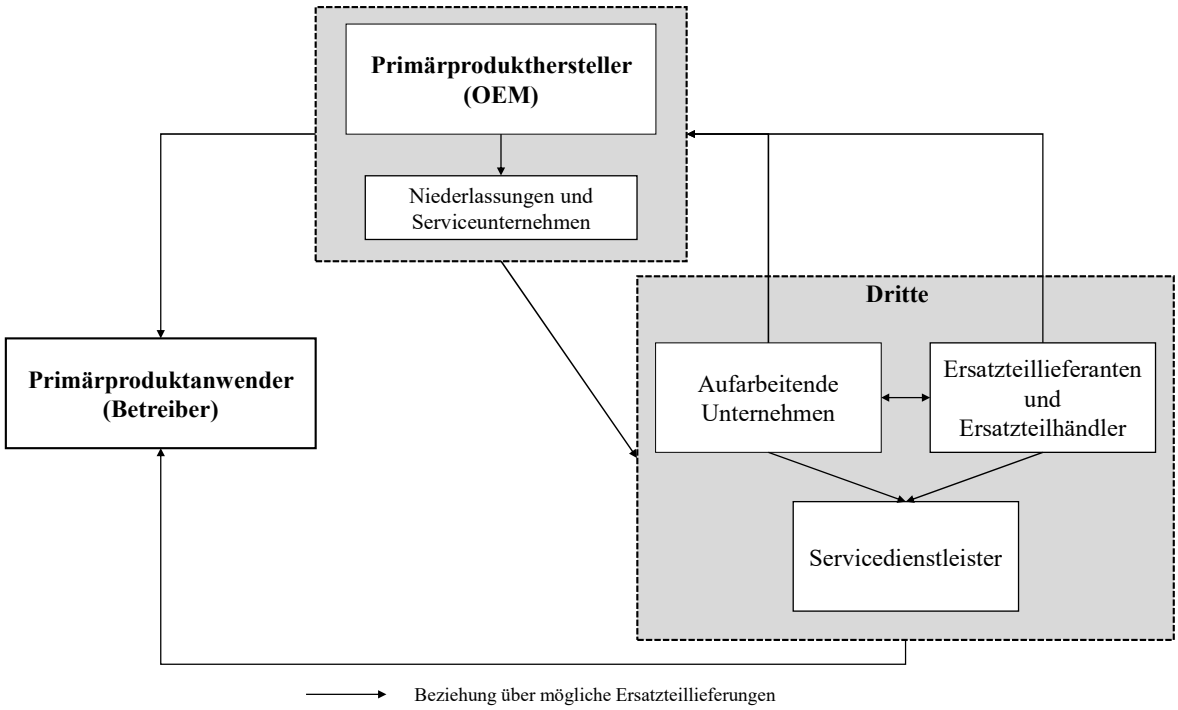

Abbildung 3: Grundlegende Akteure auf dem Ersatzteilmarkt

Alle beschriebenen Akteure weisen ihre eigenen ersatzteillogistischen Ziele und Planungsmöglichkeiten auf (Bauer & Schmidt, 2011, S. 469). Um dies nachzuvollziehen, ist eine genauere Spezifikation der ETL und des ETMs vonnöten.

2.1.4 Ersatzteillogistik und Ersatzteilmanagement

Das Ersatzteilwesen einer Instandhaltung hat zur Aufgabe, „dass ein gegebener Bedarf an Ersatzteilen in seiner mengenmäßigen, qualitativen, zeitlichen und räumlichen Dimension richtig, das heißt den Anforderungen der Instandhaltung und Produktion entsprechend, befriedigt wird“ (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE, 2006, S. 3). Durch die ETL wird das Ersatzteilwesen in die Unternehmenslogistik eingebunden. Sie ist für die Erfassung und Optimierung der zum Ersatzteilwesen gehörigen Material- und Informationsflüsse im Unternehmen von der Beschaffung über die Lagerung bis hin zur Bereitstellung zuständig (Pawellek, 2016, S. 289). Als logistisches Subsystem wird sich demnach auf Sekundär- und nicht auf Primärprodukte konzentriert (Voss, 2006, S. 54).

Übergeordnetes Ziel der ETL ist das in Raum bzw. Ort, Zeit, Menge und Qualität stimmige und effiziente Zusammenbringen des instandzuhaltenden Primärproduktes mit den passenden Ersatzteilen (Biedermann, 2008, S. 7; Schuh et al., 2013, S. 167). Die dazu vorzunehmende Bereitstellung von Ersatzteilen an den Instandhaltungsobjekten[24] erfolgt zum einen entweder bedarfsbezogen bei Entnahme der Ersatzteile aus einem internen Lager oder abrufbezogen bei einer zeitgerechten Belieferung durch einen Lieferanten. Zum anderen sind

[24] An Instandhaltungsobjekten werden Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 13).

sowohl die programmbezogene Bereitstellung beim Agieren mit geplanten Instandhaltungsaktivitäten, sodass die Verfügbarmachung termingerecht und einsatzsynchron zu realisieren ist, als auch die verbrauchsorientierte Ermittlung von Bereitstellungszeitpunkten und -mengen – sofern Statistiken und Prognosen basierend auf Vergangenheitsdaten vorliegen – üblich (Pawellek, 2016, S. 315f.). Optimierungen werden i. d. R. bzgl. Kosten, Lagerbeständen, der Zuverlässigkeit[25] und Verfügbarkeit von Anlagen sowie hinsichtlich des Lieferservices angestrebt (Biedermann, 2008, S. 7f.). Zur Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit sind hierbei mehrere Teilprobleme – mithin das Mengenausgleichs-, Sorten-, Kommissionier-, Raumüberwindungs- sowie Zeitüberbrückungsproblem – zu lösen (Ihde et al., 1988, S. 45). Die konkreten Aufgaben der ETL sind „die Planung, Durchführung und Kontrolle der ersatzteilwirtschaftlichen Teilfunktionen Disposition[26], Beschaffung, Auftragsabwicklung, Vorverpackung, Lagerung, Kommissionierung, Verpackung, Auslieferung und Transport“ (SCHULTE, 2013, S. 508).

Die ETL kann einerseits der Instandhaltung des Betreibers und zum anderen den technischen Services eines Primärproduktherstellers oder Drittanbieters zugeordnet werden (Biedermann, 2008, S. 6). Hier ergeben sich einige Unterschiede: Betreiber optimieren ihre eigenen Ersatzteilbestände nach der Menge und Art. Sie achten auf die Verfügbarkeit der benötigten Ersatzteile und Werkzeuge für die Instandhaltung. Ersatzteillieferanten konzentrieren sich auf die Distribution und Verfügbarmachung der Ersatzteile für die Kunden, wobei sowohl die Kosten als auch die Zeiten optimiert werden. Für den Teilehersteller wird eine Realisierung der Potenziale aus dem Ersatzteilgeschäft durch die ETL daher erst ermöglicht. Sie ist im operativen Sinn hier auch zuständig für die Abwicklung von Kundenaufträgen (Lehtonen et al., 2012, S. 127f.; Schuh et al., 2013, S. 170; Voss, 2006, S. 15). Die Disposition von Technikern und Ressourcen erfolgt beim Betreiber lediglich intern. Ein Anbieter von Serviceleistungen hat für die Disposition eines größeren Techniker- und Kundenstamms zu sorgen. Zudem ergibt sich beim Anbieter das Problem, dass der Servicetechniker alle zur Durchführung des Einsatzes notwendigen Ressourcen bereits zur Hand haben sollte, was eine längerfristige Planung unter Nutzung umfangreicherer Informationen impliziert als beim Betreiber, bei welchem die internen Techniker u. U. schneller auf ebendiese zugreifen können (Ala-Risku, 2009, S. 25). Die ETL eines Betreibers besitzt Schnittstellen zur Produktion und Instandhaltung sowie zum Einkauf und dem Ersatzteillager, während bei den OEMs der Vertrieb und Versand hinzukommt sowie eine Schnittstelle zur Produktion bei Eigenfertigung vorliegt. Hier ergeben sich spezifische Herausforderungen im Hinblick auf

[25] Die Zuverlässigkeit beschreibt die Fähigkeit von Objekten, geforderte Funktionen für eine bestimmte Zeit zu erfüllen, wobei die Bestimmung der immanenten im Gegensatz zur erwarteten Zuverlässigkeit unter der Annahme geschieht, dass keine über die Routine hinausgehenden Instandhaltungen vorgenommen wurden (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 15f.).

[26] Die Ersatzteildisposition ist dafür verantwortlich, Bestellmengen und -zeitpunkte festzulegen. Sie übernimmt damit logistische Aufgaben, während die Ausführung auch durch den operativen Einkauf erfolgen kann (Bandow, 2008, S. 535; Pawellek, 2016, S. 322).

die Planung der Produktionskapazitäten, da der Ersatzteilbedarf nur eingeschränkt zuverlässig zu prognostizieren ist und die zur Herstellung benötigten Mittel v. a. bei älteren Produktgenerationen häufig nicht mehr vorhanden sind (Schuh et al., 2013, S. 169).

Von der ETL zu unterscheiden ist das ETM, dass im Sinne des Managementbegriffs die Planung, Steuerung und das Controlling der Ersatzteilversorgung umfasst. Die Ersatzteilplanung hat zur Aufgabe, Bestandsmengen für einen vorher festzulegenden Zeitraum zu determinieren und die korrekte Einhaltung der Planungsparameter zu prüfen. Als wesentliche übergeordnete Planungsprozesse gelten mithin die Prognose von Bedarfen sowie die Planung der Beschaffungsaktivitäten, wozu auf möglichst umfangreiche Informationen zu den Eigenschaften der Anlagen, Komponenten und Ersatzteile zurückgegriffen werden sollte. Die Ersatzteilsteuerung konzentriert sich hingegen auf die operativ ausgerichtete Bereitstellung, sodass Wartezeiten und Engpässe vermieden werden, was v. a. dann wichtig ist, wenn die Produktion ohne Redundanzen erfolgt. Das Ersatzteilcontrolling stellt über die Festlegung von Rahmenbedingungen und die Prüfung ihrer Einhaltung sicher, dass die Ersatzteilversorgung optimal vonstattengeht. Teil des Controllings sind Peformanceanalysen, Vertragskontrollen sowie die Maßnahmenverfolgung mit Sanktionen und die Datenanalyse hinsichtlich der Kosten, Umschlagshäufigkeiten und Lagerdauer. Zusätzlich können die Personal- und kontextabhängig auch die Anlagenbewirtschaftung zum ETM gezählt werden. Im Falle eines Herstellers von Ersatzteilen ist zudem die Konstruktion und Produktion der Ersatzteile nebst aller damit in Verbindung stehenden Prozesse hinzuzufügen. Es weist neben der Ausrichtung auf Materialströme eine starke Konzentration auf die zur Ersatzteilbewirtschaftung benötigten Informationen auf (Bothe, 2003, S. 25; Graf, 2005, S. 24; Hellingrath & Cordes, 2015, S. 725; Schuh et al., 2013, S. 167; Strunz, 2012, S. 575ff.).

Aus der Definition des ETMs ist ersichtlich, dass keine trennscharfe Unterscheidung zur ETL vorliegt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Abgrenzung zwischen ETM und ETL in der Literatur unterschiedlich gehandhabt wird. Einerseits erhalten die Begrifflichkeiten eine wenig zielführende, aber klare Trennung, indem unter das ETM die Kernfunktionen der Auftragsabwicklung, Beschaffung, Herstellung und Lagerung von Ersatzteilen fallen, während die ETL für die Bereitstellung und das Zusammenbringen der Ersatzteile mit dem Primärprodukt zuständig ist (Schröter, 2006, S. 92). Andererseits wird das ETM als Teil der ETL gesehen, wonach nicht lediglich die operative Bereitstellung zur ETL gehört, sondern auch die Organisation von Versorgungsstrukturen (Schuh et al., 2013, S. 167). Im Hinblick auf die bereits getätigten Eingrenzungen soll im weiteren Verlauf wiederum die Sichtweise, nach welcher das ETM die ETL umfasst, gelten (s. Abbildung 4). Zu den Überschneidungen der planenden und steuernden Aufgaben kommen im ETM die Ausrichtung auf die unternehmerische Gesamtstrategie, langfristig angelegte Controllingaufgaben und die hieraus zu ziehenden Konsequenzen für das Prozessdesign, die Planung und die Steuerung sowie wei-

tere übergreifende Funktionen, z. B. Abstimmungen mit Lieferanten und der Produktentwicklung, hinzu (Bothe, 2003, S. 27; Strunz, 2012, S. 571). Zur Ersatzteilorganisation als Teil des ETMs zählen ferner gestaltende aufbau- und ablauforganisatorische Regelungen, die dem Ersatzteilwesen zuzurechnen sind (Biedermann, 2008, S. 115).

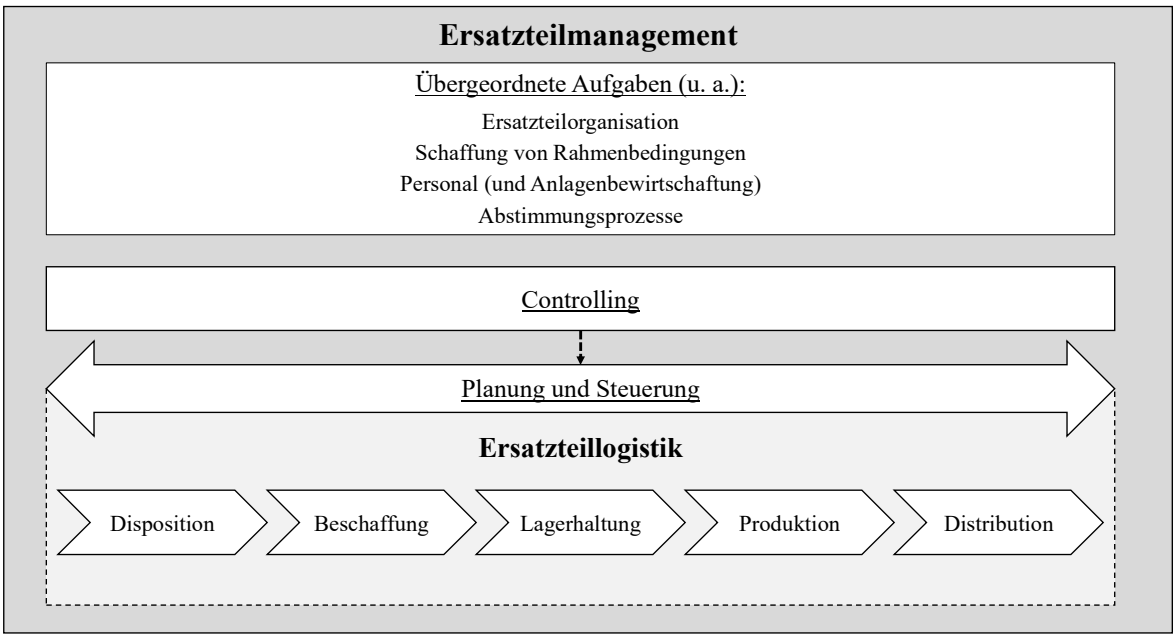

Abbildung 4: Einbettung der ETL ins ETM

Hauptaufgabe des ETMs beim Betreiber ist es, alle betriebswirtschaftlich-technischen Aufgaben so zu erledigen, dass die Anlagen betriebsbereit gehalten werden und die Ersatzteilversorgung simultan kostenoptimal erfolgt (Biedermann, 2008, S. 6). Das ETM zielt übergeordnet darauf ab, eine effiziente und effektive Instandhaltung zu gewährleisten. Hierbei kommt der Beschaffung und der Entscheidung, welche der meist unregelmäßig auftretenden Ersatzteile in welcher Menge zu bevorraten sind, eine große Bedeutung zu (Koch, 2004, S. 70; Matyas, 2016, S. 181; Schröter, 2006, S. 91). Betreiber und Ersatzteillieferanten sind über den Kundendienst sowie die anforderungsgerechte Belieferung von Ersatzteilen miteinander verbunden, wie auch Abbildung 5 verdeutlicht (Pfohl, 2018, S. 235; Schröter, 2006, S. 92). Das ETM der Anbieter umfasst neben den bereits genannten übergeordneten Prozessen die „Auftragsabwicklung, Vertrieb, Reklamationsbearbeitung, aber auch logistische Tätigkeiten wie Transport, eigene Ersatzteilbeschaffung und Lagerhaltung“ (MATYAS, 2016, S. 181). Kunden fordern einen umfassenden Lieferservice sowie möglichst kurze Lieferzeiten. Die Flexibilität ist daher als besonders wichtig herauszustellen (Schuh et al., 2013, S. 170). Herausforderungen des ETMs entstehen insb. im Zusammenhang mit reaktiven kundenbezogenen Prozessen, denn hier liegen z. T. große Unsicherheiten der benötigten Mengen und der Einhaltung der geforderten Liefertermine vor (Schuh et al., 2013, S. 169).

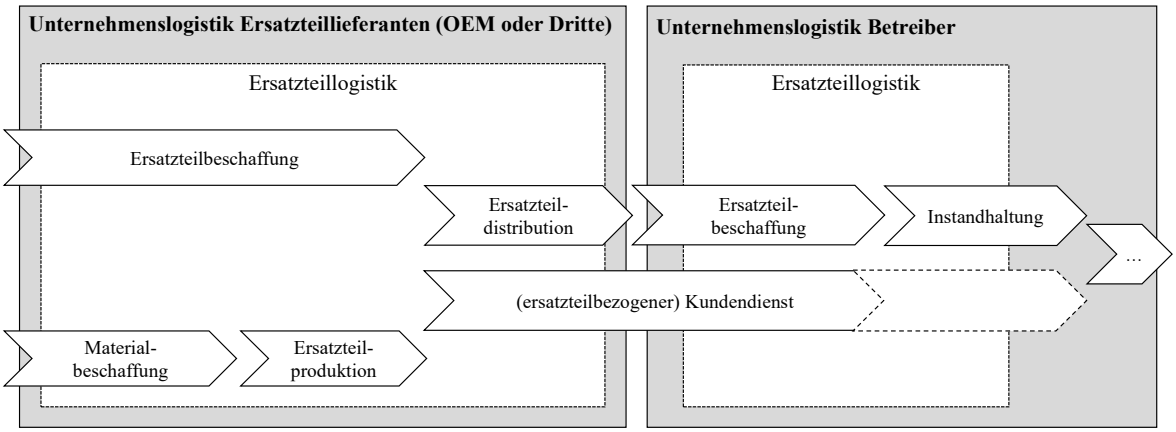

Abbildung 5: Verbindung zwischen Ersatzteillieferanten und Betreibern[27]

Aus den Definitionen von ETL und ETM lässt sich ableiten, dass grundlegend zwei wesentliche Kontexte voneinander abzugrenzen sind: die Perspektive der Betreiber mit der Instandhaltung als Bedarfsträger sowie die Perspektive der Lieferanten und Serviceanbieter, vornehmlich des OEMs, mit einer umfassenderen Kundenstruktur. Diese gilt es, umfassender zu betrachten.

2.2 Das Ersatzteilmanagement aus Perspektive der Betreiber

2.2.1 Definition, Ziele und Teilprozesse der Instandhaltung

Wie bereits mehrfach erwähnt, weist das ETM eine enge Verzahnung mit der Instandhaltung auf. Die Instandhaltung ist ein Teilgebiet der Anlagenwirtschaft bzw. des Anlagenmanagements, da der Erhalt des Wertes der technischen Ausrüstungen, Maschinen und Anlagen sowie der Leistungsbereitschaft angestrebt wird (Känel, 2018, S. 224; Pawellek, 2016, S. 2; Wald, 2003, S. 10). Sie kann sowohl am Ort des Instandhaltungsobjekts als auch über Fernsteuerung als Remote-Instandhaltung erfolgen (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 39). Betriebswirtschaftlich gesehen ist der Erfolg des Unternehmens mit der Instandhaltung verbunden, da die Unternehmensziele nur durch eine möglichst störungsfreie Produktion und damit durch die Verfügbarkeit der Maschinen und Anlagen zu erreichen sind (Matyas, 2016, S. 9; Strunz, 2012, S. 13). Die ausgeprägte Kundenorientierung und das Streben nach JIT-Belieferungen ebneten den Weg für hohe Anforderungen an eine schnelle, hochwertige und effiziente Produktion mit der Durchsetzung von Rationalisierungen sowie innovativer Maßnahmen, Verbesserungen und Modernisierungen. Um der durch die Vernetzung und hohen Produktionsgeschwindigkeit hervorgerufenen Störanfälligkeit der Prozesse Rechnung zu tragen, nimmt auch der Maßnahmenumfang der Instandhaltung stetig zu (Pawellek, 2016, S. 27; Strunz, 2012, S. 9ff.). Das Investitionsvolumen deutscher Unternehmen in die Instandhaltung wird auf jährlich 140 Mrd. Euro geschätzt (Matyas, 2016, S. 27). Dies hängt auch mit der bereits vor drei Jahrzehnten durch Hug (1986, S. 8) konstatierten

[27] In Anlehnung an (Pfohl, 2018, S. 236; Lasch, 2021, S. 14).

Automatisierung und Verflechtung von Maschinen und der damit in Verbindung stehenden Komplexitätszunahme zusammen. Technische und organisatorische Anlagenverkettungen implizieren, dass bei Ausfall einer Maschine zwar nicht das Gesamtsystem betroffen sein muss, aber die Sicherheit, Produktivität bzw. das Unternehmensergebnis dennoch eine starke negative Beeinflussung erfahren (Kuhn et al., 2006, S. 17; Nebl & Prüß, 2006, S. 192f.; Pawellek, 2016, S. 3). Weiterhin sehen sich Unternehmen infolge des stetigen Wachstums und der langen Nutzungszeiten der Primärprodukte zum einen einer zunehmend ausdifferenzierten Altersstruktur des Anlagevermögens und zum anderen – bedingt durch die Interdisziplinarität der Anlagen und deren Spezifika – einer steigenden Notwendigkeit spezifischen Fachwissens zur Lösung von Problemen gegenüber (Strunz, 2012, S. 5, 10).

Die Instandhaltung ist in mehrere Teilprozesse zu untergliedern. Die Wartung umfasst dabei alle Maßnahmen, die den Abbau des Abnutzungsvorrats verzögern (Deutsches Institut für Normung e. V., 2019, S. 5). Sie dient der Erhaltung eines Ausgangszustands zur Gewährleistung der Sicherheit, der Reduzierung der Abnutzungsgeschwindigkeit sowie der Ausdehnung der Lebensdauer. Wartungsaktivitäten sind bspw. das Reinigen und Schmieren, die Konservierung und Ergänzung oder die Auswechslung (Matyas, 2016, S. 38; Nebl & Prüß, 2006, S. 224). Die Inspektion hingegen hat zur Aufgabe, als maßgeblich festgelegte Merkmale von Instandhaltungsobjekten zu messen, zu beobachten oder zu prüfen (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 41). Betriebs- und Umweltbedingungen sind hierbei konstant zu halten, um die Ergebnisse der Inspektion mit dem Anlagenausgangszustand abzugleichen. Als Teilmaßnahmen lassen sich die Zustandsfeststellung und -beurteilung, das Auswerten der Informationen durch Vergleiche und Fehlerermittlung, die daraus folgende Bestimmung der Abnutzungsursachen sowie Fehleranalysen und die Veranlassung von resultierenden Maßnahmen anführen. Folglich ist die prognostische Abschätzung möglicher Konsequenzen aus den unerwünschten Zuständen ebenfalls Teil der Inspektion (Matyas, 2016, S. 35; Nebl & Prüß, 2006, S. 221).

Folge dieses Begriffsverständnisses ist eine Vermischung der teilweise getrennt behandelten Prozesse der Inspektion und Zustandsüberwachung, die auch als Monitoring bezeichnet wird. Bei der Zustandsüberwachung werden laut genormter Definition Maßnahmen technischer oder manueller Natur ausgeführt, um den physischen Zustand anhand von Merkmalen oder vorher festgelegter Parameter zu erfassen und Veränderungen festzustellen. Es ist denkbar, die Überwachung basierend auf einer Anzahl an Einsätzen oder anderer zählender Kennzahlen sowie in determinierten Zeitabständen oder kontinuierlich auszugestalten (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 41f.). Das Monitoring unterscheidet sich im engeren Sinne dahingehend von der Inspektion, als dass der Fokus auf der Abweichung zu bestimmender Parameter liegt (Márquez, 2007, S. 71). Da dies jedoch bereits als Teilprozess der Inspektion vorgestellt wurde, ist das Monitoring im Rahmen dieser Arbeit im weiteren Sinn

zur Inspektion zu zählen, wie in Abbildung 6 aufgezeigt. Ein Monitoring kann sowohl grundlegend im laufenden Betrieb, v. a. im Fall kontinuierlicher Zustandserfassungen, als auch davor oder danach im Stillstand, bspw. bei festgesetzten Inspektionsintervallen, stattfinden. Eine gerätelose Inspektion ist dabei nur intervallabhängig möglich, während eine instrumentelle auch für die kontinuierliche Inspektion geeignet ist (Márquez, 2007, S. 71; Matyas, 2016, S. 36).

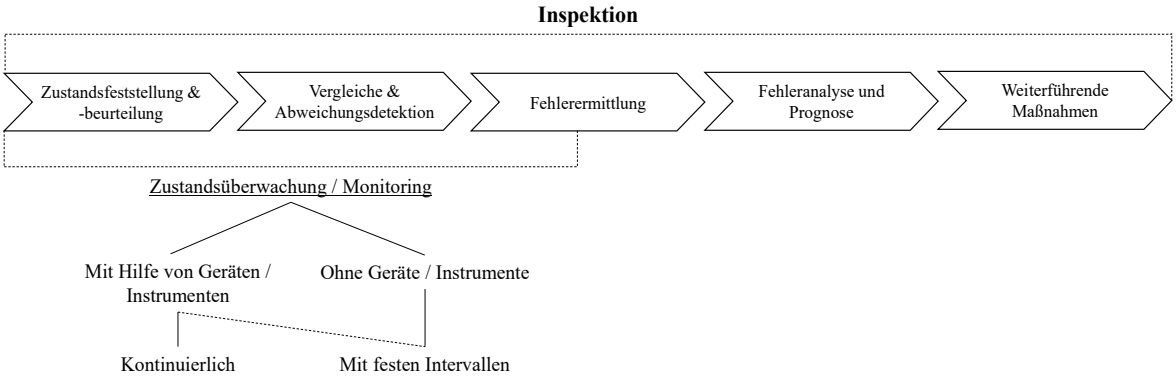

Abbildung 6: Einordnung des Monitorings als Teil der Inspektion[28]

Die Instandsetzung betrifft alle physischen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Funktion eines Instandhaltungsobjekts (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 44). Die benötigte Zeit, einen Defekt zu beheben, besteht aus den vier Phasen der Erkennung des Fehlers, der Verschaffung des Zugangs zu den Anlagen, der Diagnostizierung des Problems und der eigentlichen Handlung bzw. Aktion (Knotts, 1999, S. 344f.). Die Instandsetzung schließt Ausbesserungs- oder Austauschmaßnahmen ein und erfolgt immer im Stillstand (Matyas, 2016, S. 39). Im Zuge der Verbesserung sind im Gegensatz zur Instandsetzung technische und administrative Tätigkeiten zusammenzuführen, um eine „Steigerung der immanenten Zuverlässigkeit und / oder Instandhaltbarkeit und / oder Sicherheit eines Objekts, ohne seine ursprüngliche Funktion zu ändern“ zu erzielen (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V., 2018, S. 36). Verbesserungen konzentrieren sich auf die Beseitigung von Schwachstellen und folgen auf Fehleranalysen, welche wiederum auf Fehlerdiagnosen als Beurteilungen, ob Verbesserungen überhaupt möglich sind, aufbauen (Matyas, 2016, S. 41). Kommt es zu einer Abänderung von Funktionen, ist von einer Modifikation zu sprechen, während Modernisierungen ihren Ursprung in geänderten Anforderungen an die Instandhaltung haben und Verbesserungen bzw. Veränderungen auf Basis des technischen Fortschritts beinhalten (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 37).[29] Der gezielte Einsatz der Teilprozesse obliegt dem Instandhaltungsmanagement (IHM).

---

[28] Im weiteren Sinne angelehnt an (Matyas, 2016, S. 36).

[29] Außerdem sind untergeordnet voneinander abzugrenzen die Reparatur, welche die Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit von (Teil-)Objekten beinhaltet; die Überholung mit der Demontage von Komponenten und dem Tausch von Teilen, sodass die Funktionsfähigkeit weiterhin sichergestellt wird; sowie der Umbau, im Zuge dessen Komponenten am Ende ihres Lebens oder anderweitig geplant ausgetauscht werden, um

2.2.2 Das Instandhaltungsmanagement

Mit dem IHM sind „alle Tätigkeiten des Managements, die die Anforderungen, Ziele, die Strategien und die Verantwortlichkeiten sowie die Durchführung der Instandhaltung bestimmen und sie durch Maßnahmen wie Instandhaltungsplanung, -steuerung und die Verbesserung der Instandhaltungstätigkeiten und deren Wirtschaftlichkeit verwirklichen“ abgedeckt (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V., 2018, S. 9). Das strategische IHM übernimmt gestaltende, lenkende und entwickelnde Tätigkeiten und ist für die Festlegung der Instandhaltungsziele und der Strategien der Instandhaltung verantwortlich. Instandhaltungsziele sind den aus der Unternehmenspolitik resultierenden übergeordneten Zielen unterstellt. Die Instandhaltung ist in erster Linie an die Erfüllung gesetzlicher Vorgaben, welche v. a. die Vermeidung von Schäden für Umwelt und Gesundheit beinhalten, gebunden. Diese Vorschriften werden nicht nur vom Gesetzgeber, sondern auch auf eigene Verantwortung in Form von Regeln für die Gesundheit, Sicherheit und Umwelt (Health, Safety, Security and Environment, abgekürzt HSSE) in Abstimmung mit Versicherern und Verbänden festgelegt (Leidinger, 2017, S. 6). Neben der Sicherheit für Mensch und Umwelt sind die inneren Primärziele der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit in Form von Störungsfreiheit sowie des Werterhalts durch einen hohen Erwartungswert der Restlebensdauer anzustreben. Letzteres ist durch eine Verhinderung oder Verlangsamung der Abnutzung zu erreichen. In Verbindung mit dieser Bestrebung ist die Ausgestaltung der Prozesse und Organisation der Instandhaltung auf möglichst minimale Kosten auszurichten. Die daraus abgeleiteten Sachziele wirken bis auf die operative Ebene (Leidinger, 2017, S. 15f.; Nebl & Prüß, 2006, S. 190f.; Wald, 2003, S. 11). Unter Strategien sind übergeordnete Managementaktivitäten zu verstehen, welche die Zielerreichung zur Maßgabe haben und wozu bspw. Entscheidungen des Outsourcing und der Zuweisung von Ressourcen zählen. Im Rahmen des strategischen IHMs sind Instandhaltungsintensitäten bezogen auf den Grad an vorbeugenden Maßnahmen zu bestimmen[30], Qualifikationsbedarfe abzuschätzen, die Notwendigkeit zusätzlicher Technologieunterstützung zu erfassen sowie Regelungen der Aufbau- und Ablauforganisation festzusetzen (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 9; Verein Deutscher Ingenieure, 2012, S. 23f.; Wald, 2003, S. 11).

Im Zuge der Aufbauorganisation ist die Instandhaltung unter der hierarchischen Einbeziehung anderer angrenzender Bereiche und dem damit zusammenhängenden Schnittstellenmanagement in das Unternehmen einzugliedern, bevor die Ablauforganisation unter der Maßgabe einer ausreichenden Daten- und Informationsstruktur gestaltet wird (Pawellek, 2016, S. 211f.; Rasch, 2000, S. 70f.). Dazu sind konfliktbehaftete bzw. konkurrierende Ziele

das übergeordnete System in seiner Funktion zu erhalten, wobei im Gegensatz zur Überholung auch Verbesserungen und Modifikationen denkbar sind (Márquez, 2007, S. 71f.).

[30] Die Instandhaltungsintensität findet sich in den Instandhaltungsarten wieder (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 34ff.). Instandhaltungsarten werden auch als Instandhaltungsstrategien bezeichnet, sind jedoch nicht mit dem strategischen IHM gleichzusetzen (s. Kapitel 2.4.4).

in Einklang zu bringen (Biedermann, 2008, S. 116). Die funktionale Organisation ist eher bei kleinen und mittelständischen Betrieben mit einem kontinuierlichen Wachstum anzutreffen, wobei eine verrichtungsorientierte Aufteilung des Unternehmens vorliegt. Die Instandhaltung fügt sich hier entweder als eigene Abteilung ein oder ist der Produktion zugeordnet. Die divisionale Organisationsform bzw. Spartenorganisation impliziert eine Organisation nach Geschäftsbereichen, sodass auch die Instandhaltung einen eigenen Geschäftsbereich erhält (Verein Deutscher Ingenieure, 2012, S. 10f.). Es ist ebenfalls denkbar, dass jede fachspezifische Gruppe bzw. jeder Fachbereich die Instandhaltungsprozesse selbst organisiert. Hinzu kommen bei Bedarf Instandhaltungswerkstätten, in denen Reparaturarbeiten vorgenommen werden. In diesem integrierten IHM leisten Mitarbeiter bei Vorliegen einer entsprechenden Qualifikation gleichzeitig Produktions- sowie Instandhaltungsaufgaben und weisen einen tieferen Kenntnisstand über Anlagen auf. Ihr Entscheidungsraum ist folglich groß. Dies steigert die Motivation, allerdings wird bereichsübergreifendes Agieren erschwert und es kann zu Mehraufwänden an Materialien und Arbeitsmitteln sowie einem verzögerten oder nicht konsequent betriebenen Wissenstransfer kommen. Hierzu ist der Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen den dezentralen Bereichen über ein entsprechendes Schnittstellenmanagement zu fördern. Die bereichsübergreifende Instandhaltung besitzt im Gegensatz dazu eine Schnittstelle zur Produktion und fasst technische und logistische Aufgaben der Instandhaltungsfunktionen zusammen. Instandhaltungskapazitäten werden zentral gebündelt und komplexe Aufgaben effektiver koordiniert. So ist eine flexible Kapazitätsverschiebung realisierbar, jedoch ist der Koordinationsaufwand im Kontext der steigenden Umfänge und Komplexitäten der Instandhaltungsobjekte hoch (Bandow, 2008, S. 545f.; Pawellek, 2016, S. 219f.; Verein Deutscher Ingenieure, 2012, S. 14f.).

Mit der Ausgestaltung und Ausrichtung der Arbeitsprozesse gewährleistet die Ablauforganisation die detaillierte Steuerung und Umsetzung der aufbauorganisatorischen Regelungen (Matyas, 2016, S. 63; Rasch, 2000, S. 97). Hierbei wird sowohl geregelt, wer bzw. welche Stelle unter welchen Umständen zu reagieren und zu agieren hat, als auch eine Abfolge der Erledigung von Aufgaben festgelegt. Gleichzeitig zu beachten sind dabei die Auslastungsmaximierung von Kapazitäten und die Durchlaufzeitenminimierung (Verein Deutscher Ingenieure, 2012, S. 6). Organisationseinheiten müssen zusammenarbeiten, um die Abläufe zu gestalten und einen funktionierenden Informationsfluss zu etablieren. Die Instandhaltung weist Schnittstellen zu zahlreichen Abteilungen auf, maßgeblich zur Produktion, Beschaffung und Materialwirtschaft. Die Produktion fordert die Zuverlässigkeit und die Verfügbarkeit. Sie tritt folglich als Kunde auf, während die Materialwirtschaft als Lieferant die Bereitstellung von Ersatzteilen und Werkzeugen übernimmt. Im Sinne des Logistikmanagements hat eine integrierte Betrachtung der Prozesse zu erfolgen (Leidinger, 2017, S. 57; Matyas, 2016, S. 73; Pawellek, 2016, S. 13).

Die kurzfristig ausgelegte Planung, Durchführung, Steuerung, Kontrolle und Analyse übernimmt das operative IHM (Rasch, 2000, S. 70f.). Die Instandhaltungsprogrammplanung basiert auf Prognosen bzgl. des Bedarfs sowohl an Material und Betriebsmitteln als auch an technischem Personal. Dazu kommen Termin- und Kapazitätsplanungen, die Durchlaufterminierung sowie die Bearbeitungsreihenfolge. Die Instandhaltungssteuerung schließt zum einen die Auftragsveranlassung, d. h. die Freigabe der Instandhaltungsaktivitäten und ggf. die Anpassung der Planung, und zum anderen die Auftrags- und Auftragsfortschrittsüberwachung ein (Wald, 2003, S. 14). Das Instandhaltungscontrolling ist als Unterstützer des IHMs zu sehen. Es wird maßgeblich durch das Datenmanagement gelenkt und hat zur Aufgabe, die Zielerfüllung und Konsistenz sicherzustellen, um Zielkonflikte zu beseitigen oder deren Auftreten zu verhindern, indem Abweichungen zwischen aktuellem und Soll-Zustand ermittelt werden. Dies stößt wiederum Verbesserungsmaßnahmen an (Pawellek, 2016, S. 149; Rasch, 2000, S. 148). In der Instandhaltung als im Grunde nicht wertschöpfender Prozess erlaubt es die Messung der Performance etwa, deren Wert nachzuvollziehen, Instandhaltungspolitiken in regelmäßigen Abständen zu evaluieren, notwendige Anpassungen vorzunehmen sowie Investitionen in neue Trends zu rechtfertigen und Ressourcen umzuverteilen (Parida et al., 2015, S. 15). Monetäre Kennzahlen werden bevorzugt, um Einsparungen oder die Resultate einer gestiegenen Produktivität zu ermitteln. Sie lassen sich folglich besser mit evtl. anstehenden Investitionen abgleichen, um die Entscheidungen möglichst kosteneffektiv zu gestalten (Alsyouf, 2006, S. 141ff.). Sind die Entscheidungen strategischer Natur, kommen die lenkenden Aufgaben des strategischen IHMs zum Tragen, denn es müssen u. U. sowohl Ziele als auch deren Auslösung und Kontrolle angepasst werden (Rasch, 2000, S. 70). Dies erfolgt unter der konsequenten Einbeziehung der Anlageneigenschaften sowie der in Produktion und Instandhaltung tätigen Mitarbeiter inkl. deren Wissen und Kompetenzen (Matyas, 2016, S. 63).

Die Ausgestaltung von Prozessen zur zuverlässigen Ressourcenversorgung der Instandhaltung mit dem Ziel der Gewährleistung der Maschinen- und Anlagenverfügbarkeit zählt zu den instandhaltungslogistischen Aufgaben, die als dem IHM untergeordnet zu betrachten sind (Bandow, 2008, S. 534; Ryll & Freund, 2010, S. 39). Zu den Hauptprozessen der Instandhaltungslogistik (IHL) wird neben dem Personalmanagement, der Abwicklung von Aufträgen und der Logistik betreffend der Betriebsmittel auch die ETL der Betreiber gezählt (Bandow, 2008, S. 535f.). Indes ist zu beachten, dass Ersatzteile im Kontext der IHL eher im Zuge der Materialplanung und -disposition eine Berücksichtigung finden (Verein Deutscher Ingenieure, 2012, S. 29ff.). In Übereinstimmung mit den in Kapitel 2.1.4 erarbeiteten Definitionen ergeben sich allerdings noch weitere Aufgaben der ETL als Teil des ETMs, vornehmlich bzgl. der Beschaffung und Lagerhaltung, aber auch hinsichtlich der Produktion, sofern der Betreiber bspw. über eine entsprechende Werkstatt verfügt. Im Folgenden gilt die ETL daher nur in Teilen als der IHL zugehörig, womit das übergeordnete IHM

über die ETL eine Überschneidung zum ETM aufweist, was in Abbildung 7 veranschaulicht wird. Dies begründet u. a. die Notwendigkeit der integrierten Betrachtung beider Bereiche.[31]

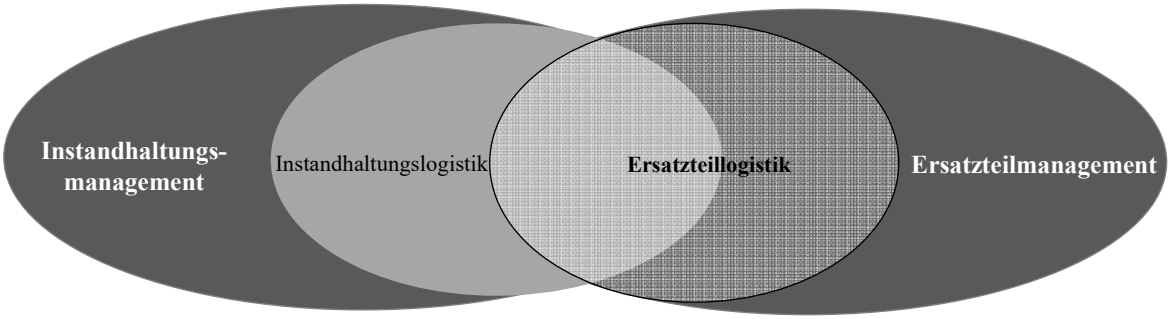

Abbildung 7: Einordnung der ETL ins IHM und ETM

Die beschriebene Überschneidung ist gekennzeichnet von dem Bestreben des IHMs, möglichst optimierte Bestände und Kosten über den gesamten Lebenszyklus der Maschinen und Anlagen zu gewährleisten (Bandow, 2008, S. 541). Daraus resultiert ein häufig nicht unerhebliches Spannungsfeld zwischen ETM und IHM bei den Betreibern. Um dies angemessen nachvollziehen zu können, ist ein Verständnis der Ziele der Instandhaltungsoptimierung sowie hierbei entscheidungsrelevante Kosten zu schaffen.

2.2.3 Instandhaltungsoptimierung und Instandhaltungskosten

Die Planung im Kontext der Instandhaltungsoptimierung ist zu verstehen als „Funktion bzw. Aufgabe, die bei einmaligen Reorganisations- oder Investitionsmaßnahmen eine methodische Entscheidungsvorbereitung erarbeitet, oder als Führungsinstrument bzw. -prinzip, das permanent und systematisch die Anforderungen an die Instandhaltung und deren Auswirkungen erfasst und nach der [optimalen] bzw. wirtschaftlichsten Lösung strebt“ (PAWELLEK, 2016, S. 20). Maßgeblich ist hier, ob die Produktion für den anonymen Markt oder auftragsbezogen erfolgt, da dies die Einflussmöglichkeiten auf die Kundenzufriedenheit determiniert. So stehen im Zuge der Herstellung für den anonymen Markt definierte Kosten bei gleichzeitiger Output- und Umsatzmaximierung im Vordergrund. Dies impliziert eine Verfügbarkeitsorientierung der Instandhaltung, denn es ist die ungestörte, kontinuierliche Produktion sowie die Vermeidung bzw. Minimierung der Ausfallverluste und Stillstandszeiten maßgeblich. In der auftragsbezogenen Produktion ist der Output als gegeben anzusehen und die Kosten unter Sicherstellung der Qualität und Termintreue zu minimieren bzw. zu optimieren, womit die Instandhaltung hier als zuverlässigkeitsorientiert gilt, denn der Instandhaltungsaufwand ist gering und die Anlagen durch Rekonstruktionen modern zu halten sowie der Nutzungsvorrat bestmöglich auszuschöpfen. Als ergiebig und produktiv ist die Instandhaltung zu bezeichnen, wenn Kapazitäten optimal ausgelastet werden, die Gestaltung

[31] Für weitere Erläuterungen s. Kapitel 2.2.5.

der Organisation anforderungsgerecht und der Einsatz der Technologien zur Unterstützung angemessen erfolgt (Nebl & Prüß, 2006, S. 195; Pawellek, 2016, S. 55).

Da sich in der Produktion vermehrt kaum mehr Einsparpotenziale umsetzen lassen, zielen Optimierungsinitiativen zumeist auf die Minimierung der Lebenszykluskosten einer Anlage ab. Unter diese fallen neben den Beschaffungskosten auch direkte und indirekte Kosten der Instandhaltung sowie Stilllegungs- und Entsorgungskosten (Bandow, 2008, S. 541; Leidinger, 2017, S. 1). Direkte Instandhaltungskosten sind den bereits erläuterten Instandhaltungsmaßnahmen Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung zuzurechnen (Pawellek, 2016, S. 61). Darunter lassen sich die folgenden Posten zählen (Biedermann, 2008, S. 13; Kuhn et al., 2006, S. 17; Matyas, 2016, S. 28; Pawellek, 2016, S. 61; Rasch, 2000, S. 81f.):

- Personal bei Eigenleistung,
- die eigentliche Sachleistung bzw. Kosten der Durchführung,
- der Verbrauch an Ersatzteilen, sonstigem Material sowie Hilfs- und Betriebsstoffen,
- maschinelle Einrichtungen,
- Energie,
- Versicherungen,
- bezogene Fremdleistungen und
- Abschreibungen für Ausstattungen.

Indirekte Kosten entstehen aufgrund von Ausfällen und Stillständen der Anlagen infolge von Schäden und Störungen sowie der verringerten Ausbringungsqualität. Sie können einen drei- bis fünffachen Wert der direkten Kosten annehmen (Biedermann, 2008, S. 13; Kuhn et al., 2006, S. 17). Da der Bereich weniger genau definiert ist, finden sich hier die eher vage definierten Bestandteile (Biedermann, 2008, S. 5; Leidinger, 2017, S. 16; Matyas, 2016, S. 48ff.; Pawellek, 2016, S. 61):

- Beeinträchtigungen der Sicherheit und Umwelt,
- Imageschäden und Kundenverluste,
- Motivationsverluste der Mitarbeiter,
- Produktionsausfälle und verlorene Deckungsbeiträge,
- der Aufwand für eine Mehrproduktion oder einen Fremdbezug,
- Strafzahlungen für verspätete Lieferungen oder einen Lieferausfall,
- Effizienzverluste, z. B. durch höhere Sicherheitsbestände des Endprodukts,
- höhere Lohnkosten zum Aufholen der Rückstände,
- Qualitätsminderungen am Endprodukt bzw. Ausschuss und die
- Minderung des Anlagevermögens.

Die Ausfallvermeidung repräsentiert den Nutzen aus der Instandhaltung und wird durch die indirekten Kosten abgebildet. Bestimmungsfaktoren der indirekten Kosten sind die Konstruktionsweise der Anlagen und ihr üblicher Einsatz, das Alter und der Verschleißzustand sowie der Verkettungsgrad. Auch die spezifischen Einsatzbedingungen, das Verhalten der operativen Mitarbeiter und die Intensität der Anlagenbewirtschaftung spielen eine Rolle (Rasch, 2000, S. 80f.).[32]

Schadensgruppe	Eigenschaften
Verdeckte Folgen	• keine unmittelbare / sichtbare Konsequenz • Gefahr multipler Störungen mit signifikanten Folgen
Folgen für Sicherheit und Umwelt	• körperliche Beeinträchtigung oder Tod • Verletzung von Umweltgesetzen und Normen • Verletzung von HSSE-Richtlinien
Betriebsabhängige Folgen	• Beeinträchtigungen der Produktion • Qualitätsverluste • evtl. hohe Betriebs- und Reparaturkosten
Betriebsunabhängige Folgen	• keine Beeinträchtigung von Sicherheit, Umwelt und Produktion • Reparaturkosten

Tabelle 3: Schadensgruppen[33]

Weiterhin nimmt die Schadensgruppe einen Einfluss auf die Signifikanz der genannten Posten. Entsprechend der Schadenskonsequenzen teilt Moubray (1996) diese in die in Tabelle 3 dargestellten vier Folgegruppen auf. Die Kritikalität als in quantitativer Form ausgedrückter Index misst sich an „der Schwere eines Ausfalls oder Fehlers im Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit seines Auftretens“ (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V., 2018, S. 30). Wie kritisch ein Ausfall zu sehen ist, hängt nicht zuletzt von dieser Einteilung ab.

Die gleichzeitige Sicherstellung der Optimalität von Kosten durch die logistischen Instandhaltungsprozesse auf der einen und der Versorgungssicherheit durch Stillstands- und Ausfallvermeidung auf der anderen Seite gilt als zentraler Zielkonflikt des IHMs. Nur das angemessene Verhältnis aus Wartung, Inspektion und Instandsetzung bedingt, dass die erzielten Anlagenzuverlässigkeiten und -verfügbarkeiten so effizient wie möglich erreicht werden können (Bandow, 2008, S. 534; Matyas, 2016, S. 27; Rasch, 2000, S. 81). Im Zuge des Anteils, welchen die Instandhaltung an der Gesamtkostenminimierung zu liefern hat, sind die direkten und indirekten Kosten so zu balancieren, dass sich einer möglichst optimalen Ausgestaltung der Instandhaltung bzgl. möglicher zu wählender vorbeugender Maßnahmen

[32] Zur Komplexität der Bestimmung von Ausfallfolgekosten s. (Biedermann, 2008, S. 27).

[33] In Anlehnung an (Moubray, 1996, S. 23).

angenähert wird. Abbildung 8 zeigt die Suche nach dem Gesamtkostenoptimum in Abhängigkeit von der gewählten Instandhaltungsintensität anhand skizzierter theoretischer Kostenverläufe.

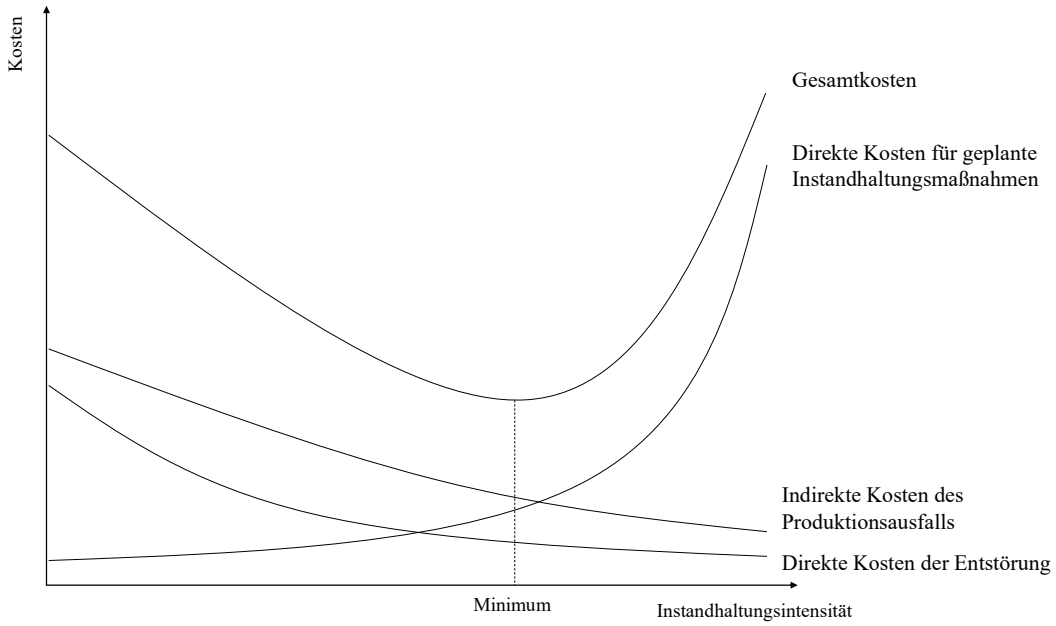

Abbildung 8: Einfluss der Instandhaltungsintensität auf die Kosten der Instandhaltung[34]

Hierbei sind auch schwer quantifizierbare Kosten, bspw. die Termintreue, die Qualität der Endprodukte oder die Risikominderung sowie eine Einschätzung der Entstörungskosten einzubeziehen (Matyas, 2016, S. 32, 48f.; Rasch, 2000, S. 82). Letztere sind Kosten, die v. a. bei Zugrundelegung einer niedrigen Intensität vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen durch kurative Aktivitäten beim Auftreten eines Ausfalls oder von Störungen entstehen. Den direkten Kosten ist der Zusatzaufwand der Entstörung in Form von Rüstkosten, Schäden an benachbarten Teilen bei Überschreitung der Abnutzungsgrenze, Kosten für einen weiteren Betrieb einer Anlage zur Überbrückung der Stillstandszeit sowie Opportunitätskosten durch Zeitverluste infolge der Entstörungsmaßnahmen hinzuzuaddieren. Direkte Entstörungskosten nehmen mit dem steigenden Grad der Umsetzung vorbeugender Instandhaltungsaktivitäten ab, da es zu weniger Betriebsunterbrechungen sowie einem geringeren Risiko für die Beschädigung benachbarter Teile kommt. Eine vollständige Eindämmung kurativer Instandhaltungskosten ist jedoch kaum möglich (Leidinger, 2017, S. 22f.; Rasch, 2000, S. 81f.). Speziell in anlagenreichen Betrieben mit einer hohen Produktionskontinuität verursachen indirekte Kosten, die mit Zunahme vorbeugender Aktivitäten abnehmen, aber ebenfalls den direkten Kosten entgegengesetzt werden müssen, Planungsschwierigkeiten, da entsprechende Mechanismen weniger leicht zu überblicken und zu durchschauen sind (Matyas, 2016, S. 119). Wird der Umfang von Instandhaltungsmaßnahmen infolgedessen am Wissen

[34] In Anlehnung an (Leidinger, 2017, S. 24; Biedermann, 2008, S. 14).

oder an der Erfahrung der Mitarbeiter festgemacht, setzen diese u. U. eher auf Sicherheit, um eine Havarie zu verhindern, weshalb es zu mehr Instandhaltungsmaßnahmen als eigentlich notwendig kommt (Leidinger, 2017, S. 5).

Gemessen an den Instandhaltungskosten haben die Kosten der Materialwirtschaft einen durchschnittlichen Anteil von 35 bis 40 Prozent, wobei fünf bis zehn Prozent aus gebundenen Beständen entstehen und sich wiederum am Anlagenwert ausrichten.[35] So werden im Mittel 1,5 Prozent des Anlagenwertes an Kosten für Ersatzteile sowie weiteres Instandhaltungsmaterial aufgewendet. Fehlen Ersatzteile, können die dadurch entstehenden (indirekten) Kosten allerdings ein Vielfaches des Anlagenwertes annehmen (Biedermann, 2008, S. 5f.). Dies macht die Bevorratung zum zentralen Thema des ETMs beim Betreiber, denn die Verfügbarkeit von Ersatzteilen ist entscheidend, wenn ein Austausch möglichst schnell erfolgen muss, um Warte- bzw. Stillstandszeiten zu minimieren. Die Entscheidung für eine Bevorratungsstrategie hat sich wiederum an der Balance der Bestandskosten auf der einen und den Fehlmengen- sowie Ausfallkosten auf der anderen Seite auszurichten und ist damit Teil des zentralen Zielkonflikts (Biedermann, 2008, S. 7; Schulte, 2013, S. 507; Strunz, 2012, S. 569). Einen weiteren Kostenfaktor stellt die Veralterung bzw. Obsoleszenz der Anlagen, Komponenten und Ersatzteile dar. Diese beinhaltet die „Unfähigkeit eines Objekts, instandgesetzt zu werden, da der Markt die dazu notwendigen Ressourcen nicht zu annehmbaren technischen und wirtschaftlichen Bedingungen zur Verfügung stellen kann“ (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V., 2018, S. 23). Geänderte Vorschriften, die fortschreitende technische Entwicklung und sich ändernde Marktsituationen, durch welche bspw. keine Lieferanten mehr verfügbar sind, sind Determinanten dieses Problems (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 24).

Die Wahl einer zu der Kostensituation passenden Instandhaltungsintensität richtet sich an den Eigenschaften des Instandhaltungsobjekts aus. Um ein stimmiges Gesamtergebnis bzw. einen umfassenden Gesamteindruck zu gewinnen, sind die Kostenverläufe im günstigsten Fall für jedes Instandhaltungsobjekt separat zu ermitteln, um sie anschließend ganzheitlich in die Optimierung einfließen zu lassen (Matyas, 2016, S. 177; Rasch, 2000, S. 82f.). Das Ergebnis ist dann ein ausgewogener Mix aus nach dem Grad der Intensität ausgerichteten Instandhaltungsarten bzw. -strategien.

[35] Weiterhin beziffert z. B. Donnelly (2013, S. 19) die Ausgaben eines Lieferanten im Automobilbereich für Material der Wartung, Reparatur und des Betriebs im Bereich um 40 Prozent der jährlichen Einkaufsausgaben.

2.2.4 Instandhaltungsstrategien

Instandhaltungsstrategien implizieren Regelungen einzelner Instandhaltungsmaßnahmen, die an einem Objekt in einem gewissen inhaltlichen und methodischen Umfang in einer bestimmten Tiefe und zeitlichen Abfolge durch qualifiziertes Personal vorzunehmen sind. Die Entscheidung für das stimmige Verhältnis dieser Strategien wurde bereits als das zentrale Problem der Instandhaltung herausgestellt (Nebl & Prüß, 2006, S. 197; Wald, 2003, S. 11f.). Langfristig gesehen orientiert sich die Auswahl an überhaupt infrage kommenden Instandhaltungsstrategien an der grundlegenden Situation sowie den (übergeordneten) Zielen des Unternehmens, den Anforderungen an die Produktion, den Vorschriften innerhalb und außerhalb des Betriebs, der Prognostizierbarkeit eines Ausfall, den Optionen der Zustandsermittlung und den verfügbaren Instandhaltungsressourcen (Nebl & Prüß, 2006, S. 209ff.; Rasch, 2000, S. 85). Mittelfristig wird der Fokus auf die einzelnen Anlagen als Instandhaltungsobjekte gesetzt. Hierbei sind maßgeblich (Matyas, 2016, S. 120; Nebl & Prüß, 2006, S. 211):

- die Kritikalität und die Bedeutung der Anlagen im Produktionsprozess,
- die Störungsfolgen[36],
- die vorhandenen Redundanzen in der Fertigung,
- die veranschlagte Dauer für Instandsetzungen,
- die Kapazitätsgrenzen,
- die Möglichkeiten der Feststellung und der Abbildung des Ausfallverhaltens,
- die Durchführbarkeit von auf die Ausfälle bezogenen Ursachenanalysen – bspw. Fehlermöglichkeits- und Einflussanalysen (FMEA)[37] – und
- die Verfügbarkeit von Ersatzteilen nebst den hier vorliegenden Durchlaufzeiten.

Die unsystematische Instandhaltung (s. Abbildung 9) findet erst nach dem Eintritt eines Schadens statt, während die systematische Instandhaltung auf zeitlichen oder die Nutzung bezogenen Intervallen sowie auf Zustandsbeobachtungen und -prognosen basiert (Ryll & Freund, 2010, S. 26). Die systematische Instandhaltung wirkt im Zuge dessen ausfallverhindernd bzw. die Ausfallwahrscheinlichkeit senkend (Ryll & Freund, 2010, S. 24).

---

[36] Störungsfolgen beeinflussen die Sinnhaftigkeit vorbeugender Maßnahmen, die sich v. a. bei verdeckten Folgen und Auswirkungen auf Sicherheit und Umwelt anbieten. Liegen betriebsabhängige und -unabhängige Folgen vor, spielt der zentrale Zielkonflikt eine größere Rolle, denn dann sind die Folge- und Reparaturkosten mit den Kosten der Instandhaltung abzugleichen (Moubray, 1996, S. 28).

[37] Die FMEA findet i. Allg. in der vorbeugend ausgerichteten Qualitätssicherung Anwendung. Dazu werden mithilfe einer Risikoanalyse Gewichtungen von Fehlern vorgenommen und zur Vermeidung und schneller Erkennung dieser Fehler Maßnahmen abgeleitet. Die Risikoprioritätszahl wird ermittelt aus dem Produkt der Bedeutung der Fehler und den Wahrscheinlichkeitsbewertungen für deren Auftreten und Entdeckung (Känel, 2018, S. 222f.). Bei Einbeziehung einer Kritikalitätsanalyse in die FMEA ist von einer Fehlermöglichkeits-, Einfluss- und Kritikalitätsanalyse bzw. Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA) zu sprechen (Lipol & Haq, 2011, S. 74).

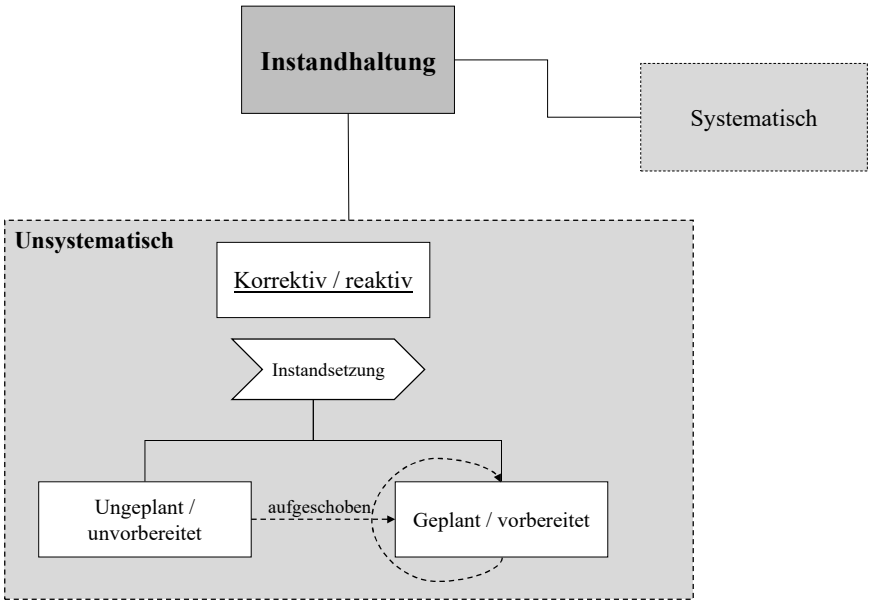

Abbildung 9: Unsystematische Instandhaltung

Die unsystematische korrektive bzw. reaktive – auch operative – Instandhaltung, welche sich hier auf die Instandsetzung beschränkt, wird erst dann vorgenommen, wenn der Eintritt eines Fehlers oder einer Störung schon erfolgte. Sie ist i. Allg. ungeplant. Weder die Anzahl und die Qualifikation der einzusetzenden Mitarbeiter noch die zu beschaffenden bzw. bereitzustellenden Ersatzteile und Werkzeuge sowie Aktivitäten und deren Ablauf sind bekannt. Eine Vorbereitung nach Art und Umfang ist allerdings insoweit denkbar, als lediglich eine terminliche Unklarheit der Instandsetzung vorliegt. Das Vorgehen ist damit planmäßig, jedoch nicht vorbeugend, denn die Instandhaltung ist nach wie vor (bewusst) ausfalldeterminiert. Der Bedarf an Instandhaltungen ist stochastisch. Als aufgeschoben gilt die reaktive Instandhaltung im Fall der Zurückstellung der Maßnahmen nach festgelegten Regeln, während die sofortige Ausführung unmittelbar nach Fehlererkennung erfolgt (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 38; Leidinger, 2017, S. 7f.; Nebl & Prüß, 2006, S. 197f.; Pawellek, 2016, S. 176f.; Rasch, 2000, S. 20).

Ein Objekt bis zum Ausfall zu betreiben, repräsentiert die Instandhaltungsvermeidung des Managements, da Instandsetzungsaufwendungen – insb. im ungeplanten Fall – erst bei Eintritt einer Störung entstehen. Der Planungsaufwand ist entweder nicht vorhanden oder minimal. Außerdem wird der Abnutzungsvorrat ausgeschöpft, womit der Verbrauch an Ressourcen gering ist. Datenauswertungen sind ebenfalls aufs Notwendige beschränkt. Auf der anderen Seite rufen die erforderliche Reaktionsfähigkeit und Flexibilität meist umfangreiche Mengen an gelagerten Ersatzteilen in Form von Sicherheitsbeständen hervor, sofern sich nicht allein auf die schnelle Belieferung durch die Lieferanten verlassen werden kann (Mobley, 2002, S. 2f.; Rasch, 2000, S. 87; Schuh et al., 2013, S. 183). Unsystematische Strategien bieten sich bei kleinen und unkritischen Instandhaltungsobjekten, die im Produktionsprozess eine nur geringe Wichtigkeit aufweisen, oder bei ausgeprägten Redundanzen

an. Konsequenzen für Sicherheit und Umwelt machen sie hingegen unzulässig (Matyas, 2016, S. 120f.; Rasch, 2000, S. 95; Ryll & Freund, 2010, S. 27f.).

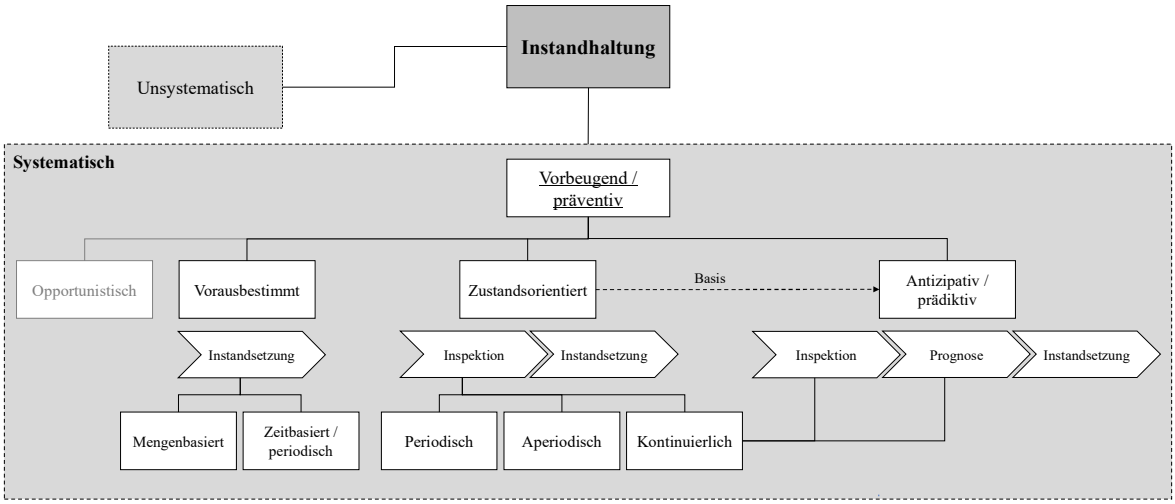

Abbildung 10: Systematische Instandhaltung

Die systematische Instandhaltung (s. Abbildung 10) baut auf bekannten Abläufen der Instandhaltungsmaßnahmen und benötigten Ressourcen auf. Instandhaltungspläne geben die Zusammenführung von Aufgaben inkl. der Tätigkeiten und benötigten Ressourcen – wozu die technischen Daten, spezifische Einrichtungen, die Ersatzteile, sonstige Hilfsstoffe, Werkzeuge, Überwachungsausstattungen für Inspektionen und das Personal zählen – sowie Termine und Dauer zur Durchführung der Maßnahmen wieder. Ein kurzer Instandhaltungsplan beinhaltet Zeiträume unter einem Jahr, während Instandhaltungspläne mittlerer Dauer ein bis fünf Jahre und langfristige Pläne Zeitspannen über fünf Jahre abdecken (Barberá et al., 2012, S. 58; Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 10, 38; Leidinger, 2017, S. 8). Die Abnutzungsgrenze wird im Gegensatz zur unsystematischen Instandhaltung nicht überschritten, sondern die Instandsetzungsmaßnahmen auf Grundlage bestimmer Auslöser möglichst vor dem Eintritt einer Störung vorgenommen (Matyas, 2016, S. 40). Erfolgen bei Durchführung solcher Instandhaltungsmaßnahmen zusätzlich Tätigkeiten oder Tausche, die der Plan noch nicht vorgesehen hat, die sich aber aus Wirtschaftlichkeitsgründen anbieten, ist von der opportunistischen Instandhaltung zu sprechen, d. h., der Stillstand wird für einen (vorzeitigen) vorbeugenden Tausch genutzt (Biedermann, 2008, S. 22; Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 39).

Präventive bzw. vorbeugende Instandhaltungen haben die Beurteilung und Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeiten zum Ziel. Dadurch sollen der Abbau des Nutzungsvorrats, die Reparaturzeiten, die Arbeitskosten, die Anzahl an Notfalllieferungen von Ersatzteilen und die Ausfallfolgekosten vermindert werden (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 34; Mobley, 2002, S. 3). Neben strengen HSSE-Regelungen spricht v. a. das beobachtbare oder (zuverlässig) einschätzbare Ausfallverhalten der Instandhaltungsobjekte in Verbindung mit der Ermittlung der Lebensdauer von Komponenten und Ersatzteilen für die präventive

Instandhaltung. Die Produktion wird dazu planmäßig unterbrochen. Die periodische Vorbeugungsstrategie sieht vor, die Instandhaltungszeitpunkte über die gesamte Lebensdauer eines Instandhaltungsobjekts festzulegen. Im Zuge der sequentiellen Vorbeugung werden diese Termine flexibel definiert (Ryll & Freund, 2010, S. 28, 89). Im Folgenden wird sich auf letzteres konzentriert.

Die vorausbestimmte Instandhaltung ist der präventiven Instandhaltung untergeordnet und findet in festzulegenden Zeitabständen oder bei Erreichen einer Quantitätsgrenze gemessen an Nutzungseinheiten statt. Der Zustand wird im Vorhinein allerdings nicht bestimmt, d. h., keine Inspektion vorgenommen (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 35). Sie ist i. Allg. bei einer steigenden Ausfallrate[38], Folgen für Mensch und Umwelt oder einer ansonsten nur sehr aufwendig zu realisierenden Inspektion, speziell in Situationen, in denen direkte Instandhaltungskosten im Vergleich zu den indirekten Kosten deutlich geringer sind, zu wählen. Ist die Lebensdauer auszutauschender Komponenten und Teile zuverlässig abzuschätzen, ist diese Strategie ebenfalls zweckmäßig (Koch, 2004, S. 82; Matyas, 2016, S. 120ff.; Ryll & Freund, 2010, S. 30).[39] Die genaue Definition von Zeitintervallen zwischen Instandsetzungen bei einer vorausbestimmten zeitbasierten Instandhaltung impliziert, dass der Instandhaltungsbedarf fast vollständig deterministisch ist, d. h., Unterbrechungszeiten können in die Planung integriert und aufs Minimum beschränkt werden. Ausgehend vom Schädigungsverhalten sind die Zeitabstände sinnvoll festzulegen, um den Nutzungsvorrat so gut es geht auszunutzen. Dies geschieht entweder auf Grundlage von OEM-Empfehlungen oder mithilfe eigener Erfahrungswerte (Leidinger, 2017, S. 17; Nebl & Prüß, 2006, S. 198).

In diesem Zusammenhang sind hinreichende Informationen über Ausfälle elementar, um Kosten und Planbarkeit gegeneinander aufzuwiegen. Allerdings verursachen auch die Informationsermittlung und deren Verarbeitung einen Aufwand. Da der Abnutzungsvorrat nicht ausgeschöpft wird, können die direkten Instandhaltungskosten bei einem Anstieg des Anteils der vorausbestimmten Instandhaltung überproportional zunehmen, wenn es vermehrt zum Austausch von nach wie vor nutzbaren Teilen kommt. Zudem sind stochastische ungeplante Ausfälle nicht vollständig auszuschließen (Leidinger, 2017, S. 3; Rasch, 2000, S. 88ff.). Zur

[38] Die Ausfallrate als Anzahl durchschnittlicher Ausfälle drückt die Entwicklung der Ausfallwahrscheinlichkeit über ein zeitliches Intervall aus. Sie kann steigen, fallen oder konstant bleiben (Matyas, 2016, S. 42).

[39] Als Besonderheit ist die Revision zu nennen. Revisionen sind Großvorhaben mit einer Vielzahl an Instandhaltungsmaßnahmen an planmäßig außer Betrieb genommenen Anlagen. Der Aufwand der Revisionen ist folglich meist hoch, jedoch lassen sich im Vorhinein genauere Ressourcenplanungen vornehmen, sofern stimmige Lieferzeiten vorliegen. Zwischen den Revisionen durchgeführte Maßnahmen von geringerem Umfang werden als Kurzstillstände bezeichnet (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 43; Leidinger, 2017, S. 68, 74ff.).

besseren Ausnutzung des Abnutzungsvorrats ist daher in Betracht zu ziehen, die vorausbestimmte Strategie mit der Zustandsüberwachung zu kombinieren (Pawellek, 2016, S. 177). Dies markiert den Übergang zu den Inspektionsstrategien.[40]

Die zustandsorientierte Instandhaltung (ZOI)[41] ist ebenfalls präventiv ausgerichtet und setzt die Zustandsbeurteilung eines Objekts, die damit in Verbindung stehenden Analysen sowie die Ableitung der passenden Instandhaltungsaktivitäten und Zeitpunkte voraus. Die Überwachung selbst erfolgt kontinuierlich oder in regelmäßigen periodischen oder unregelmäßigen aperiodischen Zeitabständen. Hierzu sind Prüfverfahren einzusetzen und Systemparameter zu überwachen (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 35; Nebl & Prüß, 2006, S. 198; Tsang et al., 2006, S. 39ff.). Die ZOI ist als Strategie geeignet, wenn Ausfälle und Störungen vom Wesen her zwar zufällig auftreten, der Zustand jedoch ermittelt werden kann und sich eine potenzielle Störung durch interpretierbare Anzeichen ankündigt, sodass Maßnahmen unter der Voraussetzung einer ausreichend langen Pufferzeit kurzfristig abgeleitet werden können (Matyas, 2016, S. 120; Moubray, 1996, S. 26f.; Rasch, 2000, S. 90f.). In ihrer einfachsten Form führen Menschen die Inspektionen offline in definierten Zeitabständen durch. Dies ist insb. dann ausreichend, wenn die Anlage kontinuierlich (gleich) und konstant genutzt wird, die Sicherheitsrelevanz gering ist und eine nur langsame Entwicklung von Schäden stattfindet (Pawellek, 2016, S. 156f.; Ryll & Freund, 2010, S. 31).[42] Maßgeblich zur Festlegung der Inspektionsintervalle ist, dass die folgenden Maßnahmen, v. a. Beschaffungsprozesse, ohne eine zwischenzeitliche ungeplante Störung durchführbar sind. Zu kurze Intervalle verursachen u. U. eine Ressourcenverschwendung, weshalb eher längere Zeiträume zwischen Inspektionen präferiert werden. Mit zunehmendem Alter der Anlagen ist es für die menschlichen Sinne schwieriger, Parametererfassungen vorzunehmen. Dies wirkt sich auf Sicherheitszuschläge aus, weshalb vergleichbar mit einer opportunistischen Instandhaltung Austausche erfolgen, obwohl der Abnutzungsvorrat noch nicht ausgeschöpft wurde (Leidinger, 2017, S. 18; Moubray, 1996, S. 161ff.).

Um dies zu vermeiden, kommen zur effektiven Umsetzung der Potenziale aus der ZOI Monitoringtechnologien (Condition Monitoring Systems / CMS) zum Einsatz. Diese unterstützen bei der Fehlerfrühdiagnose sowie der Aufdeckung von Fehlern und Störungsursachen[43], was besonders nützlich ist bei wahrgenommen stochastischen Ausfällen (Strunz, 2012, S. 24; Tsang et al., 2006, S. 39). Die mithilfe der Technologien realisierbare kontinuierliche

---

[40] Bei allen genannten Strategien sind Instandsetzungsmaßnahmen inbegriffen. Die Wartung ist bei den präventiven und die Inspektion zusätzlich bei den Inspektionsstrategien gegeben (Nebl & Prüß, 2006, S. 198).

[41] Im Englischen etabliert als Condition-Based Maintenance (CBM).

[42] Doch auch bei einer nicht regelmäßigen Nutzung kann sich das Vorgehen anbieten, v. a. im Rahmen hochumfänglicher Inspektionen (Tsang et al., 2006, S. 39).

[43] Die Fehlerfrühdiagnose beinhaltet die Früherkennung von Fehlern vor deren Eintreten anhand von Kennwerten, um Zustandsverschlechterungen rechtzeitig aufzudecken. Eine regelmäßige Auswertung und Prüfung der Kennwerte und Parameter ist notwendig, um Sollwerte zu setzen. Die Fehlerdiagnose findet dagegen nach dem Eintreten des Fehlers statt (Strunz, 2012, S. 48f.).

Überwachung findet eher online statt, womit der Einführungsaufwand zwar höher ist, die Reaktion i. Allg. aber schneller erfolgt, sodass der Einsatz bei kritischen, sicherheitsrelevanten oder häufig ausfallenden Anlagen und Komponenten geeignet ist. Dabei ist es für einen rationalen, wirtschaftlich sinnvollen Einsatz mit messbarem Nutzen das Ziel, die Anzahl verbauter Sensoren[44] zu minimieren und gleichzeitig die Quantität an überwachten Instandhaltungsobjekten zu maximieren (Pawellek, 2016, S. 156f.; Ryll & Freund, 2010, S. 31).

Die Sinnhaftigkeit der Zustandsüberwachung ist außerdem in Relation zum Verschleiß eines Instandhaltungsobjektes bzw. dessen Messbarkeit zu sehen.[45] Messgrößen sind vielfältig und reichen von Größen der Mechanik, Spielvergrößerungen, Materialveränderungen, Schwingungen und Vibration, Druck, Mechanismen der Thermodynamik, benötigten Zeiten, Drehzahlabweichungen oder Materialbeanspruchung über Größen der Stromaufnahme und anderer elektrischer Indikatoren, dem Energieverbrauch, Stück- und Ausschusszahlen oder Leckagen bis hin zur Beobachtung von Verformungen oder anderer optischer Änderungen sowie akustischer Signale (Hellingrath & Cordes, 2015, S. 729; Matyas, 2016, S. 34; Nebl & Prüß, 2006, S. 223). Zur Gewährleistung einer hohen Zuverlässigkeit sollten mehrere Methoden angewandt werden (Kuhn et al., 2006, S. 30). Der Zustand der erfassten Parameter ist mit einer Referenz abzugleichen und ein Maximallevel bzw. eine Grenze festzulegen, die ein rechtzeitiges Eingreifen ermöglicht.[46] Basierend auf den Beobachtungen und erkannten Trends werden die Instandsetzungsmaßnahmen auf einen möglichst optimalen Zeitpunkt festgelegt (Kumar et al., 2009, S. 272; Nebl & Prüß, 2006, S. 200). Neben der Grenzwertüberwachung unter der Nutzbarmachung unmittelbar sichtbarer Größen kommt bei hochkomplexen Zuständen die Tiefenanalyse mit der Interpretation mehrerer Messgrößen hinzu (Pawellek, 2016, S. 168f.).

In der Theorie gewährleistet die kontinuierliche Inspektion ein proaktives Agieren mit annähernd optimalen Instandhaltungsplänen und der JIT-Belieferung von Material (Trappey et al., 2015, S. 4). Folglich bestehen Potenziale in der Reduzierung der Betriebskosten – denn Änderungen in der Ausbringung werden im Optimalfall sofort erkannt – sowie in der Sicherstellung der Verfügbarkeit und der damit verbundenen Senkung der Anlagenkosten. Zusätzlich sind durch die Vermeidung von Ausfällen weniger Instandsetzungen notwendig und anfallende Maßnahmen können schnell und effizient erledigt werden (Matyas, 2016, S. 127).

---

[44] Sensoren sind als technische Vorrichtungen Teil eines Messsystems, um Messgrößen offline oder online zu erfassen (Pawellek, 2016, S. 154). Zu einem Überblick zu Sensortechnologien s. (Kuhn et al., 2006, S. 31ff.).

[45] Matyas (2016, S. 36) gliedert die Anlagenüberwachung in die Überwachung eines Wirkungsgrades, die Überwachung der Beanspruchung sowie die Überwachung der Abnutzung.

[46] Die Darstellung der Vorwarnzeit findet sich in PF-Kurven als Zustand eines Objekts bei einer Störung in Abhängigkeit von der Zeit wieder. P ist der Punkt des Erkennens einer potenziellen Störung und F markiert den zeitabhängigen Zustand, der zur Funktionsuntüchtigkeit führt. Die Zeit zwischen den Punkten ist die Vorwarnzeit, s. bspw. (Moubray, 1996, S. 158).

Auf der anderen Seite verursachen Investitionen in Technologien und Schulungen des Personals einen höheren Aufwand, den es auszugleichen gilt. Liegt keine Gefährdung von Sicherheit und Umwelt vor, ist daher weniger Wert auf die technische Machbarkeit als vielmehr auf die Rentabilität zu legen. Gerade infolge verdeckter Störungen ist letztere evtl. nicht gegeben (Moubray, 1996, S. 171f.; Rasch, 2000, S. 91). Dies ist ein möglicher Grund dafür, warum die ZOI in der Praxis trotz der Einsparung von Kosten und Eindämmung von Restrisiken, die sich aus der vorausbestimmten Instandhaltung ergeben, einen weniger häufigen Einsatz als die vorausbestimmte Instandhaltung erfährt (Matyas, 2016, S. 124f.).

Die bisher geschilderten systematischen Strategien sind eher im Fall einer konstanten Maschinenauslastung geeignet. Treten jedoch Bestandsspitzen durch die auftragsbezogene Fertigung auf, ist eine antizipative Instandhaltungsstrategie in Betracht zu ziehen (Matyas, 2016, S. 137). Die voraussagende bzw. prädiktive Instandhaltung lässt sich ebenfalls der präventiven Instandhaltung zuordnen und repräsentiert eine Anwendung der ZOI, denn die Zustandsüberwachung und die somit erzeugten Verschleißdaten bilden deren Voraussetzung. Sie basiert auf (evtl. mehrmaligen) Analysen bzgl. Parametern, an welchen der Abbau des Nutzungsvorrats festgemacht wird, was die Erzeugung von Vorhersagen zu Zustandsverschlechterungen erlaubt (Deutsches Institut für Normung e. V., 2018, S. 35; Kuhn et al., 2006, S. 26; Márquez, 2007, S. 70f.; Ryll & Freund, 2010, S. 25).

Die wichtigste Komponente sind die Restlebensdauerschätzungen, welche eine Beurteilung des verbleibenden Abnutzungsvorrats von Objekten beinhalten. Dazu werden Belastungsprofile erstellt, mit den aktuellen erfassten Zustandsdaten sowie Planungsdaten der Fertigung abgeglichen, die Systemeffizienz eingeschätzt und mit Indikatoren – wie der durchschnittlichen Zeit bis zur Störung[47] – abgestimmt. So lassen sich Maßnahmen der Instandsetzung in Echtzeit planen und optimieren. Insbesondere verdeckte Störungen sollen so vor ihrem Eintreten erkannt und nachhaltig verhindert werden (Matyas, 2016, S. 120; Mobley, 2002, S. 5f.; Pawellek, 2016, S. 175; Ryll & Freund, 2010, S. 31). Die Vor- und Nachteile der geschilderten Instandhaltungsstrategien sind Tabelle 4 zu entnehmen. Welche Instandhaltungsstrategien in welcher Kombination und für welche Instandhaltungsobjekte angewandt werden, ist in der Instandhaltungspolitik festgesetzt. Diese ist sowohl von den angestrebten Zuverlässigkeits- und Kostenzielen als auch von den bereits vorherrschenden Instandhaltungskonzepten abhängig zu machen (Márquez, 2007, S. 76; Matyas, 2016, S. 120).

[47] Auch bezeichnet als Mean Time to Failure (MTTF).

Instandhaltungs-strategie	Vorteile	Nachteile
Korrektiv / reaktiv	• minimaler Planungsaufwand • geringe Kosten der Verwaltung • Ausschöpfung des Abnutzungs-vorrats	• zeitintensive Fehlersuche • i. d. R. lange Stillstandszeiten • Personal schlecht planbar • hohe Sicherheitsbestände und Lagerhaltungskosten • Folgeschäden durch Überlastung oder unsachgemäße Instandsetzung
Vorausbestimmt	• geringe Bestandskosten durch planbaren Bedarf • geringe Stillstandszeiten • Minimierung der Schadensfolgekosten • gute bis sehr gute Personalauslastung	• hoher Planungsaufwand • i. d. R. keine Ausschöpfung des Abnutzungsvorrats • hoher Ersatzteilverbrauch • Ausfälle nicht gänzlich vermeidbar (v. a. durch Fehler der Montage und Inbetriebnahme)
Zustandsorientiert	• optimale Ausschöpfung des Abnutzungsvorrats • Minimierung der Stillstandszeiten durch (annähernd) optimale Instandhaltungsplanung	• Kosten durch Investitionen in CMS • hoher Inspektionsaufwand • qualifiziertes Personal erforderlich
Antizipativ / prädiktiv	• Aufdeckung verdeckter Störungen • Vermeidung von Stillständen (Abstimmung mit der Fertigung)	• zusätzlicher Aufwand durch Restlebensdauerschätzungen • hoch qualifiziertes Personal oder Fremdvergabe erforderlich

Tabelle 4: Vor- und Nachteile von Instandhaltungsstrategien[48]

Auch organisationale Faktoren sind nicht zu missachten. Forschungsbestrebungen zielen auf die Wahl passender Instandhaltungsstrategien und damit auf die Aufstellung von Instandhaltungspolitiken ab. Als Hindernis der Ableitung allgemein gültiger Konzepte treten dabei die Datenverfügbarkeit und die Komplexität realer Umgebungen auf (Diallo et al., 2009, S. 191; Faccio et al., 2014, S. 85ff.). Die praktisch angewandten Instandhaltungsstrategien weisen im produzierenden Gewerbe häufig ein historisches Wachstum auf und sind daher nicht in jedem Fall bestgeeignet (Pawellek, 2016, S. 171). Meist passen sich Unternehmen nur langsam an den veränderlichen Instandhaltungskontext an und vertrauen auf die Erfahrung sowie die Intuition der Instandhaltungsmanager. Wird allerdings auf eine saubere Dokumentation verzichtet, ist die nachträgliche Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen bzgl.

[48] In Anlehnung an (Lasch, 2021, S. 373ff.).

der Häufigkeit von Inspektionen und Instandsetzungen – v. a. bei hoher Kritikalität der Anlagen – u. U. nicht mehr gegeben (Mobley, 2002, S. 5; Pawellek, 2016, S. 171; Rasch, 2000, S. 95f.). Entsprechend bildet der zentrale Zielkonflikt (Kostenoptimierung entgegen der Sicherstellung der Versorgungssicherheit) ein Spannungsfeld bei der Festlegung der Instandhaltungspolitik, was schließlich unmittelbaren Einfluss auf das ETM des Betreibers hat.

2.2.5 Integration von Ersatzteilmanagement und Instandhaltung

Die Vielfalt der Schnittstellen der Instandhaltung macht es notwendig, sie in einen holistischen, unternehmensweiten Kontext zu bringen, um sich Kausalitäten mit anderen Subsystemen bewusst zu werden (Bivona & Montemaggiore, 2010, S. 199f.). Wie bereits in den Kapiteln 2.1.2, 2.1.4 sowie 2.2.2 aufgezeigt, ist die zeit- bzw. planungsgerechte Verfügbarkeit von Ersatzteilen zur erfolgreichen Durchführung der Instandhaltung unabdingbar, weshalb die Instandhaltung eine theoretisch enge Verbindung zum Ersatzteilwesen aufweist. Instandhaltungsleistungen streben die Gewährleistung der Anlagen und Systeme an, wobei das ETM diese unterstützt. Es bringt Ersatzteile mit den Investitionsgütern zusammen, d. h., nur die integrierte Betrachtung beider Bereiche bedingt die Effektivität und Effizienz der Prozesse (Bauer & Schmidt, 2011, S. 462f.; Wald, 2003, S. 16f.). Der Betreiber hat im Kontext des ETMs planende, durchführende und kontrollierende Aufgaben inne. Diese beziehen sich auf die Art der Bewirtschaftung von Ersatzteilen, die Auswahl des zu lagernden Materials, die Bestandsüberwachung, Bedarfsermittlung und Beschaffung sowie die Lagerung, die Festlegung von Sicherheitsbeständen, den Transport und die nachträgliche Ausmusterung der Teile. Insbesondere innerhalb der Prozessindustrie können Ersatzteillager eine Größe annehmen, die mit dem jährlichen Instandhaltungsbudget vergleichbar ist (Biedermann, 2008, S. 1f.; Hug, 1986, S. 8; Matyas, 2016, S. 181). Darüber hinaus übernimmt das ETM koordinierende Funktionen, indem es Aktivitäten, die aus Instandhaltungsaufträgen resultieren, vernetzt (Bandow, 2008, S. 536). Dies beantwortet im Grunde bereits die Forschungsfrage 1[49] aus Perspektive der Primärproduktbetreiber. Der Schwerpunkt der folgenden Erläuterungen liegt auf den entsprechenden Rahmenbedingungen.

In der integrierten Instandhaltung ist die Instandhaltungsstrategie mit der strategischen Ebene des ETMs zu verbinden, um die operative Ersatzteilplanung und die Instandhaltungssteuerung zusammenzuführen (Leidinger, 2017, S. 7; Pawellek, 2016, S. 226). Es wird geschätzt, dass 75 bis 80 Prozent der Zeit auf die Bearbeitung von Instandhaltungsaufträgen und nicht wertschöpfende Aktivitäten entfällt, wobei es insb. an Schnittstellen zu Zeitverlusten kommt (Matyas, 2016, S. 69). Wie die Integration stattfindet, hängt daher von der Aufbauorganisation des ETMs und der ETL ab. Neben der Zugehörigkeit zur Instandhaltung besteht die Möglichkeit einer funktionalen Organisation. Diese impliziert, dass sowohl die Beschaffung, die Produktion als auch der Vertrieb eine eigene ETL aufweisen. Dadurch wird

[49] Welche Notwendigkeit besteht – je nach Perspektive – für die integrierte Sicht auf das ETM?

allerdings evtl. zu wenig Wert auf die verursachungsgerechte Zuweisung des Bedarfs durch Instandhaltungsmaßnahmen gelegt. Der damit geförderten Hemmung des Informationsflusses ist deshalb gezielt entgegenzuwirken, indem Informationen bzgl. der Verwendungshäufigkeiten und Prioritäten an die entsprechenden Abteilungen weiterzuleiten sind. Die Etablierung des ETMs als eigene (zentrale) Logistikabteilung gewährleistet am ehesten eine optimale Bewirtschaftung, da kein bestimmter Bereich eine gesonderte Gewichtung erhält. Generell gilt, dass Verantwortungen klar festzulegen und die Anzahl der Schnittstellen möglichst gering zu halten sind. Entscheidungskompetenzen sollten damit selbst bei gewählter Dezentralisierung gebündelt werden, insb. in Bezug auf strategisch bedeutende Reserveteile oder den Umgang mit Normteilen (Biedermann, 2008, S. 119ff.; Pawellek, 2016, S. 293f.; Quantschnig, 2010, S. 27).

In diesem Zusammenhang ist die Bedeutung der Informationsintegration für das ETM herauszustellen. Sie bezieht sich sowohl auf die Weitergabe von Informationen innerhalb des Unternehmens als auch darüber hinaus, bspw. an den Ersatzteillieferanten und die OEMs (Chen et al., 2009a, S. 38f.; Voss, 2006, S. 55). Innerhalb des Unternehmens sind zur Umsetzung disponierender Aufgaben in Bezug auf die hier durchzuführenden Bedarfsplanungen für die Instandhaltung und die Festlegung der Sicherheitsbestände technische Einschätzungen und Prioritäten hilfreich, denn welche Anforderungen an die ETL gestellt werden, steht in Verbindung mit dem schadhaften Ersatzteil, dessen Einfluss auf die Betriebssicherheit der Anlage und den Ausfallfolgekosten. Zudem ist der Kontakt zum Einkauf als Beschaffer der Ersatzteile zu halten und Lieferinformationen bei der Festlegung der Dispositionsparameter, der Auftragsfreigabe und Lagerverwaltung einzubinden. Das ETM verantwortet dabei auch die Pflege der Materialstammsätze. Da Ersatzteilkosten häufig nicht der Instandhaltungsabteilung zugerechnet werden und diese folglich evtl. eine unklare Vorstellung über die Kosten hat, besteht die Gefahr der Vernachlässigung dieser Kosten in der Instandhaltungsplanung. Nur eine umfassende Integration von Einkauf, ETM und IHM kann dem entgegenwirken (Bauer & Schmidt, 2011, S. 463; Biedermann, 2008, S. 118f.; Quantschnig, 2010, S. 13).

Abbildung 11 stellt die Situation der Beachtung der Integration (mit Schwerpunkt auf der Informationsintegration) von IHM und ETM der eher traditionellen Sicht der Unterordnung des ETMs zugunsten des IHMs gegenüber. Hierbei ist die mit dem zentralen Zielkonflikt der Instandhaltung im Zusammenhang stehende Herausforderung, die konkurrierenden Zielstellungen der Verfügbarkeitsmaximierung von Systemen bei gleichzeitiger Minimierung der Kapitalbindungs- und Lagerhaltungskosten miteinander in Einklang zu bringen, herauszustellen. So kann infolge der Unterordnung des ETMs die Unsicherheit hinsichtlich der Anlagenverfügbarkeit, welche der Schwierigkeit der zuverlässigen Prognose von Ausfallzeitpunkten entspringt, zu einer Kompensation durch eine entsprechend hohe Bevorratung mit Ersatzteilen resultieren. Ferner wird beim Erwerb von Sonderanlagen häufig eine große Menge an Ersatzteilen in Form umfangreicher Pakete dazu erworben, um die Problematik

langer Lieferzeiten zu umgehen. Dem ist durch eine effektive Organisation zur Erarbeitung einer Gesamtlösung beizukommen (Matyas, 2016, S. 176ff.; Pawellek, 2016, S. 294; Strunz, 2012, S. 588). ETM und IHM sollten eng zusammenarbeiten, um den Zielkonflikt ganzheitlich anzugehen und zu lösen. Eine konsequent integrierte Sicht auf beide Bereiche ist außerdem zur anlagenübergreifenden Ursachenanalyse bei Ausfällen angebracht, denn Störungen werden auch durch fehlerhafte oder nicht passende Ersatzteile hervorgerufen (Rasch, 2000, S. 128f.). Hierzu ist stets auf die Verfügbarkeit von Historien vergangener Ausfälle und durchgeführter Instandhaltungsmaßnahmen sowie dafür verbrauchter Ersatzteile zu achten.

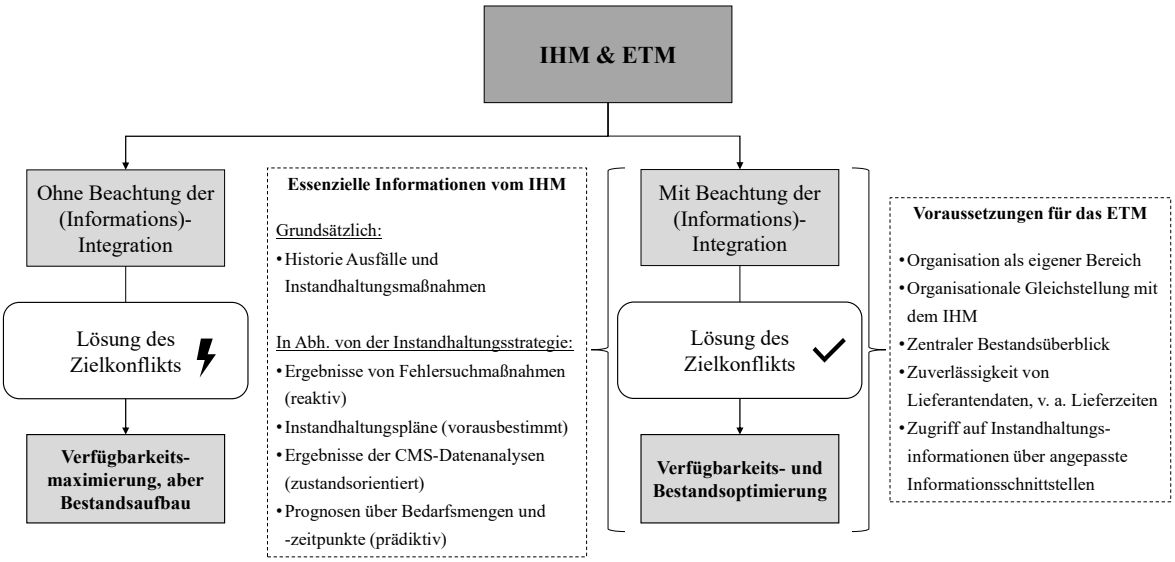

Abbildung 11: Integration von ETM und IHM

Make-or-Buy-Überlegungen und die Frage, wann und wo die Bereitstellung von Materialien in welcher Menge erfolgt, sind in eine Abhängigkeit zu den gewählten Instandhaltungsstrategien zu bringen, um je nachdem unterschiedliche Verfahren und Optionen der Bedarfsermittlung und Lagerhaltung anzusetzen (Bandow, 2008, S. 536; Leidinger, 2017, S. 89). Bei der Verfolgung einer reaktiven Strategie besteht die Gefahr, dass ausgleichenden Maßnahmen hinsichtlich des Zielkonflikts nur unzureichend Rechnung getragen wird, da hier eine schnelle und kurzfristige Reaktion gefordert ist. Gerade bei Notfallinstandsetzungen sind verlässliche Bedarfsprognosen infolge der spärlichen Datenbasis schwierig umzusetzen, weshalb der Aufbau dezentraler, bedarfsnaher und teils hoher Sicherheitsbestände die Folge ist. Dies gilt v. a. für Reserveteile und Ersatzteile, die mit einem signifikanten Risiko bzw. hohen Kosten bei Nichtverfügbarkeit einhergehen. Innerhalb der integrierten Sicht ist von Seiten des ETMs deshalb ein zentraler Überblick über die Bestände zu empfehlen (Biedermann, 2008, S. 25f.; Rasch, 2000, S. 127f.). Die Zentralität hat den Vorteil, dass nach der Ersatzteilidentifikation basierend auf den Fehlersuchmaßnahmen, deren Ergebnisse das IHM an das ETM weitergibt, eine zügige Verfügbarkeitsprüfung vorgenommen und bei

Nichtverfügbarkeit in eigenen Lagern (und zu langen Lieferzeiten) Hilfslieferungen aus anderen Niederlassungen veranlasst werden können. Diese Verfahrensweise beugt dem unkontrollierten Bestandsaufbau im Unternehmensnetzwerk vor.

Bei Zugrundelegung einer vorausbestimmten Strategie liegt dagegen eine Abhängigkeit zum Wartungsintervall vor, was eine mittel- bis langfristige ersatzteillogistische Planung der Bereitstellung zulässt (Bandow, 2008, S. 540; Koch, 2004, S. 75; Pawellek, 2016, S. 227f.). Der Ersatzteil- und Personalbedarf für die geplanten Maßnahmen ist nicht mehr stochastisch, sondern deterministisch, weshalb sich Stillstandszeiten deutlich reduzieren lassen (Barberá et al., 2012, S. 58; Koch, 2004, S. 82). Die Idealvorstellung als Konsequenz aus der präventiven Instandhaltung ist die nicht mehr bestehende Notwendigkeit einer Lagerung von Ersatzteilen, da diese JIT besorgt werden können (Kennedy et al., 2002, S. 202f.). Da jedoch nach wie vor die Möglichkeit ungeplanter Ausfälle besteht, betrifft diese Vision eher Verschleißteile im niedrigeren Preisbereich, während im Fall bedeutender Reserveteile dennoch Sicherheitsbestände notwendig sind (Biedermann, 2008, S. 25). Um dem Aufbau toter Bestände, d. h. nicht mehr benötigter Reserveteile, vorzubeugen, sollte das ETM Zugriff auf die Instandhaltungspläne haben. Die Bedeutung der für die Maßnahmen angeforderten Reserveteile ist in Abstimmung mit dem IHM einzuschätzen und die Notwendigkeit des Aufbaus von Lagerbeständen zu prüfen. Darüber hinaus kann der Zeitpunkt der Anschaffung eines neuen Primärproduktes daran festgemacht werden, ob die Ersatzteile bei vorausbestimmter Instandhaltung noch aufzubrauchen sind, insb. zur Vermeidung nachträglicher Verschrottungskosten (Koch, 2004, S. 75). Bei der Entfernung von Anlagen aus dem Maschinenpark eines Betreibers ist darauf zu achten, nicht mehr benötigte Teile einer passenden Behandlung zukommen zu lassen. Sie können entweder gewinnbringend verkauft oder entsorgt werden. Da letztgenanntes Vorgehen jedoch Kosten verursacht, wird i. Allg. versucht, dies zu vermeiden (Duran et al., 2016, S. 996).

Auch für die ZOI gilt in der Theorie, dass Ersatzteile bedarfsgerecht bestellt und bereitgestellt werden können, was nun auf bereits frühzeitig erkannten Fehlern und im Zeitpunkt angepassten Instandhaltungsmaßnahmen beruht (Pawellek, 2016, S. 161). Voraussetzung sind die Analyse und Bewertung des Ausfallverhaltens und der Abnutzung, um optimale Bestellzeitpunkte zu ermitteln. Die Abnutzung bestimmt sich aus den Eigenschaften der Komponenten und Verschleißteile (entweder bezogen auf die technischen Gegebenheiten oder die Konstruktionsmerkmale), aus den technologischen Einsatzbedingungen, was v. a. die Dauer und die Art der Beanspruchung betrifft, und aus den Umgebungsfaktoren, wie bspw. der Temperatur und Luftfeuchte oder der Verschmutzung (Biedermann, 2008, S. 12; Strunz, 2012, S. 570). Das flexible kontinuierliche Online-Monitoring mit Diagnosesystemen gewährleistet, dass bekannt ist, welche Ersatzteile zu welchem Zeitpunkt nachgefragt werden, was aus der integrierten Perspektive die Voraussetzungen für die Umsetzung einer kontinuierlichen Beschaffung bei fortlaufenden Bestandskontrollen und Bedarfsauflösungen

schafft. Dies kommt der genannten Idealvorstellung einer entbehrlichen Lagerung näher, jedoch eher dann, wenn kurze Vorlaufzeiten gegeben sind (Biedermann, 2008, S. 25; Schuh et al., 2013, S. 185).

Bei der Zustandserfassung in Kombination mit der prädiktiven Instandhaltung werden über Algorithmen prognostische Informationen zum zukünftigen Zustand von Anlagen bzw. Trends der Abnutzung erzeugt. Diese lassen sich für die Ersatzteilplanung nutzen, wobei zu beachten ist, dass die Natur der Nachfrage zwar nicht geändert, das durch die intelligenten Systeme erzeugte Zeitfenster als Ausgangssituation der Planung allerdings vergrößert wird (Frazzon et al., 2014, S. 149f.). Schließlich hängt die damit gewonnene Flexibilität nicht zuletzt von den Lieferanten ab, denn diese müssen in der Lage sein, die geforderten Lieferfristen einzuhalten (Schuh et al., 2013, S. 186). Wie bereits erwähnt, ist zur Umsetzung von Inspektionsstrategien und zur Gewährleistung der Planbarkeit wichtig, dass Informationen zum Verschleißzustand effektiv und wirtschaftlich gesammelt werden können (Koch, 2004, S. 84). Im Rahmen der ZOI und der prädiktiven Instandhaltung sind daher neben der Datenerfassung durch Sensoren auch Qualitäts- und Maschinendaten sowie abermals die historischen Daten zu Ausfallereignissen sowie Produktionsplanungs- und Steuerungsdaten miteinander zu verknüpfen (Matyas, 2016, S. 137; Pawellek, 2016, S. 21).

Die traditionell angelegte Disposition von Reserve- und Verschleißteilen, das Festhalten an veralteten Beschaffungsstrategien – die im Zuge der Erfassung und Auswertung von Instandhaltungsinformationen infolge der damit generierten Einsichten in das Ausfall- und Abnutzungsverhalten angepasst werden könnten – sowie die unzureichende Weitergabe von Instandhaltungsanforderungen werden als Gründe für hohe Sicherheitsbestände und undifferenzierte Ersatzteilstrategien angeführt (Pawellek, 2016, S. 347f.). Als Hindernis der Informationsintegration von ETM und IHM können sich Informationsschnittstellen, bspw. aufgrund der mangelhaft ausgestalteten IuKT oder der Verbreitung von Einzelsystemen als Insellösungen, erweisen. Durch das IHM erzeugte Störungsinformationen oder vorgenommene Schwachstellenanalysen liegen für Planungsprozesse des ETMs somit u. U. nicht vor (Matyas, 2016, S. 175). Vor diesem Hintergrund ist es gerechtfertigt, sich näher mit der Informationsversorgung im ETM der Betreiber auseinanderzusetzen und hier einen stärkeren Fokus auf die Verwendung von Instandhaltungsinformationen zu setzen. Nicht zuletzt beeinflusst eine nicht funktionierende Integration zwischen IHM und ETM auch Entscheidungen, die in Zusammenhang mit der Inanspruchnahme von Serviceleistungen des OEMs stehen und deren ETM determinieren.

2.3 Das Ersatzteilmanagement aus Perspektive der Original Equipment Manufacturer

2.3.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Einordnung

Eine rechtliche Pflicht zur Bereitstellung von Ersatzteilen für den OEM ergibt sich zum einen aus dem mit der Gewährleistung und Garantie in Verbindung stehenden Anspruch auf Nachbesserung sowie der Produkthaftung bei Mängeln und deren Folgeschäden (§ 437 BGB). Diese werden verursacht aus Fehlern der Konstruktion, Herstellung und Inbetriebnahme. Die Frist beträgt 24 Monate, sollte der Mangel bereits beim Kauf bestanden haben (§ 434 und § 438 BGB). Hier sind die Lieferung von Ersatzteilen und der kostenlose Einbau zu leisten (Baumbach, 2004, S. 30f.; Quantschnig, 2010, S. 33). Aus § 242 BGB wird die nachvertragliche Lieferpflicht eines Herstellers für langlebige Güter abgeleitet, wobei sich an durchschnittlichen Nutzungsdauern orientiert wird. Alle Teile, deren Lebenserwartung unter der erwarteten Nutzungsdauer dieser Güter liegen, fallen unter diese Regelung. Im Zweifel sollte sich jedoch auf vertragliche Regelungen berufen werden (Graf, 2005, S. 11). Entsprechend erwächst die genannte Verpflichtung zur Bereitstellung von Ersatzteilen zum anderen aus dem Kaufvertrag bzw. dem üblicheren Abschluss separater Lieferverpflichtungen und Serviceverträge (Koch, 2004, S. 29f.). Bezogen auf die Pflichten aus dem Abschluss von Kaufverträgen (§ 433 BGB), Werksverträgen (§ 631 BGB) und Dienstverträgen (§ 611 BGB) handelt es sich so zumeist um Mischverträge (Graf, 2005, S. 10). Die Dauer von Lieferverpflichtungen, welche auch den Umfang der Ersatzteilbewirtschaftung und -lieferungen regeln, nachdem die Produktion des Primärprodukts endet, umfasst häufig ein Vielfaches der Zeit, welche für die Herstellung des Primärproduktes benötigt wird. Sollten die Verpflichtungen nicht eingehalten werden, müssen Kompensationszahlungen geleistet werden bzw. hat der OEM für einen Ersatz zu sorgen. Ist der Hersteller trotz rechtlicher Lieferverpflichtung nicht lieferfähig, kann er nach einer angemessenen Frist nach § 268 BGB durch den Kunden haftbar gemacht werden (Schröter, 2006, S. 96f.).

Ersatzteilmärkte entstehen infolge der unterschiedlichen Lebensdauer von Teilen, Komponenten und Anlagen, denn eine Vorhaltung breiter Ersatzteilsortimente über den gesamten Versorgungszeitraum ist für OEMs nur eingeschränkt möglich. Folglich sind sie ebenfalls auf Zulieferer angewiesen, was die Überschaubarkeit der Märkte aufgrund der zahlreichen Akteure erschwert. Hinzu kommt, dass das reine Angebot von Sachleistungen an Wirtschaftlichkeit verliert, weshalb der Kundendienst aufgrund einer damit besser zu realisierenden Individualisierung an Wichtigkeit zugenommen hat (Backhaus & Voeth, 2010, S. 497; Buriánek, 2009, S. 2; Schröter, 2006, S. 99f.). Für den Kundendienst existiert dabei keine einheitliche Definition. Eher sind darunter Leistungsbündel, die von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich sein können, zu verstehen (Koch, 2004, S. 65). Im B2B-Bereich bieten Industrieunternehmen – hier schwerpunktmäßig von OEMs – Unternehmen, die mit Betreibern gleichzusetzen sind, unterstützende Dienstleistungen bzw. Leistungsbündel aus

Sach- und Dienstleistungen, mithin ASS-Leistungen, nach dem Verkauf des Primärprodukts an. Diese markieren den Übergang vom Produkt- zum Systemdenken (Baumbach, 2004, S. 25f.; Durugbo, 2013, S. 5672; Völker et al., 2012, S. 154). Die ASS-Phase beginnt nach dem Verkauf und endet mit der Rückgabe oder der Entsorgung des Primärprodukts (Schröter, 2006, S. 95). Dennoch sollte bereits während der Produktentwicklung darauf geachtet werden, dass die Verfügbarkeit der angebotenen Services in den jeweils relevanten Regionen sichergestellt werden muss (Baumbach, 2004, S. 24).

Ihre Bedeutung entfalten Serviceleistungen speziell auf dem Investitionsgütermarkt, da hochwertige und teure Primärprodukte einer langen Nutzung durch die Betreiber unterworfen sind (Baader et al., 2006, S. 8; Pfohl, 2018, S. 243). Zudem sehen sich OEMs einem großen Preisdruck, einem stagnierenden Absatz bei sinkenden Erträgen und gleichzeitig hohen Anforderungen der internationalen Kunden an das Primärprodukt sowie einer leichteren Imitierbarkeit technologischer Innovationen gegenüber, was zum einen zur Nischenproduktion und spezifisch bzw. individuell angepassten Primärproduktfertigungen mit hohen Entwicklungskosten und zum anderen zur strategischen Relevanz von ASS-Leistungen als zusätzliche Einnahmequelle führt (Lay & Schröter, 2006, S. 333; Voss, 2006, S. 2f.). Eventuell ist eine Profitabilität überhaupt erst durch den Servicebereich zu erreichen, da Erlöse hier über die gesamte Nutzungszeit des Primärprodukts hinweg erzeugt werden. Konjunkturelle Schwächen sind somit besser auszugleichen. Insbesondere das Ersatzteilgeschäft bringt die Vorteile mit sich, hohe Margen[50] zu generieren und neue Kunden zu gewinnen, weshalb ein gutes Image von großer Tragkraft ist (Quantschnig, 2010, S. 14; Voss, 2006, S. 4f.). Im Ersatzteilgeschäft sind Kunden eher bereit, höhere Preise für Originalersatzteile zu akzeptieren, wenn die Qualität der gelieferten Teile und Leistungen, v. a. Lieferservices, hoch ist. Dadurch werden Marken geschaffen, deren Qualitätsanforderungen stetig einzuhalten sind. Dies schützt OEMs vor der Übernahme ihrer Marktanteile durch Drittanbieter bzw. den freien Handel (Ihde et al., 1988, S. 27; Voss, 2006, S. 5f.). Außerdem ist es im Rahmen des technischen Kundendiensts für den OEM eher möglich, Informationen über die Primärprodukte bzgl. deren Einsatz, Ausfallverhalten oder sonstiger Schwachstellen zu sammeln, auszuwerten, an den Kunden zurückzugeben und für die Serviceplanung zu nutzen (Koch, 2004, S. 65).

Welche Art und welcher Umfang für die Serviceleistungen gewählt wird, ist abhängig von der Zuverlässigkeit der Primärprodukte, ihrer Lebensdauer, Ausfallraten und -mustern der Komponenten und Teile, deren Reparierfähigkeit sowie dem Verschleißverhalten, welches im Zusammenhang mit den Nutzungsintensitäten und Betriebsdauern steht. Darüber hinaus spielen die Konsequenzen eines Anlagenausfalls beim Betreiber, dessen Kompetenzen und

[50] Angaben reichen hier in Bereiche bis hin zu zehnfachen Gewinnmargen im Vergleich zum Neuproduktgeschäft (Baader et al., 2006, S. 3).

Möglichkeiten bzw. Ressourcen für die Instandsetzung sowie seine Ansprüche und die Wettbewerbssituation nebst gesetzlichen Regelungen und technischen Neuerungen eine Rolle. Durch die konsequente Ausrichtung an den Kundenbedürfnissen sind Betreiber u. U. eher gewillt, Folgekäufe zu tätigen (Baumbach, 2004, S. 28f.; Graf, 2005, S. 21; Ihde et al., 1988, S. 13). Je nach dem Umfang von Leistungen und deren Beitrag zur Wertschöpfung bilden sich Leistungsebenen mit den hierzu passenden Typen an Kunden heraus. Diese sind Abbildung 12 zu entnehmen.

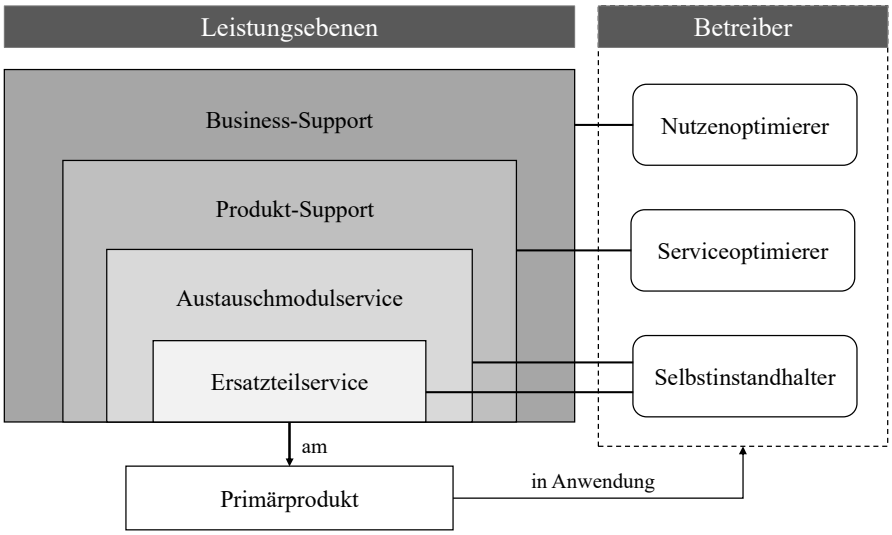

Abbildung 12: Leistungsebenen im ASS und zugehörige Betreibertypen[51]

Auf der untersten Ebene findet sich der Ersatzteilservice, worunter vornehmlich die termingerechte Belieferung mit Ersatzteilen als Basisleistung fällt. Im Gegensatz zu nicht lagerfähigen Dienstleistungen lässt sich der Ersatzteilservice durch die Ausgestaltung der Bevorratung determinieren, weshalb Ersatzteillieferungen z. T. nicht zum Kundendienst bzw. den Services gezählt, sondern als (Sekundär-)Sachleistung behandelt werden (Frese & Heppner, 1995, S. 6; Strunz, 2012, S. 572). Weil die Leistungsebenen aufeinander aufbauen und untere Ebenen jeweils mit einzuschließen sind, gelten Ersatzteilservices im Rahmen dieser Arbeit als elementarer Bestandteil des ASS‘ bzw. das ETM als Komponente des After-Sales-Bereichs. Auf den Ersatzteilservice folgt der Austauschmodulservice, d. h. der Wechsel von Modulen ohne Reparatur. Der Produkt-Support erweitert das Spektrum um die Optimierung der für den Betreiber übernommenen Instandhaltung bzgl. Leistung, Verfügbarkeit der Anlagen und Minimierung des Ressourcenverbrauchs. Da das Primärprodukt im Fokus der Leistungsebene steht, ist deren Wert zu erhalten und die Lebensdauer bei gleichzeitiger Gewährleistung von Sicherheitsaspekten zu verlängern. Serviceverträge, die es hier abzuschließen gilt, sind individuell an die Kunden anzupassen (Baumbach, 2004, S. 104f.).

[51] In Anlehnung an (Baumbach, 2004, S. 103ff.).

Dies steht im Zusammenhang mit dem Aufbau des ASS‘ zum strategischen Erfolgsfaktor, sodass das Angebot ganzer individuell angepasster Leistungssysteme erfolgt, um langfristige Kundenbeziehungen zu fördern. Demnach sind Einzelleistungen je nach Anforderung zu Paketen zusammenzufassen. Als spezifische Dienstleistungen bieten sich bspw. JIT-Lieferungen oder konkrete Informationsbereitstellungen in sich ändernden Situationen an. Je stärker ausgeprägt die Standardisierung der Zusatzleistungen ist, umso geringer sind die Möglichkeiten der Kundenbindung (Backhaus & Voeth, 2010, S. 496f.; Baumbach, 2004, S. 120f.). Dem Individualitätsgrad entsprechend lassen sich bei Bedarf weitere Abstufungen auf der dritten Leistungsebene hinzufügen. Der Übergang in die vierte Ebene, welche die Bezeichnung Business-Support erhält, ist fließend. Hier werden zusätzlich Schulungen für Mitarbeiter zur Nutzung des Primärprodukts sowie Finanz- und Versicherungsleistungen, aber auch Betreiberverträge und das Leasing von Anlagen angeboten (Baumbach, 2004, S. 106). Dies entspricht der Fortführung des Drangs nach Individualisierung, welcher sich im Angebot von hybriden Leistungen als Weiterentwicklung der reinen Sach- und Dienstleistungen widerspiegelt. Der Kunde erwirbt spezifische Problemlösungen, womit nicht mehr die Sicherstellung der Funktion des Primärprodukts, sondern der geschaffene Mehrwert als funktionaler Nutzen für die Betreiber im Mittelpunkt steht. Dies geht mit Leistungsversprechen, z. B. einer erzielten Verfügbarkeit, einher (Buriánek, 2009, S. 3f., 17ff.).[52]

Abhängig von der Outsourcingbereitschaft, dem Know-how und den vorhandenen eigenen Ressourcen lassen sich die Betreiber den Leistungsebenen zuordnen. Selbstinstandhalter zeigen eine geringe Outsourcingbereitschaft und verfügen über ein hohes Maß an technischer Kompetenz sowie umfangreiche Ressourcen. Sie werden daher eher den Ersatzteil- und Austauschmodulservice in Anspruch nehmen. Instandhaltung gehört hier zum Kerngeschäft, z. B. infolge eines breiten Spektrums an Produktionsanlagen, hoher Verfügbarkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen, langer Lieferzeiten oder des geringen Vertrauens in Serviceangebote. Selbstinstandhalter nehmen nur dann einen größeren Leistungsumfang in Anspruch, wenn ihre Kompetenzen und Kapazitäten nicht mehr ausreichend sind (Baumbach, 2004, S. 107f.; Ryll & Freund, 2010, S. 25). Sie lassen sich für Serviceanbieter nach ihren Ersatzteil-Bestellungen und den Eigenschaften der Distribution, z. B. dem Standort der Primärprodukte bzw. der Erreichbarkeit der Betreiber oder dem Anteil der Eillieferungen, differenzieren (Baumbach, 2004, S. 127). Als Serviceoptimierer sind wiederum Kunden der OEMs, die einen Produkt-Support in Anspruch nehmen, zu nennen. Sie weisen eine mittlere Bereitschaft zum Outsourcing bei mittleren technischen Kompetenzen und Ressourcen auf. Serviceoptimierer erwerben Sachgüter und nehmen Logistik- sowie Instandhaltungsleistungen, die in einem Servicevertrag abgesichert sind, in Anspruch (Baumbach, 2004, S. 109; Graf, 2005, S. 21). Je nach Spektrum ist es denkbar, dass auch Selbstinstandhalter für einzelne

[52] Für eine umfassende Betrachtung leistungsbasierter Verträge im After-Sales-Bereich s. (Drechsler et al., 2019b).

Anlagen auf den Produkt-Support zurückgreifen. Auf der Ebene des Business-Supports finden sich Nutzenoptimierer, bei welchen eine hohe Outsourcingbereitschaft mit geringen technischen Kompetenzen und Ressourcenausstattungen zusammenkommt und die daher als Interessenten für leistungsbasierte Verträge gelten. Das Risiko der Produkthaftung bei einer möglicherweise auftretenden Sicherheitsgefährdung geht auf den Anbieter über (Baumbach, 2004, S. 110f.).

Als Basis aller Leistungsstufen ist es von besonderem Belang, sich mit dem ETM der OEMs auseinanderzusetzen. Dessen Effektivität geht mit dem erfolgreichen Lieferservice, durch den sich für den OEM im Fall von Selbstinstandhaltern als hauptsächliche Kundschaft die größten Differenzierungspotenziale zur Konkurrenz ergeben, einher. Das ETM sollte mithin als fester Bestandteil des Managements des ASS‘ etabliert werden, sodass Kunden dazu motiviert sind, auch umfangreichere Leistungen höherer Stufen wahrzunehmen.

2.3.2 Das Ersatzteilmanagement als Teil des After-Sales-Managements

Die Gestaltung und Lenkung des ASS‘ wird vom After-Sales-Management (ASM), welches im Sinne der bereits vermittelten Begriffsverständnisse die After-Sales-Logistik (ASL) umfasst, übernommen. Der ASL lassen sich Organisationsaktivitäten in Verbindung mit dem Kundendienst und den Technikereinsätzen, der Betrieb von Notfallhotlines, die Pflege der Informationssysteme und Datenbanken sowohl im Produkt- als auch im Servicebereich sowie bei Bedarf die Wiederaufarbeitung zuweisen (Baumbach, 2004, S. 54f.). Das ASM übernimmt zusätzlich die umfassende Planung, Steuerung und Kontrolle von Prozessen, die mit der Instandhaltung beim Kunden, Reparaturen[53], Mitarbeiterschulungen (der eigenen Techniker), Trainings (der Mitarbeiter des Betreibers), der Abwicklung von Garantie- und Gewährleistungsansprüchen, Betreiberverträgen und Entscheidungen bzgl. der Wiederverwendung und -verwertung in Verbindung stehen (Baumbach, 2004, S. 22; Wannenwetsch, 2014, S. 374).

Zum Aufbau einer wirtschaftlich ausgerichteten Organisation sollte das ASM einen eigenständigen Bereich erhalten (Baader et al., 2006, S. 9). Dies kann abermals zentral oder dezentral gelöst werden. Eine zentrale Organisation, bspw. in Form eines autonom agierenden Servicecenters oder einer zentral ausgerichteten Stabsabteilung, impliziert eine höhere durchschnittliche Auslastung und die gezielte Ausstattung der Kundendienstmitarbeiter mit auf die Serviceeinsätze zugeschnittenen Materialien. Allerdings sind dadurch längere Reaktionszeiten und auch Fahrtzeiten wahrscheinlich. Im Zuge einer dezentralen Organisation, d. h. als Dienstleistungsabteilung für jede Sparte, werden den Kundendienstmitarbeitern bestimmte Regionen zugeteilt. So gelangen sie schneller zum Kunden, wodurch bspw. die Kundenbindung eine positive Beeinflussung erfährt. Allerdings müssen die Mitarbeiter mehr

[53] Baader et al., (2006, S. 10) behandeln Reparaturen ebenfalls als Prozess der ETL. Eine eindeutige Zuordnung ist daher streitbar.

Ressourcen – sowohl Werkzeuge als auch Handbücher und Ersatzteile – mit sich führen, sodass Aufträge ohne eine separate Belieferung gesammelt erledigt werden können (Graf, 2005, S. 22; Koch, 2004, S. 66). Dies führt zu Entscheidungen, die dem ETM zuzurechnen sind.

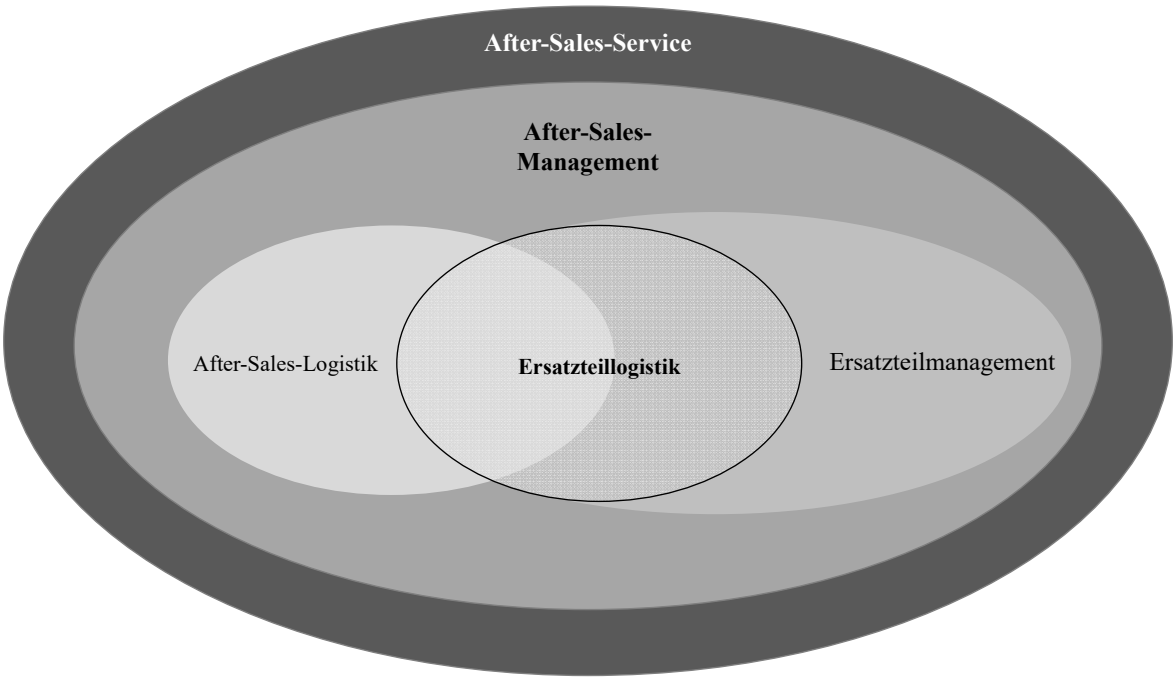

Abbildung 13: Einordnung der ETL und des ETMs ins ASM

Wie Abbildung 13 illustriert, ist das ETM dem ASM untergeordnet, was im Gegensatz zu den Betreibern steht, wo das ETM neben dem IHM existiert bzw. eine Überschneidung mit diesem aufweist (s. Abbildung 7, Kapitel 2.2.2). Ersatzteillogistische Prozesse – v. a. der Transport und die Bewirtschaftung der Bestände – gelten im ASS als erfolgsentscheidend und sollten möglichst kostenoptimal gestaltet werden (Baune & Westphal, 2006, S. 241f.; Schulte, 2013, S. 507). Im ASS werden Betreibern häufig komplette Sätze an Ersatzteilen für die erworbene Anlage angeboten, allerdings lässt sich eine hohe Kundenzufriedenheit eher durch eine möglichst schnelle Befriedigung plötzlich auftretender Kundenbedarfe generieren. Ist der Betreiber selbst nicht auf den Bedarf vorbereitet, bspw. infolge einer unvorhergesehenen Störung, und hat er Ersatzteile selbst nicht bevorratet, stellt die Nachfrage ein negatives Erlebnis für ihn dar. Die Lieferzeit und die Lieferzuverlässigkeit nimmt er deshalb als besonders wichtig wahr.[54] Lieferungen in vom Kunden akzeptierten Wartezeiten sichern im besten Fall Abverkäufe über die Jahre der Anlagennutzung (Amann, 2006, S. 359; Strunz, 2012, S. 587; Vahrenkamp & Kotzab, 2012, S. 163ff.).

An dieser Stelle besitzt das ETM über die ETL eine Verbindung zu den Aufgaben der ASL, was vergleichbar mit der Situation der Betreiber ist, bei welchen sich die ETL mit der IHL

[54] Auch im Fall planmäßiger bzw. vorgeplanter, nicht präventiver Instandhaltungen ist die Lieferzuverlässigkeit von hohem Gewicht für die Kundenzufriedenheit (Pfohl, 2018, S. 239).

überschneidet. IHL und ASL sind jedoch nicht gleichzusetzen, da sie unterschiedliche Prozesse beinhalten. Das ETM hat dafür zu sorgen, den Bedarf der ASL (und damit der Kunden) nach Ersatzteilen zu decken, denn eine mangelhafte Teileverfügbarkeit zieht Umsatzeinbußen, Kundenverlust und Vertragsstrafen nach sich (Wannenwetsch, 2014, S. 373). Das ETM der OEMs sorgt somit für die kostenoptimale und nachfrageorientierte Verfügbarkeit der Ersatzteile an den Primärprodukten, sodass die Anlagenverfügbarkeiten und -zuverlässigkeiten gewährleistet sind. Es hat die marktorientierte Planung, Steuerung und Kontrolle aller mit Ersatzteilen verbundenen Material- und Informationsströme von der Beschaffung bis zur Distribution sowie die Interaktion mit den relevanten Netzwerkpartnern entlang der Supply Chain zum Gegenstand (Wagner et al., 2012, S. 69).

Das ETM weist eine zur Anzahl der Primärprodukte sowie deren Wert proportionale Bedeutung auf (Bauer & Schmidt, 2011, S. 461; Schuh et al., 2013, S. 168). Das Ersatzteilsortiment ergibt sich aus den Komponenten und Anlagen und ist somit nicht zwangsläufig die Entscheidung des OEMs, da bspw. eine Bevorratung für mehrere Generationen notwendig ist. Dies führt zu einem Mengenproblem durch Innovationen und Differenzierungen nebst kleinen Abnahmemengen. Eine Erleichterung des Handlings durch die Verringerung der Ersatzteildiversität und Komplexität mithilfe von Standardisierung und Normierung geht jedoch zu Lasten der Spezifität des angebotenen Primärprodukts (Fortuin & Martin, 1999, S. 964; Koch, 2004, S. 23f.; Vahrenkamp & Kotzab, 2012, S. 166f.).

Diese Situation in Verbindung mit dem Zielkonflikt zwischen einem hochwertigen Lieferservice auf der einen Seite und dem Streben nach Effizienz durch möglichst niedrige Bestände, eine geringe Anzahl an Lagern sowie die Minimierung der Transportkosten und des administrativen Aufwands auf der anderen Seite ruft ein mit den Betreibern vergleichbares Spannungsfeld hervor. Speziell Lagerkosten können unter der Maßgabe einer hohen Lieferbereitschaft für das breite Sortiment bzw. Spektrum an Ersatzteilen – hervorgerufen durch kurzlebige, differenzierte und spezifische Primärprodukte sowie der Diversifizierung von Services – am Point of Sale hoch sein, wodurch der Konflikt noch deutlicher hervortritt (Baune & Westphal, 2006, S. 243; Pfohl, 2018, S. 239; Schulte, 2013, S. 508; Voss, 2006, S. 16). Als Herausforderung für das ETM gelten in Zusammenhang mit der Herstellung der Serviceeffizienz weniger die zeitunkritischen, antizipativen Regelabwicklungen für nachgeordnete Distributionsstufen, sondern eher die zeitkritischen Eillieferungen, welche Gegenstand von Abbildung 14 sind.

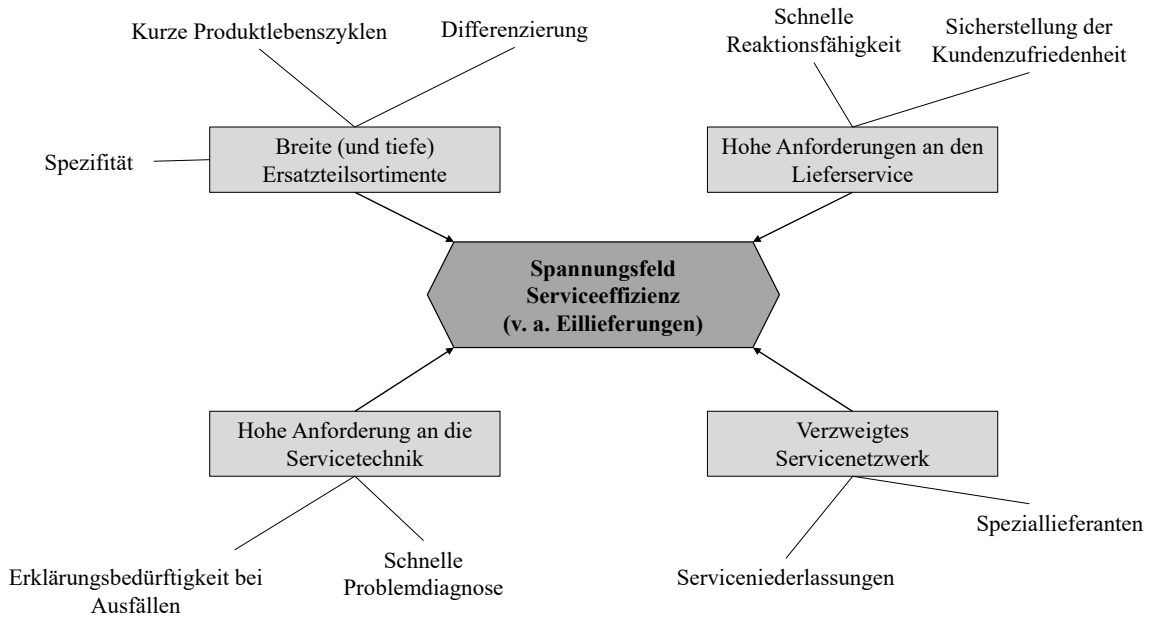

Abbildung 14: Das Spannungsfeld im ASM

Eillieferungen gehen meist direkt an den Betreiber und treten v. a. bei Maschinen und Anlagen im hochwertigen Bereich auf. Die Kundenzufriedenheit hängt maßgeblich von der Deckung dieser Bedarfe und damit der Reaktionsfähigkeit des Lieferservices ab. Eilaufträge bilden sich heraus, wenn es in Auslieferungslagern oder bei Kunden bzw. Betreibern selbst zu Fehlbeständen kommt. Sie sind durch ihre stark ausgeprägte reaktive Natur häufig nur mit Kurierdiensten umzusetzen. Die Reaktionsfähigkeit des OEMs wird wiederum determiniert durch die Inhomogenität sowie das Ausmaß des Ersatzteilsortiments und die Abhängigkeiten, die flussaufwärts zu Speziallieferanten mit teilweise langen Lieferzeiten bestehen. Weiterhin ist die Ersatzteilverfügbarkeit über systematisch positionierte Zentral- und Regionallager weltweit oder europaweit sicherzustellen. In einer standortübergreifenden Optimierung des ETMs ist unter Beachtung der Balance zwischen Servicegraden sowie Betriebs- und Bestandskosten daher auch der Lagerort festzulegen. In der Folge kann sich der OEM weit verzweigten und komplexen Netzwerken gegenüber sehen. Darüber hinaus kommt zur schlechten Planbarkeit der Bedarfe ihre Erklärungsbedürftigkeit hinzu, was im Austausch- und Reparaturservice ab der zweiten Leistungsebene Relevanz besitzt. So können die Anforderungen an die Beratung bei Eilaufträgen von besonderer Wichtigkeit sein, da ein Betreiber aufgrund eines unvorhergesehenen Ausfalls einer umfassenderen technischen Unterstützung in Bezug auf z. T. nicht mehr gefertigte Teile oder der schnellen Problemdiagnose bedarf. Dies ließe sich nur durch eine durchgängige Umsetzung kontinuierlicher Inspektionsstrategien und prädiktive Instandhaltungsmaßnahmen eindämmen, was jedoch wiederum Kosten für den OEM selbst verursacht (Amann, 2006, S. 360; Pfohl, 2018, S. 240; Vahrenkamp & Kotzab, 2012, S. 164f.).

Um den Kundenerwartungen zu entsprechen, versuchen Lieferanten häufig, Ersatzteillieferungen über den gesamten Lebenszyklus des Primärprodukts hinweg zu gewährleisten. Infolgedessen wird die Planbarkeit der Ersatzteilversorgung neben der Breite des Sortiments grundlegend durch die Natur der Ersatzteile als Sekundärprodukt bestimmt.

2.3.3 Spezifika der Ersatzteilversorgung im Primärproduktlebenszyklus

Mit dem Produktionsbeginn (Start of Production / SOP) startet die Herstellung des Primärproduktes. Während der Serienfertigung bis zum Produktionsende (End of Production / EOP) können Ersatzteile gemeinsam mit dem Primärprodukt bzw. den Komponenten des Primärprodukts gefertigt werden. Der Marktzyklus bezeichnet die Phase, in der das Primärprodukt ein Angebot auf dem Markt erfährt und endet kurz nach dem Fertigungszyklus. Für das ETM ist maßgeblich, dass sich Primärprodukte noch lange nach diesem Zeitpunkt bei den Kunden befinden können (s. Abbildung 15). Der Servicezyklus beginnt zwar mit dem Marktzyklus, endet allerdings häufig erst mit dem Lebenszyklus des Primärprodukts und dem damit einhergehenden End of Sale (EOS) von Ersatzteil- und Serviceleistungen. So lange Anlagen durch die Kunden genutzt werden, d. h., bis zum Ablauf der Lebensdauer, ist von der Nutzungsdauer zu sprechen (Bothe, 2003, S. 35f.). In der Investitionsgüterbranche kommen zu den bereits mehrfach angesprochenen kurzen Innovationszyklen lange Nutzungszeiten als Komplexitätstreiber der Ersatzteilplanung hinzu. Beträgt diese Dauer bei Automobilen ca. 15 Jahre, wird sie bei Anlagen mit bis zu 30 Jahren angegeben[55] (Bothe, 2003, S. 2; Quantschnig, 2010, S. 33; Wagner et al., 2012, S. 70).

So lange der Servicezyklus parallel zum Fertigungszyklus verläuft, wird die Ersatzteilversorgung durch die Serienfertigung und den hier vorliegenden Größendegressionseffekt abgedeckt. Eine größere Herausforderung stellt die Nachserienversorgung jenseits des EOPs dar, wenn diese Effekte aufgrund der endenden Primärproduktbereitstellung nicht mehr zu schaffen sind, Lieferanten die Versorgung mit Zulieferteilen beenden oder sich das Produktionsprogramm sowie die Technologien ändern (Bothe, 2003, S. 37; Schröter, 2006, S. 103, 108). Ein über Jahre anhaltendes Angebot bei nach wie vor hoher Flexibilität, kurzen Lieferzeiten und einer ausgeprägten Reaktionsfähigkeit steht abermals in Kontrast zur Kosteneffizienz, nach der Bestandskosten sowie der Verschrottungsaufwand möglichst gering zu halten sind (Voss, 2006, S. 112).

[55] Als Beispiele für die Langlebigkeit lassen sich Druckmaschinen, Werkzeugmaschinen und Steuerungssysteme anführen (Bothe, 2003, S. 19).

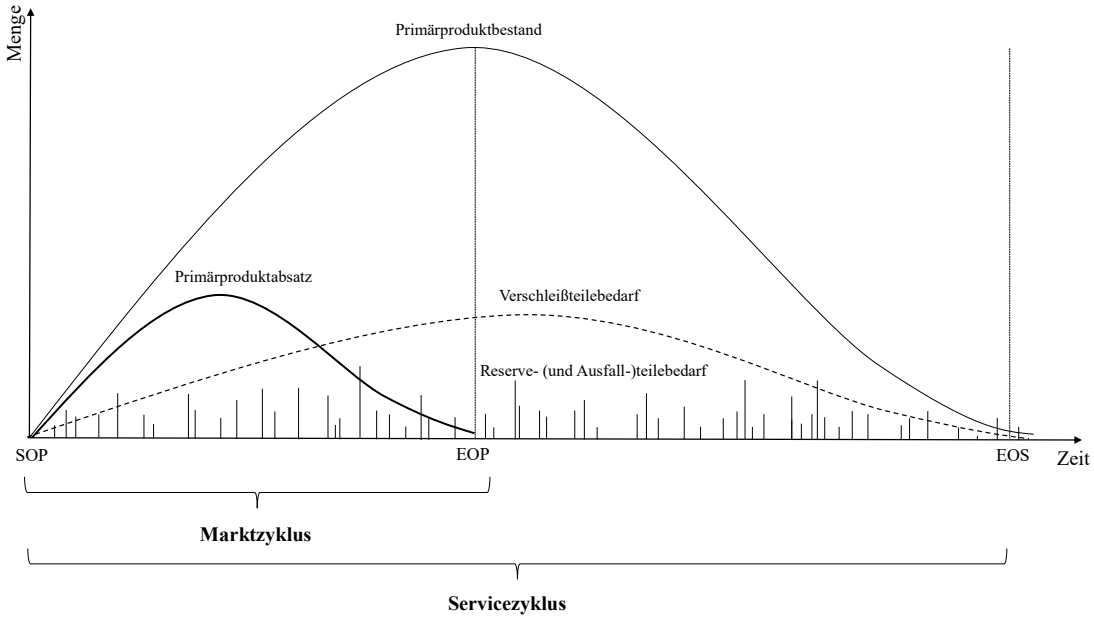

Abbildung 15: Skizzierte Ersatzteilbedarfe i. Abh. vom Primärproduktlebenszyklus[56]

Derartige Überlegungen entscheiden darüber, welche der in Tabelle 5 zusammengestellten Optionen der Nachserienversorgung infrage kommen. Eine Allzeitversorgung von Ersatzteilen kann bis zu 25 Jahre andauern und gilt im Zusammenhang mit der schnellen Belieferung des Kunden zum Wunschtermin als Absatzstrategie, um Durchlaufzeiten zu reduzieren (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 252). Insbesondere elektronische Komponenten lassen sich allerdings nicht über den gesamten Zeitraum vorhalten, da sie über eine nur eingeschränkte langfristige Lagerfähigkeit[57] verfügen. Infolge der zusätzlich hinzukommenden Faktoren der unsicheren und schwer einschätzbaren Nachfrage durch eher zufällige bzw. stochastische Ausfälle mit wenigen Vergleichsfällen und der hohen Werte ist die Bewirtschaftung dieser Ersatzteile gilt als besonders herausfordernd (Dombrowski & Quantschnig, 2009, S. 381; Dombrowski & Schulze, 2008, S. 444; Graf, 2005, S. 25). Auf der anderen Seite sind die Lebenszyklen elektronischer Produkte kurz, sodass die Ersatzteilversorgung evtl. nicht lang vorzunehmen ist, wenn es Substitute gibt (Strunz, 2012, S. 571). In diesem Zusammenhang ist in Betracht zu ziehen, ein Obsoleszenzmanagement einzurichten. Dieses ist dafür zuständig, die Konsequenzen aus Abkündigungen möglichst gering zu halten, bspw. durch die Sammlung von Marktinformationen, um auf andere Lieferanten auszuweichen. Im weiteren

[56] In Anlehnung an (Lasch, 2021, S. 399; Loukmidis & Luczak, 2006, S. 254).

[57] Diese wird bei Elektronikteilen mit ca. drei bis vier Jahren angegeben (Schröter, 2006, S. 103).

Sinne fallen dem Obsoleszenzmanagement Aufgaben zu, welche die Verhinderung des Eintretens der Veralterung bzw. der damit verbundenen Probleme zum Gegenstand haben (Dombrowski & Quantschnig, 2009, S. 383).[58]

Strategie	Voraussetzungen
Entnahme aus laufender Serie	• Abwärtskompatibilität • keine Beeinträchtigung von Innovationsbestrebungen
Redesign	• hohe Anforderungen an die Konstruktion • evtl. hohe Investitionskosten • evtl. Requalifizierung des technischen Personals
Endbevorratung	• prognostizierbarer Allzeitbedarf zur Verhinderung von Unter- und Überdeckung • langfristige Lagerfähigkeit
Nachfertigung (intern oder extern)	• kontinuierliche Nachfertigung durch Möglichkeiten der Etablierung von Fertigungseinrichtungen, z. B. Werkstatt • periodische Nachfertigung durch Möglichkeiten der Reaktivierung von Fertigungseinrichtungen (Abwägung mit Produktionsunterbrechungen und Rüstkosten) • Produktion der Nachfolgegeneration durchführbar
Wiederinstandsetzung	• Reparaturen realisierbar und wirtschaftlich
Wiederverwendung von Altteilen	• Rückkauf von Altanlagen vom Kunden möglich • Ausschlachtung (z. B. durch Dritte) realisierbar • keine sicherheitsrelevanten Komponenten und Teile

Tabelle 5: Optionen für die Nachserienversorgung[59]

Das meist kurzfristige Angebot der elektronischen Teile bedingt, dass das Ende der Serienfertigung relativ schnell erreicht wird, was auch die Nachfertigung zu einer unattraktiven Option der Nachserienversorgung macht, denn diese verursacht im Vergleich zum Aufwand niedrige Deckungsbeiträge. Darüber hinaus kann die Nachfertigung schlicht nicht realisierbar sein, weil zur Fertigung notwendiges Material nicht mehr am Markt verfügbar ist. Im Gegensatz dazu gilt die Nachfertigung mechanischer Komponenten durch Werkstätten als eher unproblematisch (Bothe, 2003, S. 3, 9; Graf, 2005, S. 29; Schröter, 2006, S. 101). Sollen Teile wiederverwendet oder repariert werden, besteht neben Schwierigkeiten, die sich aus der organisatorischen Integration ergeben, eine Unsicherheit darüber, wie viele der Altanlagen und -komponenten überhaupt genutzt werden können. Nicht alle Primärprodukte werden an den ursprünglichen Hersteller zurückgegeben, sondern auch an unabhängige Akteure,

[58] Bereits relativ kleine Verbesserungen der Lagerkonditionen verlangsamen die Degradierung. Auch die Verpackung von Ersatzteilen trägt dazu bei, das Material vor mechanischen und chemisch-physikalischen Einflüssen zu schützen (Schulte, 2013, S. 509; Van Volkenburg et al., 2014, S. 5).

[59] In Anlehnung an (Dombrowski & Schulze, 2008, S. 445f.; Schröter, 2006, S. 111f.).

insb. aufarbeitende Unternehmen. Zudem ist der Zustand der Altgeräte meist sehr unterschiedlich, sodass die Aufarbeitung evtl. nicht für jede Komponente sinnvoll ist (Schröter, 2006, S. 114). Daher kann es in diesem Fall von Vorteil sein, auf das Angebot freier, spezialisierter Teilehändler, Wiederverwerter und Instandsetzer zurückzugreifen (Bandow, 2008, S. 535f.). In der Praxis ist folglich eine Kombination der Versorgungsstrategien sinnhaft (Dombrowski & Schulze, 2008, S. 446f.). Die Forschung beschäftigt sich mit der Herausforderung, einen optimalen Ausgleich zwischen den Optionen der Nachserienversorgung zu finden. Jede der Optionen bringt hierbei Kosten und Nutzen mit sich, was umfangreiche Planungsprobleme erzeugt. Diese sind mathematisch bspw. über Entscheidungsbäume unter der eher nicht praktikablen Maßgabe der Quantifizierung aller maßgeblichen Kostenparameter zu lösen (Inderfurth & Mukherjee, 2008, S. 21ff.).

Der Punkt des Endes der Lieferverpflichtung (End of Delivery Obligation / EDO) ergibt sich schließlich aus den gesetzlichen Gegebenheiten oder den mit Kunden abgeschlossenen Versorgungsgarantien, ist aber nicht zwingend mit dem EOS gleichzusetzen (Bothe, 2003, S. 27). Je weiter die Zeit voranschreitet und je schneller technologische Entwicklungen vonstattengehen, umso eher nehmen Bauteileabkündigungen bei gleichzeitiger Abnahme des Primärproduktbestands zu. Erst dadurch kann sich der OEM dazu veranlasst sehen, das Ende des Verkaufs von Teilen und Leistungen bekannt zu geben. Nach dem EOS folgt die Auslaufphase mit der Einstellung der Ersatzteilversorgung und nur noch vereinzelten Lieferungen zu einem möglichst geringen Aufwand. Hier sind Absprachen mit den Kunden denkbar, nach denen lediglich die Bevorratung von Verschleißteilen mit geringem Wert erfolgt, während spezifische, teure (Reserve-)Teile wiederum nur gegen Kostenerstattung gelagert werden. Zudem kommt es in dieser Phase bei gegebener Wirtschaftlichkeit zum Rückkauf von Altanlagen und -geräten, um sie auf anderen Märkten gewinnbringend verkaufen zu können (Bothe, 2003, S. 37; Graf, 2005, S. 32; Luther, 2009, S. 20). Darüber hinaus sind regelmäßig Bestandsbereinigungen nicht mehr benötigter, ertragsloser oder nicht mehr beschaffbarer Elemente vorzunehmen. Diese finden in der Praxis jedoch zu selten oder nur sporadisch statt (Baumbach, 2004, S. 174ff.).

Um die Lebensphase in das Management von Ersatzteilen einfließen zu lassen, ist stets ein Überblick über die sich bei den Kunden befindlichen Primärprodukte zu behalten. Das spricht dafür, einen engen Kundenkontakt aufzubauen und zu pflegen, d. h., den Betreiber in die Wertschöpfungsprozesse des OEMs zu integrieren. Die Kompetenzen des ETMs erweitern sich folglich im Sinne eines Ersatzteil-Supply-Chain-Managements, das wiederum als Teilgebiet des SCMs angesehen werden kann. Hierbei ist die Zusammenarbeit mit Ersatzteillieferanten und Kunden anzustreben, um die Lieferfähigkeit abzusichern, welche gleichzeitig die Anlagenverfügbarkeit beim Betreiber determiniert, und Ersatzteilbestände entlang der Supply Chain zu optimieren (Cordes, 2018, S. 16f.). Darunter zählt gleichfalls

der Aufbau von entsprechenden Informationsflüssen, die für eigene und übergreifende Planungsprozesse des ETMs nutzbar sind. Nur so lassen sich Herausforderungen, wie etwa Abkündigungsprozesse und Obsoleszenz, gezielt bewältigen. Im Folgenden soll sich aus Sicht des OEMs im Schwerpunkt mit der Integration der Betreiber befasst werden.

2.3.4 Notwendigkeit und Vorteilhaftigkeit der Kundenintegration

Die Beschäftigung mit der Thematik des ASMs bedingt einen starken Fokus auf die Perspektive der Serviceanbieter. Die Kundensicht ist dabei jedoch nicht zu vernachlässigen, denn – wie bereits erläutert – gilt die Sicherstellung der Kundenzufriedenheit als bedeutender immaterieller Wert des Kundenkapitals sowie als Basis der Kundenbindung und damit der Effektivität im ASS (Baumbach, 2004, S. 23; Gladen, 2014, S. 136, 195). Enge Beziehungen zum Kunden liefern Informationen zum Nachfrageverhalten. Sie bilden die Grundlage zur optimalen Ausrichtung der Bevorratungsstrategie von Ersatzteilen. Dies ist v. a. im Hinblick auf Vorlaufzeiten und die Herausbildung des Bedarfs aus den gewählten Instandhaltungsstrategien der Betreiber heraus von Vorteil (Hariharan & Zipkin, 1995, S. 1600ff.). In Bezug auf die somit zu vollziehende Integration der Material- und Informationsflüsse im Sinne des SCMs und auf das in seiner Bedeutung stetig wachsende ETM, welches weder beim OEM noch beim Betreiber zwangsläufig bereits als eigener Bereich etabliert sein muss, erscheint es sinnhaft, den Aspekt der Restrukturierung einzubinden. Hierzu liefern Chen et al. (2009a) ein passendes Begriffsverständnis:

> „Thus, the term supply chain process integration […] is defined as a set of continuous restructuring activities aimed at seamlessly linking relevant business processes and reducing redundant or unnecessary processes within and across firms." (CHEN ET AL., 2009a, S. 29)

Als Ergebnis einer qualitativ ausgerichteten Studie stellen die Autoren weiterhin heraus, dass Kosten- und Kundenorientierung als Vorläufer der Supply-Chain-Integration gelten. Kosten- und Lagerbestandsreduzierungen sowie die Effizienzerhöhung repräsentieren hauptsächliche Treiber der Integration aus Kostensicht, während die Liefer- und eine schnelle Reaktionsfähigkeit aus Kundensicht anzuführen sind. Die Gewährleistung wertschaffender Integrationsprozesse ist nur dann gegeben, wenn sich auf beide Faktoren konzentriert wird (Chen et al., 2009a, S. 31).

Hinsichtlich des durch die Kundenintegration erzeugten Wertes im ASS unterscheiden Green et al. (2017) wiederum zwei Typen. Innerhalb des ersten Typs schaffen OEMs selbst Wert, indem zu der Herstellung eines physischen Produkts das Angebot von Services, die der Kunde als passiver Empfänger annimmt, erfolgt. Der Kundenkontext ist von keiner großen Bedeutung, da das Primärprodukt im Mittelpunkt steht und die Serviceleistungen als Zusatz fungieren. Die Komplexität des Managements steigt gemeinsam mit dem Umfang der angebotenen Services. Um die Verfügbarkeit des Primärprodukts zu erhöhen, können

Echtzeitinformationen bzgl. des Zustands sowie der Nutzung und Leistung des Primärprodukts erfasst werden, um eine verbesserte Instandhaltung und Ersatzteilversorgung zu sichern. Dieser Typ ist überall dort zu finden, wo objektive Messungen mit einem vertretbaren Aufwand durchzuführen sind und Angebote aufgrund der gering ausgeprägten Variabilität der Kunden leichter systematisiert werden können, z. B. im Fall standardisierter Primärprodukte. Der Maschinen- und Anlagenbau, insb. die Herstellung von Spezialanlagen, ist eher dem zweiten Typ zuzuordnen, bei welchem der Service selbst eine größere Beachtung erfährt. Der Kunde ist durch die Nutzung des Primärprodukts an der Wertschöpfung beteiligt, wodurch Ressourcen kombiniert werden können. Die Komplexität des Managements nimmt nicht nur mit den angebotenen Leistungen, sondern im Speziellen mit der Unterschiedlichkeit der Kundenkontexte zu. Risiken werden aktiv durch die Zusammenarbeit mit dem Kunden herabgesetzt, d. h., die Erfahrung des Kunden und das Wissen um die verschiedenen kontextuellen Faktoren wird genutzt, um die Vielfalt einzudämmen. Hierbei sind Informationsasymmetrien zu verringern, unvollständige Informationen zu vermeiden und mit entsprechenden Unsicherheiten umzugehen. Der zweite Typ ist dort anzutreffen, wo eine hohe Komplexität der Endprodukte sowie eine hohe Kundenvielfalt zusammenwirken und diese durch die Mitarbeiter sowie Daten- und Informationsströme kompensiert werden müssen (Green et al., 2017, S. 40ff.).

Die Kundenintegration ist folglich in Unternehmenskontexten des zweiten Typs von besonderer Signifikanz, wo sich hin zu einer Situation der gemeinsamen Entscheidungsfindung sowie geteilten Risiken und Ressourcen bewegt wird. Der Informationsaustausch repräsentiert das unbedingte Fundament (Uusipaavalniemi & Juga, 2009, S. 98). Der Austausch wird ermöglicht und determiniert durch die zur Verfügung stehende IuKT und deren Integration, der Effektivität des Schnittstellenmanagements sowie der Bereitschaft zur Informationsweitergabe (Baumbach, 2004, S. 192; Ryll & Freund, 2010, S. 87). Damit ist nicht allein die Bereitschaft des Betreibers gemeint, Informationen über sich und das genutzte Primärprodukt preiszugeben, sondern anders herum auch die Informationsbereitschaft eines OEMs bzw. Lieferanten, dem Kunden Informationen zum Status des Auftrags, des Liefertermins und -fortschritts bereitzustellen (Ryll & Freund, 2010, S. 42). Liegen hohe Folgekosten bei Nichtverfügbarkeit der Ersatzteile vor, sollte der Informationsfluss bzgl. der Bedarfsmeldung zur Auslösung von Ersatzteilaufträgen und deren Status daher möglichst lückenlos und ohne Zeitverzug erfolgen (Schulte, 2013, S. 509).

Neben diesem auf die Reduzierung der Unsicherheit des Betreibers abzielenden Effekt bilden Informationen zu Kundenanforderungen an den ASS gleichzeitig die Basis für die erfolgreiche Durchsetzung innovativer Geschäftsmodelle. Diese sollten für den Kunden jedoch einen unmissverständlich wahrgenommenen Wert bringen, welcher sich im Idealfall mithilfe von Methoden des Accountings auf quantitative Art und Weise ausdrücken lässt. Hierbei lassen sich vornehmlich die hohen Anlagenverfügbar- und -zuverlässigkeiten bzw.

die Kostenreduzierungen aufgrund geringer Stillstandszeiten durch die schnellere Reaktion auf Instandhaltungs- und Ersatzteilbedarfe sowie der geringere Bestand an Ersatzteilen, die der Betreiber selbst vorhalten muss, anführen. Die Geschäftsmodelle sind deshalb eng an den Kundenbedürfnissen auszurichten (Durugbo & Erkoyuncu, 2016, S. 545f.; Grant et al., 2013, S. 899f.; Song et al., 2014, S. 2257).

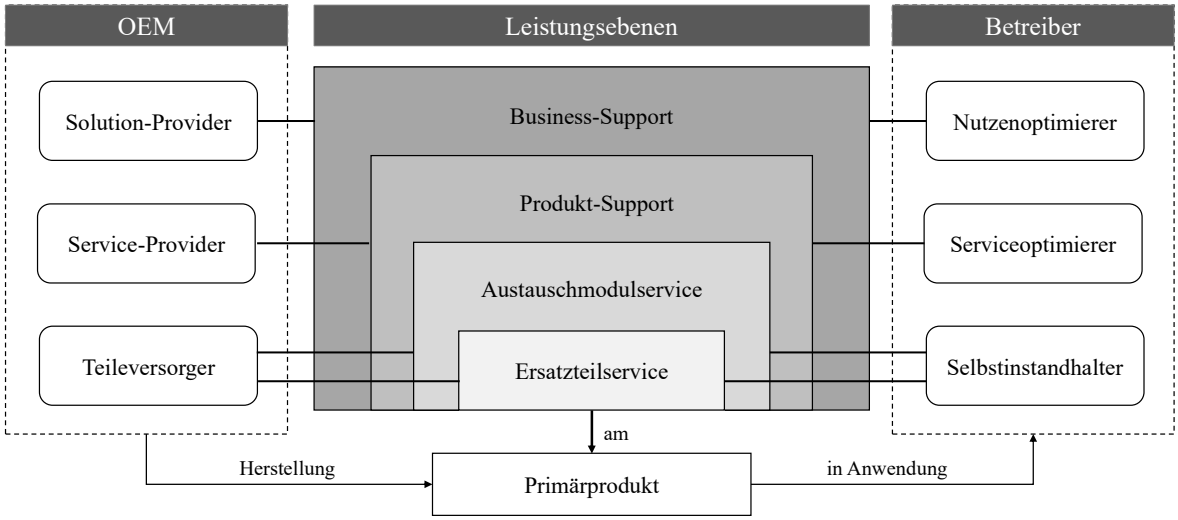

Abbildung 16: Leistungsebenen unter Einbeziehung des OEMs[60]

Der Grad an Kundenintegration und der Informationsaustausch weisen eine enge Verzahnung auf. Der Integrationsgrad richtet sich an dem Angebot einzeln zu vermarktender Serviceleistungen und der Breite des Spektrums in Form von Leistungen, die an Fremdanlagen durchgeführt werden, aus. Bezogen auf die in Kapitel 2.3.1 beschriebenen Leistungsebenen (s. Abbildung 16) impliziert das Auftreten des OEMs als Teileversorger, dass eine nur geringe Integration vorliegt, denn er kommt wenig mit den Betreibern in Kontakt und Lieferzeiten sowie Preise stehen im Vordergrund der Beziehung (Baumbach, 2004, S. 111ff.). Organisiert der Betreiber alle ersatzteillogistischen Prozesse strikt selbst, muss sich daher direkt am betreffenden Primärprodukt ausgerichtet werden (Bauer & Schmidt, 2011, S. 469f.).

Nimmt der OEM ein Outsourcing bestimmter Aktivitäten an eigene Lieferanten vor, ist es ihm im Nachgang durch frei werdende Kapazitäten möglich, Kunden dazu anzuhalten, Aktivitäten in größerem Maße an ihn zu vergeben. Somit wird er innerhalb der Supply Chain näher zum Betreiber gebracht, auch als Downstream Shift bezeichnet (Laine et al., 2010, S. 981). Generell ist zu sagen, dass zuallererst die Kenntnis der Instandhaltungspolitik des Betreibers sowohl die Ersatzteilbewirtschaftung des Anbieters positiv beeinflusst als auch den Weg für die Inanspruchnahme umfassenderer Leistungspakete ebnet. Geplante Instandsetzungen und Überholungen machen etwa lediglich einen Mindestbestand beim Betreiber notwendig, während präventive Instandhaltungen vergleichsweise zuverlässige Daten ver-

[60] In Anlehnung an (Baumbach, 2004, S. 103ff.).

gangener und zukünftiger Maßnahmen liefern, was auch die Genauigkeit der Losgrößenplanung des OEMs betrifft (Wannenwetsch, 2014, S. 380f.). Werden Kundenkontakte konsequent gepflegt, ist es Anbietern möglich, die Einsatzbedingungen und individuell auf Kunden ausgerichtete Instandhaltungspläne, die dann eher dem Produkt-Support zuzuordnen sind, zu ermitteln (Baumbach, 2004, S. 144f.).

Im Produkt-Support bieten Service-Provider je nach Individualitätsgrad einen niedrigen bis hohen Serviceumfang. Dieser reicht von einfachen Instandhaltungsleistungen, z. B. jährlichen Inspektionen und Reparaturen, mit einem geringen Kundenintegrationsgrad bis hin zu umfassenden und über einen langen Zeitraum stattfindenden Instandhaltungsleistungen mit der Ersatzteilversorgung und Materialbewirtschaftung im Lager des Betreibers in Form von Vendor Managed Inventory (VMI) oder Konsignation[61], woraus ein hoher Integrationsgrad folgt. Durch strenge Verfügbarkeitsanforderungen der Betreiber hervorgerufene hohe Ersatzteilbestände können durch eine gezieltere Zusammenarbeit und gemeinsame Analysen zwischen dem OEM, der auf eine umfassendere Erfahrung mit vielen Kunden zurückgreifen kann, und Betreibern reduziert werden. Dadurch ließen sich auf beiden Seiten Lagerhaltungskosten schmälern und eine höhere Lieferzuverlässigkeit erreichen. Je nach Integrationsgrad ist die Intensität des Informationsaustauschs anzupassen (Baader et al., 2006, S. 4; Baumbach, 2004, S. 115; Koch, 2004, S. 29; Trapero et al., 2012, S. 746).

Im Rahmen des Business-Supports erbringen die OEMs als Solution-Anbieter kundenindividuelle Leistungen, weshalb der Integrationsgrad am höchsten ist. Ohne aufeinander abgestimmte Informationsflüsse sind solche Betreibermodelle nicht zu realisieren (Baumbach, 2004, S. 116; Lay & Schröter, 2006, S. 335f.; Matyas, 2016, S. 185). Die hierzu abzuschließenden umfangreichen Serviceverträge schaffen eine Innovationen und Verbesserungen fördernde Umgebung, da beide Seiten die Bestrebung haben, die Qualität der Leistungen hochzuhalten und Risiken zu minimieren (Panesar & Markeset, 2008, S. 299f.). Um für den Kunden passende Serviceangebote zu erstellen, muss dessen Wertschöpfungsprozess bekannt sein. Allerdings gilt es als schwierig, einen verallgemeinerten Kundennutzen auszudrücken. Andersherum verursacht die Abbildung individueller Kundenbedürfnisse je nach Kundenstruktur einen kaum abschätzbaren Aufwand. Leistungen werden in der Konsequenz evtl. nur dann spezifischer auf den Kunden zugeschnitten, wenn der Betreiber eine deutliche Bereitschaft zur Inanspruchnahme signalisiert (Auramo & Ala-Risku, 2005, S. 334; Baumbach, 2004, S. 35; Strunz, 2012, S. 572).

Die Erweiterung des Portfolios an Service-Leistungen geht einher mit dem Management der dazu erforderlichen IuKT, deren Potenzial im Service-Bereich als signifikant angesehen wird. Technologische Entwicklungen repräsentieren Treiber in Bezug auf die Fähigkeit der OEMs, integrierte Serviceleistungen anzubieten, einen hohen Mehrwert zu stiften und den Informationsaustausch mit dem Kunden sowie die Vertrauenswürdigkeit zu fördern

[61] S. Kapitel 4.3.1.

(Durugbo, 2013, S. 5674ff.; Laine et al., 2010, S. 983; Rai & Sambamurthy, 2006, S. 328ff.). Bei Nutzung der ZOI und entsprechenden Frühwarnsystemen kann es auf beiden Seiten von Vorteil sein, eine Verbindung über multiple Kanäle und Medien anzustreben, sodass der OEM dazu in der Lage ist, immer wieder nachgefragte Ersatzteile JIT zu liefern. Die Zustandserfassung bedingt, dass es zu einer größeren Menge an auszutauschenden Daten kommt, was hohe Anforderungen an einen effektiven (Online-)Transfer, die Speicherung und die Datenauswertung stellt. Dies ist insb. im Produkt- und Business-Support gefragt (Schuh et al., 2013, S. 187; Strunz, 2012, S. 28; Wannenwetsch, 2014, S. 381).

Damit wurde die Forschungsfrage 1 auch aus Perspektive der OEMs beantwortet, wobei die Erkenntnisse allgemeiner auf Serviceanbieter erweiterbar sind. Der große Raum, den Daten und Informationen in Instandhaltung und ASS einnehmen, strahlt deutlich auf das ETM aus. Schließlich schlägt sich hier deren konkrete Nutzbarmachung insb. für Planungsprozesse der Ersatzteilbewirtschaftung nieder. Bevor auf diese Anwendung eingegangen werden kann, ist zu vertiefen, welche Abgrenzung zwischen Daten, Informationen und Wissen besteht und wie diese im Sinne ihrer Gewinnung systematisiert werden können.

3 Daten, Informationen und Wissen

Dass das IHM, ASM und untergeordnet insb. das ETM eine starke Verbindung zum Management von Daten, Informationen und Wissen aufweisen, wurde im vorangegangenen Kapitel mehrfach deutlich hervorgehoben. Aufgrund der Einbindung vielfältiger interner und externer Quellen steigen die Mengen an Daten und Informationen exponentiell an, weshalb es schwieriger wird, sie zielführend einzusetzen. Daraus leiten sich eine Reihe an Potenzialen bzw. Anreizen für Prozessverbesserungen und technologische Innovationen ab (Leidinger, 2017, S. 123). Bisher wurde aber noch nicht klar definiert, was unter den genannten Begrifflichkeiten, v. a. hinsichtlich des Unterschieds zwischen Daten und Informationen, überhaupt zu verstehen ist. Um sich strukturierter mit der Thematik auseinandersetzen zu können, sollen in diesem Kapitel vorerst entsprechende Abgrenzungen vorgenommen werden. Anschließend sind für das ETM potenziell relevante Daten und Informationen, die im Idealfall sowohl aus Betreiber- als auch aus OEM-Sicht vorliegen sollten, zu definieren und zu diskutieren. Damit bildet das Kapitel das Fundament für die Nachvollziehbarkeit von Planungsprozessen des ETMs, welche schließlich durch Daten und Informationen erleichtert bzw. erst ermöglicht werden.

3.1 Das Management von Daten, Informationen und Wissen

3.1.1 Begriffliche Abgrenzungen

Die Durchführung von Tätigkeiten im Unternehmen sowie die Nutzung betrieblicher Anwendungssysteme bzw. Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP-Systeme) erzeugen Daten (Heinrich et al., 2014, S. 283). Daten bestehen aus Zeichen, welche einem Zeichenvorrat entnommen und unter der Befolgung von Syntaxregeln angeordnet werden. Daten liegen unabhängig vom Kontext als Einzelsymbole vor und wirken kaum bis nicht verhaltenssteuernd, denn sie gelten als roh und unverbunden (Bodendorf, 2003, S. 1f.; Eppler, 2010, S. 21). Als Datenelemente werden einzelne Attribute eines Datenobjekts als kleine auswertungsfähige und adressierbare Einheiten bezeichnet, bspw. Materialnummern oder der zugewiesene Preis. In einen logischen Zusammenhang gebrachte Datenelemente bilden einen Datensatz, z. B. alle zu einem Material gehörenden Elemente, zu denen die Bezeichnung und Nummer sowie der Preis und die zugewiesene Gruppe gehören können. Gleichartige und zusammengehörige Datensätze finden ihre Zusammenfassung in einer Datei. In Datenbanken werden Dateien gesammelt und in logische Abhängigkeiten gebracht. Als Beispiel lässt sich hier die Lieferantendatenbank anführen (Schulte, 2013, S. 80f.). Bei der manuellen Datenerfassung erfolgt die Durchführung eigenständig durch einen Mitarbeiter, bspw. in Form einer handschriftlichen Aufzeichnung oder der systemseitigen Eingabe. Sie ist zwar günstig und flexibel, jedoch fehleranfällig. Zudem entsteht ein Zusatzaufwand bei

der Digitalisierung handschriftlicher Notizen. Wird die Erfassung zwar durch den Mitarbeiter ausgelöst, die Durchführung aber mithilfe eines Datenerfassungsgeräts – etwa einem Handscanner – vorgenommen, ist von einer halbautomatischen Datenerfassung zu sprechen. Bei der automatischen Datenerfassung übernimmt ein Datenerfassungsgerät sowohl alle Funktionen als auch die Steuerung ebendieser Erfassung (Schulte, 2013, S. 92f.).

Die Zuweisung eines Zwecks und einer Bedeutung bzw. Semantik sowie die gezielte Verbindung der zweckneutralen Daten bewirken deren Umwandlung in zweckgerichtete Informationen. Informationen nehmen Einfluss auf die Wahrnehmung des Empfängers bzgl. eines Sachverhalts. Davon betroffen ist die Beurteilung des Kontexts durch das Hinzufügen von Begriffen und Vorstellungen (Bodendorf, 2003, S. 1; Eppler, 2010, S. 22; Schulte, 2013, S. 80). Um eine Weiterverarbeitung durch Individuen zu erfahren, müssen Informationen als bedeutungsvoll erkannt und ihr Inhalt verstanden werden. Informationen in einer Maschine weisen demnach lediglich einen Potenzialcharakter auf, wenn eine menschliche Handlung erforderlich ist (Schneider, 1990, S. 163; Schütte, 1998, S. 5). Sie werden zuerst gewonnen, anschließend – bspw. mithilfe von Verdichtung – verarbeitet oder umgewandelt, gespeichert und schließlich übermittelt bzw. weitergegeben. Unter die Kommunikation fallen sowohl die Informationsweitergabe von einer zur anderen Stelle als auch alle Funktionen, die damit zusammenhängen (Sturm, 2006, S. 34). Die Kommunikation erzeugt Informationen, die wiederum zum Ziel haben, Handlungen auszulösen und Entscheidungen voranzubringen. Ohne Informationen ist es nicht möglich, zu kommunizieren, so wie die Erzeugung von Informationen umgekehrt nicht ohne Kommunikation funktioniert. Sie ist „die Beziehung, die zwischen Menschen, Lebewesen, maschinellen Systemen oder Geräten durch Austausch von Nachrichten, im allgemeinen Sinne zwischen den Elementen eines Systems besteht“ (HEINRICH ET AL., 2014, S. 14). Der Kommunikation kommt eine bedeutende Rolle als Einflussfaktor der funktionierenden inner- und außerbetrieblichen Arbeitsteilung einer Organisation zu (Schulte, 2013, S. 114).

Durch Verknüpfung und Vernetzung der Informationen sowie durch die zweckgerichtete Kombination mit Erfahrungen des Empfängers bzgl. der in der Wirklichkeit bestehenden Gesetzmäßigkeiten wird Wissen erzeugt. Dies ist v. a. in Verbindung mit der Aufstellung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen relevant. Wissen ist stark kontextabhängig und wirkt wie die Informationen verhaltenssteuernd, da es sich in Verhaltensmustern, Fähigkeiten und Kenntnissen ausdrückt (Bodendorf, 2003, S. 1f.; Sturm, 2006, S. 63). Informationen repräsentieren potenzielles Wissen, das eine Verinnerlichung des Anwenders zur korrekten Interpretation und Verbindung mit angrenzendem Wissen erfordert (Eppler, 2010, S. 22). Ferner ist das Wissen die Fähigkeit eines Individuums, Informationen und deren Anwendung im passenden Kontext überhaupt zu verstehen bzw. zuzulassen. Mithilfe der durch Wissen geschaffenen Wissensobjekte – etwa Theorien, Modellen über Geschäftsprozesse, Werkzeu-

gen, Standards, Arbeitsanweisungen, Techniken oder bloßen Ideen, welche Wissen widerspiegeln – können Daten und Informationen erst ihrer Bestimmung, den Entscheidungsprozess zu unterstützen, zugeführt werden (Heinrich et al., 2014, S. 319; Murthy et al., 2015, S. 103). Entscheidungen erzeugen wiederum sowohl Daten als auch Informationen und tragen infolge der Erfahrungsgewinnung zu einer Anreicherung von Wissen bei.

Ist es möglich, Wissen formal, d. h., in Zahlen und Worten sowie unabhängig von an der Wissensentwicklung beteiligten Personen auszudrücken, ist von explizitem Wissen auszugehen. Explizites Wissen kann effizient und strukturiert in Dokumenten, Handbüchern, Plänen und Datenbanken gespeichert und übertragen werden (Sturm, 2006, S. 64; Völker et al., 2012, S. 168). Informationen stellen laut dieser Definition explizites Wissen dar. Als Herausforderung gelten die Verwaltung und Nutzbarmachung von implizitem Wissen. Dieses hat seinen Ursprung in Erfahrungen und individuellen Handlungen. Es ist an die über das Wissen verfügende Person gebunden und ist i. Allg. nicht unmittelbar verfügbar, da es nur schwer mitteilbar ist und kaum in simpler Form verschriftlicht werden kann (Heinrich et al., 2014, S. 318; Sturm, 2006, S. 64; Völker et al., 2012, S. 168). Ist es im Fall routinierter Handlungen zwar ratsam, eine Bewusstmachung impliziten Wissens zu vermeiden, ist es doch generell anzustreben, das individuelle unausgesprochene Wissen zu extrahieren und zu externalisieren, um es für die Organisation durch Hinzufügen zur organisationalen Wissensbasis[62] nutzbar zu machen (Abernethy et al., 2005, S. 137; Franken & Franken, 2011, S. 35). Die Aggregation der geschilderten Zusammenhänge ist Abbildung 17 zu entnehmen.

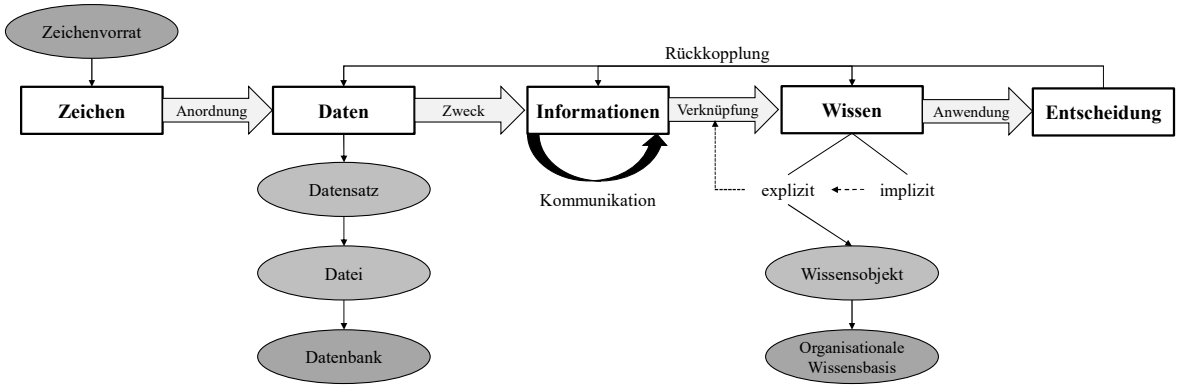

Abbildung 17: Begriffliche Zusammenhänge im Prozess vom Zeichen zur Entscheidung

Eine trennscharfe Unterscheidung zwischen Daten, Informationen und Wissen ist nicht zu leisten, eher ist von einem Kontinuum zu sprechen. So können auch Daten Informationscharakter besitzen, bspw. in Form von Aussagen als Vorstrukturierung einer Theorie oder Quasi-Theorie. Derlei Daten sind nur in Zusammenhang mit den Theorien zu interpretieren

[62] Die organisationale Wissensbasis besteht aus den frei zugänglichen Wissensbeständen eines Unternehmens bzw. einer Organisation und ist infolge des organisationalen Lernens veränderlicher Natur (Sturm, 2006, S. 64; Völker et al., 2012, S. 169).

und treten demnach nicht unabhängig vom Kontext auf. Die Erfassung der Daten setzt weiterhin zumindest Annahmen bzgl. der Strukturierung des Gegenstandsbereichs voraus, was sich schließlich auf die Strukturiertheit der daraus gewonnen Informationen niederschlägt (Schütte, 1998, S. 3). Die Zweckorientierung bzw. der Zweckzusammenhang gilt als wichtiger Verbindungspunkt zwischen Informationen und Wissen. Nur wenn eine Absicht, das Wissen zu verwenden, vorliegt, ist von einer Zweckorientierung zu sprechen. Diese wiederum führt zu Informationen, die aus Wissen generiert werden, um Ungewissheiten einzudämmen. Informationen, die zweckorientiert in Mitteilungen oder Nachrichten an Empfänger versandt werden, erzeugen bei ebendiesem als Effekt des Zweckzusammenhangs Wissen (Bodendorf, 2003, S. 2; Heinrich et al., 2014, S. 14; Sturm, 2006, S. 33). Ohne ein Verständnis können Informationen de facto nicht entstehen. Sie hängen vom Wissensstand des Empfängers und vom Situations- sowie Handlungszusammenhang ab. Erst, wenn der Wissensstand entsprechende Aussagen erlaubt, sind Feststellungen zum Gehalt der Informationen anzustellen (Schütte, 1998, S. 2). Informationen repräsentieren folglich sowohl Produktionsfaktoren als auch den Output wissensintensiver Prozesse, weshalb es notwendig ist, sie angemessen zu managen (Eppler, 2010, S. 22).

3.1.2 Das Daten- und Informationsmanagement

Daten, Informationen und Wissen treten in Unternehmen als zu planende, organisierende und verwertende Ressourcen, die beliebig teilbar sind, auf. Speziell Informationen und Wissen sind als Leistungsfaktoren, die als verkehrsfähige Wirtschaftsgüter die Wettbewerbsfähigkeit und den langfristigen Erfolg der Unternehmen beeinflussen, zu verstehen (Bodendorf, 2003, S. 2; Känel, 2018, S. 331; Wall, 2006, S. 45). Es ist sowohl möglich, dass es an den Ressourcen fehlt, wodurch die Entscheidungsfähigkeit eingeschränkt wird, als auch die Situation eintreten kann, dass ein Überangebot vorliegt, worunter die Übersichtlichkeit leidet. Beides ist durch gezieltes Management möglichst zu vermeiden (Bodendorf, 2003, S. 2; Sturm, 2006, S. 33f.).

Das Datenmanagement konzentriert sich auf die Sammlung und Analyse strukturierter sowie unstrukturierter Datenbestände. Während der Sammlung gilt es, abhängig vom Anwendungskontext, interne und externe Daten zu erfassen und zu erwerben. Es ist zu klären, woher sie gewonnen werden können und wer für die Erfassung und Bearbeitung zuständig ist. Dabei sollte deutlich sein, welche Aufgabenträger welche Daten für gewisse Aufgabenbereiche nutzen bzw. welche Auswertungen nötig sind und welche Anforderungen damit einhergehen. Die planenden, steuernden und kontrollierenden Aktivitäten des Datenmanagements sind deshalb bereits an die angestrebte Informationsversorgung der Aufgabenträger anzupassen, denn es bildet die Voraussetzung der Deckung von Informationsangebot und -nachfrage. Schon bei der Sammlung ist auf die Datenqualität zu achten. In der Datenanalyse wird sich unter dem Rückgriff auf vorausgehende Informationsbedarfsanalysen damit be-

schäftigt, welche Daten konkret für die Leistungserstellung anzuwenden sind. Die Datenbestände sind schließlich dahingehend zu verifizieren und zu säubern (Heinrich et al., 2014, S. 282; Murthy et al., 2015, S. 103f.).

Daten, die im Vorhinein hinsichtlich der Prozesse ausgewählt und vorstrukturiert wurden, lassen sich in Managementsystemen ablegen und speichern, um sie im Bedarfsfall schnell verfügbar zu machen. Sollte ein für das Unternehmen angepasstes Spezialsystem vorliegen, ist auf die effektive Ausgestaltung der jeweiligen Schnittstellen sowie auf das Zusammenwirken, die Einbettung und die Integration von u. U. vorgenommenen Einzelprogrammierungen zu achten (Hänsch & Endig, 2010, S. 236ff.). Derartige Insellösungen zählen zu der nicht-integrierten Abwicklungssoftware, da sie sich auf individuelle Anwendungsfelder und Aufgaben konzentrieren, hervorgerufen bspw. durch funktionale Organisationen (Schulte, 2013, S. 133). Kommt es durch eine Unverbundenheit der Systeme zu einer unterschiedlichen Veralterung und Strukturierung von Daten mit ihren eigenen Formaten in Softwaresystemen des Unternehmens, kann dies aufgrund der Uneinheitlichkeit zu hohen Aufwänden der Nachbearbeitung und zu Redundanzen in den Systemen führen (Hänsch & Endig, 2010, S. 258; Schulte, 2013, S. 82). Insbesondere bei Unternehmen, die über viele Tochtergesellschaften verfügen, stellen Systeme, die nicht alle Prozesse abdecken, ein Problem dar, sofern die Nutzung nicht durchgängig gleich erfolgt (Schulte, 2013, S. 134).

Das Informationsmanagement zielt übergeordnet auf die Nutzung von Informationen ab und umfasst dementsprechend auch deren Beschaffung und Bereitstellung (Känel, 2018, S. 333). Damit verbunden ist das Leitungshandeln bzw. diejenigen Führungsaufgaben, welche sich mit Informationen und der Kommunikation auseinandersetzen. Darunter fällt das Management der Schnittstellen sowie der Generierungs-, Speicher-, Verarbeitungs- und Verteilungstätigkeiten (Heinrich et al., 2014, S. 18; Schneider, 1990, S. 114). Das technologieorientierte Informationsmanagement setzt den Fokus auf die IuKT und wird dafür kritisiert, sich zu wenig mit dem Verhalten der die Technologien anwendenden Akteure auseinanderzusetzen (Wall, 2006, S. 44). Auch die Betrachtung der Informationen als reine Ressource in Verbindung mit Faktorkombinationen vernachlässigt die Beachtung der Verhaltenswissenschaften (Schneider, 1990, S. 129). Im informationsorientierten Informationsmanagement[63] liegt die Konzentration stärker auf der tatsächlichen Nutzung der Informationen. Zwar ist der Umgang mit Informationstechnologien weiterhin ein wichtiger Punkt. Der Ressourcencharakter in Relation zum menschlichen Informationsverhalten ist aber von zentralem Belang. Zudem erhalten Bedingungen, unter welchen die Erstellung der Informationen erfolgt, sowie die Kommunikation und Verarbeitung mehr Aufmerksamkeit. Der Inhalt der Informationen ist vorerst wichtiger als die Form, weshalb sowohl strukturierte als auch unstrukturierte, interne

[63] An diesem soll sich im Folgenden orientiert werden. Hierbei ist davon auszugehen, dass das Informationsmanagement nicht als eigene Abteilung fungiert, sondern in die Funktionen von IHM, ASM und ETM integriert ist.

und externe ebenso wie elektronische und nicht-elektronische Informationen unter dieses Verständnis fallen (Wall, 2006, S. 45ff.).

Die Herausforderung des Informationsmanagements besteht daraus abgeleitet darin, alle Informationen, die potenziell genutzt werden können, auch für die effektive Entscheidungsfindung einzusetzen (Kumar & Muthuvelayutham, 2014, S. 76). Hierbei ist zwischen dem direkten und indirekten Informationsmanagement zu unterschieden. Im direkten Informationsmanagement werden den Akteuren die Informationen unmittelbar zur Verfügung gestellt. Die Aufbereitung der Daten geschieht so, dass das Treffen der Entscheidungen direkt erfolgen kann. Im indirekten Informationsmanagement wiederum sind institutionelle Vorkehrungen, d. h. Anreizsysteme und die Informationstechnik (IT), zu schaffen, um Akteure zu einer Informationsentscheidung zu bringen, sodass sie die Informationen tatsächlich anwenden (Wall, 2006, S. 80f.).

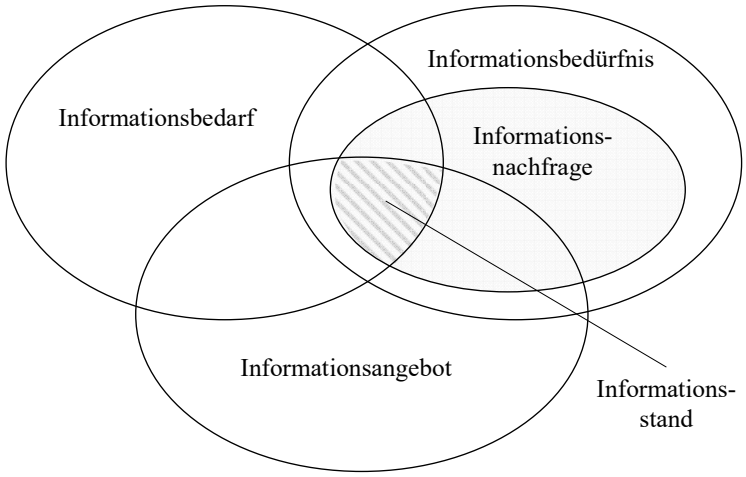

Abbildung 18: Einordnung der Informationsnachfrage[64]

Das hauptsächliche übergeordnete Ziel des Informationsmanagements ist das Zusammenbringen der in Abbildung 18 erkenntlichen Mengen an Informationen. Der Informationsbedarf ist objektiv und bezeichnet die Menge an Informationen, die zur Aufgabenerfüllung benötigt wird. Er ist aus der Aufgabenanalyse abzuleiten, was sich nach den Möglichkeiten der Systematisierung und damit der Strukturiertheit einer Aufgabe richtet, d. h., inwiefern konkrete Input-Output-Beziehungen auszumachen sind. Der Bedarf ist stetig an die sich verändernden Aufgaben anzupassen. Dies gilt v. a. für Informationsbedarfe, deren Ableitung nur inkrementell durch sich wiederholende Prüfung und Anwendung erfolgt. Das Informationsbedürfnis ist subjektiv und repräsentiert die Informationen, deren Benutzung ein Aufgabenträger anstrebt. Es entsteht infolge eines ebenso subjektiven Informationsdefizits. Daraus entwickelt sich das Verhalten des Individuums, Informationen zur Aufgabenerfüllung zu suchen, sie zu selektieren und schließlich zu verwenden. Je risikoscheuer ein Aufgabenträger agiert, umso größer ist dessen Informationsbedürfnis zur Lösung eines Problems,

64 In Anlehnung an (Picot, 1988, S. 246).

während Routine und hohe Selbstsicherheit das Gegenteil zur Folge haben. Das tatsächlich vom Aufgabenträger artikulierte Informationsbedürfnis bildet die Teilmenge der nachgefragten Informationen. Da sich das Informationsmanagement an der Informationsnachfrage orientiert, sollten Aufgabenträger dazu angehalten werden, ihr Informationsbedürfnis zu äußern. Die Schnittmenge aus Informationsbedarf, Informationsnachfrage und Informationsangebot – als alle vom Unternehmen bereitgestellten Informationen – bildet den Informationsstand, welcher im Optimalfall die komplette Deckung aller Mengen darstellt (Heinrich et al., 2014, S. 53ff.; Picot, 1988, S. 236f.; Schneider, 1990, S. 233f.; Wall, 2006, S. 47).

Die Deckung des Informationsbedarfs und der Informationsnachfrage wird durch das Informationsmanagement geplant, organisiert, kontrolliert und kontinuierlich aktualisiert. Ziel ist es, dem Aufgabenträger anforderungsgerechte Informationen zur Verfügung zu stellen, um die Interpretation und damit die darauffolgende Erzeugung neuer Informationen zu erleichtern. Hierzu sind Informationssysteme[65] einzusetzen, die außerdem zu Verbesserungsmaßnahmen beitragen, wenn das Angebot nicht dem Bedarf und der Nachfrage entspricht. Zur Anpassung des Angebots ist nachträglich einzuschätzen, ob die Informationen zur Erfüllung des Zwecks ausreichend waren. Ist dies nicht der Fall, sollte die Informationsnachfrage vor der Erweiterung des Angebots genauer spezifiziert werden (Gladen, 2014, S. 4ff.; Krcmar, 2015, S. 10ff.).

Ein optimaler Ausgleich zwischen den Informationsmengen ist zwar anzustreben, aber nur schwer zu erreichen. Die dabei denkbaren Situationen sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Die Informationsversorgung ist als unvollkommen zu bezeichnen, wenn sich Angebot, Bedarf und Bedürfnis nicht entsprechen. Um die Datenbestände als Fundament der Informationsversorgung aktuell zu halten und sowohl Datenüber- als auch Datenunterversorgung zu verhindern, wäre eine permanente Datenanalyse notwendig. Diese Verfahrensweise gewährleistet eine Informationsanreicherung der Informationssysteme. Dazu sind sowohl die Mitarbeiter als auch das Management gefordert. Dem Nachfrager sollte entsprechend bekannt sein, welche Informationen – insb. aus objektiver Sicht – tatsächlich relevant sind (Gladen, 2014, S. 7; Heinrich et al., 2014, S. 284). Entscheidungen unter Sicherheit implizieren das vollkommene Vorliegen aller benötigten Informationen. Zur Erreichung dieses Umstands sollten sowohl alle Zusammenhänge als auch Ziele, Ergebnisse und Konsequenzen bekannt sein, was kaum zu verwirklichen ist. Eher finden Entscheidungen unter Risiko oder Ungewissheit statt. Risiken implizieren, dass sich Aussagen zu Eintrittswahrscheinlichkeiten entweder als objektive oder subjektive Einschätzungen definieren lassen. Im Fall von Ungewissheit werden keine Wahrscheinlichkeitsangaben zu den Handlungsalternativen getätigt,

[65] „Ein IT-gestütztes logistisches Informationssystem stellt die Gesamtheit der Hard- und Software, Daten, Netzwerke und Personen dar, die der Unterstützung aller logistischen Planungs-, Abwicklungs-, Kontroll- und Steuerungsaufgaben dienen“ (SCHULTE, 2013, S. 70).

weil nicht alle Alternativen, Konsequenzen und Wahrscheinlichkeiten bekannt sind oder die verfügbaren Informationen nicht umfassend genug sind, um Wahrscheinlichkeiten abzuleiten. Infolgedessen wird sich eher auf subjektive und auf Erfahrung beruhende Einschätzungen berufen (Corsten & Corsten, 2014, S. 256; Hafenbrädl et al., 2016, S. 217; Känel, 2018, S. 331; Sturm, 2006, S. 15f.).

Angebot	Bedarf	Nachfrage	Konsequenz	Gegenmaßnahme
ja	nein	nein	• Überangebot	• keine weitere Erfassung
ja	nein	ja	• Überangebot, z. B. aus Neugier	• konsequente Filterung • Anpassung des Informationssystems • Schnittstellenmanagement
ja	ja	nein	• keine Beachtung der Informationen durch den Mitarbeiter	• Schulungsmaßnahmen
nein	nein	ja	• Informationen für den Geschäftsprozess nicht relevant	• Mitarbeiter über Bedarf und Angebot in Kenntnis setzen
nein	ja	ja	• Informationen für den Geschäftsprozess notwendig, aber keine Bereitstellung • Informationsdefizit	• Informationsangebot erweitern
nein	ja	nein	• Informationen für Geschäftsprozess notwendig, jedoch durch Mitarbeiter nicht erkannt • keine Bereitstellung	• Information bereitstellen • Schulungsmaßnahmen
ja	ja	ja	• optimale Versorgung	

Tabelle 6: Das Verhältnis von Informationsangebot, -bedarf und -bedürfnis[66]

Für den Nachfrager stiften Informationen Wert, sofern sie die Umsetzung in ein objektiv oder subjektiv sinnvolles Handeln erfahren können. Der Wert ist abhängig vom Kontext und der Zeit der Anwendung und kann sich verändern, indem Informationen hinzugefügt, spezifiziert, gefiltert oder gelöscht werden (Krcmar, 2015, S. 5f.). Im Informationsmanagement kommt es im Zuge der Ausweitung des Informationsstandes zu dem traditionellen Trade-off

66 In Anlehnung an (Heinrich et al., 2014, S. 68ff.).

zwischen Kosten und Nutzen. Zwar verbessern zusätzliche Informationen die Entscheidungsfähigkeit von Aufgabenträgern, verursachen jedoch Kosten, da die Informationen erst beschafft, verarbeitet und übertragen werden müssen (Wall, 2006, S. 119). Welchen Wert die Informationen tatsächlich bringen, ist maßgeblich von ihrer Qualität abhängig.

3.1.3 Der Wert und die Qualität von Informationen

Die Bewertung von Informationen ist in die Organisationsstrukturen und die Kultur des Unternehmens eingebettet, denn diese bilden den Rahmen für die Zugänglichkeit zu Informationen und beeinflussen damit auch ihre Bewertung (Schneider, 1990, S. 170). Zu unterscheiden sind der normative, der realistische und der subjektive Wert (s. Abbildung 19).

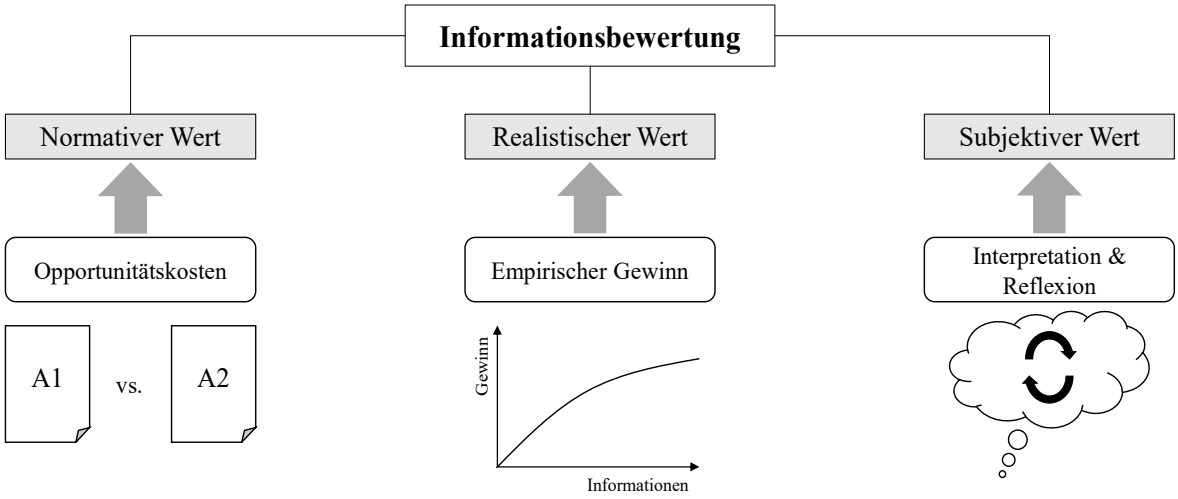

Abbildung 19: Formen der Informationsbewertung[67]

Der normative Wert ergibt sich aus dem Vergleich zweier Alternativen, d. h., auf der einen Seite wird die Entscheidung ohne und auf der anderen Seite die Entscheidung mit der zusätzlichen Information betrachtet, wobei Opportunitätskosten zu ermitteln sind. Eine Eignung dieses Ansatzes liegt eher bei vollständigen Informationen vor. Er ist in der Realität kaum vorzufinden, denn eine repräsentative Berechnung kann nur ex post erfolgen. Dennoch ist der Ansatz erfolgversprechender als die Prognose eines Nutzenwertes, da auf bereits vorliegende Erfahrungen zurückgegriffen wird und die Auswirkungen auf die Zielgrößen bekannt oder zuverlässiger abzuschätzen sind (Krcmar, 2015, S. 36; Schneider, 1990, S. 165f.). Die Bestimmung eines Zusatznutzens in Hinblick auf zukünftige Managemententscheidungen erfolgt allerdings eher ex ante in Form von Erwartungswerten. Deren Berechnung kann eine hohe Komplexität annehmen, weil sie sich auf konkrete Entscheidungen beziehen sollte und die Nutzenkriterien u. U. subjektiver Natur, nicht transparent und schwierig nachvollziehbar sind (Schneider, 1990, S. 171ff.). Der realistische Informationswert orientiert sich

[67] In Anlehnung an (Krcmar, 2015, S. 36f.).

am empirisch messbaren Gewinn, das bedeutet am Wert der mithilfe der Informationen ermöglichten Entscheidungen. Hierzu ist es notwendig, Variablen, die den Wert beeinflussen, konstant zu halten. Das ist in der Realität nur dann möglich, wenn die Ermittlungskosten nicht zu hoch sind oder eine realitätsnahe Simulation als durchführbar gilt. Der subjektive Wert entspringt den im Unternehmen häufig unsicheren Entscheidungen und Dynamiken, weil schnelle Reaktionen erforderlich sind bzw. individuell getroffen werden. Auch seine Bestimmung kann nur ex post erfolgen, da er stark situationsabhängig ist und eine nachträgliche Reflexion erfordert (Krcmar, 2015, S. 37). Der Wert der Information ist in diesem Fall die Interpretation des Anwenders und basiert auf erlerntem Wissen (Schneider, 1990, S. 158f.).

Individuen sind an der Maximierung des eigenen Nutzens interessiert, was opportunistisches Verhalten nach sich ziehen kann und im Informationsmanagement zu kontrollieren ist (Wall, 2006, S. 32). Je zufriedener die Entscheider mit der Ausgangssituation sind, umso geringer ist die Motivation, auf eine subjektiv empfundene kostenintensive Informationssuche zu gehen. Beispielsweise können schnelle und sparsame Heuristiken der Anwendung komplexer Methoden und Modelle der Entscheidungsunterstützung vorgezogen werden, wenn die Ergebnisse aus Sicht der Entscheidungsträger zufriedenstellend sind. Innerhalb der Entscheidungslehre gilt es als optimal, den vorgegebenen Weg ohne zusätzliche Information zu folgen, sofern die Kosten der Informationserhebung bei niedriger Varietät der möglichen Entscheidungsergebnisse hoch sind. Unternehmen sollten dann in eine ausgeweitete Informationserhebung investieren, wenn sowohl die Kosten als auch die Ergebnisvarietät gering sind, um das Risiko der Investition zu minimieren (Azar, 2014, S. 1745ff.). Liegen konkrete Planungsalternativen vor, ist etwa eine heuristische Nutzwertanalyse[68] mit anschließender Bildung eines Rankings denkbar, v. a. dann, wenn sich Kosten nicht genau bestimmen lassen (Pawellek, 2016, S. 44f.).

Als unpraktikabel ist hingegen die Grenzkosten- und -ertragsermittlung zu bezeichnen, da es als kaum machbar erscheint, alle verbesserten Entscheidungen zu identifizieren. Deshalb bieten sich Wirtschaftlichkeitsrechnungen eher in Zusammenhang mit konkreten technischen und technologischen Anschaffungen an. Gerade für Prozesse, deren Output schlecht messbar ist, stellt dies ein Hindernis für evtl. hilfreiche Investitionen in eine zusätzliche Informationsbeschaffung dar, denn das Wissen um anfallende Kosten wiegt so mit hoher Wahrscheinlichkeit stärker als der unklare Nutzen (Krcmar, 2015, S. 37; Schneider, 1990, S. 166ff.). Daraus lässt sich ableiten, dass der Wert sowie die Kosten von Informationen stark kontext- und situationsabhängig sind und in Verbindung mit der anwendenden Person, dem konkreten Anwendungsfall und den weiteren Alternativen stehen. Die Quantifizierung,

[68] Für einen Überblick bzgl. Kriterien der Nutzwertanalyse s. (Pawellek, 2016, S. 45).

insb. im generischen Sinn einer Metaebene, ist deshalb praktisch gesehen nur schwer umzusetzen und nicht zielführend (Krcmar, 2015, S. 35f.; Wall, 2006, S. 119).

Zu den genannten Schwierigkeiten der Wertermittlung kommt die Beachtung von Determinanten, die den Wert von Informationen zusätzlich schmälern, noch hinzu. Dazu zählt zum einen die Sichtbarkeit, denn ist diese nicht gegeben, können Informationen nicht verwertet werden. Zum anderen nehmen Informationsqualitätsprobleme[69] Einfluss, denn diese reduzieren nicht nur den Wert, sondern können ganze Prozesse in ihrer Effektivität behindern und schwierig abschätzbare Folgekosten hervorbringen (Eppler, 2010, S. 45; Roda et al., 2014, S. 531). Die Datenqualität tritt als Vorläufer der Informationsqualität auf. Als Einflussfaktoren sind hier Aspekte der Systemintegration und Migration, des Alters, der Redundanz, der Relevanz und der Erfassung überflüssiger Daten zu nennen (Murphy, 2009, S. 1881f.). Vornehmlich letztgenanntes Problem ist i. Allg. mit einer (halb-)automatisierten Datenerfassung zu lösen. Ob moderne Methoden im automatischen und halbautomatischen Bereich eingesetzt werden, ist von der Offenheit der Unternehmen gegenüber dem hierzu notwendigen Einsatz von Innovationen abhängig. Je innovativer ein Unternehmen auftritt, desto höher ist meist die Bereitschaft, neue Technologien einzuführen (Schulte, 2013, S. 104). Gerade im integrierten Daten- und Informationsmanagement – sowohl inner- als auch zwischenbetrieblich – sind Qualitätsprobleme zu vermeiden. Haben Abteilungen und Bereiche, OEMs, Dienstleister und Betreiber entlang der Supply Chain unterschiedliche Herangehensweisen an die Datenerfassung oder verfolgen sie nicht dieselben Ziele, überträgt sich dies auf die Weitergabe und den Austausch der Informationen. Die Folge sind Informationsasymmetrien und differenzierte Planungsvoraussetzungen, wodurch im Umkehrschluss Integrationsbestrebungen behindert werden (Kuhn et al., 2006, S. 54; Schulte, 2013, S. 93; Wall, 2006, S. 33f.).

Ferner nehmen Informationsqualitätsprobleme ihren Ursprung in einem nicht auf die Nachfrage der Zielgruppe ausgerichteten Informationsangebot, was laut Tabelle 6 einem Überangebot mit irrelevanten und unvollständigen Informationen entspricht. Auch die Wahl der falschen hard- und softwareseitigen Infrastruktur und unzureichende Kontrollmechanismen treten als Grund auf. Qualitätsprobleme in Bezug auf die Informationsversorgung werden dem Inhalt, dem Timing und dem Format zugeschrieben. Vertiefend ist die Frage zu stellen, inwiefern die Informationen korrekt, relevant, nützlich, konkret, d. h. auf den Punkt gebracht, genau, vollständig, verfügbar, pünktlich, aktuell, verständlich, empfängerfreundlich sowie konsistent – d. h. einheitlich und frei von Widersprüchen – sind, um Fehleinschätzungen und Fehlinterpretationen zu vermeiden. Notwendige Schritte der Sicherstellung von Informationsqualität sind am Zweck der Informationsnutzung auszurichten. Eine kontinuierliche Pflege durch Entfernung und Veränderung ist erforderlich, denn das Fehlen von Bereinigungen und Updates zieht die Herausbildung veralteter Bestände nach sich. Zudem sind

[69] Für einen Überblick s. (Eppler, 2010, S. 28).

Informationsträger instand zu halten, um ein hochwertiges Informationsangebot sicherzustellen. Allerdings kann es trotz dessen dazu kommen, dass wissentlich verzerrte Informationen erzeugt werden. Dem ist nur schwer beizukommen. Zur Beseitigung etwaiger Qualitätsprobleme sind daher gezielt die betroffenen Prozesse und entsprechenden Mitarbeiter einzubeziehen, da sich u. U. Änderungen in deren Arbeitsweisen und in der Weitergabe ihres Wissens ergeben (Eppler, 2010, S. 28f., 39ff.; Heinrich et al., 2014, S. 288; Krcmar, 2015, S. 29f.). Hochqualitative Informationen sind insb. dann als solche zu bezeichnen, wenn sie validiert und umgesetzt werden, mithin vorhergehendes Wissen stimulieren und einfach in neues Wissen zu transformieren sind. Im Zuge der Validierung ist zu prüfen, ob die bereitgestellten Informationen korrekt und konsistent sind, indem die Quelle und die Informationen selbst evaluiert werden sowie ein Vergleich mit weiteren Quellen vonstattengeht. Stellt der Bereitsteller der Information bereits einen Kontext zur Verfügung, wird dieser Prozess vereinfacht (Eppler, 2010, S. 23, 93).

3.1.4 Das Wissensmanagement

Wissen erzeugt seinen Wert als Ressource, wenn es in Handlungen umgewandelt wird. Das Individuum muss gewillt und dazu in der Lage sein, die Transformation selbst durchzuführen. Nur dann, wenn sich in der Handlung eine Lösungsorientiertheit, ein Zielbezug sowie eine Zweckorientierung zeigen, ist vom Bestehen einer Kompetenz auszugehen (Völker et al., 2012, S. 167). Das Wissensmanagement beinhaltet die Entwicklung und Speicherung sowie die Verteilung und die Anwendung von Wissen. Der rege Austausch von Informationen im Unternehmen bildet eine notwendige Voraussetzung der kontinuierlichen Herausbildung neuen Wissens und innovativer Ideen (Bodendorf, 2003, S. 116; Huysman & de Wit, 2004, S. 81f.). Informationssysteme produzieren explizites Wissen. Es ist jedoch anzunehmen, dass das implizite, i. d. R. individuelle Wissen den Großteil der Wissensbasis eines Unternehmens ausmacht (Gladen, 2014, S. 8). Das Wissensmanagement hat zur Aufgabe, implizites Wissen zu externalisieren und eine Kollektivierung des individuellen Wissens anzustreben, indem es in expliziter Form als Information dargestellt und verfügbar gemacht wird (Hänsch & Endig, 2010, S. 279; Sturm, 2006, S. 64).

Abbildung 20 illustriert die Bestandteile des Wissensmanagements. Ziel der Wissensidentifikation ist es, kritische Wissensbestände, mithin betreffende Wissensträger und Lücken, zu identifizieren, um die Wissensentwicklung voranzutreiben. Individuelles und kollektives Wissen soll im Zuge der Identifikation und Entwicklung sowohl verbessert als auch vermehrt werden, um noch nicht vorhandene Kompetenzen zu generieren. Zur Verschaffung eines Überblicks über Wissensbestände sind interne sowie externe Wissensquellen, z. B. Partner entlang der Supply Chain, einzubeziehen. Wissenslücken sind durch den Vergleich relevanter mit verfügbaren Wissensbeständen feststellbar, worauf die Entscheidung folgt, ob eine interne Wissensentwicklung oder ein externer Bezug anzustreben ist. Die Wissensaufbewahrung beinhaltet die Selektion und Speicherung von Wissen sowie die Aktualisierung

betroffener Bestandteile. Den schnellen Wissenstransfer gewährleistet die Wissensverteilung, während bei der Wissensanwendung sicherzustellen ist, dass das Wissen einem passenden Nutzen zugeführt wird und eine Anwendung für Verbesserungsprozesse erfährt. Das Wissensmanagement arbeitet unter erschwerten Bedingungen, sollten sich Mitarbeiter der Relevanz insb. der Externalisierung ihres impliziten Wissens nicht bewusst sein, sodass es zum Festhalten an überholten Verhaltensweisen kommt. Andererseits ist auch denkbar, dass Mitarbeiter nur über wenig Zeit verfügen, sich mit alternativem Wissen zu befassen (Bodendorf, 2003, S. 118ff.; Heinrich et al., 2014, S. 321f.).

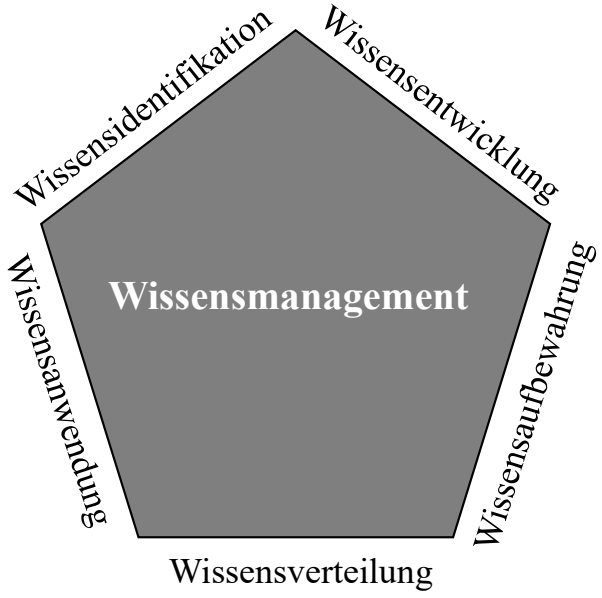

Abbildung 20: Bestandteile des Wissensmanagements

Im Laufe ihrer Arbeitstätigkeit erwerben Mitarbeiter Bereichswissen, mit dessen Hilfe sie die Gültigkeit von Ursache-Wirkungs-Beziehungen sowie Umweltfaktoren einschätzen können. Außerdem lassen sich somit kontextuelle Informationen schneller und leichter verarbeiten und in die Entscheidungsfindung einbinden (Sanders & Ritzman, 2006, S. 517ff.). Beim so genannten Judgmental Adjustment bzw. der Expertenanpassung wird die Interaktion des Menschen mit dem Computer betont. Der Experte ist dazu angehalten, kontextuelle Informationen, die das System aufgrund der unsicheren Informationslage nicht kennt, in seine Entscheidung einfließen zu lassen (Alvarado-Valencia & Barrero, 2014, S. 103). Ein Experte ist in diesem Zusammenhang theoretisch gesehen eine Person, welche ihr Wissen anwendet, um zwischen verfügbaren Informationen zu differenzieren und optimale Entscheidungen zu treffen. Zwar können die Jahre an Erfahrung durchaus einen Experten ausmachen, der Status kann jedoch auch durch die soziale Anerkennung anderer Mitarbeiter, der Entscheidungskonsistenz und -qualität im Zeitablauf, Training, Persönlichkeit oder Differenzierungsleistungen bzgl. Informationen erworben werden (Shanteau et al., 2002,

S. 253ff.). Im Folgenden soll als Experte eine Person, welche durch Erfahrung über praktisches (eher implizites) Bereichswissen verfügt und dieses zur Entscheidungsfindung anwendet, gelten.

Experten arbeiten in wissensintensiven Prozessen, worunter Folgen von Aktivitäten, welche Informationstransformationen und spezialisiertes Wissen erfordern, zu verstehen sind. Die Tätigkeiten erfolgen entweder nicht routiniert oder bringen hohe Anforderungen bzgl. des Lernens und der Kommunikation sowie die Notwendigkeit einer gewissenhaften Dokumentation von Informationen mit sich. Wissensintensive Prozesse beinhalten Wissen über den Prozess und die jeweiligen Schritte selbst, Wissen um innerhalb des Prozesses erfasste und genutzte Informationen sowie aus dem Prozess gewonnenes Wissen, bspw. Erfahrungen. Die Überlastung mit Informationen wird als das Hauptproblem wissensintensiver Prozesse angenommen. Diese liegt vor, wenn sich ein Individuum zum Treffen einer Entscheidung und zur Aufnahme neuer Informationen nicht mehr in der Lage sieht, da er zu vielen in Struktur und Fokus mangelhaften Informationen ausgesetzt ist. Es ist dann nicht mehr möglich, zwischen Wichtigem und Unwichtigem zu unterscheiden sowie wirtschaftliche und effektive Entscheidungen zu treffen (Eppler, 2010, S. 25, 35ff.). Um einen Mangel im Überfluss zu verhindern, sollte eine konsequentere Selektion forciert werden. Das bedeutet, es erfolgt die Aufnahme genau so vieler Informationen, die zur zufriedenstellenden Erreichung eines festgelegten Ziels nötig sind, auch wenn theoretisch ein höherer Grad möglich gewesen wäre (Gladen, 2014, S. 6; Heinrich et al., 2014, S. 54).

Der Wissenstransfer dient der Verteilung des vorhandenen Wissens an Aufgabenträger. Hierzu sollte im Vorhinein Klarheit darüber herrschen, wer welches Wissen benötigt und wie die Wissensverteilung – gestützt durch IuKT – gestaltet werden muss, sodass es den Aufgabenträgern rechtzeitig und in ausreichender Form als nutzbare Informationen vorliegt. Wie bereits mehrfach erwähnt, zeigt sich speziell der Transfer von implizitem Wissen als problematisch, v. a. die Speicherung des individuellen Wissens bedeutender, erfahrener Mitarbeiter vor deren Ausscheiden aus dem Unternehmen. Die Wissensbewahrung hat in diesem Zusammenhang die Aufgabe, relevantes Wissen zu sichern und Verluste zu vermeiden, indem es regelmäßig selektiert und bereinigt sowie gespeichert und dokumentiert wird. Eine Schwierigkeit besteht in der Differenzierung hinsichtlich des tatsächlichen Wertes, welchen das Wissen für das Unternehmen bringt (Heinrich et al., 2014, S. 322; Huysman & de Wit, 2004, S. 86). Dies ist wesentlich abhängig von der Qualität der Kodifizierung und der Strukturierung des impliziten Wissens als Voraussetzung des Transfers (Eppler, 2010, S. 18; Hänsch & Endig, 2010, S. 237).

Mitarbeiter, die in wissensintensiven Prozessen tätig sind, stehen vor der Herausforderung, ihr Wissen für Vorgesetzte oder Kollegen verständlich zu machen (Eppler, 2010, S. 37). Nicht alle Aktivitäten, die im Wissensmanagement in Frage kommen, führen zwangsläufig

zu einer verbesserten Performance. Es sollten nur die Maßnahmen verfolgt werden, die tatsächlich dazu geeignet sind, eine Erzeugung von Wissen sowie dessen Verständnis und Anwendung zu fördern. Dies ist von der zu verrichtenden Arbeit und dem dazu notwendigen praktischen Wissen – eingeteilt in die zugrunde liegenden Daten und Information sowie den Grad an Know-how als Kompetenzen und Expertise – abhängig zu machen (McIver et al., 2013, S. 598f.). In impliziter Form liegt Know-how in den Köpfen der Mitarbeiter vor, die in den Prozess involviert sind. Dies ist verbunden mit der Erfahrung, die sie machen, während sie den Prozess managen. In expliziter Form ist das Know-how in eine stimmige bzw. inhärent logische Prozessreihenfolge zu bringen, entsprechend lässt sich Know-how in Informationen übertragen (Eppler, 2010, S. 62f.).[70] Ein Zusammenspiel zwischen Informations- und Wissensmanagement ist deshalb in allen durch eine hohe Lernbarkeit geprägten Arbeitsumgebungen, in welchen sowohl eine grundlegende Kompetenz als auch Informationen der Treiber von Arbeitspraktiken sind, gefordert (McIver et al., 2013, S. 598, 600).

Dem entgegen stehen Arbeitsumgebungen, die ein hohes Maß an lernbarem, implizitem Know-how mit sich bringen. Fähigkeiten müssen sich hierbei durch Routinen und wiederholte Ausführungen entwickeln. Sofern Probleme mit dem Wissen auftreten, lassen sich diese aber schwierig analysieren und nachvollziehen. Die Urteile fußen auf Erfahrungen und Annahmen, günstigstenfalls auf Reflexionen. Diese sind nicht zu speichern und in direkter Form zu transferieren. Es ist daher zu trennen zwischen Know-how, was sich durchgeführte Entwicklung von Wissen erlernen lässt und Know-how, das nur schwierig zu lernen ist und für das es auf Talente und Intuition ankommt (McIver et al., 2013, S. 610f.). Informelles Lernen fördert die Herausbildung und Beibehaltung aufgabenorientierter Fähigkeiten, was einen positiven Nutzen für das Unternehmen bringt. Aber nur, wenn das Personal seine Erfahrungen öffentlich macht, indem diese in Systeme eingetragen werden, sind sie fortfolgend für Trainings oder in vergleichbaren Situationen nutzbar (García-Peñalvo & Conde, 2014, S. 687).

Als besonders komplex stellen sich Entscheidungen dar, die auf informellen Lernprozessen beruhen. Das Wissensmanagement hat hier zur Aufgabe, eine Balance zwischen den Aktivitäten des Informationsmanagements und den informellen Lernprozessen herzustellen. Hierzu sind zum einen Informationen zu speichern und sie in passenden Systemen so zu kodifizieren, dass sie einfach wiederverwendet werden können, und zum anderen Wiederholungen von Arbeitsaufgaben so voranzutreiben, dass im Rahmen des informellen Lernens Standardisierungen geschaffen werden (McIver et al., 2013, S. 604). Mitarbeiter teilen ihr Wissen v. a. dann, wenn gute Gründe und Anreize zum Transfer vorliegen. Lernprozesse

[70] Davon abzugrenzen ist Know-what als Wissen über den Prozess und dessen Organisation, Hauptschritte, Aufgaben, Probleme, Verantwortlichkeiten und Ressourcen etc. Kow-what ist allerdings schwierig greifbar und zusammenzufassen, da es dynamisch auftritt (Eppler, 2010, S. 63).

erfordern eine aktive Beteiligung des Top-Managements, denn dies kann die kollektive Akzeptanz des Wissenstransfers unterstützen, da Mitarbeitern bzw. Experten so die Ziele der Wissensteilung glaubwürdiger vermittelt werden (Huysman & de Wit, 2004, S. 88ff.).

Aus den vorgenommenen Definitionen und Abgrenzungen lässt sich schließen, dass sich nicht nur Daten, Informationen und Wissen als Begriffe in einem Kontinuum befinden, sondern auch deren Management miteinander einhergeht und enge Verbindungen aufweist. Welche Bedeutung dies für den hier betrachteten Kontext hat, ist nachfolgend herauszustellen und die Forschungsfrage 2[71] zum einen aus Perspektive der Betreiber und zum anderen aus Sicht der OEMs zu beantworten.

3.2 Daten, Informationen und Wissen aus Perspektive der Betreiber

3.2.1 Stamm- und Bewegungsdaten

Je nach Stellenwert der Instandhaltung im Unternehmen und abhängig von den verfolgten Instandhaltungsstrategien werden Daten und Informationen in umfangreichem Maße benötigt und erzeugt. Dazu zählen primär technische Details der Instandhaltungsobjekte als auch Informationen zu den durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen der Vergangenheit (Hänsch & Endig, 2010, S. 258). Die Datenerfassung bildet einen essenziellen Bestandteil der Ablauforganisation, wobei zwischen Stamm- und Bewegungsdaten zu differenzieren ist. Stammdaten werden nur einmal erfasst und beschreiben Objekte, z. B. die Betriebsmittel und Werkstätten sowie Planungsgrößen, z. B. Arbeitspläne. Sie erhalten nur dann eine Anpassung, wenn Veränderungen auftreten (Pawellek, 2016, S. 151). Das Management von Stammdaten obliegt den Fachabteilungen (Heinrich et al., 2014, S. 290). Zu den Anlagenstammdaten gehören die Identifikationsnummern der Anlagen, der Beschaffungswert, Kostenstellen und technische sowie Strukturdaten zur Nachvollziehbarkeit der Anlagenverkettung. Sie werden zusammen mit den Kapazitäten der Werkstätten und Betriebsmittel zur Aufstellung von Arbeitsplänen für die (vorbeugende) Instandhaltung benötigt. Instandhaltungsobjekten, die auch nur Komponenten bzw. Teile der Anlage sein können, werden ebenfalls Nummern zugewiesen, der Einbauort verzeichnet und sie bei Bedarf in Klassen eingeteilt (Pawellek, 2016, S. 223; Rasch, 2000, S. 133f.).[72] Die Erzeugung respektive Erfassung von Bewegungsdaten geschieht im Rahmen der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen entweder manuell oder bei entsprechender Ausgestaltung von IuKT auch online. Sie bilden die Basis für die Ersatzteilbewirtschaftung und Schwachstellenanalysen, für die Kennzahlengewinnung und – gemeinsam mit den Stammdaten – für die Aufstellung von Instandhaltungsplänen. Zu den Bewegungsdaten sind zu zählen (Leidinger, 2017, S. 72f.; Pawellek, 2016, S. 151, 223f.):

---

[71] Welche Daten und Informationen liegen im (theoretischen) Idealfall für das ETM vor? Welche Entscheidungen sind dazu im Daten- und Informationsmanagement zu treffen?

[72] Für eine umfassende Übersicht zu Anlagenstammdaten s. etwa (Rasch, 2000, S. 135).

- die Dokumentation der Instandhaltungsmaßnahmen inkl. der vorgenommenen Reparaturen und Instandsetzungen,
- die Beschreibungen von Schäden und Störungen in Schadensbildern,[73]
- die Ursachen für deren Eintritt und Folgemaßnahmen,
- die Länge von Ausfallzeiten,
- die verbrauchten Arbeitsmittel und
- verbrauchte, getauschte und reparierte Komponenten und Ersatzteile, insb. die Lagerentnahmen.

Das Ersatzteilwesen weist darüber hinaus Stammdaten auf, die spezifisch für die Ersatzteilbewirtschaftung sind. Ersatzteile erhalten in Ersatzteillisten verzeichnete Ident-Nummern. Sie sollten zusätzlich einer Klasse bzw. Kategorie, die im System angelegt ist, zugewiesen werden.[74] Weiterhin gehören der Platz in der Produkthierarchie, die Teilefamilie und -typen und sonstige unternehmensintern verwendete Cluster zu den kategorischen Daten. Zur Transparenz trägt der Verwendungsnachweis, d. h., der Ort bzw. die Orte, an welchen die Teile verbaut sind, bei. Hierzu sind die in den Anlagenstammdaten vermerkten Anlagenkennzeichnungen zu verwenden. Bei der Außerbetriebnahme von Anlagen kann damit schneller entschieden werden, ob und wo eine Bevorratung der betroffenen Ersatzteile weiterhin notwendig bzw. inwiefern eine Bestandsbereinigung vonnöten ist. Die Benennung der Teile erfolgt unter Nutzung der Hersteller- oder bereits verwendeter Bezeichnungen sowie des Normbegriffs. Auch der Lieferant ist in die Stammdaten aufzunehmen. Wie erläutert wurde, muss dies nicht zwangsläufig den OEM betreffen, sondern i. Allg. wird sich darum bemüht, den Originalhersteller der Ersatzteile ausfindig zu machen, sofern eine Direktbeschaffung möglich ist. Als weitere Stammdaten lassen sich anführen:

- der ständig zu aktualisierende Preis aus Teilekatalogen oder Angeboten,
- weitere numerische Daten, wie das Volumen, Abmessungen und das Gewicht nebst der passenden Mengeneinheiten,
- Minimal- und Maximalbestände,
- Jahresbedarfe,
- weitere Dispositionsparameter, z. B. die Wiederbeschaffungszeiten,[75]
- eine Zuweisung der Nummer für Gefahrstoffe und
- Hinweise zu ähnlichen oder substituierbaren Teilen.

Zudem sind bei Bedarf an den Unternehmenskontext anzupassende Daten, welche die Teile genauer beschreiben, hinzuzufügen, bspw. deren Priorität und Angaben zu Risiken aus der

[73] Schadensbilder repräsentieren die Klassifikation von Funktionsstörungen (Ryll & Freund, 2010, S. 33).

[74] S. Kapitel 4.1.

[75] Die Wiederbeschaffungszeit ist das zeitliche Intervall vom Auftreten der Nachfrage bis hin zu dem Zeitpunkt, an welchem das geprüfte und inventarisierte Material im Unternehmen zum Einsatz bereit ist (Molenaers et al., 2012, S. 573).

Nichtverfügbarkeit. Instandhaltungsgegebenheiten, Details zur Beschaffung, z. B. inwiefern diese manuell oder maschinell, nach Rücksprache oder Aussetzung erfolgt, die Verfügbarkeit beim Lieferanten und die Lagerfähigkeit zählen darüber hinaus zu den Stammdaten (Menden et al., 2019, S. 5; Rasch, 2000, S. 138; Strunz, 2012, S. 583ff.; Verein Deutscher Ingenieure, 2006, S. 10ff.).[76] Stammdaten finden sich in Ersatzteilverzeichnissen wieder und können hier direkt nach den verzeichneten Kriterien geordnet werden (Strunz, 2012, S. 585). Elektronische Ersatzteilkataloge bieten häufig zusätzlich die Option einer grafischen Darstellung inkl. der Stücklisteninhalte und den zur Bestellung notwendigen Stammdaten, um den selbstinstandhaltenden Kunden bei der Identifikation und Auswahl der richtigen Ersatzteile zu unterstützen (Baumbach, 2004, S. 131; Hänsch & Endig, 2010, S. 278). Zu Ersatzteilen gehörige Bewegungsdaten schließen bestandsseitige Ab- und Zugänge gemeinsam mit den entsprechenden Teilenummern, Mengen, Preisen und Zeitmarken ein, die in einheitlichen Dokumentationen vermerkt sein sollten. Hierzu ist optional eine Angabe zum Fehlmengenrisiko aus den Stammdaten zu ergänzen. Bei Lagerzugängen kann es zur nachträglichen Nachvollziehbarkeit von Vorteil sein, zu erfassen, ob es sich um planmäßige oder eilige Bestellungen handelte. Die Planmäßigkeit der Instandsetzung fungiert ebenfalls als Zusatzinformation von Lagerabgängen (Biedermann, 2008, S. 61; Strunz, 2012, S. 590).

Die Verbindung zwischen Anlagenstrukturdaten und den technischen Angaben der Ersatzteile ist unbedingt notwendig, um das am besten geeignete bzw. ähnliches Material für Instandhaltungsmaßnahmen zu identifizieren. Sollen neue oder abwärtskompatible Ersatzteile eingebaut werden, sind diese zum Anlagenstamm des betreffenden Instandhaltungsobjekts hinzuzufügen. Dies ermöglicht die Ausgabe stimmiger Zugehörigkeitslisten in beide Richtungen (Rasch, 2000, S. 138). Außerdem machen geplante und systematische Instandsetzungen laufende Bestandskontrollen und Beschaffungen von Ersatzteilen notwendig. Der jeweilige Bedarf ist den Anlagendokumentationen in Verbindung mit der Materialbedarfsplanung zu entnehmen. Die Grundlage dafür sind wiederum stimmige Stammdaten der Anlagen und des Materials. Gleiches gilt bei den Inspektionsstrategien, um schnell – im Optimalfall in Echtzeit – die passenden Bedarfe abzuleiten (Biedermann, 2008, S. 25). Die Nutzbarmachung der Daten beinhaltet die Zuweisung eines Zwecks, womit eine Transformation der Daten in Informationen erfolgt. Dieser Prozess fällt unter die Verantwortung des Informationsmanagements. Im integrierten ETM sind neben den genannten Stamm- und Bewegungsdaten der Ersatzteilwirtschaft insb. auch Informationen aus der Instandhaltung zur Anwendung zu bringen. Daher ist es von Bedeutung, genauer zu spezifizieren, wie diese Informationen im Kontext des IHMs erzeugt werden.

[76] Weitere Beispiele für Ersatzteilstammdaten finden sich in (Verein Deutscher Ingenieure, 2006, S. 11).

3.2.2 Informationen der Instandhaltung

Als Informationen mit hohem respektive hauptsächlichem Gewicht für die Ersatzteilplanung sind die etablierte Instandhaltungspolitik und die damit einhergehenden Instandhaltungspläne zu exponieren. Diesen geht die Auswahl der passenden Instandhaltungsstrategien voraus, wobei das Anlageausfallverhalten sowie Störungs- und Schadensdaten für Schwachstellenanalysen heranzuziehen sind (Biedermann, 2008, S. 20; Pawellek, 2016, S. 113). Stimmige Anlagenstammdaten sind erforderlich, um beim Eintreten einer Störung eine Verbindung zum Objekt und dessen Einbauort sowie der Anlagenhistorie mit bereits durchgeführten Maßnahmen der Instandsetzung, Verbesserung und Modifikation herzustellen (Rasch, 2000, S. 134). Weiterhin lassen sich Daten zum Verschleiß- und Ausfallverhalten nutzen, um Prognosen als Informationen hinsichtlich zukünftiger Ausfälle anzustellen. Die technische Nutzungsdauer ist im engeren Sinne nicht genau vorhersagbar, es können jedoch Erwartungswerte mithilfe von Ausfallraten und Überlebenswahrscheinlichkeiten angegeben werden. Daraus folgt, dass die Verteilungsfunktion von Ausfallraten, die in der Praxis nicht bekannt ist, durch das Ausfallverhalten beschreibende Daten und statistische Auswertungen anzunähern ist (Biedermann, 2008, S. 60; Graf, 2005, S. 16; Schuh et al., 2013, S. 172f.).[77] In diesem Zusammenhang wird sich häufig an der so genannten Badewannenkurve (s. Abbildung 21) orientiert. Diese ist insb. für Objekte, welche mit dem Werkstück in Kontakt kommen, gültig.

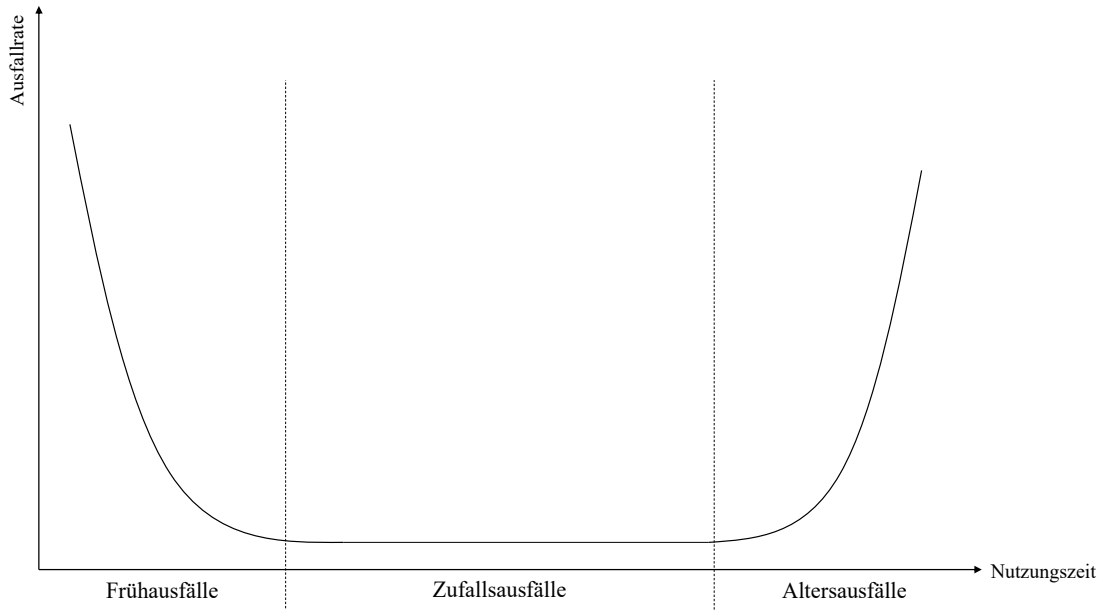

Abbildung 21: Badewannenkurve[78]

[77] Konstante Ausfallraten ohne Alterungserscheinungen bzw. Zufallsausfälle werden i. Allg. durch die Exponentialverteilung abgebildet, mit dem Alter zunehmende und abnehmende Ausfallwahrscheinlichkeiten durch die Gammaverteilung (Schuh et al., 2013, S. 172f.).

[78] In Anlehnung an (Matyas, 2016, S. 42).

Frühausfälle haben ihren Ursprung in Fehlern der Konstruktion, des Zusammenbaus oder der Inbetriebnahme, während es in der normalen Arbeitsperiode eher zu vom Alter unabhängigen Zufallsausfällen kommt, die auf Einzelursachen und ungünstige Umstände zurückzuführen sind. Im Alter nehmen Ausfälle aufgrund von Abnutzungserscheinungen wieder zu. Iin diesem Fall bieten sich vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen an, v. a. dann, wenn die Ausfallursachen bekannt sind (Matyas, 2016, S. 43; Mobley, 2002, S. 3).[79] Spezifisch ist dies jedoch eher für wenig komplexe, verschleißende Komponenten und Teile denkbar, bei denen Störungen z. B. simpel auf Korrosion oder Ermüdung zurückzuführen sind. Ausfallraten bei Komponenten, die in komplexen Anlagen verbaut wurden oder die keinem kontinuierlichen Verschleiß unterliegen, weichen eher von dieser Kurve ab.[80] Je höher die Anlagenkomplexität, umso mehr zeigen sich hohe Ausfallraten lediglich bei der Inbetriebnahme und sind ansonsten (wahrgenommen) konstant bzw. stochastisch. Die Ursachen der Ausfälle treten dann als vielfältiges Zusammenspiel der Faktoren Material, Umwelt, Mensch, Management etc. auf.[81] Dies hat schließlich Auswirkungen auf die dadurch anspruchsvolle Vorhersage des Ersatzteilbedarfs. Die in der Literatur führende Anschauung empfiehlt die möglichst umfassende Dokumentation von Maschinenausfällen und Schäden, um die Lebensdauer zu bestimmen und vorbeugende Maßnahmen zuverlässiger zu planen (Bauer & Schmidt, 2011, S. 463f.; Matyas, 2016, S. 42ff.; Moubray, 1996, S. 24).

Muss sich bei Neuanlagen dabei noch auf die Angaben vom OEM verlassen werden, sodass Wartungs- und Instandsetzungsintervalle evtl. nicht zuverlässig abzuschätzen sind, nimmt die Quantität der gewonnenen Nutzungsdaten mit zunehmendem Alter der Anlage zu, was jedoch nicht gleichermaßen für die Qualität der daraus gewonnen Informationen gelten muss (Matyas, 2016, S. 123f.; Strunz, 2012, S. 8). Generell wird das explizite Wissen um Abnutzungsgrade in der Praxis als gering eingeschätzt, auch aufgrund der nur unzureichend vorliegenden Informationen über Störungen oder der fehlenden Instrumente, diese zu analysieren (Leidinger, 2017, S. 126). Die Gewinnung statistischer Erfahrung gestaltet sich als langwieriger Prozess. Zum einen sind Daten zu Schadensverläufen, welche noch nie aufgetreten sind, zunächst schwierig in zweckgerichtete Informationen umwandelbar und zum anderen haben die unzureichende Erfassung und Auswertung von Schadensdaten sowie uneinheitliche Dokumentationen einen negativen Einfluss auf die Erarbeitung von Informationen. Verkompliziert wird dies durch eine mangelhafte Systemunterstützung (Matyas, 2016, S. 124; Rasch, 2000, S. 183ff.). Folglich liegen die zur Schwachstellenanalyse und Auswertung von Schadensstatistiken notwendigen Kenntnisse u. U. nur in Form impliziten Wissens bei den

[79] Einfache Kennzahlen, die sich für Instandhaltungspläne verwenden lassen, sind die MTTF, die durchschnittlichen Zeitintervalle zwischen Ausfällen (Mean Time between Failure / MTBF), d. h. die gemittelte Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen, sowie die mittlere Reparaturzeit (Mean Time to Repair / MTTR) (Nouri Qarahasanlou et al., 2019, S. 170f.; Pawellek, 2016, S. 56f.).

[80] Moubray (1996, S. 17) und Matyas (2016, S. 44) unterscheiden sechs Ausfallmuster.

[81] Für einen Überblick s. bspw. (Matyas, 2016, S. 47).

Instandhaltungs- und Produktionsmitarbeitern vor, was ungünstige Instandhaltungspläne nach sich ziehen kann (Leidinger, 2017, S. 92; Pawellek, 2016, S. 113). Die präzise Codierung bzgl. der Art, den Ursachen, dem Ort und den Auswirkungen der Schäden und Störungen trägt dazu bei, klare Informationen, die sich leichter mit dem Wissen der Mitarbeiter vereinen lassen, zu schaffen. Innerhalb der manuellen Datenerfassung können bereits vorbereitete, standardisierte Dokumente oder Tabellen zum schnellen Auffinden der Codes zur Verfügung stehen, um Interpretationsspielräume zu vermeiden sowie eine schnelle und akkurate Datenerfassung zu gewährleisten (Donnelly, 2013, S. 22; Leidinger, 2017, S. 93ff.; Pawellek, 2016, S. 122ff.).

Nicht zuletzt ist die Einschätzung der Kritikalität von Instandhaltungsobjekten zur Festsetzung der Instandhaltungspolitik von Signifikanz. Informationen zur Kritikalität sollten in möglichst einheitlicher Weise und individuell auf das Objekt bezogen bekannt sein, sodass Entscheidungen hinsichtlich der Notwendigkeit und des Umfangs vorbeugender Aktivitäten differenziert getroffen werden können. Dies wirkt sich grundlegend auf Beschaffungsstrategien des ETMs[82] aus (Moubray, 1996, S. 22; Pawellek, 2016, S. 112). Sowohl das Schadensausmaß und die Ausfälle verursachenden Faktoren als auch die Wahrscheinlichkeit des Eintritts sind zur Feststellung der Kritikalität heranzuziehen. Das Ausmaß kann monetär oder nicht-monetär festgelegt werden, wobei ein Ausdruck in Geldwerten eine bessere Vergleichbarkeit und somit eine erleichterte Festlegung von Prioritäten gewährleistet, auf der anderen Seite aber indirekte Konsequenzen vernachlässigt. Je nachdem, wie umfangreich die Bewertung angestrebt wird, variiert der Informationsbedarf (Leidinger, 2017, S. 36; Pawellek, 2016, S. 180). So ist es u. U. notwendig, auch die Anlagenstruktur, den Produktionsfluss, die vorhandenen Inspektionstechnologien und -möglichkeiten, die Instandsetzbarkeit, das Alter der Instandhaltungsobjekte, die Einsatzbedingungen und -orte sowie eine Erhebung der direkten Instandhaltungskosten zu inkludieren. Je fortschrittlicher das Daten- und Informationsmanagement ist, umso eher werden echtzeitbezogene Ausfallraten und Abnutzungsdaten in Verbindung mit den vergangenen Instandhaltungsmaßnahmen sowie Störungen gebracht und in die Planung der präventiven Instandhaltung eingebunden. Hierzu sollte das implementierte ERP-System integrierte Module aufweisen, um eine hochwertige Entscheidungsunterstützung zu gewährleisten (Biedermann, 2008, S. 59; Leidinger, 2017, S. 124; Strunz, 2012, S. 589; Tsang, 2002, S. 32f.).

Zusammenfassend sei die durch Waeyenbergh und Pintelon (2002) stärker auf die Datenerfassung und nachträgliche Informationsgewinnung ausgerichtete Einordnung in Instandhaltungsdaten erster und zweiter Ebene angeführt. Daten der ersten Ebene werden während der Installation des Systems erfasst oder vom Lieferanten bereitgestellt und sind folglich relativ einfach aufzunehmen. Daten der zweiten Ebene fallen während des Lebenszyklus‘ bzw. des Betriebs und logistischer Tätigkeiten an. Trackingdaten sind in diesem Zusammenhang alle

[82] S. Kapitel 4.3.

Daten, die über eine Anlage, eine Komponente oder ein Teil über den Lebenszyklus hinweg gewonnen werden, um die Logistik und das operative Management zu verbessern oder – wie bei der ZOI – Aktivitäten erst zu ermöglichen. Sie ziehen komplexe Informationen nach sich. Die Erfassung verursacht einen potenziell signifikanten Aufwand in Form der in Anspruch genommenen zeitlichen Kapazitäten der Mitarbeiter oder in Form von Investitionen, was gegen die umfassende bzw. unternehmensweite Implementierung fortschrittlicher, auf Technologien fußender Instandhaltungskonzepte sprechen kann. Erschwerend kommen Integrationshemmnisse infolge mehrerer Standorte mit unterschiedlichen System- und Technologievoraussetzungen hinzu, was die Umwandlung der Daten in echtzeitfähige Informationen behindert (Holmström et al., 2010, S. 267ff.; Lin et al., 2006, S. 5f.; Waeyenbergh & Pintelon, 2002, S. 307). Die Bedeutung der Instandhaltung für eine Organisation beeinflusst folglich nicht nur, in welchem Umfang Daten vorliegen. Sie determiniert auch, welche Bereitschaft dafür besteht, in ein funktionierendes Informationsmanagement, insb. in eine fortschrittliche Systemunterstützung, zu investieren, um effektive Planungs- und Dispositionsaktivitäten zu ermöglichen (Barberá et al., 2012, S. 49).

3.2.3 Systemunterstützung und deren Nutzen

Bei der Optimierung von Instandhaltungsprozessen sind Überlegungen anzustellen, wie Daten und Informationen systematisch erfasst und ausgewertet werden können, um Instandhaltungsziele zu erfüllen und deren Erfüllungsgrade kontinuierlich zu prüfen, sodass Schwachstellen beseitigt und effektive Methoden der Entscheidungsunterstützung abgeleitet werden können (Pawellek, 2016, S. 113). Grundlegend wird die Anwendung von Computerized Maintenance Management Systems (CMMS) bzw. Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystemen (IPS) mit einer Verbindung zum ERP-System empfohlen (Diallo et al., 2009, S. 217). Das IPS ist ein Datenverarbeitungssystem mit Funktionen, die der Verwaltung, der Auswertung und der Analyse von für die Instandhaltung relevanten Informationen dienen (sofern dies nicht durch bereits vorhandene Systeme übernommen wird) und Entscheidungen in der Instandhaltung unterstützen sollen (Verein Deutscher Ingenieure, 1996, S. 3). Enthalten sind i. Allg. die Objektverwaltung, die Auftragsplanung und -steuerung, das Kostencontrolling und u. U. auch das Ersatzteilwesen mit Beschaffungsfunktionen sowie der Überwachung des Ersatzteilbestands und des Wareneingangs. Neben der reinen Datenerzeugung werden z. T. bereits (Schwachstellen-)Analysen und deren Auswertung sowie die Erstellung von Berichten ermöglicht, worauf das Instandhaltungscontrolling aufbaut. Instandhaltungsmodule der ERP-Systeme haben i. Allg. den Umfang von IPS-Systemen und weisen vorteilhafte zusätzliche Schnittstellen zu anderen Funktionalitäten des ERP-Systems auf, bspw. der Materialwirtschaft, der Buchhaltung, der Personalwirtschaft oder dem Controlling (Hänsch & Endig, 2010, S. 271ff.; Matyas, 2016, S. 159).

Die Verbindung zwischen dem IPS und der Materialdisposition unter gleichzeitiger Vorlage eines Analysetools trägt zur schnellen Klärung von Anforderungen der Instandhaltung und

der Disposition des ETMs bei (Biedermann, 2008, S. 141). Gerade in Hinblick auf die Obsoleszenz ist es wichtig, dass Informationen durch das IPS verarbeitet und für die Ersatzteilwirtschaft genutzt werden. Betreiber sind etwa bei der Entscheidung, ob und wie viele Teile als finales Los nach Abkündigung durch den Lieferanten zu bestellen sind, zu unterstützen (Block et al., 2014, S. 89). Bei einer Einbettung der IPS oder entsprechender Module in ERP-Systeme wird zwar der schnelle Daten- und Informationsaustausch gefördert, die Flexibilität jedoch evtl. eingeschränkt. In eigenprogrammierten Systemen auf der anderen Seite lässt sich eine hohe Spezifität realisieren, die Anbindungen und Systemintegration kann hier allerdings problematisch sein (Kuhn et al., 2006, S. 36).

Die Notwendigkeit einer geeigneten Instandhaltungssoftware und der Unterstützung durch IuKT nimmt insb. infolge der Verarbeitung von Sensordaten im Kontext des Monitorings zu, denn dadurch steigen sowohl die Datenvolumina als auch der Bedarf an qualitativ hochwertigen Informationen an (Biedermann, 2008, S. 129ff.; Kuhn et al., 2006, S. 35). Dies erfordert eine angepasste Infrastruktur für die Datenübertragung und -speicherung sowie spezifische Expertensysteme bei der Durchsetzung der prädiktiven Instandhaltung, die auf der Prognostik, d. h. Fehlervorhersagen, fußt. Dazu sind die in Echtzeit durch Sensoren und intelligente Instandhaltungssysteme gewonnenen Daten zu analysieren und über passgenaue Modelle und Algorithmen Störungen vorauszusagen, Trends in der Abnutzung festzustellen und Restlebensdauern abzuschätzen, wobei die Modellierungsgüte von der Datenqualität abhängig ist (Kumar et al., 2009, S. 272; Pires et al., 2018, S. 95f.; Sun et al., 2012, S. 324).[83] Probleme bei der Restlebensdauerschätzung entstehen v. a. dann, wenn das Nutzungsalter, bspw. bei mangelhafter Aufnahme unterbrochener Aktivitäten der Anlagen, nicht repräsentativ ist. Weitere Datenqualitätsprobleme treten auf, wenn keine Aufzeichnungen über die durchgeführten Instandhaltungsaktivitäten und präventiven Aktionen vorliegen bzw. diese nicht von Störungsinstandsetzungen unterschieden werden. Zudem können Transkriptionen der Maßnahmen unstimmig sein, d. h., die Daten widersprechen sich. Sollte eine Grenze der durch Sensoren übernommenen Messung erreicht werden, d. h. eine Sättigung auftreten, sind Daten u. U. abgeschnitten und damit unvollständig, sodass keine Informationen gewonnen werden können (Tsang et al., 2006, S. 44).

Der im Zeitalter von Industrie 4.0 aufgekommene Trend der Smart Maintenance, genauer der intelligenten Instandhaltung unter Maßgabe der erfolgreichen Durchführung von Prognostik, bedingt eine zunehmende Komplexität des Informationsflusses durch den strikt in Echtzeit angesiedelten Zugriff auf und den Austausch von Informationen. Nicht zuletzt setzt dies sehr hohe Anforderungen an das IHM (Schlatt, 2016, S. 7ff.). Innovative IuKT repräs-

[83] Für einen Überblick über Verfahren der Restlebensdauerschätzung und die mathematische Verarbeitung von Daten der Zustandsüberwachung s. (Dragomir et al., 2009), (Jardine et al., 2006), (Si et al., 2017) oder (Simões et al., 2017).

sentieren Ermöglicher der Verbesserung. Dies gilt speziell für den Fall des weltweiten Agierens von Unternehmen, denn die zunehmende Digitalisierung trägt zur effektiveren Zusammenarbeit der Akteure entlang der Supply Chain bei. So finden webbasierte Lösungen und die damit in Verbindung stehenden eMaintenance-Anwendungen[84] sowie intelligente Instandhaltungssysteme[85] zunehmend Beachtung in der Forschung, welche sich auf die Entwicklung von Methoden und Tools[86] konzentriert, um Daten und Informationen effizient in die Planung und Disposition einzubinden. Hierbei müssen entsprechende Systemgrundlagen und Kompetenzen bei Mitarbeitern geschaffen werden, was ein integriertes Verständnis der Prozesse und Systeme voraussetzt. Wird der Digitalisierung im IHM und ETM ein hoher Stellenwert eingeräumt, kann dies positive Auswirkungen auf die Informationsbasis haben sowie die Zuverlässigkeit und die Objektivität von Entscheidungen verbessern (Espíndola et al., 2012, S. 1017; Leidinger, 2017, S. 124ff.; Madenas et al., 2014, S. 335ff.).

Sind Informationen zu Maschinenzuständen hingegen unvollständig oder liegen nicht zeitgerecht vor, wird die Echtzeitplanung der vorausschauenden Instandhaltung behindert, da die realen Belastungen dann von theoretischen Berechnungen abweichen. Soll eine antizipative und integrierte Instandhaltung verfolgt werden, sind die Maschine, das Produkt und der Prozess gesamtheitlich zu betrachten. Dies ist nur dann möglich, wenn Daten aus IPS, Schadensbilder der Vergangenheit, Daten der Qualitätssicherung und Maschinenbelastungen zusammengebracht werden, wobei anzuzweifeln ist, dass dies in der Praxis bereits flächendeckend so gehandhabt wird (Matyas, 2016, S. 140f.). Die Verarbeitung der umfassenden Datenströme setzt Kompetenzen zum Data Mining sowie eine entsprechende Hard- und Softwareunterstützung voraus. Fehlen diese Voraussetzungen, kann es dazu kommen, dass nicht alle theoretisch verfügbaren Informationen tatsächlich zur Entscheidungsfindung einbezogen werden, v. a. dann, wenn es an qualifiziertem Personal mangelt (Emmanouilidis et al., 2009, S. 95; Matyas, 2016, S. 143).

Als Innovationshemmnis treten außerdem die durch Unternehmen als gravierend empfundenen Investitionskosten – inkl. des Einführungsaufwandes und der Schulungskosten – bei gleichzeitig unklaren Vorstellungen hinsichtlich des Wertes und Nutzens der Systeme auf. Es ist fraglich, inwieweit eine Fachabteilung in der Lage ist, Effizienzsteigerungen der Instandhaltung umfassend nachzuweisen (Leidinger, 2017, S. 129; Pawellek, 2016, S. 165).

---

[84] Diese sind Unterstützer einer proaktiv ausgerichteten Instandhaltung mit allen einhergehenden Ressourcen, Services und Managementfunktionen. Komponenten der eMaintenance sind neben Internettechnologien alle Aktivitäten und Prozesse, welche mit diesen in Berührung kommen, vornehmlich das Monitoring, die Diagnose und die Prognostik (Barberá et al., 2012, S. 59). Für umfassendere Überblicke s. (Kajko-Mattsson et al., 2011), (Muller et al., 2008) und (Aboelmaged, 2014).

[85] Für einen Überblick über Kernelemente und Funktionalitäten s. (Lee et al., 2006).

[86] Dazu sind insb. mobile Technologien, welche den Instandhaltungsmitarbeitern zur Verfügung gestellt werden, zu zählen; s. etwa (Emmanouilidis et al., 2009, S. 93ff.).

Effizienzsteigerungen, die auf das ETM entfallen, betreffen hierbei hauptsächlich Einsparungen von Kosten durch geringere Bestände (Khalak & Tierno, 2006, S. 3738). Werden verdeckte Störungen durch Prognostik mit einer höheren Wahrscheinlichkeit aufgedeckt, hat dies positive Auswirkungen auf die Einschätzung des Ersatzteilbedarfs und die Senkung von Sicherheitsbeständen, sofern die Ursachen für Störungen bekannt sind. Der Bedarf lässt sich folglich besser glätten, da ungeplante Instandhaltungsmaßnahmen weitestgehend verhindert werden. Verbesserungspotenziale bestehen außerdem in der Bereitstellungs- und Personalplanung, wozu jedoch eine Durchsetzung der Echtzeitplanung entlang der Supply Chain von Wichtigkeit ist. Nur so lassen sich verlässliche Lieferzeiten, welche für die bedarfsgerechte Belieferung mit Ersatzteilen von Belang sind, erzeugen. Allerdings sollte in Betracht gezogen werden, dass Sensordaten auch versagen und eine schlechte Datenqualität hervorbringen können (Sun et al., 2012, S. 324ff.). Ferner ist zu beachten, dass Informationen in IPS nicht allein aus durch CMS erzeugten Daten gewonnen werden. Sie bestehen zu einem signifikanten Anteil auch aus der Erfahrung von Mitarbeitern, die als integrierender Faktor zur Übertragung von Informationen auf die Prozesse nicht zu missachten sind. Werden reale Umstände durch die Informationssysteme nur unzureichend repräsentiert und stimmen damit nicht mit dem Wissen des Personals überein, sodass es die Informationen als nicht anwendbar wahrnimmt, wird auch die Verbreitung wissenschaftlicher Ansätze in der Praxis gering sein (Galar et al., 2012, S. 442).

Greenough und Grubic (2011) verdeutlichen, dass der Wert bzw. der Nutzen aus Prognostik und Gesundheitsmanagement von Anlagen in der Forschung mit einem deutlichen Fokus auf technologieorientierten Veröffentlichungen behandelt wird. Folglich liegen kaum Beiträge im Sinne einer betriebswirtschaftlichen, praktisch anwendungsorientierten Forschung vor (Greenough & Grubic, 2011, S. 1118f.). In einer solchen seltenen empirischen Studie überprüfen Veldman et al. (2011) die praktische Berücksichtigung der in der wissenschaftlichen Literatur bzgl. des Einsatzes von CMS übermittelten Grundsätze und Postulate anhand qualitativer Fallstudien. Die Forscher stellen fest, dass das Monitoring von den Unternehmen eher als zusätzliche Informationsquelle genutzt wird. Für spezielle Aufgaben der ZOI werden Experten oder der OEM herangezogen. Dies konnte im Speziellen bei der Instandhaltung von kritischen Anlagen beobachtet werden, auch wenn dies nicht zwingend effektiv ist. Generell werden interne Kooperationen zwischen Instandhaltung, Produktion und angrenzenden Bereichen als notwendig erachtet. Die Teilnehmer betrieben jedoch keine aktive Datenintegration. Zur Zeit der Befragung konzentrierten sich die Unternehmen eher auf die Diagnose. Dabei wurde das Wissen der entsprechenden Abteilungen eingebunden, allerdings ohne eine Transparenz bzgl. der getroffenen Entscheidungen zu schaffen. Zudem existierten Unklarheiten hinsichtlich des Nutzens der Prognostik. Jedoch wurde herausgestellt, dass die prädiktive Instandhaltung in der (nicht näher spezifizierten) Zukunft einen Bedeutungszuwachs verzeichnen wird. Abschließend betonen die Autoren, dass hierzu eine noch

konsequentere Verfolgung der Integration von Menschen, Prozessen und Technologien sowie der Etablierung einer holistischen Sichtweise in den Unternehmen notwendig ist (Veldman et al., 2011, S. 43ff.).

Daraus lässt sich ableiten, dass trotz der theoretischen Verfügbarkeit der Daten und Informationen aus der Zustandsüberwachung keine praktische Verwendung stattfinden muss. Dennoch haben sie das Potenzial, nicht nur das IHM, sondern auch das ETM zu erleichtern und eine präzisere Planung zu gewährleisten. Bevor auf die konkrete Anwendung der hier beschriebenen Informationen auf übergeordnete Prozesse der Ersatzteilwirtschaft eingegangen werden kann, ist zu klären, welche Informationen für Anbieter von ASS-Leistungen bzw. OEMs einen vergleichbaren Potenzialcharakter besitzen. Die Daten- und Informationserfassung der Betreiber als Kunden ist hierbei als Fundament zu betrachten.

3.3 Daten, Informationen und Wissen aus Perspektive der Original Equipment Manufacturer

3.3.1 Installed Base Data und Installed Base Information

Die installierte Basis bzw. Installed Base (IB) aus Sicht eines Serviceanbieters – wobei die Konzentration wieder auf dem OEM liegt – in ihrem einfachsten Verständnis umfasst alle bestehenden Industriegüter, die sich als Primärprodukte beim Kunden bzw. Betreiber in Nutzung befinden und an welchen Serviceleistungen erbracht werden (Basten et al., 2015, S. 122; Oliva & Kallenberg, 2003, S. 163).[87] Durch die IB bestimmt sich der Ersatzteilbedarf, weshalb es für das ETM wichtig ist, einen Überblick über die Primärprodukte und deren Eigenschaften zu behalten, insb. dann, wenn der Kunde als Selbstinstandhalter auftritt und auf eigene Verantwortung Umbauten oder Modernisierungen vornimmt (Schuh et al., 2013, S. 174). Daten zum Primärprodukt lassen sich auch hier in die statischen Stammdaten und die dynamischen Bewegungsdaten einteilen (Yang et al., 2009, S. 185). Als Stammdaten kommen zu den bereits in Kapitel 3.2.1 behandelten Anlagen- und Materialstammdaten, die für den OEM ebenfalls Gültigkeit besitzen, die Kundendaten hinzu. Da im Servicekontext noch eher als bei Betreibern ein weites Netzwerk an Tochterunternehmen und Servicevertretungen existiert, stellen redundante, in mehreren Systemen vorgehaltene Stammdaten ein Problem dar. Deshalb wird eine zentrale, unternehmensweite Regelung des Stammdatenmanagements empfohlen (Krcmar, 2015, S. 43). Bewegungsdaten beinhalten kundenspezifische Modifikationen und Anpassungen, Konfigurations- und Servicedaten, d. h. vorgenom-

[87] Östlin et al. (2008) bezeichnen die IB auch als „Fleet" und zählen neben den durch Kunden genutzten Anlagen auch jene hinzu, welche sich als Puffer beim Aufarbeiter befinden. Die Puffergröße hängt von der Unsicherheit bzgl. der Retouren, der Nachfrage und der erforderlichen Anpassung der Produkte ab (Östlin et al., 2008, S. 341f.). Dieses Verständnis wird im Weiteren nicht verfolgt.

mene Inspektionen, Reparaturen, Ersatzteiltausche und Dokumentationen zu (unvorhergesehenen) Ausfällen und Störungen, sowie Nutzungsdaten, d. h. Nutzungsarten, Nutzungsmuster und Gebrauchsgewohnheiten (Baumbach, 2004, S. 95).

Als übliche Bezeichnung aller Daten, die über und von der IB gewonnen werden, hat sich der Begriff Installed Base Data (IBD) durchgesetzt. Unter Installed Base Information (IBI) werden hingegen all die aus den Daten gewonnenen Informationen, welche sich den individuellen Primärprodukten und Kunden zuordnen lassen, gefasst. Eine trennscharfe Unterscheidung zwischen IBD und IBI fällt schwer und wird in der Literatur nicht einheitlich vorgenommen. IBD liegen als Stamm- und Bewegungsdaten zum Primärprodukt vor, während spezifische Erfassungen beim Kunden implizieren, dass bereits ein Zweck zugefügt wurde, weshalb eher von IBI zu sprechen ist. Die Kategorien der Einordnung von IBI sind in Abbildung 22 zusammengefasst.

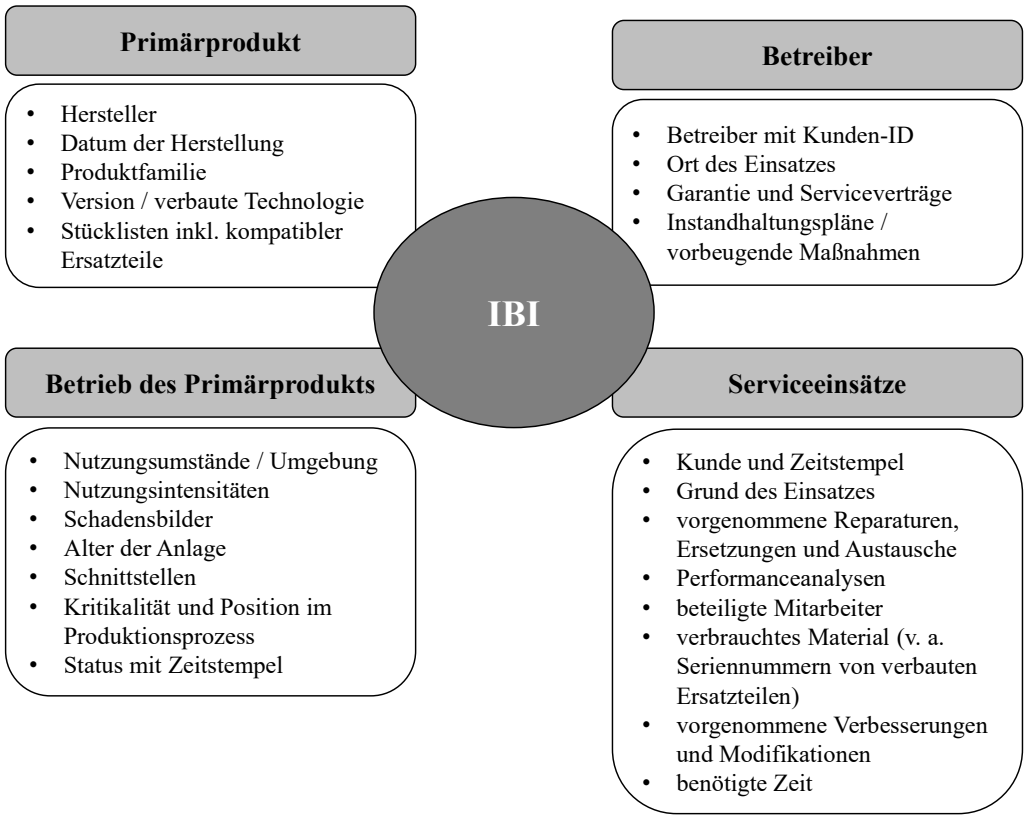

Abbildung 22: Systematisierung von IBI[88]

In einem strategischen Review zum Thema IBI zeigen Perminova-Harikoski et al. (2015) deren – theoretisch gesehen – starke Verbindung zur präventiven Instandhaltung, zum ETM sowie zur Serviceentwicklung und zum Servicedesign in Bezug auf innovative Servicekonzepte (Perminova-Harikoski et al., 2015, S. 9). Bei Verfolgung einer präventiven Instandhaltung im Produkt-Support mithilfe bekannter Instandhaltungspläne lassen sich sowohl

[88] In Anlehnung an (Ala-Risku, 2009, S. 113ff.; Borchers & Karandikar, 2007, S. 54f.; Saccani et al., 2013, S. 416).

Servicetechniker als auch das Material frühzeitig einplanen. IBI zur Ermöglichung der Aktivitäten der Disposition sind Tabelle 7 zu entnehmen. Weiterhin sind Kenntnisse bzgl. der Kundenansprüche sowie das Wissen um die Ressourcenverfügbarkeiten und Lieferzeiträume vorauszusetzen. Fortschrittliche Instandhaltungsinformationen – wie bereits in Kapitel 3.2.2 und 3.2.3 dargelegt – sind hilfreich bei der Prognose von Störungen. Dazu müssen die Informationen dem OEM jedoch verfügbar gemacht werden (Ala-Risku, 2009, S. 62f.; Perminova-Harikoski et al., 2015, S. 14).

Aktivität	**IBI**
Disposition der Techniker zu Aufgaben	• Standort • Kritikalität des Einsatzes, der Anlage oder des Kunden respektive deren Priorität • Zugang • Servicehistorie • Know-how bzw. Fähigkeiten des Servicetechnikers
Disposition des Materials, v. a. der Ersatzteile, zu Aufgaben und Technikern	• Bedarfsprognosen (für Anlagen, Regionen oder Kunden) • Anlagentyp • Standort • Umgebungsfaktoren • Kritikalität der IB aus Servicesicht • Typ des Serviceeinsatzes • Stücklisten • vorliegende Instandhaltungspläne / geplante Maßnahmen

Tabelle 7: IBI zur Ermöglichung dispositiver Tätigkeiten[89]

Im ETM sind neben den dispositiven Tätigkeiten auch Lagerorte und Bestandshöhen festzulegen. Dies sollte bei flächendeckenden IBI unter der Maßgabe der durch Kunden angestrebten Ersatzteilverfügbarkeiten geschehen, um diese – je nach Wichtigkeit des Kunden – zu gewährleisten. Zudem ist denkbar, dass Retouren von Anlagen zur Wiederverwendung oder -verwertung in die Planung integriert werden (Ala-Risku, 2009, S. 85; Perminova-Harikoski et al., 2015, S. 14f.). Daten, aus denen im Optimalfall Informationen über die Nutzbarkeit bzw. Reparierfähigkeit von Altanlagen zu gewinnen sind, tragen aufgrund des vorherigen Wissens um den Zustand dazu bei, dass sich gewisse Funktionstests, die sonst nötig wären, einsparen lassen und die Wiederverwertung und -verwendung attraktiver machen (Ilgin & Gupta, 2010, S. 748). Wie bereits bei den Betreibern spielt insb. das Tracking der IB als

[89] In Anlehnung an (Ala-Risku, 2009, S. 29ff., 60).

Daten zweiter Ebene für den OEM eine Rolle. Es sollten individuelle Historien der Primärprodukte mit dem Ziel der ausdifferenzierten Maßnahmenplanung vorliegen (Holmström et al., 2010, S. 271f.; Lehtonen et al., 2012, S. 128f.). Ein Überblick über Produkte und Serviceleistungen, die Kunden in der Vergangenheit angeboten wurden, kann auch für zukünftige Verkaufsgespräche von Wichtigkeit sein (Ala-Risku, 2009, S. 39).

Liegen Unklarheiten bzgl. des Wertes von IBI vor, ist es möglich, dass Unternehmen zwar umfangreiche Datenbanken mit IBD, speziell Kundendaten, besitzen, diese jedoch nicht in gezielter Art und Weise einsetzen (Perminova-Harikoski et al., 2015, S. 7). Im Bereich der modellbasierten Forschung wird der Wert durch die Genauigkeit der Entscheidungsunterstützung erzeugt, sodass die Planung an Effizienz, z. B. über eine erhöhte Prozessstandardisierung, Effektivität, z. B. über eine schnellere Reaktionsbereitschaft und Flexibilität, oder beidem gewinnt. Die Prozessverbesserungen ebnen den Weg für innovative Servicekonzepte. Diese sind jedoch nur dann glaubwürdig an die Kunden zu vermitteln, wenn eine deutliche Herausstellung des Nutzens erfolgt, um evtl. entstehende Mehrkosten zu rechtfertigen.[90] Hierzu sind die Verfügbarkeit und die Qualität elementarer IBI essenziell. Probleme in dieser Hinsicht werden zum einen auf die variierende Nutzung und Verbreitung teils uneinheitlicher IuKT über die gesamte Unternehmensstruktur hinweg zurückgeführt. Zum anderen beeinflusst das Level der Zusammenarbeit zwischen Akteuren der Supply Chain die Quantität und Qualität der ausgetauschten Informationen. Je enger die Zusammenarbeit ist, desto eher ist etwa eine Optimierung der Ersatzteilbestände entlang der gesamten Supply Chain zu realisieren. Entsprechend ergibt sich ein Rückschluss zu der in Kapitel 2.3.4 behandelten Kundenintegration mit dem anzustrebenden funktionierenden Informationsaustausch (Belvedere et al., 2013, S. 414ff.; Block et al., 2014, S. 91f.; Perminova-Harikoski et al., 2015, S. 11ff.).

Stellen Kunden die Nutzung des Primärprodukts ein, ohne es dem OEM mitzuteilen, ist nicht davon auszugehen, dass er zu jeder Zeit darüber informiert ist, wie viele der Primärprodukte sich wo befinden. Deshalb ist ein theoretischer vom praktischen tatsächlichen Bestand der IB abzugrenzen, was zu Fehlern in der Berechnung und somit zum Wertverlust der Entscheidungsunterstützung führen kann (Borchers & Karandikar, 2007, S. 53). Zusammenfassend entfalten IBI ihre Potenziale v. a. dann, wenn die komplette IB betrachtet wird, um flächendeckende und umfangreiche Schlussfolgerungen zu ziehen, und sie eine kontinuierliche Aktualisierung erfahren (Perminova-Harikoski et al., 2015, S. 7; Rämänen et al., 2013, S. 406). Um dies zu gewährleisten, sind gezielte Managementaktivitäten erforderlich.

[90] Für eine (im Umfang eher geringe) quantitative empirische Studie zur wahrgenommenen Bedeutung von IBI im Servicebereich s. (Saccani et al., 2013).

3.3.2 Installed Base Information Management

Das Installed Base Information Management (IBIM) hat zur Aufgabe, IBI zu erfassen, vorzuhalten und bei Bedarf bereitzustellen. Dazu zählen mithin Praktiken der Sammlung, Analyse und des Teilens von IBD (Saccani et al., 2013, S. 416).[91] Dekker et al. (2013) unterscheiden hierbei mehrere Phasen. In der ersten Phase stehen das Design und der Verkauf des Primärprodukts im Vordergrund. Bereits in dieser Phase sind Produktspezifika zu erfassen. Der OEM verfügt über die Verkaufszahlen, sofern keine dritte Partei den Verkauf übernimmt. Durch Verträge ist es schon in dieser Phase möglich, den Kunden auf lange Frist zu binden und die Voraussetzung eines kontinuierlichen Informationsflusses zu schaffen. In der zweiten Phase erfolgt die Nutzung des Primärprodukts und Informationen zum Standort des Primärprodukts – auch bei dessen Wechsel – werden wichtiger, sofern Ersatzteile schnell geliefert werden müssen. Ebenfalls von Vorteil sind nutzungsbasierte Informationen zur Prognose sowie zu geplanten Instandhaltungen der Betreiber. In der End-of-Life-Phase hat der OEM zu erfassen, wenn eine Anlage beim Kunden nicht mehr betrieben wird. Retourenströme sind abzuschätzen bzw. vorherzusagen, um über die Wiedergewinnung von Ersatzteilen zu entscheiden. Zudem sollten Zustandsinformationen in die Produktentwicklung eingehen (Dekker et al., 2013, S. 538f.).

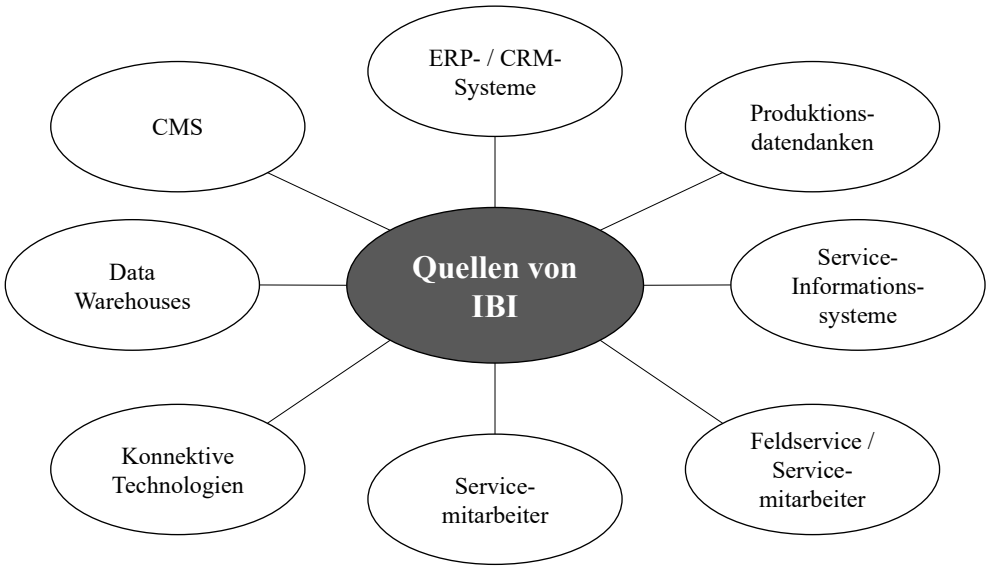

Abbildung 23: Gewinnung von IBI

Die Gewinnung der IBI, die als Hauptaufgabe des IBIM herauszustellen ist, erfolgt aus verschiedensten Quellen (s. Abbildung 23). In erster Linie sind ERP- und Customer-Relationship-Management-Systeme (CRM-Systemen), Produktionsdatenbanken und unabhängige Service-Informationssysteme zu nennen. In der einfachsten Form werden Daten und Infor-

[91] Aufgrund der schwierigen Trennbarkeit wird das Installed Base Data Management im Folgenden dem IBIM untergeordnet.

mationen im Rahmen des Feldservices durch die mit dem Kunden agierenden Servicemitarbeiter – meist manuell – erfasst (Borchers & Karandikar, 2007, S. 56f.; Matyas, 2016, S. 134f.). Da die Mitarbeiter im Feld i. Allg. einen regelmäßigen Kontakt zu den Kunden pflegen und Informationen zu deren Instandhaltungsstrategien sammeln, ist es ihnen leichter möglich, zu bemerken, falls Betreiber selbst Umbauten vorgenommen und Fremdteile verbaut haben. Dies ist entsprechend zu dokumentieren (Luoto, 2013, S. 416). Selbiges gilt auch für informelle Gespräche, insb. dann, wenn Feldmitarbeiter in Erfahrung bringen, auf welche alternativen Lieferanten die Kunden bei Fremdteilen zurückgreifen. Durch einen Abgleich von Aufträgen, die der Kunde – abgeleitet aus der Altersstruktur seiner Anlagen – im Normalfall an das Unternehmen herantragen müsste, mit den eigentlichen Aufträgen lässt sich etwa bereits im Vorfeld die Annahme anstellen, ob Drittanbieter in Anspruch genommen wurden. Die Feldeinsätze lassen sich dann gezielter für Marketingaktionen nutzen (Baumbach, 2004, S. 93f.). Werden zur Datenaggregation Data Warehouses genutzt, sollte die Option bestehen, Daten (bzw. bereits Informationen) durch das Service-Personal manuell einpflegen zu lassen, wozu ein evtl. weltweiter Intranet-Zugang notwendig ist (Borchers & Karandikar, 2007, S. 57f.). Zur Unterstützung der Feldmitarbeiter können sich außerdem mobile Technologien anbieten, wozu jedoch eine entsprechende Systemintegration zu schaffen ist (Herterich et al., 2015, S. 134ff.). Solide Methoden der Informationserfassung tragen dazu bei, eine stetige Interaktion mit dem Kunden abzusichern und nachzuvollziehen, warum welche Serviceleistungen in Anspruch genommen werden und wie Kundenwünsche zu verstehen sind (Ahonen et al., 2011, S. 5f.).

Konnektive Technologien als Option der Informationsbeschaffung erzeugen Potenziale für das ETM hinsichtlich der Reduktion von Lieferzeiten und der effizienten Lieferantenkommunikation. So richten OEMs vermehrt Websites ein, auf welchen den Kunden der Zugang zu technischen Dokumentationen, Betriebsanleitungen und weiteren Informationen zu den Primärprodukten gewährt wird. Über Kataloge lassen sich hier Ersatzteilbestellungen vornehmen, sodass Abwicklungstätigkeiten wirtschaftlicher vonstattengehen und auf beiden Seiten eine Senkung der Sicherheitsbestände erzielt werden können. Ein durch das Internet ermöglichter Datenaustausch erleichtert außerdem die Realisierung eines horizontal ausgerichteten Poolings von Lagerbeständen. Das Pooling erfolgt dabei entweder real von einem zentralen Lager aus oder virtuell, indem Unternehmen auf gemeinsame Bestände zugreifen, ohne dass diese physisch an einem zentralen Ort vorliegen. Zuverlässige Bestandsinformationen sind hier im Hinblick auf die Senkung der Lagerhaltungskosten und auf anzustrebende Skaleneffekte unerlässlich (Diallo et al., 2009, S. 213f.).

Ferner ist die Datenerfassung durch CMS im Zuge der Fernüberwachung und -steuerung mithilfe geeigneter Interkommunikationstechnologien anzuführen (Kumar et al., 2009, S. 278). Die Ferninstandhaltung als (innovatives) Servicekonzept beinhaltet die – z. B. mithilfe von Sensoren durchgeführte – Erfassung und Übertragung von Maschinendaten in

Echtzeit. Aus der Ferne sind Instandhaltungsleistungen aufgrund von Diagnose und Prognostik vorzunehmen, ohne dass eine physische Anwesenheit des Servicemitarbeiters erforderlich ist. Dies hat positive Auswirkungen auf die Stillstandszeit des Betreibers und senkt Servicekosten durch die Rationalisierung von Dispositionstätigkeiten und Einsätzen vor Ort (Grubic & Jennions, 2018, S. 2134; Márquez, 2007, S. 75; Matyas, 2016, S. 134). Auch die Planung, Prognose und Bestellung von Ersatzteilen können die Unternehmen – z. B. über Web-Services – kollaborativ vornehmen, wodurch die Kundenintegration gefördert wird (Chen et al., 2009b, S. 596f.). Ist dennoch ein Serviceeinsatz vonnöten, erlaubt der Fernzugang, den Defekt sowie evtl. die Ursache der Störung bereits vor dem Besuch beim Kunden festzustellen und die Disposition zu erleichtern. So werden Serviceeinsätze verhindert, die aufgrund fehlender Ressourcen nicht zu Ende gebracht werden können (Baumbach, 2004, S. 150f.; Lehtonen et al., 2012, S. 131f.). Dies ist etwa in Zusammenhang mit dem Abschluss von Betreiberverträgen und den hier beinhalteten teilweise komplexen Leistungsversprechen von Bedeutung, weil Risiken der Nichtverfügbarkeit eine konsequentere Einschränkung erfahren (Grubic & Jennions, 2018, S. 2144).

Grubic und Jennions (2018) leiten mithilfe von vier Fallstudien in den Branchen Luft- und Raumfahrt, Maschinenbau, Marine und Transport Faktoren ab, welche die organisationale Anwendung der Fernüberwachungstechnologie im Servicebereich bedingen. Sie kritisieren, dass sich in der Literatur – wie bereits im Zuge der Anwendung von CMS beim Betreiber beschrieben – auch im Servicebereich eher auf technische als auf organisationale Aspekte konzentriert wird. Als die Anwendung definierende Faktoren führen sie u. a. Leistungsversprechen an den Kunden, die Art des Primärprodukts hinsichtlich der Messbarkeit seines Verschleißes, die Funktionalität der Technologie und die anvisierte Kontinuität der Datenerfassung an. Als zentraler Befähiger treten die Kenntnisse, die Fähigkeiten, das Wissen und die Erfahrungen der Datenanalysten sowie deren Kapazitäten auf. Die hauptsächliche Herausforderung entsteht aus dem Verständnis des Kunden bezogen auf die Technologie und deren Nutzen. Zudem ist es möglich, dass der Kunde Daten liefert, die nicht mit der eigentlichen Realität der Anlage in Verbindung gebracht werden können, v. a. dann, wenn kontextuelle Informationen knapp sind oder das volle Potenzial der Technologie nicht ausgeschöpft wird. Folglich hängt die Realisierung des Potenzials aus Fernüberwachungstechnologie nach wie vor stark von den Fähigkeiten der Mitarbeiter, deren Erfahrungen und Kompetenzen sowie des Supports der Kunden ab (Grubic & Jennions, 2018, S. 2134ff.). Auch die Datensicherheit ist eine Voraussetzung des Vertrauens, auf die bei der Vernetzung i. Allg. und bei der Fernüberwachung im Speziellen zu achten ist (Kuhn et al., 2006, S. 67).

Um das Angebot fortschrittlicher Leistungen für die Kunden zu quantifizieren und den Nutzen aus diesen nachvollziehbar zu machen, sollte der Preis am Grenznutzen bezogen auf die gestiegene Anlagenverfügbarkeit und -zuverlässigkeit festgemacht werden (Oliva & Kallenberg, 2003, S. 168f.). Dass dies in der Praxis nicht als selbstverständlich und einfach

durchführbar gilt, zeigt eine Studie von Laine et al. (2010). Das hier analysierte Unternehmen wurde durch den herrschenden Wettbewerb dazu motiviert, in Technologien zur Ferndiagnose zu investieren. Diese ermöglichen es, die kumulierten Betriebsstunden, Produktionsdaten und den Ort der bei den Kunden befindlichen Maschinen zu erfassen. Die direkten Entwicklungs- und Investitionskosten sollten eine Kompensation durch den zusätzlichen Umsatz erfahren. Es wurde im Vorhinein angenommen, dass die proaktive Instandhaltung eine engere Kundenbeziehung fördert, was im Umkehrschluss direkt und durch den zuverlässigeren Informationsaustausch auch indirekt zu einem potenziell höheren Umsatz beiträgt. Der durch die Gewinnung von Daten erzeugte Mehrwert konnte durch das Fallunternehmen jedoch nur langsam und schwierig umgesetzt werden. Als Hemmnis erwies sich die Erläuterung und Rechtfertigung der Preissteigerung vor den Kunden, da die Serviceeinsätze vorher auch ohne die Mehrkosten durchgeführt wurden. Da sie den Wert hinter den verbesserten Aktivitäten nicht erkannten, konnte es bis zum Zeitpunkt der Studie zu keiner flächendeckenden Verbreitung kommen (Laine et al., 2010, S. 987ff.).

Schlussfolgernd ist zu sagen, dass es sich für das IBIM als herausfordernd gestaltet, einen Überblick über den Zustand der Produkte zu behalten, d. h., kontinuierlich in der Lage zu sein, zuverlässige Informationen bereitzuhalten und die Erwartungen der Kunden zu erfüllen. Hindernisse sind wie gezeigt sowohl organisationaler als auch technischer Natur (Auramo & Ala-Risku, 2005, S. 340). Bereits 2006 bemängelten Baader et al. (2006), dass integrierte IT-Lösungen im ASS noch nicht weit verbreitet sind, sondern im Gegenteil einfache Lösungen, die sich mit der Tabellenkalkulation umsetzen lassen, nach wie vor den Standard darstellen (Baader et al., 2006, S. 11). Basten und van Houtum (2014) führen an, dass sich in Netzwerken um den OEM häufig noch auf eine ausfallbedingte Instandhaltung konzentriert wird, sich dies jedoch langsam, aber stetig hin zur Nutzung zustandsüberwachender Technologien wandelt (Basten & van Houtum, 2014, S. 38). Den Sachverhalt der nur wenig konsequenten Verwirklichung von Potenzialen im Informationsbereich nehmen auch Hanski et al. (2014) auf. Sie heben hervor, dass Abschlüsse von Serviceverträgen generell die Verfügbarkeit von Informationen erhöhen, sich zu häufig allerdings noch auf Instandhaltungsberichte konzentriert wird, obwohl Unternehmen davon profitieren könnten, eine größere Variation an Informationen und Wissen einzubinden. Dies sollte auf den Erfahrungen und Beobachtungen aller Mitarbeiter, die mit Kunden zu tun haben, basieren und sich nicht allein auf Servicetechniker, welche die Datenerfassung evtl. vernachlässigen, da dies nicht zu ihrer Kernaufgabe gehört, beschränken (Hanski et al., 2014, S. 396ff.).

Es konnte sowohl vonseiten der Betreiber als auch der OEMs verdeutlicht werden, welche Daten und Informationen von besonderer Relevanz für das ETM sind. Darüber hinaus kamen die Herausforderungen im Daten- und Informationsmanagement zur Sprache. Es gilt nun, sich den konkreten übergeordneten Planungsprozessen der Ersatzteilwirtschaft zuzuwenden.

4 Kernprozesse der Ersatzteilplanung

Wie in Kapitel 2.1.4 definiert, gelten die Prognose von Bedarfen sowie die Beschaffung und Lagerhaltung als wesentliche übergeordnete ersatzteillogistische Prozesse, deren Planung und Rahmenbedingungen sich im ETM niederschlagen. Im vorhergehenden Kapitel wurde deutlich, dass das ersatzteilbezogene Informationsmanagement eine hauptsächliche Verbindung zu diesen übergeordneten Prozessen aufweist. Das Forschungsinteresse im Kontext der Ersatzteilplanung bezieht sich neben der Prognose und der Beschaffung einschließlich des Bestandsmanagements auch auf die Kategorisierung als deren Fundament (Schuh et al., 2013, S. 177f.).[92] Diese drei Kernprozesse sind im Folgenden genauer zu betrachten, insb. deshalb, weil sie für alle Akteure Gültigkeit besitzen. Um der generischen Sicht und der Vergleichbarkeit von Planungsaktivitäten über Perspektiven hinweg zu entsprechen, wird das Kapitel nach diesem Verständnis ausgerichtet. Abschließende Betrachtungen zu den bestehenden Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis legen den Grundstein für das weitere Vorgehen.

4.1 Die Kategorisierung von Ersatzteilen

4.1.1 Begriffsabgrenzungen und Typisierung

Eine einheitliche logistische Behandlung von Ersatzteilen ist nicht zu empfehlen, da sie sich grundlegend in der nachgefragten Menge, dem Wert, ihren Verbrauchsverläufen, dem Lebenszyklus, der Wiederbeschaffungszeit und den realisierbaren Volumina in der Bestellung, Lieferung und Bereitstellung unterscheiden können (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 261). Die Kategorisierung hat das Ziel, nachfolgende Entscheidungen der ETL zu erleichtern, was hinsichtlich der definierten Kernprozesse speziell die Ableitung geeigneter Prognosemethoden und Lagerhaltungsstrategien betrifft. Zudem macht es die Kategorisierung dem Management möglich, seine Aufmerksamkeit auf die als besonders wichtig geltenden Teilen zu lenken und die Ressourcenallokation danach auszurichten (Schuh et al., 2013, S. 178; Syntetos et al., 2009b, S. 293).

Unter der Kategorisierung – im Rahmen dieser Arbeit synonym zum Begriff Klassifizierung verwendet – ist i. Allg. eine systematische Einteilung von Objekten in Klassen sowie Teilklassen unter der vorherigen Festlegung eines vorliegenden Merkmals zu verstehen. Weisen die Merkmale die Eigenschaft der Mehrstufigkeit auf, ist von einer Typisierung zu sprechen (Pawellek, 2016, S. 115; Schweitzer, 2009, S. 69). In der Literatur werden die Begrifflichkeiten jedoch nicht einheitlich verwendet. Im Folgenden soll die Abgrenzung gelten, dass Unternehmen Klassen und Kategorien nach eigenem Ermessen kreieren, um spezifische unternehmensweit gültige Konsequenzen aus den Kategorien festzusetzen. Die Typisierung

[92] S. insb. (Bacchetti & Saccani, 2012) und Kapitel 5.

bezieht sich dagegen auf die in Kapitel 2.2 erläuterten Differenzierungen zwischen Ersatzteilen, wobei zum einen eine Abstufung in mehrere Typen möglich ist und dies zum anderen auf Basis nicht unternehmensspezifisch definierter Eigenschaften erfolgt. Typisierungen verfolgen daher eine Gliederung anhand allgemeingültiger Eigenschaften und Verständnisse. Einfache, aus bereits erwähnten Eigenschaften hervorgegangene Typisierungen lassen sich Abbildung 24 entnehmen.[93]

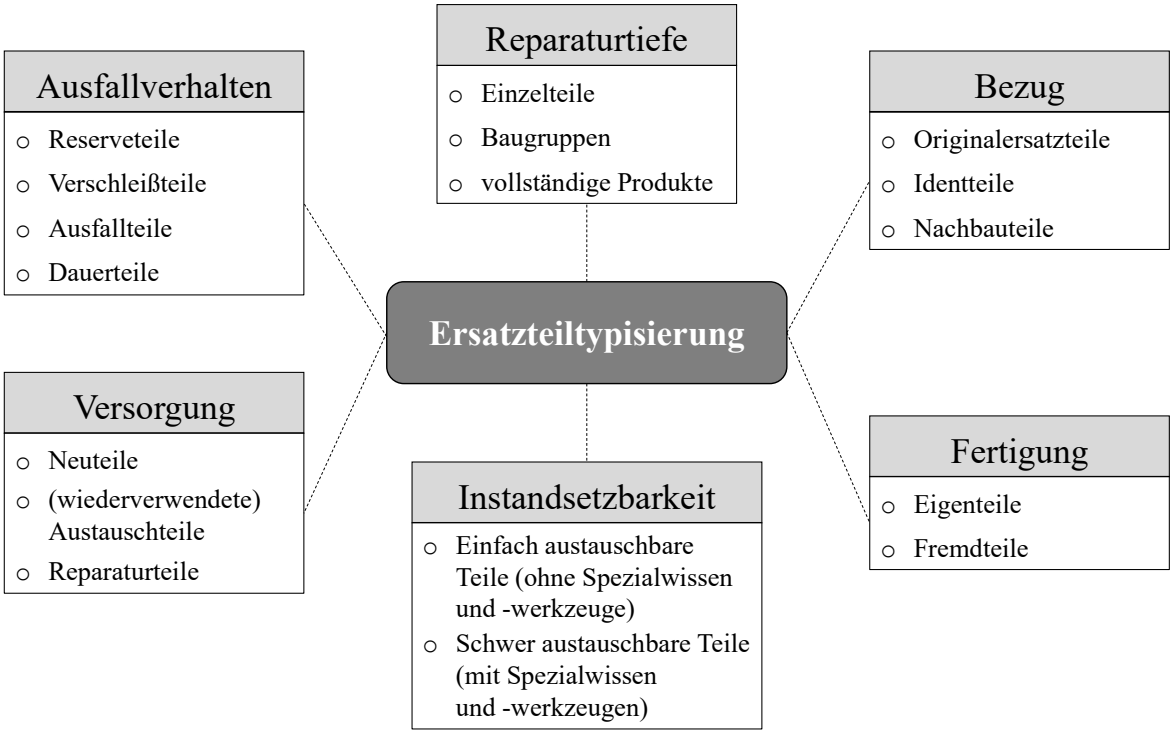

Abbildung 24: Typisierungsmöglichkeiten von Ersatzteilen[94]

Als weitere Typen lassen sich darüber hinaus angeben (Baumbach, 2004, S. 4; Hug, 1986, S. 26ff.; Koch, 2004, S. 14; Strunz, 2012, S. 590):

- Einort-Reserveteile, die nur an einer Stelle verbaut sind, und Mehrort-Reserveteile mit einem Einsatz an mehr als einer Stelle und / oder unterschiedlichen Anlagen;
- Objekte, die direkt und unmittelbar einsatzbereit sind, nebst bereits montierten Teilegruppen, Halbfertigerzeugnissen und Rohlingen;
- Ein- und Mehrbereichsteile abhängig von der Planung über die organisatorische Struktur hinweg;
- Einfach- und Mehrfachteile, je nachdem, an welchen bzw. wie vielen Lagerorten die Vorhaltung erfolgt;

[93] Unter den bisher noch nicht definierten Identteilen sind Nachbauteile zu fassen, die Lieferanten, welche Partner vom OEM sind oder waren, identgetreu herstellen, sodass sie einen günstigen Vertrieb ohne Markenlogo erfahren (Strunz, 2012, S. 575).

[94] In Anlehnung an (Pawellek, 2016, S. 291; Quantschnig, 2010, S. 19; Strunz, 2012, S. 574f.).

- Kreislaufteile, die nach dem Austausch und / oder der Reparatur ans Lager zurück geliefert werden;
- lebende Ersatzteile, die eine Anwendung sowohl als Ersatzteil als auch als Produktteil erfahren können, sowie tote Ersatzteile, deren Produktion erst nach dem Ende der Fertigung von Primärprodukten beginnt.

Neben diesen durch die Eigenschaften der Teile recht klar definierten Charakteristika sind Eigenschaften zu nennen, die eine Festlegung von Grenzen des Übergangs verlangen, weshalb die Einteilung nicht eindeutig der Typisierung zuzurechnen ist. So ist nach der Umschlagshäufigkeit eine Typisierung in Langsam- und Schnelldreher sowie Bulkware üblich. Bulkware wird in großen Losen erworben und hat für die ETL eine nur sehr untergeordnete Relevanz (Akçalı et al., 2001, S. 76). Je nach der Anschauung des Managements sind Grenzen für den Übergang insb. von Schnell- in Langsamdreher zu definieren.[95] Teile sind bspw. dann als Langsamdreher zu bezeichnen, wenn sie vom Betreiber aufgrund der Empfehlung des OEMs oder der Instandhaltungsmitarbeiter mehrfach beschafft, jedoch nur einmalig benötigt wurden. Zur Bereinigung des Artikelstammes ist eine Langsamdreherliste mit dem Ziel der Identifizierung unstetiger Verbräuche inkl. einer Datumsgrenze für die Entsorgung hilfreich (Pawellek, 2016, S. 298). Eine alleinige Trennung der Ersatzteile in Schnell- und Langsamdreher gemessen an der Umschlagshäufigkeit ist jedoch nicht zu empfehlen, da der Bedeutung einzelner Teile somit nur unzureichend Rechnung getragen wird. Entscheidungen des ETMs können sich insb. bei Langsamdrehern als schwierig erweisen, weshalb es notwendig ist, auf Erfahrungen im Umgang mit diesen zurückzugreifen. Je spezifischer Teile auf eine Anlage des Betreibers zugeschnitten sind, umso eher ist es wahrscheinlich, dass ein Teil einen nur geringen Umschlag erfährt. Es wird zu einem Langsamdreher, hat aber gleichzeitig eine hohe Bedeutung. In ihrer Diversität stark ausgeprägte Ersatzteilsortimente mit einer Vielzahl an spezifischen und selten verbauten Komponenten weisen folglich auch eine höhere Anzahl an Langsamdrehern auf, die allerdings von besonderer Wichtigkeit sein können, um lange Sillstandszeiten zu verhindern. Dieser Umstand erschwert das ETM mit Blick auf den zentralen Zielkonflikt (Fortuin & Martin, 1999, S. 950, 963ff.).

Obwohl Typisierungscharakteristika Allgemeingültigkeit aufweisen, lassen sie Interpretationsspielräume zu. So ist eine Differenzierung zwischen Verschleiß- und Reserveteilen nicht unter allen Umständen eindeutig, da die Lebensdauer des Primärprodukts bzw. der Anlage abhängig von den Einsatzbedingungen, den Nutzungsintensitäten und der Fortschrittlichkeit der jeweiligen Instandhaltungspolitik ist (Koch, 2004, S. 14). Als Reserve- oder Ausfallteile deklarierte Einheiten könnten sich infolge der Sammlung umfangreicher Informationen (etwa unter Nutzung von CMS) als Verschleißteile herausstellen. Im Umkehrschluss ist

[95] Dies geschieht z. B. in Form einer FSN-Analyse. Die Einteilung ergibt sich nach Umschlagshäufigkeit in die Kategorien **F**ast moving, **S**low moving und **N**on-moving (Chen et al., 2010, S. 4359).

denkbar, dass sich durch ursachenbezogene Diagnosen Gründe für Störungen genauer bestimmen und zukünftig vermeiden lassen. Ein vorher auf Regelmäßigkeit angelegter Tausch bzw. eine regelmäßige Instandsetzung ist dann nicht mehr erforderlich (Schuh et al., 2013, S. 172). Für Reserveteile erscheint es außerdem sinnvoll, infolge der Abkündigung durch den Lieferanten die Einlagerung eines Allzeitbedarfs in Betracht zu ziehen. Allerdings sind auch die Lagerfähigkeit sowie die Prognostizierbarkeit maßgeblich, sodass die Reserveteile in dieser Hinsicht feingliedriger zu unterscheiden sind (Bothe, 2003, S. 13). Dies spricht für die bewusste Festsetzung von Kategorisierungskriterien.

4.1.2 Grundlegende Kategorisierungen und Einbeziehung der Instandhaltung

Als sowohl in der Theorie als auch in der Praxis häufig verwendete Klassifizierungskriterien für Ersatzteile identifizieren Roda et al. (2014) den Preis, die Fehlmengenkosten, die Spezifität, das Nachfragevolumen und die Vorlaufzeit (Roda et al., 2014, S. 537ff.). Zu dieser Zusammenstellung ergänzen Rintala und Huiskonen (2015) den (aktuellen) Wert, sofern dieser vom Preis abweicht, die Kritikalität, Beschaffungscharakteristika, wie z. B. die Lieferzeit oder die Lieferantenverfügbarkeit, sowie die Nachfragevariabilität (Rintala & Huiskonen, 2015, S. 29f.). Auch teilespezifische Merkmale, wie die Geometrie und die Funktion, sonstige Umstände der Beschaffung, d. h. evtl. vorliegende Restriktionen und Bedingungen des Lieferanten, die Anzahl potenziell infrage kommender Lieferanten, die Kosten der Beschaffung sowie die Substituierbarkeit sind als Kriterien zu benennen (Roda et al., 2012, S. 21; Schuh et al., 2013, S. 181). Das Resultat aus der Vielzahl an Kategorien ist die große und kaum zu überschauende Vielfalt an Kategorisierungsoptionen, deren Auswahl vom Unternehmenskontext abhängig zu machen ist.

Eine grundständige Einteilung ergibt sich nach Wert und Bedarf der Ersatzteile, womit festgelegt wird, ob deterministische, stochastische oder heuristische Beschaffungsstrategien infrage kommen (Bauer & Schmidt, 2011, S. 464). Eine ABC-Analyse als Produkt aus den Einzelpreisen und den erworbenen Mengen ist der klassische Ansatz. A-Teile gelten als besonders wichtig bzw. umsatzstark und sollten möglichst optimal bewirtschaftet werden, d. h., sie erfordern eine intensive Betreuung. Dadurch soll die Kapitalbindung niedrig gehalten werden, auch wenn der Kontrollaufwand bzw. die Kosten der Beschaffung durch JIT oder die Festlegung von Bestellterminen höher sind. A-Teile weisen eher geringe, genau überwachte und sorgfältig festgelegte Sicherheitsbestände auf. B-Teile sind in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren, während bei C-Teilen eine möglichst einfache Kontrolle – mit einem evtl. höheren Bestand – erfolgt (Hartmann, 2002, S. 177f.; Strunz, 2012, S. 579f.). Als Nachteile der ABC-Analyse sind die Grobheit der Klassifikation, die nicht eindeutigen Grenzen des Übergangs zwischen den Kategorien, was die Vergleichbarkeit erschwert, sowie die Vergangenheitsorientierung, welche eine kontinuierliche Plausibilitätsprüfung notwendig macht, zu benennen (Quantschnig, 2010, S. 73).

Klassische Reserveteile, speziell Einort-Reserveteile, verfügen i. d. R. über einen hohen Bestandswert bei geringer Stückzahl, weshalb sie den A-Teilen zuzuweisen sind. Bei einer Nichtverfügbarkeit fallen demzufolge eher hohe Kosten an. Zum Austausch bestimmte Teile, Mehr-Ort-Reserveteile und Normbauteile, die auch selbstständig genutzt werden können, z. B. Motoren im Standardmaschinenbau, gehören tendenziell der B-Kategorie an. Sie werden in einer größeren Anzahl gelagert und befinden sich im mittleren Preissegment. C-Teile wiederum umfassen meist verschleißende Kleinteile und werden wie Produktionsmaterial behandelt (Bandow, 2008, S. 544; Schuh et al., 2013, S. 178; Strunz, 2012, S. 591). Kritische Teile sind gesondert zu kennzeichnen, um die Notwendigkeit der Schwerpunktsetzung zu markieren (Hartmann, 2002, S. 177). Bei Erweiterung des Ansatzes ist deshalb die Entscheidung in Betracht zu ziehen, die ABC-Analyse nicht allein auf der Wertkurve zu fundieren, sondern als A-Teile ausschließlich diejenigen Ersatzteile, die auch eine besondere Bedeutung für die Instandhaltung besitzen, zu definieren (Silver et al., 1998, S. 95). Die sich klassisch am Umsatzanteil und Lagerbestandswert orientierende ABC-Analyse ist häufig nicht ausreichend, um Ersatzteilsortimente in ihrer Vielfältigkeit zu beschreiben. So ist es sinnhaft, die Umschlagshäufigkeiten einzubeziehen und folglich eine Einteilung in Schnell- und Langsamdreher vorzunehmen, um die Lagerfähigkeit oder einen passenden Lagerort für die Ersatzteile abzuleiten (Schuh et al., 2013, S. 178). Verwendungsnachweise können gerade bei A-Teilen zur Entscheidungsfindung hinsichtlich des Verbleibs der Teile in Regionallagern in der Nähe zum Kunden herangezogen werden. Wiederbeschaffungszeiten sind von Bedeutung, denn diese determinieren, inwieweit eine JIT-Beschaffung auch für eher geringwertige Ersatzteile überhaupt infrage kommt (Biedermann, 2008, S. 137).[96]

Darüber hinaus ist die XYZ-Analyse als ein verbreitetes Verfahren der Klassifizierung anzuführen. Diese nimmt eine Differenzierung nach der Verbrauchsstruktur und / oder der Vorhersagegenauigkeit des Materials auf Basis eines Schwankungskoeffizienten mit vorher festgelegten Grenzen vor. X-Artikel weisen einen eher gleichförmigen Bedarf ohne große Schwankungen auf, weshalb relativ genaue Prognosen machbar sind. Im Fall von saisonalen Schwankungen oder Trends sind die Einheiten in die Y-Kategorie einzuordnen, wonach eine mittlere Vorhersagegenauigkeit vorliegt. Es wird eine programmorientierte Beschaffung mit Vorratshaltung empfohlen. Bei Z-Artikeln ist die gute Prognostizierbarkeit durch den unregelmäßigen Bedarfsverlauf nicht gegeben, weshalb die Bedarfsrechnung eher stochastischer Natur ist. Die Festlegung der Grenzen des Übergangs zwischen den Klassen wird bei der XYZ-Analyse als vielschichtiger angesehen als bei der ABC-Analyse (Hartmann, 2002, S. 181ff.; Strunz, 2012, S. 582). Verschleißteile, deren Abnutzungsverhalten bekannt ist und die damit einen relativ gleichmäßigen Bedarfsverlauf zeigen, gehören i. d. R. den X-Teilen an. Dies impliziert die Option einer einsatzsynchronen Beschaffung. Y-Teile entsprechen im Grundsatz auf Vorrat zu beschaffenden Normteilen. Die Frage, welche Art der Prognose zur

[96] S. auch Kapitel 4.3.

Anwendung kommt, ist bei diesen Teilen mit besonderer Vorsicht zu treffen. Der zufällige Ausfall der Z-Teile macht es notwendig, besonders auf den Zielkonflikt zwischen Lagerhaltungskosten und Folgen aus der Nichtverfügbarkeit der Ersatzteile zu achten. Zusätzlich ist es im Ersatzteilkontext denkbar, die Klasse S für sporadische Teile hinzuzufügen. Je nach Ausprägung der Sporadizität bietet sich eine noch tiefer gehende Differenzierung – etwa die Spezifizierung der Lebenszyklusphase – an, da sich sonst viele Teile in der Z- oder S-Kategorie befinden und gerade bei diesen eine fallspezifische Prognose wünschenswert ist (Schuh et al., 2013, S. 179f.).

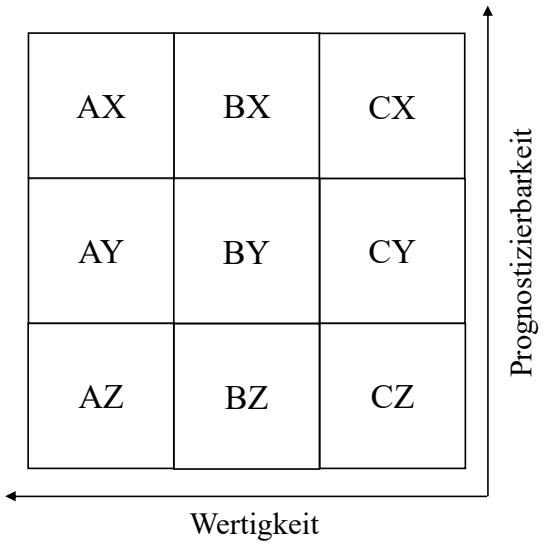

Abbildung 25: ABC-XYZ-Analyse

Zur Realisierung von Rationalisierungspotenzialen in der Beschaffung liegt eine Kombination von ABC- und XYZ-Analyse (s. Abbildung 25) nahe, denn auf diese Weise fließen sowohl die Wertigkeit als auch die Prognostizierbarkeit in die Kategorisierung ein (Hartmann, 2002, S. 184). In Bezug auf Ersatzteile ist eine bedarfsgerechte JIT-Versorgung am ehesten für AX-Teile umsetzbar. An einem durch das Unternehmen festzulegenden Punkt zwischen den Kategorien AX und BX sowie AY und BY ist der Übergang einer plangesteuerten hin zu einer verbrauchsgesteuerten Disposition zu markieren. CX- und CY-Teile sollten aufgrund ihres geringen Wertanteils und der relativ zuverlässigen Planbarkeit mithilfe einer verbrauchsorientierten Disposition – d. h. über Bestellrhythmusverfahren (CX) respektive Bestellpunktverfahren (CY) – gesteuert werden.[97] Im Fall von BZ- und CZ-Teilen ist eine einfache Mindestbestandsdisposition zu empfehlen. AZ-Teile gelten als besonders kritisch und stellen im Ersatzteilbereich eine Fokusgruppe dar, da sie sich zwar durch einen hohen Wert auszeichnen, aber nur sehr schlecht vorhergesagt werden können. Betreiber streben deshalb häufiger (sofern möglich) eine auf Konsignation beruhende Bewirtschaftung

[97] S. Kapitel 4.3.2.

dieser Teile an, um das Bestandsrisiko nicht selbst zu tragen, womit die Lagerung der Ersatzteile beim Betreiber vom Eigentum getrennt wird (Wallin Blair et al., 2020, S. 122). Teilweise wird auch die vorliegende Informationsdichte mit der ABC-Analyse in Verbindung gebracht. Je höher der Wertanteil ist, umso eher sind Unternehmen gewillt, in eine umfangreichere Informationsversorgung zu investieren, um die Planungsgenauigkeit, die wiederum der XYZ-Analyse zu entnehmen ist, zu erhöhen (Härdler, 1999, S. 62; Pawellek, 2016, S. 324).

Die ABC- und XYZ-Analyse nebst vergleichbaren Abwandlungen gelten nach wie vor als populärste Klassifikationsmethoden der Praxis, obwohl diese Form der Analyse nur dann erfolgen sollte, wenn jeweils ein hauptsächliches Kriterium zur Klassifizierung ausreichend ist. Ein weiteres Problem der ABC-Analyse speziell im Fall von Ersatzteilen ist die eingeschränkte Nutzbarkeit für homogene Produkte. In der Forschung wird zwar an Verfahren wie der ABC-Analyse angeknüpft, allerdings werden neben dem Umsatz oder Bedarfsvolumen in größerem Umfang multiple Kriterien, insb. zur Festlegung der Kritikalität von Ersatzteilen, eingebunden (Chen et al., 2008, S. 776; Molenaers et al., 2012, S. 570f.; Roda et al., 2014, S. 532ff.). Eine Klassifizierung nach Kritikalität erfolgt vornehmlich auf Basis von Folgekosten nach einer Störung der Anlage und bei Nichtverfügbarkeit von Ersatzteilen. Kritische Teile erhalten eine größere Aufmerksamkeit vom Management und ziehen tiefgehende Abwägungen hinsichtlich des betriebenen Aufwands für nachfolgende Prozesse nach sich (Duchessi et al., 1988, S. 10ff.). Die Kritikalitätseinschätzung hängt maßgeblich von der Struktur und der Bedeutung der Anlagen für die Produktion der Betreiber ab. Sie sollten in Klassen eingeteilt werden, um Optimierungsbestrebungen zu lenken, eine nachvollziehbare und transparente Auswahl von Instandhaltungsstrategien vorzunehmen und hierdurch die Ersatzteilplanung zielgerichteter zu gestalten (Molenaers et al., 2012, S. 573; Pawellek, 2016, S. 114, S. 117).

Komponenten und Einzelteile besitzen untergeordnet entweder keine Auswirkungen auf die Funktionalität der Anlage und sind folglich funktionsunkritisch; beeinflussen die Funktionsfähigkeit und rufen Minderungen der Ausbringungsmenge respektive der Qualität hervor oder sie nehmen auf Grundfunktionen Einfluss. Letzteres bewirkt einen Totalausfall und resultiert in Konsequenzen für Sicherheit und Umwelt sowie Dominoeffekten. Nutzungscharakteristiken, v. a. vorhandene Redundanzen durch weitere identische Komponenten in der Maschine, die Nutzungsrate, Fehlerwahrscheinlichkeiten, Häufigkeiten von Fehlern und Störungen, die Vorhersagegenauigkeit des Bedarfs und evtl. vorliegende Ablaufdaten lassen sich ferner als Kritikalitätskriterien inkludieren. Die Spezifität und Aspekte, die mit der Obsoleszenz und Abkündigungen in Verbindung stehen, nehmen ebenfalls Einfluss, denn sie bestimmen die Länge der Wiederbeschaffungszeiten. Je spezifischer Teile sind, umso wahrscheinlicher ist es, dass der Betreiber eine Beschaffung beim OEM vornehmen muss und

keine breite Auswahl an Lieferanten hat, während unspezifische Teile auch von Drittanbietern oder Großhändlern bezogen werden können. Eine einheitliche Definition der Ersatzteilkritikalität existiert indes nicht. Es ist kein Konsens zu finden, wie sie zu messen ist und welche Gewichtungen für entsprechende Kriterien gelten sollten (Pawellek, 2016, S. 326ff.; Roda et al., 2012, S. 21; Schuh et al., 2013, S. 171f.; Strunz, 2012, S. 574).

Die Kritikalität unterstützt Entscheidungen der ETL, speziell der Lagerhaltung, wobei abermals der zentrale Zielkonflikt zwischen der Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitsmaximierung in der Instandhaltung und der kosteneffizienten Bevorratung hervorzuheben ist (Roda et al., 2014, S. 531f.). Aus Sicht der Lagerhaltung sind vornehmlich Kostenkriterien und Nachfragemuster von Bedeutung. Um der Komplexität der sich dadurch herausbildenden Klassifizierung gerecht zu werden, existieren multikriterielle Methoden, die allerdings umständlicher zu implementieren und zu optimieren sind. Beispiele hierfür sind zum einen die gewichtete lineare Programmierung[98] und zum anderen der Analytische-Hierarchie-Prozess (AHP), der es ermöglicht, sowohl quantitative als auch qualitative Kriterien einzubinden.[99] Das Resultat ist eine Kritikalitätseinteilung in die Kategorien vital, wesentlich (essential) und wünschenswert (desirable).[100] Vital sind demgemäß alle Teile, die, wenn sie sich nicht auf Lager befinden, große Verluste verursachen. Die Wesentlichkeit impliziert moderate Verluste, während wünschenswerte Teile vorerst zu untergeordneten und erst langfristig zu ernsten Konsequenzen führen. Die Bewertung einer Situation hinsichtlich der Reaktionsgeschwindigkeit beim Eintreten einer zufälligen Störung ist mithilfe der VED-Analyse schnell umsetzbar (Gajpal et al., 1994, S. 293ff.; Molenaers et al., 2012, S. 570f.; Syntetos et al., 2009b, S. 294f.).

Je mehr Kriterien eingebunden werden, umso aufwendiger ist die Kategorisierung. Dies macht es u. U. notwendig, das Wissen des Managements zu nutzen, um Teile einer eindeutigen Kategorie zuzuweisen (Flores & Whybark, 1986, S. 41f.). Die FMEA kann hierbei unterstützend wirken. Die kombinierte Anwendung des AHP und der FMEA implizieren eine entsprechende Verfügbarkeit von teilweise umfangreichen Informationen zu den Ersatzteilen sowie die möglichst transparente Einbindung sowohl expliziten als auch impliziten Wissens der Mitarbeiter, insb. hinsichtlich der Festlegung der Kriterien, der Gewichtungen für das Vornehmen der Paarvergleiche von Kriterien im AHP, der Grenzen der Abstufungen zwischen Kategorien sowie der Beurteilung der Eintrittswahrscheinlichkeiten von Risiken. Dies befördert jedoch evtl. den nicht wahrgenommenen Wert der formellen Klassifizierung

[98] Hier ist für jedes Ersatzteil ein Gewicht zu vergeben und eine Optmierung hinsichtlich der Lagerhaltungskosten sowie der Kapazität des Lagers durchzuführen. Der Umfang derartiger Modelle nimmt jedoch schnell zu, was ihre Praktikabilität v. a. bei einem breiten Sortiment einschränkt (Ramanathan, 2006, S. 696ff.).

[99] Für eine Einführung und Grundlagen s. (Saaty, 1990) und (Saaty, 2008), zur Anwendung s. (Partovi & Burton, 1993), (Vaidya & Kumar, 2006), (Ho, 2008) und Kapitel 5.

[100] Analysen, die auf eine Klassifizierung in die drei Kategorien (vital, essential, desirable) abzielen, werden nach den jeweiligen Anfangsbuchstaben VED-Analysen genannt.

und folglich die rein informelle Einschätzung der Kritikalität lediglich auf Basis der Erfahrungen und des impliziten Wissens. Dadurch erfährt die Informationsverfügbarkeit eine Schmälerung (Molenaers et al., 2012, S. 576; Roda et al., 2014, S. 535; van Kampen et al., 2012, S. 863f.).

Roda et al. (2014) stellen im Rahmen der eingangs erwähnten Umfrage mit Instandhaltungsmanagern in der Bergbauindustrie fest, dass quantitativ orientierte Klassifizierungsmethoden kaum zur Anwendung kommen, obwohl multikriterielle Ansätze als allgemein sinnvoll erachtet werden. Als größte Barriere betonen sie die Fragmentierung der Informationen, insb. hervorgerufen durch die Nutzung verschiedener IT-Systeme im Unternehmen. Die somit behinderte Informationsweitergabe und die fehlende Kommunikation erschweren die Nutzbarkeit historischer Daten, wodurch bspw. der AHP nicht zu einer effektiven Anwendung kommen kann. Gegenmaßnahmen wurden durch die Teilnehmer zwar als notwendig, aber ressourcenraubend erachtet, sodass sich die Frage stellt, inwiefern sich der Ausführungsaufwand lohnt. Erfahrungen und implizites Wissen, die im Zielkonflikt mit dem Einsatz weiterführender Informationen als explizites Wissen sowie der erhöhten Komplexität der Klassifizierungsansätze stehen, konnten wie in der Theorie vermutet als signifikant bei der Klassifizierung identifiziert werden. Die Autoren machen die Notwendigkeit weiterer empirischer Forschung zu Barrieren des Einsatzes wissenschaftlicher Modelle und Ansätze sowohl im Kontext der Klassifizierung, v. a. für die Einschätzung der Kritikalität, als auch bezogen auf das gesamte ETM deutlich (Roda et al., 2014, S. 540ff.).

Von dem Entwurf eines eigenen Klassifizierungsvorschlags wird indes abgesehen, denn es existiert bereits eine Vielzahl an Klassifizierungsmodellen in der Wissenschaft, deren praktische Anwendbarkeit fraglich ist.[101] Wichtiger erscheint es zu ergründen, inwieweit Unternehmen überhaupt dazu in der Lage sind, ihr Grundset an Informationen, das etwa zu einer Typisierung oder aber weiterführend zur Einschätzung der Kritikalität schon vorhanden ist, so für eine Kategorisierung einzusetzen, dass diese den Ansprüchen folgender Prozesse genügt. Nicht immer müssen dafür vorgefertigte und in der Wissenschaft als relevant deklarierte Verfahren zum Einsatz kommen, sondern es ist denkbar, dass bereits einfache Priorisierungen aus Instandhaltungsgesichtspunkten unter Beachtung der Lagerkosten – d. h. unter Maßgabe der Integration von IHM und ETM – ausreichend sein können, um die Basis einer effizienten Bestandssteuerung zu schaffen. Ohne ein funktionierendes Informationsmanagement ist dies aber kaum zu gewährleisten. Dies gilt nicht nur aus Sicht der Instandhaltung respektive Betreiber, sondern auch für OEMs bzw. aus Servicegesichtspunkten. Hier kann sich aufgrund der Masse an Daten und Informationen, welche durch Kunden ins Unternehmen gelangen und potenziell für die Kategorisierung von Ersatzteilen von Belang sind, eine erhöhte Komplexität für das Informationsmanagement einstellen.

[101] S. Kapitel 5.

4.1.3 Spezifika aus der Perspektive der Original Equipment Manufacturer

Ersatzteile sind mit Rücksicht auf den Servicezyklus eines OEMs kaum allgemein beschreibbar, d. h., es wäre genau genommen notwendig, den Lebenszyklus für jedes Teil oder jede Komponente individuell zu bestimmen. Da dies keinem wirtschaftlichen Vorgehen entspricht, sollte die Analyse auf Klassen bezogen werden (Quantschnig, 2010, S. 46). Die Kategorisierung unterstützt dann sowohl die Auswahl angemessener Prognose- und Lagerhaltungsmethode als auch die Ableitung adäquater Serviceanforderungen (Bacchetti et al., 2013, S. 263). Deren Festlegung geschieht auf Grundlage der Ersatzteile, Kunden und Märkte, zu deren Einteilung zwar die ABC-Analyse herangezogen werden kann, jedoch keine Abhängigkeiten zwischen den separat durchzuführenden Analysen Berücksichtigung fänden. Deshalb ist die ABC-Analyse als für den OEM ungeeignet anzusehen (Amann, 2006, S. 361). Eher zu empfehlen ist auch hier die Einteilung nach der Kritikalität.

Die Kritikalität wird in der Praxis i. d. R. an der Konsequenz des Ausfalls bzw. den Folgen aus einem verspäteten Ersatz festgemacht. Daher ist sie für den OEM v. a. im Industriegüterbereich und auf den oberen Leistungsebenen von unmittelbarer Relevanz. Im Fall bloßer Ersatzteillieferungen oder Austauschleistungen aufgrund nicht nach Dringlichkeit differenzierter Bedarfsmeldungen erhält die Kritikalität hingegen eine untergeordnete Beachtung (Basten & van Houtum, 2014, S. 51; Syntetos et al., 2009b, S. 294). Hierbei ist maßgeblich, welche Konsequenzen aus falschen Prognosen für die Kunden folgen. Je kritischer die Nicht-Verfügbarkeit für den Betreiber ist, desto größer können unter Vorliegen bestimmter Liefergarantien die Konsequenzen für den OEM sein. Je kritischer wiederum Spezialteile sind, umso eher ist der OEM dazu angehalten, sie zu bevorraten, um die Verfügbarkeit hochzuhalten. Die Materialwirtschaft lässt sich daher vereinfachen, wenn der Standardisierungsgrad steigt, d. h., die Vielfalt an Teilen abnimmt (Rasch, 2000, S. 128). Daraus ist zu schlussfolgern, dass Ersatzteile aus Sicht des OEMs mit einem Schwerpunkt auf dem Grad ihrer Spezifität zu kategorisieren sind, um schneller darauf schließen zu können, ob ein Teil beim Ausfall schon aufgrund dieser Eigenschaft als kritisch für den Kunden einzustufen ist. Für kritische Teile ist es dann von Bedeutung, eine möglichst genaue Prognose zu ermitteln (Andersson & Jonsson, 2018, S. 526).

Weiterhin repräsentiert die Art der Nachfrage eine Information, die es zu beobachten gilt. Es lassen sich auf den oberen Leistungsebenen zum einen ungeplante und geplante bzw. terminierte Serviceeinsätze unterscheiden. Hinzu kommen ungeplante Einsätze ohne vertragliche Verpflichtung. Auf der Ebene des Ersatzteilservices (s. Kapitel 2.3.2) sind dringliche Ersatzteilanfragen bzw. -bestellungen von Lagerergänzungslieferungen zu unterscheiden (Ala-Risku, 2009, S. 80f.). Die Nachfragearten determinieren in erster Linie, auf welche Masse an Informationen in welcher Qualität zurückgegriffen werden sollte, um ersatzteillogistische Prozesse zu planen und zu steuern. Lagerergänzungslieferungen sind vom kunden-

seitigen Bestandsmanagement bzw. der gesetzten Dispositionsparameter und nicht vom tatsächlichen Verbrauch der Ersatzteile abhängig, sodass IBI zur Prognose eher irrelevant sind. Im Fall ungeplanter Serviceaktivitäten sind detailliertere Informationen insb. zur Ausfallwahrscheinlichkeit vonnöten, sodass der OEM die eigene Bevorratung optimieren kann. Hierzu ist der u. U. nur schwierig ermittelbare Umfang der IB hilfreich. Im Kontext terminierter Maßnahmen sollten dem OEM zudem sowohl stimmige Vorlaufzeiten als auch die Instandhaltungspläne der Kunden bekannt sein. Nimmt der Primärprodukthersteller die Bestimmung zeitlicher Intervalle der präventiven Instandhaltung für Service- und Nutzenoptimierer selbst vor, impliziert dies noch umfangreichere Informationen (Ala-Risku, 2009, S. 82; Yamashina, 1989, S. 199ff.).

Die Art der Nachfrage besitzt ferner einen Einfluss auf den Verlauf des Ersatzteilbedarfs. Dieser findet im klassischen Sinne eine Berücksichtigung in der XYZ-Analyse. Der dabei angewandte Variationskoeffizient ist aber ohne eine Unterscheidung der Ursachen für die Nachfrage i. d. R. nicht aussagekräftig genug, um die Ersatzteilverbräuche repräsentativ abzubilden (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 261). So spielen neben der Spezifität, der Kritikalität und dem Nachfrageverlauf außerdem Informationen zum Stand des Lebenszyklus‘ der IB eine Rolle bei der Erklärung des Kundenverbrauchs (Andersson & Jonsson, 2018, S. 526). Tabelle 8 fasst die genannten Klassifizierungskriterien, die spezifisch im Fall von OEMs zu beachten sind, unter Beachtung der verfolgten Fragestellung sowie verallgemeinernden Konsequenzen zusammen. Mithilfe dieser Kriterien gilt es nun – unter Maßgabe der Einhaltung des Gesamtbudgets – geeignete Bestandshöhen, Lagerorte und Wiederbeschaffungsmaßnahmen für die entstehenden, z. T. vielfältigen Klassen an Ersatzteilen festzulegen (Amann, 2006, S. 361ff.). Dies kann je nach Anzahl der Kategorien und Teilespezifika einen hohen Aufwand implizieren, weshalb sich auch OEMs u. U. auf das implizite Wissen und die Erfahrung von Mitarbeitern der Servicetechnik und der Disposition verlassen, um derartige Entscheidungen voranzutreiben (Fortuin & Martin, 1999, S. 951).

Implizites Wissen wird v. a. für qualitative Charakteristiken, zu denen auch die Kritikalität mit groben Abstufungen zählen kann, herangezogen. In der mathematischen Modellierung findet es trotz der praktischen Bedeutung jedoch kaum Berücksichtigung. Dadurch ist die Objektivität und Transparenz der Klassifikationsmodelle zwar höher, aber es sind umfassendere und z. T. nur aufwendig zu beschaffende Informationen erforderlich, was abschreckend wirken kann. Entsprechend sind die zusätzlichen Vorteile gegen einfache Ansätze abzuwägen, wobei sich keine Richtlinien finden lassen, wie diese Entscheidungen vonstattengehen sollten (van Kampen et al., 2012, S. 868). In der Literatur dominieren analytische Studien und Simulationen über empirische Untersuchungen (Moon et al., 2013, S. 450).

Kriterium	Unterscheidung nach…	Fragestellung	Konsequenz
Spezifität	• Standardisierungsgrad	Soll das Ersatzteil bevorratet werden?	• Spezifität ↑ → Kritikalitität für den Kunden (i. Allg.) ↑ • Kritikalität ↑ → Wahrscheinlichkeit der Bevorratung ↑
Kritikalität	• Konsequenzen der Nichtverfügbarkeit für den Kunden		
Art der Nachfrage	• Planbarkeit • Dringlichkeit	Wie relevant / notwendig sind IBI zur Prognose und Planung der Lagerhaltung?	• Planbarkeit ↓, Dringlichkeit ↑ → Relevanz ↑ • Planbarkeit ↑, Dringlichkeit ↓ → Relevanz ↓ • dazwischen fallweise Entscheidung je nach Kontext
Bedarfsverlauf	• Spezifität • Kritikalität • Art der Nachfrage • Stand des Lebenszyklus‘ (Primärprodukt)	• Wie lässt sich der Bedarf erklären? • Wo ist das Ersatzteil zu lagern?	• fallweise Abwägung zwischen zentraler und dezentraler Lagerung (komplex[102])

Tabelle 8: Übergeordnete Klassifizierungskriterien aus Perspektive der OEMs

Weniger die Frage, welche Kriterien für eine Klassifizierung in Betracht kommen, als vielmehr die Kenntnis um Faktoren, welche Unternehmen bei der Auswahl von Komponenten eines Klassifikationsmodells beeinflussen, ist ein relevanter Sachverhalt für die weiterführende Forschung. Es ist gefordert, Voraussetzungen verschiedener Unternehmen je nach Umgebung bzw. Kontext und hinsichtlich bereits existierender Klassifikationsmethoden, der verfügbaren Daten sowie der Nachfragecharakteristiken zu untersuchen, sodass Klassifikationsmodelle auf gezieltere und praxisrelevante Art und Weise entworfen werden können (Rintala & Huiskonen, 2015, S. 41). Wie mehrfach erwähnt, bilden diese nicht zuletzt das Fundament für angepasste Planungsstrategien der Prognose sowie der Lagerhaltung und Beschaffung.

[102] S. Kapitel 4.3.1.

4.2 Die Prognose von Ersatzteilen

4.2.1 Differenzierung von Prognosemethoden

Bedarfsermittlungen stellen die Voraussetzung für Dispositionen dar, insb. für die Etablierung regelmäßiger Ergänzungslieferungen und Bestandshöhen sowie für Bereinigungen im Lager (Koch, 2004, S. 46). Ungenauigkeiten wirken sich direkt auf das Bestandsmanagement aus, sodass der Bedarf entweder keine Deckung erfährt oder Lagerhüter die Folge sind (Gladen, 2014, S. 284). Zudem lenkt die Bedarfsermittlung sowohl die Festlegung von Lagerorten und deren Anzahl als auch die Bündelung und effiziente Verteilung von Ersatzteilen im Netzwerk (Baune & Westphal, 2006, S. 245). Entsprechende Verfahren sind nach ihrer Art grob als deterministisch auf Basis bekannter Kundenaufträge und Stücklisten, als subjektiv auf Basis des Wissens von Experten sowie als stochastisch bzw. mathematisch-statistisch auf Basis erfasster Daten einzuteilen (Hartmann, 2002, S. 282f.). Hoch funktionelle Prognosen von Ersatzteilen haben eine positive Wirkung auf die Planung des Produktionsprozesses, des Transports und die Instandhaltung sowie Serviceleistungen. Je genauer die Prognosen sind, umso mehr Kosten können eingespart werden. Allerdings ist in der ETL im Hinblick auf den zentralen Zielkonflikt auf die Gesamteffizienz zu achten (Cordes & Hellingrath, 2014, S. 548; Strunz, 2012, S. 573). So erübrigt sich die Prognose bspw. im Fall von Verbrauchsmaterial und Teilen, die eine nur sehr kurze Wiederbeschaffungszeit aufweisen. Für diese ist i. Allg. eine einfache Disposition ausreichend (Pawellek, 2016, S. 365).

Für Betreiber ergeben sich im Kontext der deterministischen Bedarfsermittlung Besonderheiten im Hinblick auf zusätzliche Informationen, die für eine Planung erforderlich sind. So ist eine bedarfsorientierte und nachfragesynchrone Bereitstellung nur dann realisierbar, wenn neben der Stücklistenauflösung mithilfe von Instandhaltungsaufträgen oder -plänen auch die Bedarfszeitpunkte und Wiederbeschaffungszeiten bekannt sind (Pawellek, 2016, S. 309). Voraussetzung dafür ist die enge Zusammenarbeit zwischen IHM und ETM (Basten & van Houtum, 2014, S. 37). Neben den Bedarfen, die sich durch Instandhaltungspläne deterministisch einplanen lassen, tritt die Nachfrage nach den verbliebenen Teilen weiterhin zufällig auf, was besonders für Ersatzteile gilt, deren Einsatz nicht mehr regelmäßig erfolgt. Dies macht Prognosen zur Bedarfsermittlung sowohl im subjektiven, qualitativen als auch im stochastischen, quantitativen Bereich erforderlich (Baumbach, 2004, S. 179; Baumbach & Stampfl, 2002, S. 95; Nouri Qarahasanlou et al., 2019, S. 170).

Unter qualitative Prognoseansätze, welche auf dem Wissen und der Erfahrung respektive der Intuition der ausführenden Mitarbeiter fußen, fallen zum einen heuristische Ansätze, etwa Analogieverfahren. Diese werden dann eingesetzt, wenn Vergangenheitsdaten in frühen Phasen des Lebenszyklus‘ noch nicht ausreichen, um Prognosen quantitativer Art anstellen zu können. Somit erfolgt ein Rückgriff auf Resultate vergleichbarer Komponenten

und Teile (Koch, 2004, S. 40; Loukmidis & Luczak, 2006, S. 258f.).[103] Zum anderen sind Intuitivschätzungen aus dem impliziten Wissen von Experten – insb. des Disponenten – denkbar. Bei Voranschreiten der Zeit wird empfohlen, diese Schätzungen mithilfe mathematischer Modelle abzusichern. Bei hoch spezifischen Teilen wiederum sind subjektive Verfahren evtl. die einzige Option, überhaupt eine Prognose anzustellen (Hartmann, 2002, S. 336). Zudem können qualitative Verfahren für Unternehmen günstiger sein. Sie sind einfacher anzuwenden und lassen es zu, externe Faktoren, die in quantitativen Modellen nur schwierig abbildbar sind, in die Prognosen einfließen zu lassen, auch wenn dies evtl. auf intransparente Weise geschieht (Schuh et al., 2013, S. 187). Die Kehrseite subjektiver Verfahren sind Verzerrungen, welche sich nur schwierig quantifizieren und vermeiden lassen. Hinzu kommen kognitive Limitationen, d. h., die Entscheidungsstruktur wird nicht hinreichend offen gelegt, da der Mitarbeiter die zur Prognose vorgesehenen Informationen nicht in Gänze verarbeiten kann (Corsten & Corsten, 2014, S. 267). Liegen Informationen generell in nur unzureichender Menge und mangelhafter Qualität vor, wird der Rückgriff auf die subjektive Prognose befördert (Baumbach & Stampfl, 2002, S. 96; Fitzsimmons & Fitzsimmons, 2011, S. 454).

Quantitative Verfahren lassen sich – wie Tabelle 9 zeigt – in die univariaten zeitreihen- und lebensdaueranalytischen sowie die multivariaten koeffizientenbasierten und kausalanalytischen Ansätze einteilen (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 259). Die einzige erklärende Variable der Zeitreihenanalysen sind die Verbräuche der Vergangenheit. Sie eignen sich für kurzfristige Prognosen, sofern angenommen werden kann, dass die Muster in den periodisch vorliegenden Vergangenheitsdaten mit der Zeit wiederkehren. Hier kommen bspw. Verfahren der Glättung oder der Regression zum Einsatz (Baumbach, 2004, S. 180; Fitzsimmons & Fitzsimmons, 2011, S. 458; Loukmidis & Luczak, 2006, S. 259). Lebensdaueranalytische Verfahren besitzen das Ausfallverhalten als Anhaltspunkt, d. h., mithilfe von Ausfallraten werden Funktionen der Lebensdauer über Wahrscheinlichkeitsverteilungen approximiert, somit mittlere Ausfallraten abgeschätzt und auf den Ersatzteilbedarf übertragen (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 260; Strunz, 2012, S. 587). Zwar ist der Bedarf weiterhin stochastischer

[103] In dieser Situation ließe sich außerdem die Delphi-Methode mit Expertenbefragungen bzw. numerischen Einschätzungen über mehrere Iterationen, bis sich ein Konsens einstellt, anwenden. Aufgrund des Aufwands ist die Methode aber nur für Langzeitprognosen geeignet (Fitzsimmons & Fitzsimmons, 2011, S. 455). Liegen bereits Vergangenheitsdaten der vergleichbaren Komponenten vor, können fehlende oder unvollständige Datenpunkte mithilfe dieser aufgefüllt und quantitative Modelle anwendbar gemacht werden. Dazu sind bspw. Clusteringverfahren einzusetzen, indem es im ersten Schritt über Gemeinsamkeiten in den Stammdaten zur Clusterbildung und Zuordnung der Ersatzteile kommt und anschließend ein Abgleich der Vergangenheitsdaten miteinander durchgeführt wird (Menden et al., 2019, S. 3).

Natur, die Prognosen werden aber gerade im Bereich der Verschleißteile mit einem abbildbaren Ausfall- bzw. Abnutzungsverhalten als zuverlässiger erachtet (Schuh et al., 2013, S. 166; Strunz, 2012, S. 593).[104]

	Art der Prognose	Berücksichtigte Variable(n)	Anwendung
Univariat	Zeitreihenanalyse	• Verbrauchsverlauf	• kurzfristige Prognose • Klein- und Normteile, teilw. Verschleißteile (mit hohem wiederkehrenden Verbrauch)
	Lebensdaueranalyse	• Ausfallverhalten	• mittelfristige Prognose • Verschleißteile mit einfachem Abnutzungsverhalten
Multivariat	Koeffizientenbasierte Verfahren	• Anzahl in Nutzung befindlicher Ersatzteile • Lebensdauer der Ersatzteile	• mittel- bis langfristige Prognose • Verschleißteile mit eher komplexem Abnutzungsverhalten, aber abschätzbarer Lebensdauer
	Kausale Verfahren	• variable Anzahl an Einflussfaktoren	• langfristige Prognose • Verschleiß- und Ersatzteile mit eher schwierig erklärbarer Nachfrage

Tabelle 9: Quantitative Prognoseverfahren

Koeffizientenbasierte Verfahren berücksichtigen mehr als eine Variable zur Vorhersage. Sie unterstellen eine deterministische Relation zwischen dem Bedarf und den sich in Verwendung befindlichen Ersatzteilen sowie deren mittlerer Lebensdauer. Verschleißkoeffizienten werden abgeleitet und auf die Menge der verwendeten Ersatzteile bezogen. Die Prognosen sind entsprechend zuverlässiger für Verschleißteile mit einem nicht einfach abzubildenden Ausfall- und Abnutzungsverhalten. Eine u. U. verbleibende stochastische Nachfrage lässt sich aber nicht einbeziehen (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 260f.). In kausalen Verfahren steht das Zusammenspiel von Einflussfaktoren und deren Auswirkung auf die Prognose im Mittelpunkt. Sie sind für langfristige Vorhersagen geeignet, wobei wie in Zeitreihenmodellen vorauszusetzen ist, dass Nachfragemuster wiederkehren und reproduzierbar sind. Es

[104] Ersatzteilbedarfe werden hierbei über die mittlere Zeitspanne zwischen zwei Austauschen (Mean Time between Replacements / MTBR) quantifiziert. Außerdem ist bei Reparatur- und Kreislaufteilen die Kreislaufzeit als Intervall zwischen dem Ausbau bis zur erneuten Einlagerung nach erfolgter Instandsetzung hinzuzuziehen (Strunz, 2012, S. 614).

kommen einfache Regressionen bis hin zu komplexen ökonometrischen Modellen mit mehreren unabhängigen Variablen und einer umfassenden Datenerfassung zum Einsatz.[105] Der quantitative Einfluss aller erklärenden Variablen ist allerdings z. T. nur sehr schwer abschätzbar und die Nachvollziehbarkeit kaum gegeben. In Ergänzung dazu ist die Notwendigkeit der in Qualität und Menge umfangreichen Daten und Informationen ein Hemmnis, besonders in Bezug auf vielfältige Ersatzteilsortimente. In der Konsequenz ist nicht zwingend die Maßgabe, dass die Prognosegenauigkeit mit zunehmender Vielschichtigkeit der Ansätze steigt (Baumbach & Stampfl, 2002, S. 97f.; Fitzsimmons & Fitzsimmons, 2011, S. 457f.; Loukmidis & Luczak, 2006, S. 258ff.).

Ob und mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Teil ausfällt, lässt sich zuallererst an der Typisierung festmachen. Begründet mit der Abnutzung über die Zeit ist die Bedarfsermittlung für Verschleißteile eher umsetzbar als für Ausfallteile, deren Haltbarkeit auch dem gesamten Lebenszyklus der Anlage entsprechen kann (Dombrowski & Schulze, 2008, S. 441f.; Wagner et al., 2012, S. 83). Verschleißteile sollten i. Allg. einen relativ kontinuierlichen Bedarfsverlauf zeigen, während dieser bei Ausfallteilen stärker schwankt und eine hohe Unregelmäßigkeit aufweist. Routinebedarfe von Verschleißteilen lassen sich z. B. einfacher über stochastische Zeitreihenverfahren bestimmen, weshalb sie sich auch für das Sortiment von Drittanbietern eignen, was weniger für Ausfallteile gilt (Bothe, 2003, S. 12; Koch, 2004, S. 45; Quantschnig, 2010, S. 46). Wiederverwendete und aufgearbeitete Teile können ein von Neuteilen abweichendes Ausfallverhalten zeigen (Andersson & Jonsson, 2018, S. 526). Zudem ist denkbar, dass in ihrer Qualität minderwertige Nachbauteile eine höhere Wahrscheinlichkeit für Störungen besitzen als Original- oder Identteile. Die Bedarfsermittlung sollten nicht zuletzt am Lebenszyklus ausgerichtet werden (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 251).

Hier ist zu trennen zwischen dem Lebenszyklus des Ersatzteils, der sich konkret auf das Verschleiß- und Ausfallverhalten bezieht, und dem des Primärprodukts. Dieser wird unter Berücksichtigung des Einflusses verschiedener Lebenszyklusphasen auf die Datenverfügbarkeit zur Ersatzteilprognose in Abbildung 26 aufgegriffen (Schuh et al., 2013, S. 174). Die Einführungsphase des Primärprodukts zeichnet sich durch Frühausfälle bei geringer Datenverfügbarkeit aus. Daher werden Entscheidungen u. U. eher auf Basis subjektiver Verfahren getroffen. OEMs greifen für die anlaufende Ersatzteilproduktion auf eine kurzfristige Disposition zurück. Betreibern wird angeraten, im Rahmen der vom OEM empfohlenen Erstbevorratung nur kleine Mengen zu beschaffen bis der eigene Informations- und Wissensstand höher ist. Die Konsolidierungsphase ist gekennzeichnet von einem konstanten Bestand der Primärprodukte auf dem Markt und der umfassenden Verfügbarkeit von Vergangenheits-

[105] Auch kausale Verfahren mit mehreren Einflussgrößen leiten sich aus zuverlässigkeitstheoretischen Überlegungen bezogen auf das Ausfallverhalten und die Lebensdauer von Anlagen und Komponenten ab (Baumbach, 2004, S. 181).

und Nutzungsdaten, was die Disposition sowohl der Betreiber als auch der OEMs unter Anwendung quantitativer Verfahren erleichtern sollte. Für Letztere ergibt sich allerdings die Herausforderung der breiten Ersatzteilsortimente, sodass die Teilebedarfe nicht zwangsläufig konstanter Natur sein müssen. In der finalen Phase bzw. Degeneration geht der Umfang der Primärproduktbestände zurück, die Nachfrage nach Ersatzteilen bleibt aber bestehen. Die Prognose hat hier hinsichtlich der Festlegung finaler Bestell- sowie Produktionslose insofern Relevanz, als der Gesamtbedarf über den Zeitraum bis zur Verschrottung des Primärprodukts zu ermitteln ist. Dies ist bei lang anhaltenden Servicegeschäften und Ersatzteillieferpflichten für den OEM kritisch, sofern sich die Zyklen über mehrere Generationen hinweg überschneiden und schwer zu trennen sind (Baumbach & Stampfl, 2002, S. 100; Fortuin & Martin, 1999, S. 951; Loukmidis & Luczak, 2006, S. 254; Schuh et al., 2013, S. 175f.; Vahrenkamp & Kotzab, 2012, S. 167). Sofern die IB allerdings nicht oder nur in Ansätzen kontinuierlich zuverlässig überblickt werden kann, sind die Daten für die Prognose womöglich von schwankender Quantität und Qualität. Daher ist nicht durchgängig gesichert, dass quantitative Prognoseverfahren zu verlässlichen Ergebnissen führen.

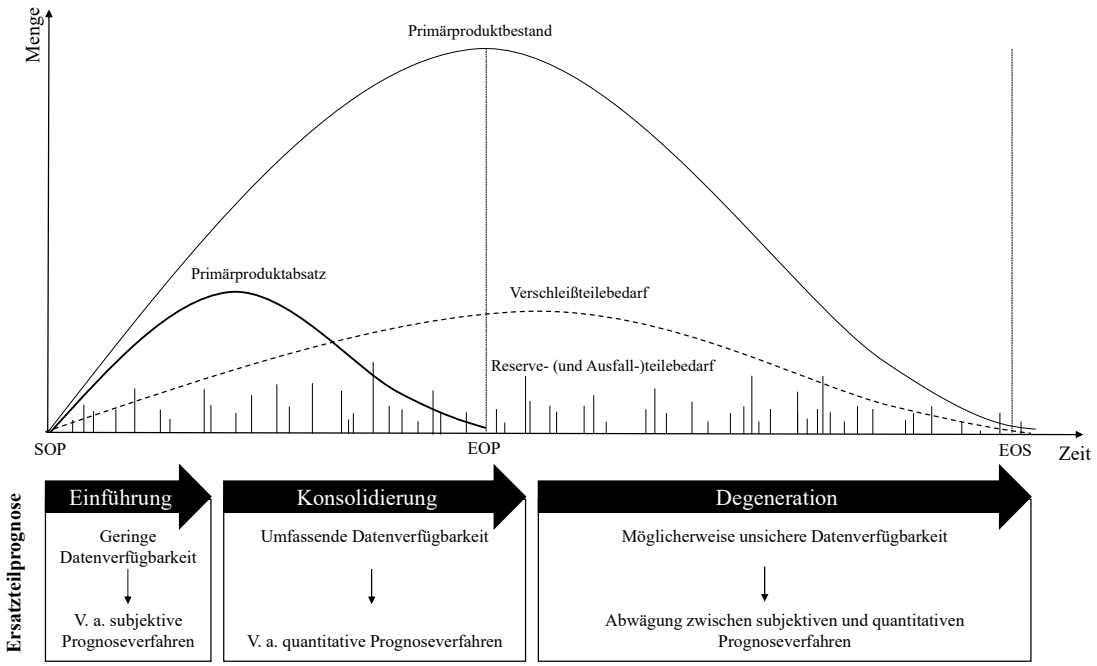

Abbildung 26: Einfluss der Primärproduktphase auf die Datenverfügbarkeit[106]

Die Lebenszyklen der Primärprodukte sind zusammenzuführen mit der Lebenszyklusphase und den Eigenschaften der Ersatzteile. Dies spricht für eine umfassendere prognosebezogene Kategorisierung, die auf der Prämisse basiert, eine verbesserte Vorhersage durch geeignete, im Vorhinein bereits festgelegte Modelle zu erzeugen (Syntetos et al., 2009b, S. 295). Die Kritikalität selbst hat dabei keinen Einfluss auf die Passform und die Angemessenheit der

[106] In Anlehnung an (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 254).

Prognosemethoden. Dasselbe gilt für die Bedeutung und den Wert der Ersatzteile. Die Kriterien beeinflussen zwar die Kosten oder die Konsequenzen aus Prognosefehlern, aber nicht die Angemessenheit der Ansätze, d. h., die Klassifizierung ist an der Prognostizierbarkeit und nicht anders herum auszurichten (Andersson & Jonsson, 2018, S. 526). Voraussetzung dafür ist das Verständnis, welche Verfahren sich für welche Ersatzteile eignen und welche Konsequenzen der Daten- bzw. Informationsbeschaffung hinter den Möglichkeiten liegen.

4.2.2 Stochastische Bedarfsermittlung

Innerhalb der stochastischen Bedarfsermittlung auf der Grundlage von Bedarfen der Vergangenheit werden die Zeitreihen durch ein Modell beschrieben (Hartmann, 2002, S. 306). Soll eine Vorhersage nur mithilfe von Zeitreihen erzeugt werden, sind die Teile speziell anhand dieser zu kategorisieren. Dies setzt die Erfassung der Verbräuche über einen festzulegenden Betrachtungszeitraum voraus, wobei veraltete durch neue Teile zu ersetzen sind (Pawellek, 2016, S. 364f.). Eine in der wissenschaftlichen Literatur etablierte Einteilung erfolgt nach der Regelmäßigkeit des Verbrauchsverlaufs. Ein unregelmäßiger Verbrauch schlägt sich im Wert des quadratischen Koeffizienten der Nachfragevariation (Coefficient of Variation / CV^2) und damit der Sprunghaftigkeit der Nachfrage sowie dem mittleren Intervall zwischen zwei Bedarfen (Average Inter-Demand-Interval / ADI) als Ausdruck der Unterbrechung nieder, was in Abbildung 27 dargestellt ist (Ghobbar & Friend, 2003, S. 2101).

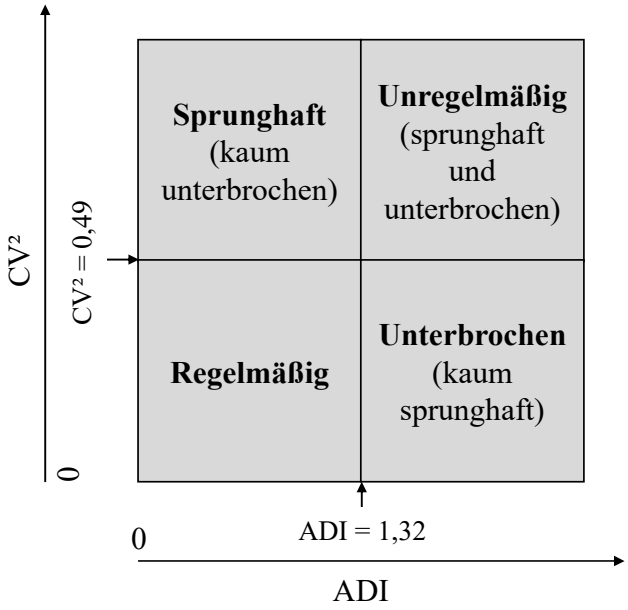

Abbildung 27: Ersatzteilkategorisierung anhand von Nachfragemustern[107]

[107] In Anlehnung an (Ghobbar & Friend, 2002, S. 227).

Je nach Wert lassen sich Ersatzteile in unterschiedliche Kategorien für eine bessere Auswahl von Prognosemodellen einteilen.[108] Wenn in Prognosemodellen eine Konzentration auf der unterbrochenen bzw. unregelmäßigen Nachfrage liegt, ist dies nicht zwangsläufig verbunden mit Ersatzteilen, sondern diese sind eher als mögliches Anwendungsfeld zu sehen (Amann, 2006, S. 365). So ist das auf der exponentiellen Glättung basierende und in Zusammenhang mit der Ersatzteilprognose häufig als Benchmark genutzte parametrische Verfahren[109] von Croston (1972) im Grunde für einen unterbrochenen Bedarf am geeignetsten. Zu dem Verfahren existieren darüber hinaus eine Reihe an Modifikationen und Weiterentwicklungen[110], die aus festgestellten Verzerrungen motiviert wurden (Boylan et al., 2008, S. 476). Trotz dieser Schwächen ist es – gemeinsam mit der einfachen exponentiellen Glättung – in ERP-Systemen implementiert und wird daher nach wie vor in der Praxis angewandt (Syntetos et al., 2015, S. 1747).

Neben Punktschätzungen ist eine weitere Möglichkeit der Verwendung von Bedarfszeitreihen die Annäherung an die Verteilung der Nachfrage während der Liefer- respektive Wiederbeschaffungszeit. Nicht-parametrische Ansätze rekonstruieren die empirische Verteilung, wie es beim Bootstrapping üblich ist (Boylan & Syntetos, 2010, S. 230). Willemain et al. (2004) verwenden das Bootstrapping etwa, um die kumulierte Verteilung abzuleiten und diese direkt in die Ermittlung des Meldebestandes, bei dessen Erreichen eine Bestellung ausgelöst wird, zu integrieren.[111] Dabei werden Perzentile aus der jeweiligen Verteilung für die Nachfrage während der Wiederbeschaffungszeit entnommen. Die sich dadurch ergebende Verteilung muss jedoch anschließend eingeschätzt werden. Mit der Länge der Beschaffungszeit nimmt die Genauigkeit des Bootstraps ab (Willemain et al., 2004, S. 377ff.).

Der Unterschied zwischen parametrischen und nicht-parametrischen Verfahren stellt sich mit Blick auf die Integration der Prognose in den Prozess der Lagerhaltung in aller Deutlichkeit heraus. Traditionell werden beide Bereiche in der Literatur getrennt behandelt, eine gemeinsame Betrachtung ist aber v. a. dann wichtig, wenn zur Verfügung stehende Lagerinvestitionen die Wahl der Prognosemethoden beeinflussen. Für parametrische Prognoseverfahren sind statistische Verteilungsannahmen erforderlich, um Bestandslevel zu bestimmen. Sie sind zwar einfacher in der Durchführung, lassen sich aber schwieriger mit der Lagerhaltung verbinden. Je unregelmäßiger die Nachfrage ist, desto eher ist diese durch Verteilungsannahmen nicht abbildbar. Die Lagerhaltungstheorie geht entsprechend häufig davon aus,

[108] Als Übergangswerte haben sich $CV^2 = 0{,}49$ und $ADI = 1{,}32$ etabliert. Für weiterführende Erläuterungen s. (Ghobbar & Friend, 2003, S. 2105) und (Syntetos et al., 2005, S. 500).

[109] Diese Art von Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zur Prognose festzulegende Parameter, die bspw. zur Glättung beitragen, herangezogen werden.

[110] S. bspw. (Eaves & Kingsman, 2004), (Levén & Segerstedt, 2004), (Syntetos & Boylan, 2005), (Boylan & Syntetos, 2007), (Teunter et al., 2011) oder (Sahin et al., 2013).

[111] S. Kapitel 4.3.2.

dass die erforderlichen Verteilungsparameter, insb. der Erwartungswert und die Varianz, bereits gegeben sind, um diese Problematik zu umgehen. In derartigen Fällen sind nicht-parametrische Verfahren besser geeignet, da hier keine Annahmen im engeren Sinne nötig sind. So nutzt das Bootstrapping zwar Vergangenheitsdaten, allerdings ergeben sich Erwartungswert und Varianz aus der angenäherten Wahrscheinlichkeitsverteilung und nicht aus Punktschätzungen. Das Bootstrapping ist bei unterbrochenem Bedarf jedoch nur eingeschränkt anwendbar, sodass evtl. nachträgliche Expertenanpassungen im Sinne des Judgmental Adjustments notwendig sind. Diese sind von Vorteil, wenn sie auf Informationen und Wissen beruhen, die nicht bereits im Modell integriert sind, können allerdings auch schlechtere Ergebnisse nach sich ziehen, wenn kein Verständnis zum Verfahren vorliegt (Basten et al., 2014, S. 222; Syntetos et al., 2015, S. 1746ff.).

Auch bei unzureichender Verfügbarkeit und Qualität der Vergangenheitsdaten, bspw. aufgrund der mangelhaften manuellen Eingabe, erfolgt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Anpassung der ermittelten Bedarfe. Potenziale aus der implementierten Software werden in diesen Fällen nicht ausgeschöpft (Boylan & Syntetos, 2010, S. 233; Schuh et al., 2013, S. 188; Syntetos et al., 2009a, S. 72). Dies gilt insb. für hochwertige hochkritische Ersatzteile, wobei in Betracht zu ziehen ist, für derartige Einheiten von vornherein keine automatisch erstellten Prognosen zu nutzen (Baumbach & Stampfl, 2002, S. 101). Im Idealfall sind sowohl das Prognoseunterstützungssystem als auch der die Prognose durchführende Mitarbeiter, der als Experte Anpassungen vornimmt, mit einheitlichen Informationen (aus denen das Bereichswissen resultiert) vertraut. Dazu ist es im Rahmen des Wissensmanagements notwendig, das eigentlich nicht modellierte Wissen in explizites und dokumentiertes Wissen zur Anwendung in Prognosen umzuwandeln (Bacchetti et al., 2009, S. 4; Lawrence et al., 2006, S. 494ff.). Aufgrund der limitierten kognitiven Fähigkeiten von Menschen ist die vollumfängliche Berücksichtigung möglichst vieler Informationsquellen unwahrscheinlich. Entscheider konzentrieren sich stattdessen eher auf die vergangenheitsbezogene Erfahrung (Fildes et al., 2009, S. 4ff.). Liegt bspw. ein übermäßiges Selbstvertrauen des Experten vor, ist es denkbar, dass dieser Anpassungen vornimmt, obwohl die statistischen Prognosen bereits ein gutes Ergebnis lieferten. Dies gilt es durch organisatorische Maßnahmen zu reduzieren oder zu verhindern. Bleibt das Wissen der Experten unbeobachtet, können sie im Nachhinein evtl. selbst nicht nachvollziehen, welche Anpassungen warum vorgenommen wurden, was allerdings für Analysten notwendig wäre, um dies in Entscheidungsunterstützungssysteme (EUS) zu integrieren (Franses & Legerstee, 2013, S. 81ff.).

Boylan und Syntetos (2010) empfehlen in diesem Zusammenhang einen strukturierten Prozess, wobei in einem Pre-Processing Regeln und Vorschriften zur Klassifizierung der Ersatzteile festgesetzt werden, um sie anschließend sowohl nach ihrer Umschlagshäufigkeit in Schnell- und Langsamdreher als auch anhand der Bedarfszeitreihen nach ihrer Regelmäßigkeit zu kategorisieren. Im Processing sind quantitative Prognosen mithilfe einer geeigneten

Software – in welcher im Optimalfall zur Klasse passende Modelle implementiert sind – zu erzeugen. Das Post-Processing umfasst schließlich durch den Anwender geordnet vorgenommene Anpassungen, was ebenfalls durch das System unterstützt wird (Boylan & Syntetos, 2010, S. 228f.). Dies ist nur dann möglich, wenn die Interventionen bereits bei der Entwicklung der Prognose-Software berücksichtigt werden. Den Mitarbeitern ist dabei die Option zur Anpassung einzuräumen. Hierzu sollten Systementwicklern die Anschauungen und Werte der Experten, deren Gründe für etwaige Anpassungen sowie die Interaktion innerhalb der Organisation bekannt sein (Fildes et al., 2009, S. 19f.; Syntetos et al., 2009a, S. 80). Das Wissen von Experten ist jedoch nur dann zu berücksichtigen, wenn es bei schlechten Prognosen tatsächlich zu Verbesserungen führt, d. h., wenn statistische Methoden bedingt geeignet sind, die Ereignisse der Zukunft abzubilden. Zur transparenten Entscheidungsfindung können geplante Treffen von Entscheidungsträgern von Vorteil sein (Franses & Legerstee, 2013, S. 84f.; Goodwin, 2002, S. 127f.).

Anpassungen der Prognosen erfolgen beim OEM besser zentral, denn dafür ergibt sich bei der stochastischen Bedarfsermittlung die Besonderheit, dass sie im besten Fall dem Gesetz der großen Zahlen unterliegen. Das bedeutet, je mehr Bedarfsdaten von Kunden vorliegen, desto eher wird eine Stetigkeit in den Bedarfsmengen selbst im Fall sporadischer Nachfragemuster bewirkt. Dies ist auch davon abhängig, wie viele typengleiche Primärprodukte sich in der IB befinden. Die Absatzmengen je nach Kundenstamm bleiben jedoch meist klein, weshalb Bündelungen und eine zentrale Lagerung zuträglich sind, damit ein Ausgleich der stochastischen Effekte zu erreichen ist (Baumbach, 2004, S. 189f.; Koch, 2004, S. 23). Prognosen können dann durch Aggregationen – bspw. von der Ebene der Händler auf eine regionale oder nationale Ebene – auf einfachere Art und Weise ermittelt werden. Es ist allerdings zu beachten, dass die geschätzten Quantitäten anschließend einer Disaggregation zu unterziehen sind. Informationen zum Netzwerk und den jeweiligen periodenbezogenen Bedarfen vereinfachen diese (Amann, 2006, S. 366ff.).

Die Abbildung der Nachfrage als statistische Verteilungsfunktion unterstellt generell einen unabhängigen Bedarf. Van der Auweraer et al. (2019) stellen in einem Review zu Prognosemethoden in der ETL heraus, dass sich der Großteil der Forschung nach wie vor auf den unregelmäßigen und unterbrochenen Bedarf bezieht und nicht auf Faktoren, welche die Entstehung der Nachfrage beeinflussen (Van der Auweraer et al., 2019, S. 183). Ersatzteilbedarfe bilden sich aus der Notwendigkeit von Instandhaltungstätigkeiten heraus. Der Bedarf ist deshalb abhängig vom Primärprodukt, den Instandhaltungspolitiken sowie Nutzungsbedingungen und -intensitäten bzw. dem daraus resultierenden Ausfallverhalten und der anvisierten Verfügbarkeit respektive Zuverlässigkeit (Fitzsimmons & Fitzsimmons, 2011, S. 481; Nouri Qarahasanlou et al., 2019, S. 169; Pawellek, 2016, S. 292). Informationen zum Design und der Zuverlässigkeit von Komponenten können dazu beitragen, die Prognose im Fall nur unregelmäßig oder unvollständig vorliegender Bedarfshistorien zu verbessern. Die

Nutzung technischer Daten und Aufzeichnungen der Instandhaltung zu durchgeführten Maßnahmen, um die Prognosen robuster zu gestalten, gehen damit einher (Wang & Syntetos, 2011, S. 1207f.). Die so ermöglichten umfangreicheren Prognosemethoden sind insb. dann geeignet, wenn stochastische Modelle gerade bei Langsamdrehern an ihre Grenzen gelangen. Lebensdaueranalytische Verfahren machen sich hierzu Fehlerraten, Annahmen zu Zuverlässigkeitsfunktionen sowie Kenngrößen wie die MTBF – bspw. mithilfe von Simulationsansätzen – zu Nutze (Diallo et al., 2009, S. 192ff.). Zudem bemerkten bereits Ihde et al. (1988), dass sich die Bedarfsermittlung von OEMs primär an der IB orientieren sollte (Ihde et al., 1988, S. 36). Ein koeffizientenbasiertes Vorgehen wird damit impliziert. Es ist aber wie erwähnt nicht dazu geeignet, um auch stochastische Bedarfe vorherzusagen.

Die Berücksichtigung weiterführender Einflussfaktoren auf die Entstehung des Ersatzteilbedarfs ist folglich in Betracht zu ziehen. Dafür geeignete fortschrittliche Prognosetechniken sind verbunden mit der Zugrundelegung der zustandsabhängigen und vorausschauenden Instandhaltung (Amann, 2006, S. 365). Die auf diese Weise anvisierte zuverlässigkeitsbasierte Prognose von Ersatzteilen erfordert Daten über den gesamten Lebenszyklus der Anlagen und Komponenten, um auf Einzelteile schließen zu können (Block et al., 2014, S. 86). Je umfassender und komplexer die Informationen sind und je mehr sich hin zu einer vorausschauenden Instandhaltung bewegt wird, desto eher ist nicht mehr von einer Prognose zu sprechen, sondern es liegt eher eine prädiktive Analyse vor (Pawellek, 2016, S. 311; Syntetos et al., 2016, S. 17). Somit steigt die Relevanz kausaler Prognosemodelle.[112]

4.2.3 Prognose unter Zugrundlegung eines abhängigen Bedarfs

Mithilfe der kausalen Prognose lässt sich der Ersatzteilbedarf genauer vorhersagen, wodurch eine Optimierung der Bestellzeit denkbar ist. Dies bringt v. a. für teure Komponenten, die hohe Lagerkosten verursachen, einen Nutzen, sofern die Voraussetzung geringer oder möglichst termingerecht planbarer Lieferzeiten erfüllt ist (Louit et al., 2011, S. 1837).[113] Generell ist es aufgrund des signifikanten Aufwands der Prognose von Bedeutung, auf die Balance zwischen den Kosten an zusätzlich bereitzustellenden Ressourcen der Datenerfassung und -verarbeitung, insb. in Form von Software und Personal, sowie den generierten Effektivitäts- und Effizienzgewinnen zu achten (Andersson & Jonsson, 2018, S. 524f.). So verlangt die abhängige Prognose vom OEM die möglichst detaillierte Kenntnis der Struktur der IB am Markt (Bothe, 2003, S. 14). Liegen in der Einführungsphase noch höhere Unsicherheiten bzgl. des Bedarfs vor, steigt der Umfang der IBD mit der Zeit an und der Bedarf kann theoretisch direkt basierend auf dem Ausfallverhalten der Primärprodukte ermittelt werden. Dies

[112] Diese reichen bis hin zu neuronalen Netzen zur Verarbeitung von nichtlinearen Daten, wobei Modelle aufgrund ihrer adaptiven Natur Abhängigkeiten erlernen, wenn neue Informationen verfügbar sind (Gutierrez et al., 2008, S. 410).

[113] Feldman et al. (2009) gehen in ihrer Berechnung des Return on Investments (ROI) für Prognostik-Aktivitäten im Falle einer Boeing 737 sogar davon aus, dass Ersatzteile immer verfügbar sind, weil durch die Prognostizierbarkeit keine Vorhaltung notwendig ist (Feldman et al., 2009, S. 305ff.).

setzt voraus, dass Störgrößen, die Abweichungen der Prognosen verursachen, z. B. Gesetzesänderungen, die Konkurrenz am Markt oder Fehldiagnosen, bekannt oder schnell zu erkennen sind (Bothe, 2003, S. 91; Loukmidis & Luczak, 2006, S. 256f., 264). Die Instandhaltungsplanung des Kunden gemeinsam mit der Verteilung der Primärprodukte über die Regionen, das Bestell-, Reparatur- und Austauschverhalten sowie der Umfang der durch die Betreiber selbst implementierten Überwachungstechnologien bieten als IBI die Möglichkeit der Verbesserung der aggregierten Prognosen für eine strategisch ausgerichtete Lagerhaltung und der kundenindividuellen Anpassung von Serviceangeboten. Technologien der Überwachung und Ferndiagnosen treten hier als Unterstützer der Prognosen und infolgedessen als Ermöglicher von Serviceleistungen – insb. im Kontext der Betreiberverträge – auf (Minner, 2011, S. 158ff.; Pawellek, 2016, S. 356; Strunz, 2012, S. 588; Vahrenkamp & Kotzab, 2012, S. 170). Mithilfe der Technologien lassen sich etwa bereits frühzeitig Informationen zum Verschleiß ermitteln, um rechtzeitig gegenzusteuern (Pfohl, 2018, S. 241).

In der Literatur existierende Prognosemodelle arbeiten häufig mit der Annahme, dass das Wissen um Instandhaltungspolitiken des Kunden schon vorliegt, sodass sich im Vorhinein bereits ein gewisser Anteil des Ersatzteilsortiments als deterministisch deklarieren lässt. Schwierigkeiten, die beim Management der Daten- und Informationsverfügbarkeit sowie deren Qualität bestehen, und die Auswirkung auf die Prognose werden nicht oder nur untergeordnet behandelt, obwohl sie ein für die Unternehmenspraxis bestehendes Problem repräsentieren. Demnach stellt die Datenanalyse selbst Organisationen, die über große Datenbanken verfügen, vor Herausforderungen (Van der Auweraer et al., 2019, S. 192f.). Eine ungenügende Vorstellung von der IB ist folglich nicht zwangsläufig an der Unternehmensgröße, sondern allgemeiner an der Datenbasis des ASS‘ festzumachen. Eventuell sind nur einfache mathematische Berechnungen auf dem theoretischen Wert der IB und unter Nutzung der schon in den ERP-Systemen implementierten Verfahren durchführbar. Bevor komplexere Ansätze, insb. Kausalanalysen, ihren Nutzen entfalten, ist sicherzustellen, dass die dazu notwendigen IBI in einem dafür angemessenen Umfang und in einer angepassten Qualität vorliegen. Ferner sollten sie durch die Pflege der Kundenverhältnisse ein regelmäßiges Update erhalten (Martin et al., 2010, S. 237; Wagner & Lindemann, 2008, S. 401ff.).

Auch im Kontext der Nachserienversorgung kann der Einsatz von abgeleiteten Prognosen mit IBI sinnvoll sein, um die Bedarfe der Kunden in der gesamten End-of-Life-Phase (EOL-Phase) abzudecken. Zeitreihenanalytische Verfahren bergen das Risiko, zu einer falschen Einschätzung zu kommen, denn sie eignen sich eher für die kurze Frist, während die Festlegung von Serienabschlusslosen beim OEM auf die lange Frist ausgelegt sind. Durch die Herstellung des Serienabschlussloses werden Größendegressionseffekte, vorhandene Produktionstechnologien und Erfahrungen der Fertigung noch ausgenutzt. Allerdings ist die Prognose maßgeblich, um zukünftig sowohl Über- als auch Unterdeckung zu vermeiden

(Loukmidis & Luczak, 2006, S. 259; Schröter, 2006, S. 109). Die Herstellung einer Verbindung zwischen der Altersstruktur der Anlagen und Informationen zur Entwicklung der Bestände kann hilfreich dabei sein, entsprechende Quantitäten abzuschätzen. In Ergänzung dazu lassen sich Einschätzungen zur Dauer der Vorhaltung vornehmen (Loukmidis & Luczak, 2006, S. 265). Dies macht u. U. eine nachträgliche subjektive Anpassung der auf Vergangenheitsdaten basierenden Prognosen notwendig, wobei es zu Problemen kommt, sollten diese nicht ausreichend dokumentiert werden und ausführende Mitarbeiter das Unternehmen verlassen, sodass es nicht mehr möglich ist, Zuständigkeiten nachzuvollziehen (Baumbach, 2004, S. 187; Schröter, 2006, S. 110).

Zusammenfassend sind für eine möglichst genaue Prognose deterministische, subjektive und stochastische Verfahren miteinander zu kombinieren. Prognoseansätze müssen nicht allein vergangenheitsorientiert und quantitativ funktionieren, sondern sind angemessen mit subjektiven Einschätzungen zu verbinden. Mittels eines transparenten Informationsflusses können unerwartete Schwankungen vorhergesehen oder zumindest erklärt werden. Da sich die Prognose folglich in Richtung der Kausalmodelle bewegt, nimmt sie in der praktischen Wahrnehmung i. d. R. eine schwierig einschätzbare Vielschichtigkeit an (Koch, 2004, S. 45; Loukmidis & Luczak, 2006, S. 267; Pawellek, 2016, S. 357). Schwerer als die Auswahl eines für die Prognose passenden Modells wiegt im Ersatzteilbereich das Problem, dass aufgrund der nur sporadischen Nachfrage kausale Modelle als nicht lohnenswert erscheinen und nicht in eine entsprechende Datenerfassung investiert wird. Dies macht es im Umkehrschluss jedoch unmöglich, diese Verfahren anzuwenden, denn in der Folge sind weder alle Faktoren erfolgreich zu identifizieren noch ihr Einfluss auf die Nachfrage zu quantifizieren. Folglich wird sich gerade im Fall breiter Sortimente evtl. weiterhin auf eine pragmatische Einschätzung des Nutzens der Modelle verlassen und sich auf nur wenige, als elementar empfundene Daten konzentriert (Baumbach, 2004, S. 183f.). Wie mehrfach hervorgehoben, sollte Unternehmen deshalb verdeutlicht werden, welchen Nutzen die Informationsbeschaffung bringt (Basten et al., 2014, S. 230).

Ihren eigentlichen Wert schaffen die Kategorisierung und die Bedarfsermittlung schließlich in der Beschaffung und dem Bestandsmanagement. Diese nehmen in der ETL eine übergeordnete Rolle ein. Hier bündeln sich die Herausforderungen, welche im Zusammenhang mit sich teils widersprüchlichen Zielen der Logistik im allgemeinen Sinne und der ETL im Speziellen bestehen (Schuh et al., 2013, S. 171).

4.3 Lagerhaltung und Bestandsmanagement

4.3.1 Entscheidungen zur Lagerstruktur

Die Pluralität der Ersatzteiltypen, -klassifizierungen sowie Umstände der Prognose bedingen eine Vielzahl in Betracht zu ziehender Abwägungen und Empfehlungen für eine idealtypische Bevorratung. Die Ergebnisse der Bedarfsplanung und Informationen zu Wiederbeschaffungszeiten werden genutzt, um auf der operativen Ebene zu bestimmen, wann wie viele Ersatzteile für welchen Lagerort bei welchen Lieferanten antizipativ oder reaktiv zu beziehen sind. Das Fundament der operativen Ebene bilden die mit der Lagerhaltung in Verbindung stehenden strategischen Entscheidungen. Hier sind die Bestimmung grundlegender Beschaffungsstrategien, die Festlegung der Anzahl der Lagerstufen sowie der Lager je Stufe und deren Standorte sowie der zu bevorratenden Ersatzteile mit angemessenen Bestandsniveaus anzuführen (Amann, 2006, S. 364; Ihde et al., 1988, S. 61; Pfohl, 2018, S. 240; Strunz, 2012, S. 591). Bei objektbezogener Trennung in fertigenden Unternehmen sind Ersatzteillager von Lagern mit Produktionsmaterial zu trennen (Biedermann, 2008, S. 125). Speziell dem OEM wird empfohlen, Ersatzteile physisch von dem Material abzugrenzen, das für die Fertigung des Primärprodukts erforderlich ist. Dies beugt Diskussionen um Prioritäten bei der Entnahme vor und gewährleistet eine größere Kontrolle über die Ersatzteilbestände (Baumbach, 2004, S. 171ff.). Zur Anordnung der Standorte von Lagern sind Entscheidungen dahingehend zu treffen, inwieweit zentrale und dezentrale Lager etabliert werden oder externe Anbieter hinzuzuziehen sind (Pawellek, 2016, S. 312).

Zentrale Lager sind i. Allg. auf einen Risikoausgleich mit geringeren Beständen ausgerichtet. Verwaltung und Kontrolle sind leichter und kostengünstiger umzusetzen, allerdings sind längere Wege in Kauf zu nehmen. Eine zentrale Lagerung eignet sich für Mehrort-Reserveteile, die eine geringe Umschlagshäufigkeit aufweisen[114] und bei welchen keine gesicherten Informationen darüber vorliegen, ob und wann ein Bedarf in untergeordneten Stufen auftreten wird. Hierbei ist zu beachten, dass sich die Frage nach dem Grad der Zentralität für kleine und mittelgroße Betreiber nicht erst stellen muss, da keine andere Möglichkeit als die zentrale Lagerung besteht (Biedermann, 2008, S. 125; Wannenwetsch, 2014, S. 375). Demzufolge ist die Errichtung dezentraler Lager auf Wirtschaftlichkeitsüberlegungen auszurichten und eher bei Teilen geeignet, die hohe Umschlagshäufigkeiten aufweisen (Biedermann, 2008, S. 126). Ersatzteile mit hoher Spezifität und solche, die bei einem zufälligen Ausfall einen schnellen Tausch erfahren müssen, sind ebenfalls für die dezentrale Lagerung in Betracht zu ziehen. Mit sich reduzierender Spezifität und der Zunahme der Planbarkeit nimmt auch die Notwendigkeit der dezentralen Lagerung ab (Leidinger, 2017, S. 90). Da es kaum machbar ist, alle Ersatzteile in dezentralen Lagern vorzuhalten, stellt die Mischform eine

[114] Als Orientierungshilfe gibt Wannenwetsch (2014, S. 375) eine Umschlagshäufigkeit von zwei bis drei Stück pro Jahr an.

praktikable Lösung dar. Deren Ausgestaltung sollte unter Einbeziehung des Anteils an Eilaufträgen im Vergleich zu Lagerergänzungslieferungen sowie der spezifischen Teileeigenschaften erfolgen. Bieten sich bei Betreibern zur Eindämmung hoher Sicherheitsbestände hochwertige, selten genutzte und unkritische Teile für eine zentrale Lagerung an, ist die Dezentralität eher bei Verschleiß- und Verbrauchsteilen angebracht (Biedermann, 2008, S. 126; Ihde et al., 1988, S. 60).

Auch dem OEM ist es möglich, Kosten durch eine selektive Lagerhaltung zu limitieren, allerdings sind hierbei von Betreibern abweichende Überlegungen anzustellen. Die Entscheidung, wo sich Ersatzteile befinden, baut sowohl auf Umschlag und Umsatz als auch auf der durch die Kunden wahrgenommenen Kritikalität aus der Nichtverfügbarkeit der Teile auf. Das Zentrallager hat i. Allg. die Aufgabe, Vertriebsniederlassungen, Lizenznehmer, vertragsgebundene Händler und Importeure sowie Service-Techniker, Werkstätten und teilweise auch in direkter Weise Endkunden mit Ersatzteilen zu beliefern. Hier sind eher unkritische Ersatzteile, die als Langsamdreher eine seltene Nachfrage aufweisen, einzulagern, sodass es wahrscheinlich ist, dass der Kunde längere Lieferzeiten in Kauf nimmt. Dennoch sind die potenziellen Kosten im Fall von Eillieferungen nicht zu vernachlässigen, wenn sie der Kunde nicht selbst trägt. Sind Bedarfe durch bekannte Instandhaltungspläne des Betreibers darüber hinaus zeitig bekannt, repräsentiert die zentrale Lagerung die wirtschaftliche Lösung. In Auslieferungs- und Regionallagern in (teils unmittelbarer) Kundennähe sollten in erster Linie Teile, welche als Schnelldreher auftreten oder als umsatzstark gelten, vorgehalten werden. Zudem bieten sich Ersatzteile an, welche für die Erfüllung der Funktion der Anlage essenziell sind. Gerade der Umsatz bei diesen kritischen Teilen fällt eher gering aus. Der Wert sowie die Lagerkosten sind aber häufig hoch, da die Teile lange auf Lager liegen und aufgrund gesetzlicher Regelungen oder Kundenverpflichtungen nicht einfach aus dem Sortiment zu entfernen sind (Amann, 2006, S. 364; Baumbach, 2004, S. 174; Pfohl, 2018, S. 241; Vahrenkamp & Kotzab, 2012, S. 163, 169f.). Besteht der Kundenstamm zum großen Teil aus Betreibern mit hohen Anforderungen an den Lieferservice, fördert dies die Dezentralisierung. Um dem entgegenzuwirken und um die Planbarkeit zu erhöhen, sind ggbfs. Investitionen in eine zuverlässigere Ersatzteilprognose notwendig (Thormann, 2015, S. 1f.).[115]

Neben Festlegungen der Lagerstruktur sind Überlegungen zum Eigentum der Ersatzteile anzustellen. Im klassischen Sinne befinden sich beim Betreiber bevorratete Ersatzteile auch in seinem Eigentum. Im Fall von Konsignation bewirtschaftet der OEM oder ein Drittanbieter

[115] Thormann (2015) entwickelt etwa einen integrierten Ansatz der Distributionsplanung basierend auf echtzeitfähigen Nachfragedaten in einer mehrstufigen Lagerstruktur eines OEMs, wobei der in diesem Kontext häufig genutzte Ansatz der Multi-Echelon Technique for Recoverable Item Control (METRIC) zur Anwendung kommt. Für jedes Teil ist einzeln zu bestimmen, ob es lagerfähig ist, welche Lagerpolitik Anwendung finden sollte und woher der Bezug erfolgt (Thormann, 2015, S. 3ff.).

das Lager beim Betreiber und verwaltet die Lagerflächen auf eigene Kosten. Ersatzteile werden erst bei der Entnahme bezahlt. Somit übertragen sich Bestandsrisiko und Lagerkosten auf den Anbieter, welcher dadurch die Kundenbindung erhöht, da der Lieferantenwechsel nicht einfach zu vollziehen ist (Koch, 2004, S. 107f.; Matyas, 2016, S. 186f.; Schuh et al., 2013, S. 198). Obwohl Gefahren der Preissteigerung sowie geringe Zinsen für eine eigene Bevorratung des Betreibers sprechen, können sich Konsignationslager speziell für Ausfallteile und hochwertige Reserveteile mit einem hohen Grad an Spezifität und langen Vorlaufzeiten anbieten. Auf diese Weise ergibt der Risikoausgleich für den Betreiber am ehesten Sinn (Biedermann, 2008, S. 127; Leidinger, 2017, S. 90). Ist es dem OEM möglich, auf das ERP-System des Betreibers zuzugreifen bzw. ist er für die Disposition zuständig, liegt VMI vor. Eine Kombination von Konsignation und VMI bietet sich daher für eine flächendeckende Bestandsoptimierung an (Lasch, 2017, S. 7f.).

Im theoretischen entscheidungsunterstützenden Framework von Huiskonen (2001) werden an der Lagerhaltung ausgerichtete Kontrollaktivitäten aus der Perspektive eines Serviceanbieters zusammengefasst. Als wichtigste Kontrollcharakteristik wird die Kritikalität benannt und eine Differenzierung nach der Prozess- und Kontrollkritikalität empfohlen. Unter die Prozess-Kritikalität fällt die Auswirkung einer Fehlmenge auf den Prozess, weshalb sie für Entscheidungen des Lagerhaltungsmanagement essenziell ist. Die erforderliche Reaktionszeit beeinflusst die Position der Ersatzteile im Netzwerk und die Notwendigkeit der Einplanung von Sicherheitsbeständen und Zeitpuffern. Die Kontroll-Kritikalität bezieht sich auf die Möglichkeiten, eine Situation zu kontrollieren, was bspw. die Vorhersagbarkeit von Störungen und die Vorlaufzeiten sowie Verfügbarkeiten von Lieferanten betrifft. Ferner werden die Spezifität in Hinblick auf das Erfordernis einer Lagerung beim Kunden selbst sowie die Nachfragemuster und der Wert angeführt. Der Autor liefert schließlich idealtypische Empfehlungen zur Lagerhaltung für verschiedene Ausprägungskombinationen dieser Charakteristiken, die in Tabelle 10 zusammengefasst sind (Huiskonen, 2001, S. 128ff.).

Kompatible Warenwirtschaftssysteme repräsentieren die Voraussetzung einer gemeinsamen standort- und akteursübergreifenden Lagerhaltung. Dies bedingt, dass Aufträge über alle Lagerstufen hinweg schnell abgefertigt werden können. Über funktionierende Systemintegrationen ist es betreiberseitig denkbar, Lieferanten und deren Bestände zu inkludieren, was ein Pooling von Ersatzteilen impliziert. Dies ist heute eher als virtuelles denn als physisches Lager aufzufassen. Mithilfe geeigneter IuKT, deren Einsatz und Verwaltung entweder durch den beteiligten Unternehmen selbst oder durch Dritte erfolgt, kann von allen Parteien auf für das Pooling freigegebene Ersatzteilbestände zurückgegriffen werden. Insbesondere im Notfall ist es somit möglich, schnell und ohne bürokratischen Aufwand Aufträge freizugeben, um eine kurze Vorlaufzeit zu gewährleisten. Virtuelle Lager umgehen so zwar die Problematik der geografischen Lage, jedoch bleibt der mit dem Pooling verbundene im Vorhinein

aufzuwendende Organisationsaufwand als Hemmnis bestehen (Lasch, 2021, S. 420f.; Matyas, 2016, S. 187; Vahrenkamp & Kotzab, 2012, S. 170f.).[116]

		Kritikalität	
Spezifität	**Wert**	Gering	Hoch
Gering	Gering	• vereinfachter, möglichst automatisierter Prozess • evtl. Outsourcing der Lagerhaltung	• dezentralisierte Lagerung beim Kunden • großzügige Nachbestellmengen
	Hoch	• Vorhaltung beim Lieferanten • bedarfsbezogene Beschaffung	• Optimierung der Sicherheitsbestände • Liefergarantien • Pooling
Hoch	Gering / hoch	• eigene Bestände beim Kunden • Kooperation mit lokalen Lieferanten für kurze Lieferzeiten • langfristige Standardisierung	

Tabelle 10: Einfluss von Kontrollcharakteristiken auf Lagerhaltungsentscheidungen[117]

4.3.2 Beschaffungsstrategien

Beschaffungsstrategien stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Notwendigkeit und der Gestaltung der Bevorratung. Betreiber sind noch mehr als OEMs darauf angewiesen, eine überlegte Entscheidung zu treffen, wer als Lieferant infrage kommt und in welchem Umfang eine initiale Bevorratung mit Ersatzteilen zu erfolgen hat. Dazu sind technische Literatur, Herstellerempfehlungen – auch bzgl. der Lebensdauer bzw. Haltbarkeit während der Lagerung – sowie eigene Einschätzungen heranzuziehen (Duran et al., 2016, S. 994). Erst mit dem Zugewinn an Erfahrung können die Beschaffungsstrategien schließlich an die Teileeigenschaften angepasst werden. Angemessene Auswahlkriterien sind situationsbedingt festzulegen, was für eine im Vorhinein durchzuführende multikriterielle Klassifizierung inkl. der Festschreibung von Handlungsanweisungen spricht (Fortuin & Martin, 1999, S. 959; Pawellek, 2016, S. 311).

Die deterministische Beschaffung setzt bekannte Kundenaufträge und Wiederbeschaffungszeiten voraus. Letztere sind mit den geforderten Bereitstellungszeiten abzugleichen und zu

[116] Für ein Review, welches Pooling beinhaltet, s. (Paterson et al., 2011). Für Schwierigkeiten bei der Organisation – bezogen auf die Aufteilung der Kosten und den Nutzen aus Pooling – s. bspw. (Wong et al., 2007) und (Karsten & Basten, 2014).

[117] In Anlehnung an (Huiskonen, 2001, S. 133).

prüfen, ob JIT-Lieferungen machbar sind (Koch, 2004, S. 40). Die auftragsgesteuerte Disposition beinhaltet die termingerechte Beschaffung, sodass theoretisch keine dezentralen Lagerbestände, aber kontinuierliche Kontrollen durch die Disponenten erforderlich sind. Unter- und Überdeckungen sowie übermäßige Sicherheitsbestände lassen sich durch dieses Vorgehen vermeiden (Hartmann, 2002, S. 344ff.). Für eine deterministische ersatzteillogistische Planung sind die bekannten Instandhaltungs- und Produktionspläne und weitere vorliegende Bereitstellungsaufträge zusammenzuführen. Dies ist daher nur bei Zugrundelegung der vorausbestimmten zeitbezogenen, zustandsabhängigen oder vorausschauenden Instandhaltungsstrategien und eher im Fall von Mehrortteilen gangbar (Biedermann, 2008, S. 34ff.; Pawellek, 2016, S. 318). Die Bevorratung beim Betreiber ist – wie in Kapitel 2.2.5 ausgeführt – bei entsprechend ausgestalteten Serviceverträgen nicht zwingend erforderlich, allerdings muss sich auf die Lieferanten verlassen werden können, um geplante Instandsetzungen genau zum terminierten Zeitpunkt durchführen zu können. Der Überbrückungs- und Sicherungsfunktion der Lagerhaltung folgend ist dem Betreiber nichtsdestotrotz anzuraten, zumindest einen Pufferbestand aufzubauen.[118] Spätestens infolge des Verlusts von Mengendegressionseffekten oder bei Teileabkündigungen durch die Lieferanten ist eine Bevorratung aus Betreibersicht kaum zu vermeiden (Pawellek, 2016, S. 329; Strunz, 2012, S. 591f.).

Im bedarfsorientierten Bezug werden Beschaffungsaufträge erst beim Eintreten des Bedarfs ausgelöst und verursachen geringe bis keine Lagerkosten. Dennoch bleibt das Risiko langer Stillstände bestehen, wenn die Wiederbeschaffungszeiten nicht genau bekannt und abschätzbar sind. Der Betreiber ist auf vertraglich vereinbarte Garantien für Ersatzteillieferungen angewiesen. Hierbei verpflichtet er sich i. d. R. im Umkehrschluss zu garantierten Abnahmemengen über einen festgelegten Zeitraum, sodass das Bestandsrisiko eine Aufteilung auf beide Parteien erfährt. Die Aufträge sind sodann kurzfristig beim Lieferanten abrufbar (Bandow, 2008, S. 544; Matyas, 2016, S. 187; Pawellek, 2016, S. 321; Strunz, 2012, S. 28). Diese Form der Beschaffung eignet sich zum einen für Verschleißteile, die als X-Teile einen regelmäßigen Bedarfsverlauf zeigen. Zum anderen ist sie für unkritische AZ-Teile angemessen, bei denen zum hohen Wert eine seltene, stark stochastische Nachfrage und gering ausgeprägte Prioritäten, Verbrauchsmengen, Spezifitäten, Fehlteilkosten und Ausfallwahrscheinlichkeiten mit kurzen, bekannten bzw. leicht ermittelbaren Wiederbeschaffungszeiten hinzukommen (Kuhn et al., 2006, S. 199; Matyas, 2016, S. 189f.; Pawellek, 2016, S. 311, 333; Schuh et al., 2013, S. 200).

Nicht für jedes Teil lässt sich eine auftragsgesteuerte oder bedarfsbezogene Beschaffung wirtschaftlich rechtfertigen, sondern häufig ist die verbrauchsgesteuerte bzw. bestandsbezogene (meist dezentral orientierte) Beschaffung eine angemessenere Wahl (Pawellek, 2016, S. 318). Die verbrauchsgesteuerte Disposition legt keinen festen Plan zugrunde, sondern der

[118] Angestrebte Versorgungssicherheiten werden mit 95 bis 99 Prozent angegeben (Strunz, 2012, S. 588).

bestehende Lagerbestand und dessen Fortschreibung sind der Ausgangspunkt. Unsicherheiten werden durch Sicherheitsbestände abgefangen. Bei Bestellpunkt- bzw. Meldebestandsverfahren erfolgt die Auslösung der Bestellung bei Unterschreitung eines vorher zu ermittelnden Bestellpunkts bzw. Meldebestands *s*. Hierbei wird entweder eine feste Menge *q* oder die zur Auffüllung des Maximalbestands *S* erforderliche Quantität im Vorhinein festgelegt, wobei von der Min-Max-Strategie zu sprechen ist. Günstigstenfalls passen integrierte Prognoseprogramme Meldebestände kontinuierlich an die Bedarfsermittlung sowie an Änderungen der Wiederbeschaffungszeiten an. In Bestellrhythmusverfahren wird in festen Zeitabständen *t* entweder abermals eine festgelegte Menge *q* geordert oder die Bestellmenge auf den Maximalbestand *S* ausgerichtet. Die Kombination der Meldebestands- und Bestellrhythmusverfahren ergibt sich durch die Prüfung der Unterschreitung des Meldebestands *s* in einem festen Rhythmus *t*. Die Verfahren sind in Tabelle 11 zusammengefasst (Hartmann, 2002, S. 357ff.).[119]

Wann? \ Menge?	**Bestell-menge q**	**Maximal-bestand S**
Meldebestand s	*s, q*	*s, S*
Bestellrhythmus t	*t, q*	*t, S*
Kombination	*t, s, q*	*t, s, S*

Tabelle 11: Verfahren der stochastischen Disposition[120]

Dem Lieferservice kommt bei Optimierungsbestrebungen in der ETL eine teilweise größere Bedeutung zu als den ersatzteilbezogenen Kosten. Speziell die Lieferbereitschaft wird dann negativ beeinflusst, wenn Bereitstellungsaufträge teils über längere Zeiträume unerfüllt bleiben, sodass Fehlmengen auftreten (Schuh et al., 2013, S. 201; Strunz, 2012, S. 610). In der ETL ist die Lieferbereitschaft nicht allein auf Serviceanbieter und Ersatzteillieferanten zu beziehen, sondern betrifft in Hinblick auf die Instandhaltung als internen Kunden gleichfalls die Sicht der Betreiber. Entscheidungen bzgl. der Höhe der Maximal-, Melde- und im Besonderen der Sicherheitsbestände werden maßgeblich vom Servicegrad beeinflusst, welcher ausdrückt, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Nachfrage während der Wiederbeschaffungs- bzw. Vorlaufzeit erfüllt wird. Vor allem bei kritischen Objekten mit hohen Verfügbarkeitsanforderungen hat dies einen essenziellen Einfluss auf die Lagerhaltung. Bei stochastischen Vorlaufzeiten sind auf Vergangenheitsdaten und Prognosen beruhende Schätzungen zu Erwartungswerten sowie Varianzen zu übertragen, um den Bedarf während der Vorlaufzeiten

[119] Unsicherheiten entstehen durch übermäßigen Verschleiß, Überschreitung von Bereitstellungs- bzw. Vorlaufzeiten, in ihrer Dauer kaum einschätzbare Reparaturarbeiten oder in der Quantität sowie Qualität unzureichende Lieferungen (Hug, 1986, S. 98f.). Während Sicherheitsbestände entsprechende Schwankungen in Menge und Zeit ausgleichen, können in einer geringen Menge zusätzlich Risikobestände vorgehalten werden (Strunz, 2012, S. 597).

[120] In Anlehnung an (Biedermann, 2008, S. 32; Lasch, 2017, S. 201).

und dessen Schwankungen in die Berechnung einfließen zu lassen (Fitzsimmons & Fitzsimmons, 2011, S. 480).

Der ereignisorientierte α-Servicegrad beschreibt die Wahrscheinlichkeit, dass in einem Wiederbeschaffungszeitraum kein Ereignis einer Fehlmenge aufritt. Für Ersatzteile ist dieser jedoch weniger geeignet, da Wiederbeschaffungszeiten variieren und weder die Höhe der Fehlmengen noch die Zeitspanne, in der eine Lieferunfähigkeit vorliegt, eine Berücksichtigung erfahren. Der mengen- bzw. wertorientierte β-Servicegrad – im Englischen als Fill Rate bezeichnet – bezieht explizit die Fehlmenge ein, allerdings wird nicht nach der Dringlichkeit von Bestellungen und der Lieferfähigkeit in Notfällen differenziert. Dies kann jedoch gerade in Bezug auf die Bewertung von OEMs im Fall von Eilaufträgen von Relevanz sein. Der γ-Servicegrad – als Anteil des Erwartungswertes der Aufträge, die unmittelbar vom Lager aus erfüllt werden können, an der Gesamtanzahl der Aufträge – ist in der ETL nur für Bedarfe, welche unverzüglich zu decken sind, relevant. Da nicht beachtet wird, welcher Kunde den Auftrag auslöst und wie hoch dessen Bestellvolumen ist, ist die Kennzahl eher bei einer ausgeglichenen und nicht-sporadischen Nachfragestruktur von Relevanz (bei einer durchgängigen Verfolgung der präventiven Instandhaltung). Der δ-Servicegrad als das Verhältnis des Erwartungswerts der Anzahl an Perioden, in denen eine Lieferbereitschaft des Lagers vorliegt, zu der Periodengesamtzahl hat den Vorteil, dass die Länge der Perioden variabel ist. Er ist aber nur dann repräsentativ anzuwenden, wenn die Fehlbestände in ihrer Quantität über die Zeit der Nichtlieferbereitschaft geschätzt werden können, da dies nicht unmittelbar durch die Kennzahl abgebildet wird (Strunz, 2012, S. 606ff.). Folglich erscheint es sinnvoll, die Servicegrade je nach Kontext und Teileklassifikation auszuwählen und miteinander zu kombinieren.[121] Im praktischen Verständnis des Lieferbereitschaftsgrades wird für Ersatzteillieferungen i. d. R. dennoch entweder der α- oder der β-Servicegrad genutzt (Koch, 2004, S. 46f.).

Die Bevorzugung des α-Servicegrads – etwa weil die erwarteten Fehlbestände nur schwierig messbar sind – spricht gegen Modellierungsansätze auf Teileebene, sondern für die in ihrer Komplexität höheren und eher dem Verständnis des Logistikmanagements entsprechenden Systemansätze. Hierbei liegt die Konzentration nicht auf den Teilen und der Bestimmung der Lagerhaltungsparameter im Einzelnen, sondern auf dem System und damit den gesamtheitlichen Verfügbarkeiten der Anlagen. Durch die übergeordneten Ziele der Verfügbarkeit oder der Vermeidung von Fehlmengen ist der Systemansatz dann besser geeignet, wenn Komponenten große Kostenunterschiede aufweisen (Basten & van Houtum, 2014, S. 35f.; de Castro, 2006, S. 115f.). Der Nutzen aus der Anwendung des Systemansatzes ist über dessen Auswirkung als prozentuale Verringerung der notwendigen Lagerinvestitionen für einen

[121] Zum Beispiel machen A-klassifizierte Produkte zwar den größten Umsatzanteil aus, werden aber evtl. kaum nachgefragt, weshalb C-Artikel wiederum einen größeren Effekt auf den Servicegrad haben (Syntetos et al., 2009b, S. 304).

gegebenen Servicegrad zu quantifizieren. Dies hängt jedoch von der eher nicht praktikablen Annahme der Bekanntheit aller Kostenparameter sowie der Verteilung der Bedarfe ab, welche wiederum schwierig generalisierbar sind und die dadurch auf evtl. nicht repräsentativen Annahmen beruhen (Thonemann et al., 2002, S. 1215ff.). Die flächendeckende praktische Relevanz der Systemorientierung ist daher fraglich.

Stärker wird innerhalb der Grundlagenliteratur die Bestrebung diskutiert, die genannten Verfahren der klassischen Materialdisposition auf die ETL zu übertragen. Entsprechend bietet sich die an festen Terminen vorgenommene Beschaffung der Bestellrhythmusverfahren für geringwertige Mehrortteile an. Diese weisen einen kontinuierlichen Verbrauch in größeren Mengen auf und verfügen über lange, aber planbare Wiederbeschaffungszeiten (Pawellek, 2016, S. 311).[122] Die (*s, S*)-Politik eignet sich im Gegensatz zur (*s, q*)-Politik bei häufigen den Meldebestand stark unterschreitenden Entnahmen, was eher bei Normbauteilen bzw. Mehrortteilen der Fall ist. Die auf den Ersatzteilbereich ausgerichtete (*S-1, S*)-Politik impliziert überdies, dass nach jeder Entnahme eine neuerliche Bestellung, Herstellung oder Reparatur vorzunehmen ist. Empfohlen wird sie bei hochwertigen und selten ausfallenden Teilen, wobei die Bestände möglichst gering zu halten sind. Generell ist jedoch zu sagen, dass bei stark ausgeprägter Unregelmäßigkeit der Bedarfe eine Disposition, die allein auf Vergangenheitsdaten beruht, als schwierig umsetzbar erscheint. Es kann kaum vorausgesetzt werden, dass vergleichsweise zuverlässig auf zukünftige Bedarfe zu schließen ist (Biedermann, 2008, S. 30ff.; Diallo et al., 2009, S. 203f.). Melde- und Maximalbestände werden daher z. T. auf Grundlage von Faustregeln festgelegt, z. B. über eine Summenbildung der Bestände in den (wiederkehrenden) Wiederbeschaffungsintervallen und die Festsetzung des Maximalwertes als Meldebestand (Biedermann, 2008, S. 85; Schuh et al., 2013, S. 199). Eine weitere Möglichkeit besteht darin, über reguläre Inspektionen und geplante Reparaturen sowie bei sich wiederholenden Störungen Listen mit für gewöhnlich benötigten Ersatzteilen und deren Bedarfsmengen anzulegen. Anschließend werden angemessene Minimalbestände bestimmt (Grondys et al., 2014, S. 199). Je fortschrittlicher und transparenter die Beschaffung ausgestaltet wird, umso mehr steigt die Quantität an erzeugten und einzubindenden Informationen. Daher ist es wichtig, rechtzeitig eine Verbindung zum Informationsmanagement herzustellen.

4.3.3 Aspekte des Informationsmanagements

Wie erwähnt werden Prognose und Lagerhaltung innerhalb der wissenschaftlichen Literatur i. d. R. getrennt betrachtet. Lagerhaltungsmodelle haben das Ziel, spezifische Servicegrade auf lange Sicht zu erfüllen, während das Ziel von Prognosen in der Reduzierung von Feh-

[122] Bestände von Mehrortteilen lassen sich v. a. dann optimieren, wenn sie in den Einbauorten dasselbe Ausfallverhalten zeigen. Dies hängt von den Einsatzbedingungen ab (Biedermann, 2008, S. 78f.).

lermaßen zu verorten ist. Parametrische Prognosemethoden erzeugen hierbei häufig Punktschätzungen, für die Verfahren der stochastischen Disposition ist jedoch die Schätzung der gesamten Verteilung der Nachfrage während der Vorlaufzeit notwendig. Weisen Ersatzteile stark sprunghafte und unterbrochene Bedarfe auf, ist fraglich, inwieweit stochastische Verfahren überhaupt sinnvoll einsetzbar sind. EUS sind evtl. nicht auf diese Art der Nachfrage ausgerichtet, was auch auf Entscheidungen der Bevorratung Einfluss nimmt (Porras & Dekker, 2008, S. 102, 125). Daher sind Entscheidungen darüber zu treffen, für welche Teile es lohnenswert ist, weiterführende Informationen in die Bestandsplanung einfließen zu lassen.

Gerade für sporadische Einort-Reserve- und Ausfallteile der AZ-Kategorie, die hohe Ausfallfolgekosten nach sich ziehen, kann es sich lohnen, die Gründe für das Aufkommen des Ersatzteilbedarfs zu erfassen. Dadurch fällt es i. Allg. leichter, Strategien der Beschaffung und Bevorratung auszuwählen. Der Aufwand der Prognose und der Informationsbeschaffung bauen folglich auf der Wahl der Beschaffungsart auf. Die Quantifizierung des monetären Nutzens im Hinblick auf die Lagerung ist indes abermals als schwierig zu bezeichnen (Biedermann, 2008, S. 59, 80f.; Matyas, 2016, S. 189; Pawellek, 2016, S. 355). So lässt sich z. B. das Argument finden, dass Kapitalbindungskosten bei Ersatzteilen aufgrund der geringen Bestände nur einen kleinen Teil der gesamten Lagerkosten ausmachen und durch Vorgänge der Ein- und Auslagerung, der Inanspruchnahme des physischen Raums sowie der Pflege des Bestandes u. U. höhere Kosten entstehen (Pawellek, 2016, S. 330). Mängel in den Bestandsinformationen, nicht mehr aktuelle Dispositionsparameter, übertriebenes Sicherheitsdenken sowie fehlende Informationen zu Kritikalitätseinschätzungen tragen zu Überbeständen bei (Biedermann, 2008, S. 101f.). Lagerhüter sind ein zu den Risikokosten gehöriger Bestandteil der Lagerkosten und werden bspw. durch eine ungenügende Pflege der Stamm- und Bewegungsdaten verursacht. Nachbestellungen und deren Zugehörigkeit zu Anlagen können somit nicht mehr adäquat nachvollzogen werden (Donnelly, 2013, S. 20; Matyas, 2016, S. 195). Um die Kontrolle über den Ersatzteilbestand zu behalten, sind rigorose Genehmigungsprozesse sowohl für Lagerneuaufnahmen als auch für die Entnahmen zu etablieren (Leidinger, 2017, S. 91).

Ein modernes Lagerhaltungsmanagement des OEMs wird mit Anstrengungen, Varianzen des Bedarfs einzudämmen, in Verbindung gebracht. Demnach ist ein proaktives statt reaktives Agieren zu fördern, was in direkter Relation zu IBI steht. Zeigt sich der Bedarf beim OEM bspw. als sporadisch und unregelmäßig, erschwert dies das Bestandsmanagement. Es kann hilfreich sein, die Lagerhaltungs- und Bestellpolitik des Kunden zu kennen, um Rückschlüsse zu ziehen (Jouni et al., 2011, S. 164ff.). Betreiber erwerben zwar Neumaschinen und haben gemäß der Serviceverträge einen gewissen Lieferanspruch. Je nachdem, in welchem Verhältnis der OEM zu dem Kunden steht, gehen die Bestellungen aber dennoch zufällig ein. Gerade durch komplexe (internationale) Netzwerke sind die auszugestaltenden

Bevorratungsstrategien umfangreich (Baune & Westphal, 2006, S. 244). Infolge einer Fallstudie stellen Syntetos et al. (2009b) heraus, dass Lagerhaltungssysteme zwar sorgfältig mit den anderen im Unternehmen vorhandenen Informationssystemen zu verbinden und somit in die Informationsstruktur des Unternehmens einzubetten sind. Dies erübrigt allerdings nicht die zusätzliche Einbindung von Erfahrung und Expertise bezogen auf vorliegende Nachfragemechanismen. Ein Rückschluss ist zum Judgmental Adjustment zu ziehen (Syntetos et al., 2009b, S. 311).

Das Informationsmanagement ist mit Blick auf die Auslaufphase beim OEM essenziell, um zu identifizieren, wann Maßnahmen der korrektiven und präventiven Instandhaltung beim Betreiber eingestellt werden sollten bzw. wann Ersatzteile nicht mehr zu beschaffen und zu liefern sind. So wird der Betreiber im Gegenzug vor die Entscheidung gestellt, wie er die Bereitstellung für die interne Instandhaltung in Zukunft gewährleisten kann (Block et al., 2014, S. 78). Für Optimierungsbestrebungen ist die Obsoleszenz als Kostenfaktor neben den Haltungs- und Stillstandskosten in der Lagerhaltungsplanung zu berücksichtigen. Maßgeblich ist die Lagerfähigkeit der Ersatzteile über längere Zeiträume, wobei entsprechende Abhängigkeiten durch die Umstände der Lagerung sowie durch weitere, schwer einzuschätzende Faktoren bestehen (Van Volkenburg et al., 2014, S. 1). Zudem sind beim OEM evtl. nur grobe Schätzungen und keine genauen Angaben bzgl. der Wahrscheinlichkeiten, mit denen Teile in der näheren Zukunft als veraltet gelten, möglich. Detaillierte Informationen bieten zwar die Option, Veralterungszeitpunkte zu bestimmen. Die Approximation der Wahrscheinlichkeitsverteilung ebendieser Zeitpunkte impliziert jedoch einen weiteren, evtl. nicht vertretbaren Aufwand. Darüber hinaus ist die Quantifizierung der aus der Veralterung resultierenden Kosten auch mithilfe von IBI nicht in jedem Fall zweifelsfrei umzusetzen (Cobbaert & Van Oudheusden, 1996, S. 241ff.).

Die Grenzen von Optimierungsansätzen liegen – auch auf generellem Level gesehen – in ihrer Implementierung (unter der Voraussetzung einer Orientierung am praktischen ETM). Das Management der Lagerhaltung von Ersatzteilen wird in der wissenschaftlichen Literatur zum großen Teil als quantitatives mathematisches Problem behandelt.[123] Es lässt sich eine kaum zu überblickende Anzahl an Ansätzen finden, deren theoretischer Hintergrund im Operations Management und dem Operations Research (OR) verortet ist. Somit weisen die Konzepte zwar einen hohen theoretischen Wert auf, aus praktischen Gesichtspunkten sind sie jedoch nicht zwangsweise relevant (Zomerdijk & De Vries, 2003, S. 174). Optimierungs- und Simulationsmodelle konzentrieren sich darauf, Servicegrade unter der Maßgabe minimaler Lagerhaltungskosten zu realisieren oder unter Beachtung der ökonomischen Bestellmenge mit angepassten Bestellpunkten zu optimieren. Die Modelle der Forschung werden aus Praxissicht allerdings entweder als zu komplex, zu stark vereinfacht oder zu abstrakt

[123] Für einschlägige Reviews s. (Kennedy et al., 2002), (Van Horenbeek et al., 2013) und (Hu et al., 2018).

eingeschätzt (Braglia et al., 2004, S. 56). In theoretisch motivierten Ansätzen stellt das Material eine ideale oder homogene Gruppe dar. Zur Umsetzung notwendige Informationen liegen bereits vor. In stochastischen Umgebungen kann der erwartete Servicegrad aber auf schädliche Art und Weise von praktischen Gegebenheiten abweichen, sofern die Realität über eine Simulation abgebildet wird. Dies macht es schwierig, zum einen den Wert der Modelle und zum anderen das Risiko aus unvollständigen Daten und der geschädigten Funktionsfähigkeit abzuschätzen. Die Bedeutung subjektiver Verfahren nimmt somit zu, um gewünschte Servicegrade zu erreichen (Puurunen et al., 2014, S. 145ff.). Hinzu kommt, dass sich die Resultate nicht ohne Weiteres generalisieren lassen und die Vorteile aus wissenschaftlichen Ansätzen dadurch kaum zu transportieren sind (Rintala & Huiskonen, 2015, S. 26). Sollen möglichst alle finanziellen, technischen, organisationalen, menschlichen und externen Faktoren, die auf Entscheidungen der Lagerhaltung Einfluss nehmen, priorisiert in die Optimierung einfließen, ist dies kaum durch eine gemeinsame Simulation realisierbar. Hinzu kommt die gemischt quantitative und qualitative Natur der Einflussfaktoren. Es gilt als schwerlich umsetzbar, das zur Programmierung des Einflusses der Faktoren essenzielle Wissen zu erfassen und in das System zu übertragen (Mukherjee & Dey, 2008, S. 25f.).

In der Gesamtheit ist zu sagen, dass Daten und Informationen bzw. das Wissen, auf deren Grundlage die Auswahl von Methoden der Klassifizierung, der Prognose und der Lagerhaltung erfolgt, sowohl in der Quantität als auch der Verfügbarkeit, Variabilität und Zuverlässigkeit variieren, was übergeordnete Planungsprozesse des ETMs in ihrem Umfang und dem generierten Nutzen stark determiniert (Fortuin & Martin, 1999, S. 150; Rintala & Huiskonen, 2015, S. 22). Dies hat zur Folge, dass eher nur in vergleichsweise geringem Maße analytische Ansätze und Werkzeuge tatsächlich appliziert werden, was die Herausbildung einer Lücke zwischen Wissenschaft und Praxis begünstigt.

4.4 Die Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis

Wie in den vorangehenden Kapiteln immer wieder Erwähnung fand, ist zu beobachten, dass die praktische Anwendung wissenschaftlicher ersatzteillogistischer Modellierungen hinter der Theorie zurückzubleiben scheint. Die sich somit herausbildende Lücke erfährt eine eingehende Betrachtung durch Bacchetti und Saccani (2012). Sie verdeutlichen, dass Managementaspekte inkl. der sie umgebenden Faktoren keine ausreichende Vertretung in der wissenschaftlichen Literatur erhalten. In Form eines Reviews werden Veröffentlichungen in den Bereichen der übergeordneten Planungsprozesse analysiert und mit einer empirischen Studie, in welcher servitisierte Unternehmen zu ihren Vorgehensweisen der ETL befragt wurden, verbunden. Die Autoren zeigen, dass sowohl die Anwendung und die Überprüfung der Anwendbarkeit komplexer Klassifizierungsansätze als auch die Untersuchung der Notwendigkeit fortgeschrittener Prognosemethoden in Form empirischer Studien nur untergeordnet

Aufmerksamkeit in der Forschung erhalten. Darüber hinaus fehle es an integrierten Ansätzen, welche Klassifizierung, Prognose und Lagerhaltung gemeinsam behandeln. Als Gründe für die Lücke zwischen Forschung und Praxis werden die schlecht zu verwertenden Ergebnisse aus Prognoseverfahren, die ungenügende Systemintegration entlang der Ersatzteil-Supply-Chain sowie eine fehlende ganzheitliche Perspektive im ETM genannt. Die Teilnehmer der Umfrage waren sich außerdem wenig bewusst darüber, wie Verbesserungen im ETM zu erzielen sind, weshalb sie sich auf einfache und wenig spezifische Verfahren bzw. auf Faustregeln beriefen. Enstprechend betonen die Forscher die Notwendigkeit einfacher, aber formalisierter Verfahren. Weiterhin leiten sie umfassende Implikationen für die zukünftige Forschung ab. Der Bedarf besteht hierbei vornehmlich im Bereich integrierter Fallstudien, die sich mit den Fragen auseinandersetzen, welcher Nutzen sich aus der Anwendung komplexer Modelle aus Unternehmenssicht ergibt, welche Voraussetzungen für eine praktikable Implementierung geschaffen werden müssen und welche Faktoren hierbei eine Rolle spielen. Als Beispiele führen sie die Datenverfügbarkeit und Systemunterstützung an, gehen aber auch darauf ein, dass neben den technologischen Unterschieden ebenfalls Umwelt- sowie organisationale Einflüsse von Bedeutung sind. Ferner seien die eingehendere Untersuchung des Informationsaustauschs, v. a. hinsichtlich der Nutzung von Vorabinformationen wie Planungs- und Zustandsdaten, sowie der damit in Zusammenhang stehenden organisatorischen Aspekte relevante Forschungsgebiete (Bacchetti & Saccani, 2012, S. 723ff.).

Die Ergebnisse der Studie decken sich mit Aussagen zur praktischen Anwendung von zur OR-Literatur gehörenden Veröffentlichungen der ETL, die in einem Review von Hu et al. (2018) zu finden sind. Zwar wird gezeigt, dass deutliche Fortschritte hinsichtlich der Lösung komplexer Planungsprobleme erzielt werden konnten. Die konkrete Anwendung erfolgt jedoch eher in Einzelfallstudien. Auf einen großen Zusammenhang sowie auf generalisierbare Erkenntnisse zur Anwendung und Nutzbarmachung ist indes nicht zu schließen. Der Großteil der Methoden findet demnach bisher keine Implementierung. Vielmehr werden kommerzielle Softwareanwendungen durch einfache Eigenentwicklungen ergänzt. Zudem ist ein Mangel an integrierten Plattformen, welche sowohl Prozesse der ETL als auch das Management entlang des Lebenszyklus‘ der Primärprodukte zum Gegenstand haben, zu verzeichnen. Hinzu kommen Schwierigkeiten des Datenaustauschs mit der Instandhaltung sowie mit der Produktionsplanung. Die in IPS-Systemen erzeugten Daten werden dadurch nicht so ausgenutzt, wie es möglich wäre. Das betrifft insb. die Anlagennutzung, Schadensbilder oder Daten des Monitorings. Stattdessen beruht die Bedarfsermittlung auf stochastischen Prognosen, welche mithilfe von Bedarfsdaten erzeugt wurden, und weniger auf den bereits getätigten Instandhaltungs- und Produktionsplanungen. Die Autoren nehmen – wie in Kapitel 1.1 erwähnt – auf drei Lücken zwischen Forschung und Praxis des ETMs Bezug[124] (s. auch Abbildung 28).

[124] Diese werden zitiert nach einem Kommentar von (Boylan & Syntetos, 2016).

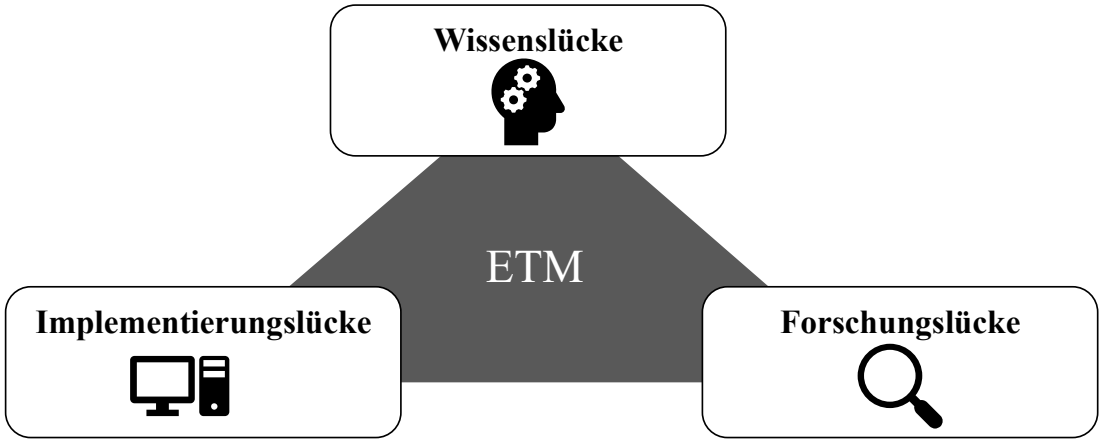

Abbildung 28: Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis im ETM

Die Wissenslücke beinhaltet, dass Praktiker über einen nur geringen Kenntnisstand verfügen, welche Möglichkeiten bzw. Ansätze in der Wissenschaft überhaupt existieren. Es ist ihnen daher nicht bekannt, nach welchen Spezifika zu fragen ist, sollten sie auf Planungsprobleme stoßen. Neben Kenntnissen bzgl. der Inhalte der Ansätze ist es außerdem notwendig, dass Unternehmen dazu in der Lage sind, den sich durch fortschrittliche Ansätze herausbildenden Informationsbedarf zu erkennen, ein Informationsbedürfnis sowie eine Informationsnachfrage zu erzeugen und die Nachfrage durch das Informationsangebot zu befriedigen (s. Kapitel 3.1.2). Die Forschungslücke schließt die ungenügende Abdeckung von in der Praxis relevanten Problemfeldern durch wissenschaftliche Betrachtungen ein, was auf das Fehlen empirischer Erkenntnisse hindeutet. Um Modelle und Ansätze des ORs für Unternehmen attraktiver zu machen, wäre eine umfassendere Vorstellung dazu vonnöten, welche Vor- und Nachteile eine Implementierung aus Unternehmenssicht mit sich bringt. Dass selbst mit empirischen Tests, in welchen sich die Ansätze bewiesen haben, nicht gewährleistet ist, dass diese auch Einzug in Softwarepakete erhalten, bildet schließlich den Nährboden für die Herausbildung der Implementierungslücke. Die Überbrückung der Lücken ist laut der Autoren nur durch eine engere Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis umzusetzen (Hu et al., 2018, S. 407f.).

Unrealistische Annahmen in wissenschaftlichen Beiträgen repräsentieren ein Hindernis in diesem Zusammenhang. Im Großteil der analytischen Modelle, die sich mit Instandhaltungsstrategien beschäftigen, wird davon ausgegangen, dass eine sofortige Verfügbarkeit über alle benötigten Ressourcen besteht, wann immer der Ersatz einer Komponente (präventiv oder korrektiv) vonnöten ist. Dies entspricht jedoch kaum der Realität (Diallo et al., 2009, S. 204f.). Die in Modellen der Wissenschaft geforderte Informationsverfügbarkeit behindert die Anwendbarkeit zusätzlich. Schwierigkeiten einer evtl. vorliegenden ungenügenden Einbindung technischer Instandhaltungsinformationen in die Ersatzteilplanung werden häufig umgangen, denn das geht mit der teils komplexen strategisch angelegten Koordination der Zusammenarbeit an der Planung beteiligter Akteure einher (Espíndola et al., 2012, S 1018f.).

Der Sachverhalt spiegelt sich im Review von Van Horenbeek et al. (2013) wider. Die Forscher setzen sich mit wissenschaftlichen Ansätzen der gemeinsamen Optimierung von Instandhaltung und ETL sowie der mehrstufigen Netzwerkplanung auseinander.[125] Auf der einen Seite werden dabei die Kosten der Lagerhaltung sowie der direkten und indirekten Instandhaltung und auf der anderen Seite Optimierungsparameter, z. B. der Bestellzeitpunkt und die benötigte Prozesszeit, berücksichtigt. Die auf Ersatzteile bezogenen Lagerkosten, worunter Lagerhaltungs-, Versicherungs- und Bestellkosten (inkl. der Kosten für Notfalllieferungen) sowie die Fehlmengenkosten fallen, fließen mit Blick auf den zentralen Zielkonflikt als Gegengewicht zur Instandhaltung in die Optimierung ein. Kostenparameter werden allerdings zum Großteil lediglich angenommen, zur Vereinfachung aus der Betrachtung ausgeschlossen oder sind bereits bekannt, sodass die eigentliche Komplexität der Kostenermittlung unberücksichtigt bleibt. Die Stillstandszeit ist zwar davon abhängig, ob sofort qualifizierte Techniker mit entsprechenden Ressourcen und Werkzeugen zur Verfügung stehen, das Vorhandensein dieser Umstände wird jedoch über die Einbindung deterministischer oder stochastischer Vorlaufzeiten gelöst und somit ebenfalls vereinfacht. Dem Großteil der Modelle liegt die unrealistische Annahme zugrunde, dass Ersatzteilbedarfe unabhängig und identisch verteilt sind, was sich aber mit einer ansonsten nicht gegebenen Lösbarkeit rechtfertigen lässt. Im Großteil der Beiträge basieren die Erkenntnisse auf Simulationen, die eher für taktische Überlegungen geeignet sind. Die strategische Rolle der gemeinsamen Optimierung findet sich in der betrachteten Literatur hingegen nicht (Van Horenbeek et al., 2013, S. 500ff.).

Der Umstand, dass Managementstrategien der Praxis nicht zwingend explizit auf das ETM zugeschnitten sind, erschwert die Implementierung fortschrittlicher und in ihrer Informationsverarbeitung umfangreicher Methoden zusätzlich. Fallstudien, welche die Operationalisierung mit kontextuellen Faktoren verbinden, um umfassende Empfehlungen abzuleiten, wären notwendig, um den genannten Missständen – insb. hinsichtlich der Wissens- und der Forschungslücke – beizukommen. Einfache, aber informatorisch reichhaltige Lösungen können bereits dazu beitragen, Vorteile bzgl. der Kosten, der realisierten Servicegrade und der Transparenz im Lagerhaltungsmanagement zu generieren (Bacchetti et al., 2013, S. 263f.). Allerdings existieren kaum Forschungsergebnisse darüber, inwieweit dies praktisch tatsächlich der Fall ist und ob bzw. wie die genannten Lücken aus der praktischen Perspektive heraus zu konkretisieren sind. Es ist kein entsprechendes Review zu finden, welches sich explizit mit der existierenden praxisorientierten Fallstudienforschung im ETM auseinandersetzt. Der nächste Schritt besteht demnach in der Durchführung einer systematischen Literaturrecherche.

[125] In einem früheren Review mit Framework zeigen Van Horenbeek et al. (2011), dass die Instandhaltung in der Praxis eher als Kostenpunkt und nicht als Investitionsmöglichkeit gilt, was eine Lücke zwischen Wissenschaft und Praxis auch im Bereich der Instandhaltungsmodellierung hervorruft (Van Horenbeek et al., 2011, S. 189ff.).

5 Praktisch ausgerichtete wissenschaftliche Betrachtungen

Aus dem vorangegangenen Kapitel lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass die Praxisorientierung noch keine ausreichende Berücksichtigung der integrierten Art durch die wissenschaftliche Literatur erhält. Es existiert keine Publikation, die aufzeigt, wie sich eine praktische Ausrichtung in Forschungsbeiträgen zum ETM äußert. In der kaum zu überblickenden Masse an Veröffentlichungen zum ETM und zur ETL soll dies im Folgenden über eine systematische Recherche genauer betrachtet werden. Als Folge sind tiefgehendere Implikationen zu den definierten Lücken sowie zu Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis abzuleiten.

5.1 Vorgehen bei der systematischen Literaturrecherche

Die der Recherche zugrunde gelegte Vorgehensweise orientiert sich an den Ausführungen von Fettke (2006) und vom Brocke et al. (2009). Daraus ergeben sich die in Abbildung 29 dargestellten Schritte.

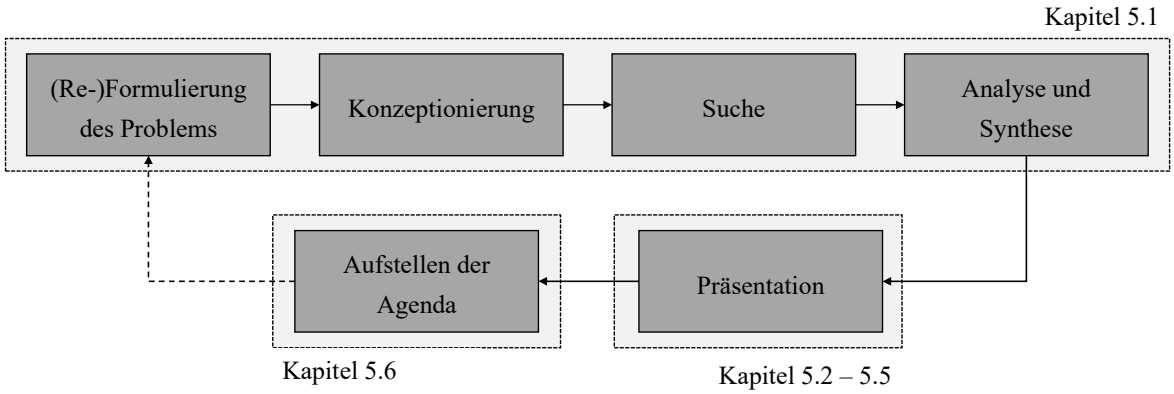

Abbildung 29: Vorgehensweise bei der Literaturrecherche[126]

Formulierung des Problems

Im Verlauf der Beschreibung der Kernprozesse wurde deutlich, dass die Praktikabilität wissenschaftlicher Ansätze immer wieder eine Bemängelung erfährt und einen großen Kritikpunkt sowohl in der Grundlagenliteratur als auch in Forschungsbeiträgen selbst darstellt. Dieser Umstand kulminiert schließlich in der Herausbildung der Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis. Hierbei war bereits zu zeigen, dass sich noch kein Literaturüberblick mit der praktisch angewandten Forschung im ETM auseinandersetzt und abgesehen von den in Kapitel 4.4 behandelten Reviews noch nicht umfassend darauf geschlossen werden kann, welche in der Praxis zu verortenden Problemstellungen mithilfe von Forschungsbestrebungen überhaupt eine angemessene Behandlung erfahren. Die Recherche ist auf Schlussfolgerungen bzgl. der Umstände einer erfolgreichen Umsetzung wissenschaftlicher Methoden und

[126] In Anlehnung an (Fettke, 2006, S. 260; vom Brocke et al., 2009, S. 2212).

der hier ersichtlichen Hemmnisse auszurichten. Aus den dargelegten theoretischen Betrachtungen resultiert die Annahme, dass die Hemmnisse eine Verknüpfung mit Informationsdefiziten aufweisen, was ebenfalls zu berücksichtigen ist.

Konzeptionierung

Im Zusammenhang mit der Konzeptionierung ist zu bestimmen, welcher Rahmen grundsätzlich für die Literatursuche zu stecken ist. Zur Sicherstellung der Zielgerichtetheit bei der Ableitung von Anforderungen wird sich an der Taxonomie von Literaturreviews nach Cooper (1986) orientiert und eine als angemessen empfundene Auswahl (s. Tabelle 12) getroffen.[127]

Eigenschaft	Ausprägungen / getroffene Wahl
Fokus	• Forschungsergebnisse • Forschungsmethoden • Theorien • **Praktiken und Anwendungen**
Ziel	• **Integration** • **Kritik** • **Zentrale Probleme / Aspekte**
Perspektive	• **Neutral** • Sonderstellung
Abdeckung	• **vollständig** • vollständig selektiv • repräsentativ • zentriert / entscheidend
Aufbau	• historisch • **konzeptionell** • methodisch

Tabelle 12: Taxonomie der Literaturrecherche[128]

Als primäre Anforderung, die mit dem Fokus des Reviews einhergeht, sollte eine praktische Anwendung forciert werden. Es sind nur diejenigen Artikel einzubeziehen, die eine solche entweder zum Hauptgegenstand haben oder im Mindesten inkludieren. Dies ist am ehesten dann gegeben, wenn sich mit Fallstudien – im Englischen ist die Verwendung des Begriffs

[127] Der vorgesehene Aspekt der Zielgruppe geht mit den Adressaten der Arbeit einher und wird daher nicht gesondert angeführt. Fettgedruckte Begrifflichkeiten repräsentieren die Hauptauswahl, während unterstrichene Optionen eine untergeordnete Berücksichtigung finden. Alle weiteren Optionen erfahren im Kontext dieser Recherche keine Berücksichtigung.

[128] In Anlehnung an (Cooper, 1986, S. 109).

Case Study üblich – befasst wird. Im quantitativen (OR-)Bereich sind deshalb nur die Beiträge, in denen eine empirische Prüfung der Vorteilhaftigkeit von Veränderungen erfolgt, relevant. Hierbei ist es für die Suche respektive Eingrenzung selbst unerheblich, ob es sich um Fallstudien handelt, die in vergleichender Art oder aber in Einzelbetrachtungen stattfinden. Die Berücksichtigung dieser Unterscheidung ist für die spätere Analyse maßgeblich. Ein Ausschluss auf Basis von Forschungsergebnissen und -methoden wird als nicht sinnvoll erachtet, denn diese stehen in umittelbarem Zusammenhang zu den Praktiken und deren Umsetzung. Weiterhin sind nur Publikationen zu beachten, die sich unmittelbar mit der ETL respektive dem ETM befassen.

Die anvisierte Integration bedingt, dass vor der Recherche keine Eingrenzung der Branchen vorzunehmen ist, um zentrale Probleme und Aspekte in einen möglichst umfassenden Zusammenhang mit dem Kontext der Unternehmen zu bringen. Zwar liegt der Schwerpunkt der Arbeit auf Investitionsgütern, insb. Maschinen und Anlagen. Eine vielschichtigere Differenzierung erscheint dennoch sinnvoll, da anzunehmen ist, dass sich kontextuelle Ableitungen nur dann ergeben, wenn vielfältige Umgebungen betrachtet werden. Das Review verfolgt nicht das alleinige Ziel der Ableitung von Diskrepanzen, sondern es ist darüber hinaus auf Umstände der Umsetzung wissenschaftlicher Ansätze zu schließen. Der Abgleich mit der Grundlagenliteratur machte es daher im Verlauf der Auswertung notwendig, eine kritische Haltung unter Wahrung der Neutralität als Standpunkt einzunehmen. Die Abdeckung ist unter der Maßgabe des Fokus‘ und der Ziele ganzheitlicher bzw. vollständiger Natur. Der Aufbau der Auswertung ist konzeptionell anzustreben, d. h., Beiträge derselben Art sollen zusammenfassend beschrieben werden. Da dies auch die Methodik betreffen kann, ist eine genaue Abgrenzung hier nicht in aller Deutlichkeit möglich (Cooper, 1986, S. 108ff.).

Suche und Ausschluss von Beiträgen

Zur ganzheitlichen Abdeckung des ETMs liegt es nahe, sich an den für die Forschung besonders relevanten Kernprozessen zu orientieren, denn hier lässt sich der Großteil der vorhandenen Veröffentlichungen finden. Auf eine Eingrenzung der Perspektiven hinsichtlich der Serviceanbieter wird vorerst verzichtet. Für die Suche wurden eine Reihe an Suchbegriffen verwendet bzw. miteinander kombiniert.[129] Hierbei ergaben sich häufig Redundanzen. Eine separate Suche nach IBI führte nicht zu verwertbaren Treffern bzw. konnten diese Beiträge bereits mit den angewandten Suchsträngen erzielt werden. Eine erste Filterung erfolgte nach der Identifizierung anhand der Titel und den Stichworten. Im Zuge dessen wurde darauf geachtet, dass sich ein Artikel explizit mit Prozessen der ETL oder dem ETM auseinandersetzt. Einen Ausschluss erfuhren folglich Beiträge, die nur der Instandhaltung oder dem ASS zuzurechnen sind. Zusätzlich konnten Publikationen durch Vorwärts- und Rückwärtssuchen gewonnen werden. Die in Kapitel 4.4 beschriebenen Reviews hatten hieran den Hauptanteil.

[129] Für die Suchstränge, Datenbanken und initiale Trefferanzahl s. Anhang A.1, Tabelle A - 1.

Die Datenbanksuche wurde in regelmäßigen Abständen wiederholt sowie – sofern durch die Datenbanken angeboten – Mailings mit jeweils neu hinzugekommenen Publikationen passend zu den Suchsträngen eingerichtet.

Die Beiträge erhielten anschließend eine grobe Untersuchung auf Basis ihrer Abstracts und des Inhalts. Von der Analyse ausgeschlossen wurden:

- Veröffentlichungen, bei welchen nicht auf eine Zusammenarbeit mit einem oder mehreren Praxispartnern zu schließen war,
- Beiträge, in denen die Verdeutlichung der entwickelten Verfahren nicht oder mithilfe von Simulationen erfolgt sowie
- Publikationen, in denen zwar von Fallstudien gesprochen wird, die jedoch lediglich z. T. frei zugängliche Unternehmensdaten verwenden, um an Befunde für Tests oder Ansätze stochastischer Natur zu gelangen.

Explizit eingeschlossen wurden empirische Betrachtungen sowohl qualitativer als auch quantitativer Natur sowie Frameworks des ETMs mit einer praktischen Motivation oder Validierung.

Analyse und Synthese

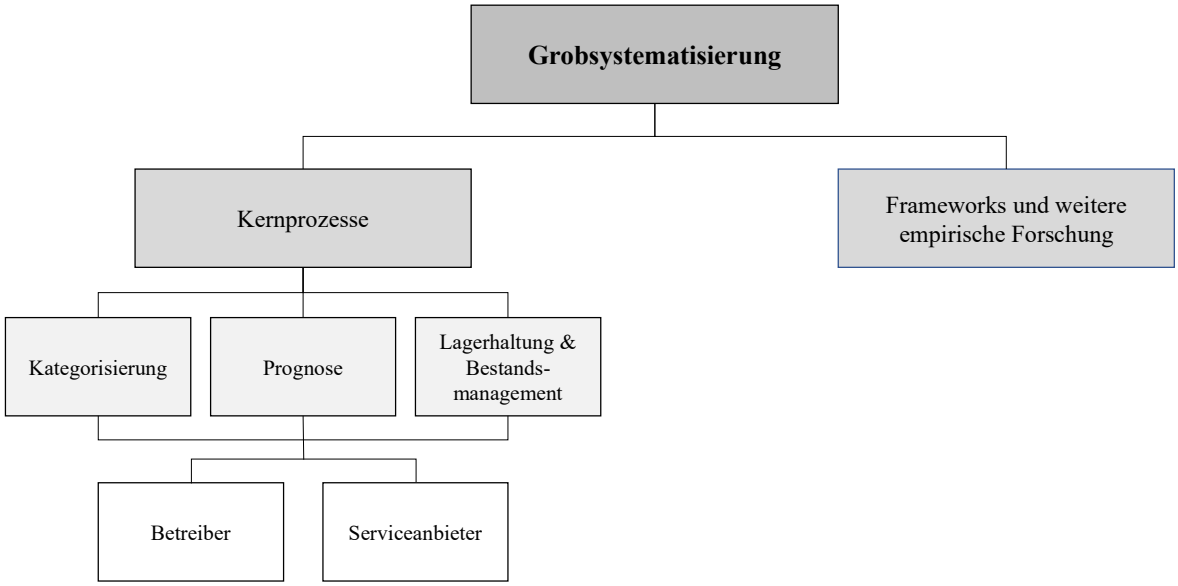

Abbildung 30: Grobsystematisierung der untersuchten Literatur

Das Fundament der Analyse bildete die in Abbildung 30 dargestellte grobe Systematisierung der Veröffentlichungen. Für die geordnete Auswertung der Beiträge wurde eine Unterscheidung zuallererst dahingehend vorgenommen, ob es sich um Ansätze und Verfahren der Verbesserung von Kernprozessen oder aber um holistische Forschung v. a. in Form von Frameworks sowie weiteren empirischen Beiträgen handelte. Die Publikationen der erstgenannten Kategorie erfuhren hierauf eine Zuordnung zum entsprechenden Kernprozess sowie hier jeweils eine Differenzierung nach der Sicht auf das ETM, um sich auf die Beantwortung der

Forschungsfrage 3[130] konzentrieren zu können. Einhergehend mit der Forschungsfrage bzw. der Problemstellung soll bei der in diesem Rahmen behandelten Übersicht die reine Funktionsweise der Ansätze in den Hintergrund rücken. Der Schwerpunkt liegt hingegen auf den Umständen der Umsetzung, d. h., die Auswertung umfasst insb. die Praktikabilität von Verbesserungsprozessen. Es ist zu ergründen, wie die Forschung dazu beiträgt, Theorie und Praxis zusammenzubringen. Damit in Relation steht die Frage, ob hinter den Überlegungen ein detailliert beschriebener Veränderungsprozess liegt.

Die sich daraus ergebenden Kriterien beziehen sich auf von den Autoren getätigte Erläuterungen. Zur Verwendung in den nachfolgenden Kapiteln erhalten die Kriterien die folgenden Kürzel:

- UMS: Aussagen zur praktischen Umsetzung des entwickelten Ansatzes,
- SIT: Aussagen zur Situation vor der Entwicklung des Ansatzes bzw. vor dem Einwirken der Forscher,
- ANR: Aussagen zum Anreiz zur Verbesserung und Optimierung,
- INT: Aussagen zur Integration weiterer Kernprozesse,
- INF: Aussagen zu den zur Umsetzung zugrunde gelegten Informationen,
- MAR: Aussagen zur Einbindung der Mitarbeiter bzw. deren Wissens,
- NTZ: Aussagen zum realisierten Nutzen aus der Umsetzung und
- DEF: Aussagen zu Problemen und Defiziten bei der Umsetzung, v. a. hinsichtlich des Informationsmanagements.

Nicht für alle Beiträge, die eine Behandlung in den Kapiteln 5.2 bis 5.4 erfahren, eignete sich indes ein Vergleich nach den genannten Kriterien. Als besonders interessant für die Auswertung offenbarten sich die Fallstudien, welche in unmittelbarer Zusammenarbeit mit Unternehmen entstanden, was sich etwa an der Schilderung einer erfolgreichen Umsetzung des Verfahrens sowie der Erläuterung der Ausgangssituation oder eines Verbesserungsanreizes bemerkbar macht. Diese Abhandlungen – im Folgenden als Fallstudien im engeren Sinne bezeichnet – stehen im Zentrum der Auswertung. Weitere Veröffentlichungen, die zwar eine praktische Motivation aufweisen, darüber hinaus jedoch keine Aussagen zu Umständen der Umsetzung, der Ausgangssituation oder des Anreizes der Fallunternehmen treffen – im Folgenden als Fallstudien im weiteren Sinne bezeichnet – erfahren eine nur kurze Behandlung.

Die empirischen Arbeiten und Frameworks, welche es zur Beantwortung des ersten Teils der Forschungsfrage 4[131] zu analysieren galt, konnten den Clustern des integrierten ETMs

[130] Wie werden Anreize zur Verbesserung übergeordneter ersatzteillogistischer Prozesse in der praxisorientierten Literatur behandelt? Welche Rolle kommt Informationsdefiziten als Hemmnis der Umsetzung zu und was sind Ursachen für deren Entstehung?

[131] Wie wird das Informationsmanagement in strategischen sowie übergreifenden Beiträgen behandelt und welche Aspekte bleiben unberücksichtigt? Welche offenen Fragen lassen sich somit (gemeinsam mit den Ergebnissen aus der Beantwortung von Forschungsfrage 3) ableiten?

sowie der auf IBI oder dem IBIM konzentrierten Forschung zugeordnet werden. Bei der Auswertung der Beiträge in Kapitel 5.5 ist die Aufmerksamkeit besonders auf bisher nicht adressierte Aspekte zu lenken. Die Sichtung orientierte sich daher an keinen mit den Kernprozessen vergleichbaren Kriterien, sondern hatte zum Ziel, Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Herangehensweisen sowie Inhalte zu ermitteln. Aus der Synthese aller Ergebnisse folgt schließlich die Aufstellung einer Agenda für die sich ergebende Methodik und die Ableitung von Fragen für die angestrebte selbst durchzuführende Studie.

5.2 Fallstudien in der Kategorisierung

5.2.1 Perspektive der Betreiber

Aus Betreibersicht finden sich nur wenige Beiträge, bei welchen von einer tatsächlichen Zusammenarbeit mit einem Unternehmen – und damit von Fallstudien im engeren Sinne – zu sprechen ist. Hierbei stehen vornehmlich Einschätzungen der Kritikalität im Mittelpunkt.

A. Fallstudien im engeren Sinne

In der durch Molenaers et al. (2012) untersuchten petrochemischen Fabrik verursachten Rationalisierungsbestrebungen in der Lagerhaltung die Notwendigkeit der Beschäftigung mit Kritikalitätseinschätzungen. Unter der Maßgabe der Minimierung von Stillstandskosten sollten Teile bereinigt werden, welche bereits seit Jahren keinen Umschlag erfahren hatten und keine Verlinkung zu einer Stückliste besitzen. Die Einschätzung, ob und wie viele Teile auf Lager bestehen bleiben, basierte vorher auf subjektiven Empfindungen der Instandhaltungsmanager. Dieses implizite Wissen wurde nicht weitergegeben und erhielt folglich keine Einbindung in die Ersatzteilplanung, was sowohl exzessive Bestände als auch Fehlmengen verursachte. Der neue Klassifizierungsansatz gilt der Überwindung dieser Differenzen, sodass kritische spezifische Teile eine wirtschaftliche Behandlung erhalten. Die multikriterielle Klassifikation mithilfe von AHP und Entscheidungsdiagrammen hat zum Ziel, die Zusammenarbeit von Mitarbeitern verschiedener Abteilungen durch die gemeinsame Festlegung von Kriterien, deren Ausprägungen und Schwellenwerten zu fördern. Als Nutzen der Methode heben die Autoren die höhere Transparenz der Klassifizierung und die Förderung der Kommunikation hervor. Konsequenzen für die Prognose und Lagerhaltung erhalten in dem Beitrag aber keine Darstellung. Weiterhin wird nicht geklärt, warum Informationen wie Stücklisten überhaupt fehlten und inwieweit das Kommunikationsproblem nachhaltig gelöst werden konnte.

Roda et al. (2012) bauen ihren Ansatz auf einer Befragung in einem Bergbauunternehmen auf. Diese beinhaltete die Erfassung, welche Kritikalitätskriterien für die Mitarbeiter Relevanz besitzen. Anschließend konnte auf deren Grundlage der AHP aufgestellt und die Kriterien auf eine Anlage angewandt werden. Angaben zur flächendeckenden Umsetzung im Unternehmen tätigen die Autoren nicht. Stattdessen diente eine zweite Befragung der Ein-

holung des Feedbacks zum Ansatz. Insbesondere die Quantifizierung von Fehlmengenkosten und die Vernachlässigung qualitativer Beschreibungen der Störungsfolgen wurde hier als problematisch gesehen. Zudem kritisierten die Mitarbeiter, dass der AHP ein statischer Ansatz ist und eine häufige Anpassung notwendig macht.

Antosz und Ratnayake (2019) stellen ein empirisches Modell zur Kritikalitätseinschätzung vor. Unter der Maßgabe der Einhaltung der Systemperspektive binden die Forscher Instandhaltungs- und Logistikfaktoren in ihr Verfahren ein. Experteneinschätzungen sollen somit bewusst zurückgedrängt werden. Das Fallunternehmen – ein Produzent von Teilen für die Automobilindustrie – nutzte in der Ausgangssituation kein spezifisches System zur Evaluierung von Ersatzteilen. Über ein eher komplexes quantitatives Kritikalitätsmodell werden die Ersatzteile nun in drei Kritikalitätslevel eingeteilt, wobei umfangreiche Informationen zu den Einflussfaktoren erforderlich sind. Die Anwendung erfolgte anhand einer Stichprobe von 24 im Unternehmen bereits als kritisch geltenden Teilen. Die Resultate wurden durch Vertreter des Unternehmens als in ihrem Kritikalitätslevel passend bestätigt. Allerdings nehmen die Autoren keinen Abgleich dahingehend vor, ob diese Kritikalitätslevel auch ohne das Modell und nur mithilfe von Erfahrungs- oder Experteneinschätzung zustande gekommen wären. Aus der Einteilung folgen – in Relation zur Komplexität des Klassifizierungsverfahrens – einfache Resultate der Lagerhaltung. Ersatzteile werden hierbei entweder auf Lager gehalten, vom Bestandsaufbau ausgeschlossen oder sind einer weiteren Priorisierung zu unterziehen. Für Letztere kommt abermals der AHP zum Einsatz. Die Forscher üben Kritik an ihrem Verfahren dahingehend, als dass es umfassendes Wissen und Verständnis der Anwendenden voraussetzt. Zudem sprechen sie die hohe Anzahl notwendiger Paarvergleiche an. Aussagen zur tatsächlichen kontinuierlichen Anwendung des Modells werden indes nicht getätigt.

Braglia et al. (2004) stellen eine Methode zur multikriteriellen Klassifizierung unter Anwendung einer Baumanalyse vor, aus welcher die grundständigen Lagerhaltungspolitiken des Nullbestands, der Vorhaltung einer Einheit, der JIT- sowie der Economic Order Quantity (EOQ)-Beschaffung resultieren. Im Fallunternehmen wurden bereits vorher die FMECA und der AHP für eine ABC-Klassifizierung unter Beachtung der Kritikalität genutzt, d. h., die Baumanalyse erst nachträglich für die schon als kritisch geltenden Teile empfohlen. Die geschilderte Umsetzung erfolgte hinsichtlich einer Anlage und nicht flächendeckend. Als Nutzen werden Sortimentsbereinigungen im (theoretischen) sechsstelligen Bereich angegeben, aber nicht geklärt, ob das Unternehmen diese nachhaltig sichern konnte.

Zwei Beiträge behandeln die Entwicklung und teilweise Einführung von EUS für die Klassifizierung von Ersatzteilen. Tsakatikas et al. (2008) beschreiben eine Kritikalitätseinschätzung, die sich auf die ungeplante Instandhaltung einer hydraulischen Antriebsanlage bezieht. Sie geben nur sehr vage Empfehlungen zur Lagerhaltung ab und konzentrieren sich auf die

Entwicklung des EUS‘. Dessen allgemeiner Ausgangspunkt ist der zentrale Zielkonflikt zwischen Anlagenverfügbarkeit und Bestandsoptimierung sowie der Umstand, dass Entscheidungen der Lagerhaltung nach Meinung der Autoren zu häufig auf implizitem Wissen beruhen. Das vorgestellte Component Dynamic Criticality Model wird am Fall expliziert und hervorgehoben, dass die FMECA dennoch nicht zu ersetzen ist, sofern Informationen zu Störungen, Fehlertypen und Ursachen fehlerhaft oder unvollständig sind. Da diese Aussagen keine Vertiefung erhalten, ist kein Urteil darüber möglich, ob das EUS einen kontinuierlichen Einsatz erfährt. Bei Teixeira et al. (2017) steht die gezielte Nutzung von Informationen der Instandhaltung im Mittelpunkt, was sich im Ziel der Verbindung des EUS‘ und des bereits vorhandenen CMMS‘ ausdrückt. In der Ausgangssituation des nicht näher spezifizierten Unternehmens fanden Instandhaltungsdaten keine Einbindung in die Lagerhaltungsplanung. Das beschriebene Projekt beinhaltete die Entwicklung eines Software-Prototypen inkl. der Integration des ETMs über eine VED-Klassifizierung, die sie mit der ABC- und FSN-Analyse verbinden. Mithilfe von Entscheidungsbäumen werden die Teile den generischen Lagerhaltungspolitiken des Nullbestands, der Bevorratung eines Teils sowie der Vorhaltung mehrerer Teile zugeordnet. Angaben zur Umsetzung und zur eigentlich anvisierten Einbindung in das CMMS sind nicht zu finden.

	UMS	SIT	ANR	INT	INF	MAR	NTZ	DEF
Molenaers et al., 2012	●	●	●	○	◐	●	◐	○
Roda et al., 2012	◐	◐	○	○	◐	●	○	◐
Antosz & Ratnayake, 2019	◐	●	●	●	◐	◐	◐	○
Braglia et al., 2004	◐	◐	◐	◐	●	◐	◐	○
Tsakatikas et al., 2008	◐	○	◐	◐	◐	◐	○	○
Teixeira et al., 2017	◐	●	●	◐	●	◐	○	○

● Ausführliche Darstellung anhand praktischer Gegebenheiten; ◐ Erwähnung oder rein theoretische Betrachtung; ○ Keine Angaben

Tabelle 13: Fallstudien im engeren Sinne – Kategorisierung (Betreiber)

Tabelle 13 fasst die Fallstudien im engeren Sinne (in der Reihenfolge ihrer Erwähnung) beruhend auf den in Kapitel 5.1 vorgestellten Kriterien zusammen. Stichhaltige Schlussfolgerungen bzgl. des Stellenwerts der Klassifizierung von Ersatzteilen aus Betreibersicht sind aus dem Vergleich nur schwierig zu ziehen. Auffallend ist die mehrheitlich nicht vollständige sowie nicht ausführlich behandelte Umsetzung der Verfahren und EUS. Zwar werden benötigte Informationen mehr oder weniger umfangreich ausgewiesen, diese gehen jedoch eher mit der Systematisierung von Kritikalitätseinschätzungen einher. Dadurch sind die Informationen stark vom Kontext und der Externalisierung impliziten Wissens abhängig, wodurch eine direkte Übertragbarkeit nur bedingt gegeben ist. Unstrittig ist, dass dem Rückgriff auf in der Instandhaltung vorliegende Einschätzungen in Form impliziten Wissens eine hohe Bedeutung zukommt. Der Einsatz sollte indes in transparenter bzw. systematischer Art

und Weise erfolgen, um gegen etablierte „Sammelpolitiken“ vorzugehen. Fraglich bleibt im Hinblick auf die Wissenslücke, ob die Unternehmen dieses Verbesserungspotenzial bereits selbst erkannten.

Die Herausstellung des praktischen Nutzens sowie der Hemmnisse bei der Umsetzung fehlen in den behandelten Beiträgen oder sie sind rein theoretischer Natur. Zudem variieren die betrachteten Branchen stark, weshalb nicht zu beurteilen ist, inwieweit sich Vorteile in verschiedenartigen Kontexten ergeben würden und von welchen Faktoren dies abhängig ist. So wird zwar deutlich, dass Kritikalitätsanalysen infolge von Rationalisierungsmaßnahmen an Bedeutung gewinnen. Jedoch lassen sich kaum Schlussfolgerungen ziehen, warum Ansätze wie der AHP keine signifikante praktische Relevanz aufweisen. Es sind nur die Mutmaßungen möglich, dass sich die wahrgenommene Komplexität aufgrund der Notwendigkeit der systematischen Externalisierung bzw. Explikation des Erfahrungswissens sowie die kontinuierliche Festschreibung und Aktualisierung der Informationen nachteilig auswirken. Weiterhin sind die Konsequenzen aus der Kategorienzuordnung für die Lagerhaltung meist einfacher bzw. stark generischer Natur, sodass der praktische Nutzen u. U. als nicht erheblich eingeschätzt wird.

B. Fallstudien im weiteren Sinne

Fallstudien im weiteren Sinne nutzen einen praktischen Kontext nur zum Zweck der (exemplarischen) Verdeutlichung. Dies ist insb. bei Forschungsbeiträgen, deren Verfahren eine größere Komplexität mathematischer Art aufweisen, der Fall (s. Tabelle 14). In diesen stehen nicht das Fallunternehmen und Managementaspekte, sondern die Funktionsweise der vorgestellten Ansätze im Vordergrund. Generell vertieft keine dieser Publikationen den Aspekt des Verhältnisses zwischen notwendigen Investitionen und dem Nutzen. Es finden keine Abhandlungen darüber statt, welche Vorteile die Verfahren aus praktischer Sicht mit sich bringen. So werden speziell in den Ansätzen, welche auf der Fuzzylogik aufbauen, zwar qualitative Kriterien berücksichtigt, die Anwendung auf viele einzelne Ersatzteile ist praktisch jedoch kaum zu realisieren, sofern noch keine zumindest grundlegende Klassifikation nach der Wichtigkeit vorliegt. Die resultierenden Empfehlungen zur Lagerhaltung sind darüber hinaus abermals als generisch an die stochastische Disposition angelehnt zu betiteln. Zudem wird nicht deutlich, inwieweit diese Einschätzungen auch ohne die Nutzung der Fuzzylogik möglich gewesen wären.

Beitrag	Unternehmen	Ansatz / Verfahren	Details
Partovi & Burton, 1993	• pharmazeutisches Unternehnmen	• ABC-Analyse • AHP	• keine passgenauen Kriterien • Simulation mit Unternehmensdaten • simulierte Reduzierung der Stillstandszeit bei stochastischer Disposition
Partovi & Anandarajan, 2002		• ABC-Analyse • neuronale Netze	
Chu et al., 2008	• Hafen	• ABC-Analyse • gründend auf Fuzzylogik → Einbindung linguistischer Einschätzungen	• Verwendung von Unternehmensdaten • Realisierung nur mit zusätzlicher Softwareunterstützung / web-basierter Lösung
Sarmah & Moharana, 2015	• Bergbauunternehmen		
Baykasoglu et al., 2016	• Textilunternehmen		
Eisenhawer et al., 2002	• Hersteller von Nuklearwaffen	• Ersatzteilpriorisierung • Approximate Reasoning	• Notwendigkeit der Nachvollziehbarkeit von Expertenentscheidungen betont (aber kein Beispiel) • Daten eines (nicht näher spezifizierten) Beispielunternehmens

Tabelle 14: Fallstudien im weiteren Sinne – Kategorisierung (Betreiber)

5.2.2 Perspektive der Serviceanbieter

Bereits vor mehr als drei Jahrzehnten verbanden Flores und Whybark (1986) die Kritikalitätsuntersuchung mit einer ABC-Analyse und leiten Konsequenzen für die Strategien der Lagerhaltung ab. Dabei werden allerdings weder die Motivation der zwei Fallunternehmen (ein nicht näher beschriebener Serviceanbieter und ein Hersteller von Konsumgütern) noch die Kritikalitätskriterien selbst offengelegt. Es ist lediglich anzunehmen, dass beide Unternehmen vorher über keine der Kritikalität angepasste Lagerstrategie verfügten. Dennoch erfährt die Veröffentlichung nach wie vor Aufmerksamkeit, denn sie ist eine der ersten, welche auf den besonderen Stellenwert der Ersatzteilkritikalität aus Servicesicht hinweist. Reichhaltigere Aufschlüsse über die Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen liefern abermals Fallstudien im engeren Sinne.

A. Fallstudien im engeren Sinne

Eine einfache Priorisierung von Ersatzteilen anhand der Anlagenkritikalität zur differenzierten Festlegung von Servicegraden behandeln Deshpande et al. (2003) am Fall von Waffensystemen des US-Militärs. Deren Notwendigkeit ergab sich aus der zentralen Bestandskontrolle mit einer zunehmenden Kostenorientierung infolge von Budgetrestriktionen bzw. Investitionskürzungen. Das genaue Vorgehen wird nicht gezeigt. Die sich stark an der Grundlagenliteratur orientierenden Verbesserungsvorschläge, wonach Servicegrade mit steigender Kritikalität höher anzusetzen sind, bewirken eine deutlich positive Wirkung auf realisierte β-Servicegrade, die Reaktionszeit und den überlegteren Einsatz von Invesitionen. Diesem Erfolg steht entgegen, dass der zentrale Zielkonflikt als Problem bestehen bleibt, v. a. vor dem Hintergrund, dass Kritikalitätseinschätzungen der Kunden nicht bekannt und nachvollziehbar sind, was die Priorisierung erschwert.

Dieses Problem besprechen ebenfalls Jouni et al. (2011). Die in Zusammenarbeit mit einem multinational agierenden Anlagenhersteller entwickelte Klassifikation richtet sich an den internen Prozessen der Kunden bzw. deren Verhalten aus. Zu Konflikten, die gleichzeitig die Motivation der Verbesserung repräsentieren, kam es infolge des reaktiven Managements entlang der Distributionskette. Stufenweise wurde sich nur auf die interne Lagerhaltung konzentriert, anstatt diese auch auf andere Unternehmen der Supply Chain zu beziehen. Die Klassifizierung über ein von den Forschern entwickeltes Tool sollte dazu beitragen, die Aufmerksamkeit auf Ersatzteile zu lenken, die ein proaktives Management erfordern und für welche daher ein Verständnis der Gründe hinter der Nachfragevariabilität anzustreben ist. Die schlechte Verfügbarkeit von Kundendaten machte es aber unmöglich, Kriterien wie die Kritikalität, Varianzen oder die Bedarfsregionen zu berücksichtigen. Deshalb bestand die Notwendigkeit, die Klassifizierung auf qualitativen und stark subjektiv geprägten Einschätzungen aufzubauen. Neue, aber durch die Autoren nicht genauer erläuterte Ansätze im Lagerhaltungsmanagement konnten dazu beitragen, die Fehlmengenkosten zu senken und die Serviceleistungen zu verbessern.

Zwei Beiträge konzentrieren sich wiederum auf Verfahren, die auf dem AHP fußen. Eine schlechte Datenqualität behinderte die Umsetzung der durch Stoll et al. (2015) entwickelten Methode im Kontext der Festlegung von zur zentralen Vorhaltung geeigneten Ersatzteilen in Service-Netzwerken. Zwar geht diese aus einem Forschungsprojekt mit einem deutschen Automobilhersteller hervor, doch werden keine Angaben zur Ausgangssituation des Unternehmens gemacht und eher die allgemeine Situation der Zentralisierungsbestrebungen thematisiert. Die Kritikalitätskriterien wurden in einem Workshop mit Mitarbeitern mehrerer Abteilungen (Technik, Produktion, Lager und Disposition) festgelegt, um Konflikten vorzubeugen, und in eine gemischte ABC-, XYZ- und VED-Analyse integriert. Bedingt durch das

Fehlen essenzieller Informationen war dies aber nur für 50.000 der 115.000 sich im Sortiment befindenden Teile möglich, was eine beispielhafte Verdeutlichung ohne Angaben zur Umsetzung zur Folge hat.

Ausführlichere Aussagen zu den Gegebenheiten des Fallunternehmens tätigen Ayu Nariswari et al. (2019), die eine multikriterielle Klassifikation mithilfe des AHPs für einen Serviceanbieter im Luftfahrtsektor vornehmen. Das Verfahren sollte die vorher eher auf Erfahrung beruhende Kategorisierung ersetzen, um zukünftig festgeschriebene quantitative und qualitative Faktoren transparenter in die Entscheidungen einfließen zu lassen. Auf Basis von neun semi-strukturierten Interviews in verschiedenen Bereichen des Unternehmens wurden drei Haupt- und zwölf Subkriterien ermittelt sowie deren Priorität für Paarvergleiche erfasst. Die Anzahl an Kriterien erfordert umfassende Informationen zu den Ersatzteilen, sodass sie schließlich eine Einteilung in die Kategorien V, E und D erfahren können. Daraus folgen wiederum die drei Lagerstrategien des Bestandsaufbaus (für V), JIT-Beschaffung (für E) und kein Bestandsaufbau bzw. bedarfsbezogene Beschaffung (für D). Die Forscher gleichen ihr Verfahren mit dem Vorgehen der erfahrungsbasierten Entscheidungen ab und kommen zu dem Schluss, dass Letztere in 97,6 Prozent der untersuchten 1267 Ersatzteile zu dem gleichen Ergebnis führen. Sie heben zwar den Vorteil der Entscheidungstransparenz durch den AHP hervor, dennoch zog das Fallunternehmen nur in Betracht, das Modell in Zukunft zu nutzen. Dies ist auf den kontinuierlichen und als hoch wahrgenommenen Aufwand der Pflege von Kriterien sowie deren Priorisierung für Paarvergleiche zurückzuführen, wenn Kriterien sich ändern oder neue hinzukommen. Weiterhin machen die Autoren die Limitation deutlich, dass innerbetriebliche Wechselwirkungen zwischen den Entscheidungsträgern keine Beachtung erhielten, denn die Interviews erfolgten einzeln und nicht in Gruppen.

Umstrukturierungen im Servicenetzwerk infolge von Zentralisierungsbestrebungen sind der Ausgangspunkt der Beiträge von Syntetos et al. (2009) und Bacchetti et al. (2013). Sie lassen sich dem Konsumgüterbereich zuordnen. In erstgenanntem Artikel wird eine einfache ABC-Klassifizierung von Endprodukten zur Ableitung von Lagerhaltungskontrollmechanismen bei einem japanischen Elektronikhersteller vorgenommen. Ersatzteile wurden vorher lediglich nach Bestellhäufigkeiten getrennt, Prognosemethoden nicht auf Ersatzteile angepasst und die Parameter der (*s, S*)-Politik wenig verlässlich manuell festgesetzt. Unter der Voraussetzung einheitlicher Datenbestände für alle Niederlassungen führten die Forscher grundlegende Verfahren der ETL ein, genauer eine ABC-Analyse auf Basis des Nachfragewertes, Prognosemethoden der gleitenden Durchschnitte sowie auf den Kategorien gründende Lagerstrategien und Dispositionsparameter. Zwar zeigten sich Verbesserungen in β-Servicegraden und den Lagerkosten, doch offenbarten sich Probleme im Datenerfassungsprozess. Diese ließen sich auf die Unerfahrenheit mit dem System und die außerhalb von diesem vorgenommenen Transaktionen zurückführen. Die Unzuverlässigkeit der Daten zur Kostenbestimmung behinderte eine ganzheitliche Optimierung. Beim italienischen Hersteller für

Haushaltsgeräte, der im Mittelpunkt der zweitgenannten Abhandlung steht, fand sich vor dem Projekt ebenfalls keine Berücksichtigung logistischer Prioritäten bei der Klassifizierung, weshalb Prognoseverfahren nicht angepasst werden konnten. Die Lagerhaltungsplanung basierte auf Insellösungen und ein Informationsaustausch mit Niederlassungen und Kunden fand – auch aufgrund des manuell geprägten Informationsmanagements – nicht statt. Aus einer multikriteriellen Klassifikation werden Empfehlungen zur Prognose und Lagerhaltung abgegeben, wobei passende und im Vorhinein einzugrenzende Verfahren mithilfe von Simulationen auszuwählen sind. Die Autoren betonen die Wichtigkeit der Einschätzung des Managements zur Auswahl der Kriterien, deren hierarchischer Ordnung, Ausprägungen und Grenzen des Übergangs, da sonst qualitative Informationen verloren gehen. Das Verfahren eignet sich für Langsamdreher nur bedingt. So stellen die Forscher heraus, dass gerade bei diesen die Erfahrung der Mitarbeiter eine nach wie vor große Rolle spielt.

Eine Konservierung von Erfahrungswissen zur multikriteriellen ABC-Klassifikation erstreben Hu et al. (2017). Als Motivation des Serviceanbieters für Fahrzeuge, Bahnen, Motoren und Elektronikprodukte führen die Autoren hohe Produktionskosten und eine unangepasste Strategie für Ersatzteile, die mit dem Ausscheiden erfahrener Mitarbeiter aus dem Unternehmen in Verbindung stehen, an. Die vorher etablierte ABC-Analyse, in welche v. a. menschliches Ermessen einfloss, war für das Unternehmen nicht mehr ausreichend. Über Wenn-Dann-Regeln wird mithilfe eines Dominance-Based Rough Set Approach das Wissen mit den Vergangenheitsdaten verbunden. Der Aufwand des vorgestellten Verfahrens, für das auf eine vom ERP-System unabhängige Software nicht verzichtet werden kann, bringen die Forscher allerdings in kein Verhältnis zu den abgeleiteten Konsequenzen der Lagerhaltung. Diese sind simpler Natur und entsprechen abermals eher den Empfehlungen der Grundlagenliteratur im Zusammenhang mit einer einfachen ABC-Klassifizierung.[132]

Auch aus Servicesicht wird deutlich, dass die Kritikalität als Klassifizierungskriterium die größte Aufmerksamkeit erhält. Sie baut aber eher auf zu explizierendem Erfahrungswissen als auf Ansätzen wie dem AHP auf. Im Gegensatz zu den Beiträgen, die bei den Betreibern behandelt wurden, gehen die Autoren bei dem Serviceanbietern häufiger auf Aspekte des Nutzens und der Defizite bei der Umsetzung ein (s. Tabelle 15), allerdings eher in Form theoretischer oder kurzer Erläuterungen.

[132] Für A-Teile wird eine (*s, q*)-Politik mit starker Beobachtung, für B-Teile eine (*s, q*)-Politik mit sporadischer Beobachtung und für C-Teile eine generelle Vorhaltung empfohlen, wobei die Dispositionsparameter selbst keine Optimierung erfahren (Hu et al., 2017, S. 1152).

	UMS	SIT	ANR	INT	INF	MAR	NUT	DEF
Deshpande et al., 2003	●	●	●	●	◐	○	●	○
Jouni et al., 2011	◐	●	●	◐	◐	○	◐	○
Stoll et al., 2015	◐	○	◐	◐	●	◐	○	◐
Ayu Nariswari et al., 2019	◐	●	●	◐	●	●	◐	◐
Syntetos et al., 2009	●	●	●	◐	○	●	●	●
Bacchetti et al., 2013	●	●	●	◐	●	◐	◐	◐
Hu et al., 2017	◐	●	●	◐	●	●	◐	◐

● Ausführliche Darstellung anhand praktischer Gegebenheiten; ◐ Erwähnung oder rein theoretische Betrachtung; ○ Keine Angaben

Tabelle 15: Fallstudien im engeren Sinne – Kategorisierung (Serviceanbieter)

Das Ergebnis der Klassifizierung, deren Notwendigkeit sich aus Umstrukturierungen des Netzwerks oder einer generell fehlenden Ersatzteilstrategie herausbildet, sind abermals eher einfache Regeln der Lagerhaltung. Die Ableitungen bleiben generisch und beziehen sich auf den Grad der Kontrolle in der Beschaffung und Vorhaltung. Bei Nichtexistenz strukturierter oder formalisierter Vorgehensweise sind hier bereits einfache Typisierungen oder Priorisierungen ausreichend, um einen positiven Effekt zu erzielen. Für reine Beiträge der Klassifizierung erscheint dies akzeptabel, da die Konzentration in erster Linie auf der Entscheidung liegt, für welche Klassen überhaupt eine genauere und kontinuierliche Kontrolle vorzunehmen ist bzw. wo im Umkehrschluss wenig komplexe stochastische Verfahren der Prognose und Lagerhaltung in Betracht kommen. Entsprechend gelten bereits komplexere systematische Ansätze wie der AHP als zu aufwendig. Dazu trägt die Notwendigkeit des Vorliegens teils umfassender Informationen, der Pflege von Stamm- und Bewegungsdaten sowie der konsequenten Explikation von Erfahrungswissen, die hier für die Einschätzung der Kritikalität erforderlich sind, bei.

B. Fallstudien im weiteren Sinne

Fallstudien im weiteren Sinne finden sich in Tabelle 16. Diese beinhalten erneut eher exemplarische Verdeutlichungen.

Beitrag	Kontext	Verfahren / Ziel	Details / Kritik
Kranenburg & Van Houtum, 2008	• Halbleiterbranche (nicht spezifiziert)	• Servicedifferenzierung auf Basis von Kundengruppen • Anpassung der Lagerhaltung in lokalen Lagern • Warteschlangenmodell zur Festlegung von Dispositionsparametern	• Zusatzsoftware für Umsetzung vonnöten • keine Aussagen zu deren Implementierung
González Díaz et al., 2011	• Sonderanlagenbau • Konflikt durch gemeinsame Vorhaltung von Produktion und Service	• Kritikalitätsanalyse mit dem AHP • Priosierung zur strategischen Vorhaltung in der Konsolidierungsphase	• keine Offenlegung der Kriterien • Einbindung von Technikerwissen als entscheidend betont, aber nicht näher ausgeführt • theoretischer Test • kein praktischer Nutzen
Mehdizadeh, 2020	• Automobilzulieferer	• ABC-Analyse • Integration des Wertes und des Kilometerstandes • Verbesserung der Prognose • Reduzierung des Bullwhip-Effekts	• effektiver Informationsaustausch zwischen Akteuren als Voraussetzung • nur wertvolle Teile konstant auf Lager zu halten • keine Umsetzung → Problem: Mangel an Vergangenheitsdaten

Tabelle 16: Fallstudien im weiteren Sinne – Kategorisierung (Serviceanbieter)

Beide Perspektiven gemeinsam betrachtend führt zum Resümee, dass der kategorische Ausschluss qualitativer Kriterien generell als kritisch zu sehen ist. Trotz der Vorteile, welche z. B. VED-Analysen, in welchen qualitative Kriterien meist eine Einbindung erfahren, im Hinblick auf Handlungsanweisungen mit sich bringen, haben sie sich in der Praxis erst wenig nachweisbar durchgesetzt. Je komplexer die Verfahren in ihrer Umsetzung sind, desto eher

fehlen Aussagen zur Realisierung in Publikationen. Ansätze, welche auf Fuzzylogik aufbauen, sind ohne Forschungsunterstützung nur schwierig vorstellbar. Deren Aufwand ist für Unternehmen kaum zuverlässig einzuschätzen und lässt sich u. U. nicht durch eine reduzierte Kapitalbindung bzw. Planungseffizienz ausgleichen. Bisher ist zudem nicht darauf zu schließen, dass der vergleichsweise einfache AHP abseits theoretischer Betrachtungen einen nennenswerten Stellenwert im ETM einnimmt.

Es stellt sich die Frage, inwieweit ABC- und XYZ-Klassifizierungen in Kombination mit einer auf implizitem Wissen basierenden Kritikalitätseinschätzung bereits ausreichend sind, um grundständige Lagerhaltungsstrategien zu deduzieren. Dies wird durch die Literatur bei der Diskussion des Nutzens behandelter Vorgehensweisen nicht beantwortet. Mehrfach ist aus beiden Perspektiven erkenntlich, dass Mängel in der Daten- und Informationsverfügbarkeit sowie deren Qualität ein Hindernis der praktischen Umsetzbarkeit repräsentieren. Auf welche Ursachen die Defizite und Mängel zurückzuführen sind, erfährt im Großteil der Veröffentlichungen aber – wenn überhaupt – nur eine kurze Erörterung. Die Beseitigung der Ursachen zur Verbesserung der informatorischen Basis kommt währenddessen nicht zur Sprache. Darüber hinaus sind aus den Anreizen und Motivationen für Verbesserungen keine konsistenten Implikationen hinsichtlich der Herausbildung der Probleme sowie hier vorherrschender treibender Faktoren zu ziehen. Mögliche Komplikationen und deren Dynamiken bei der Umsetzung der Klassifizierungsverfahren, insb. zwischen den beteiligten Unternehmensbereichen, werden ebenfalls wenig bis gar nicht beschrieben.

5.3 Fallstudien in der Prognose

5.3.1 Perspektive der Betreiber

Sich auf die Prognose konzentrierende Beiträge, deren Ursprung in Projekten mit Unternehmen zu verorten ist, sind in deutlich spezifischeren Branchen und in einer geringeren Zahl anzutreffen als dies bei der Klassifizierung der Fall ist.

A. Fallstudien im engeren Sinne

Die Abschätzung des Ersatzteilbedarfs eines Raumschiffs der National Aeronautics and Space Administration (NASA) steht im Mittelpunkt der Betrachtung von Bridgman und Mount-Campbell (1993). Da eine Instandsetzung nur erfolgen kann, bevor das Raumschiff zur nächsten Mission aufbricht, wird die Prognose auf periodischer und geplanter Basis ohne ungeplante Fälle vorgenommen. Das Modell gründet sich auf der Minimierung der Verspätungszeiten von Missionen und nicht auf dem traditionellen Fehlmengenverständnis als nicht befriedigte Nachfrage aus dem Lagerbestand. Am ehesten ist die Übertragbarkeit auf produzierende Unternehmen im Zuge geplanter und besonders kritischer Überholungen im Investitionsgüterbereich denkbar. Auch das in einem Projekt mit der Royal Air Force durch Downing et al. (2014) entwickelte Prognoseunterstützungssystem für Helikopter-Ersatzteile weist einen hohen Grad an Spezialisierung auf. Ziel ist die Verbesserung bzw. Anpassung

eines bereits vorhandenen Systems, durch welches es tendenziell zur Überschätzung von Ersatzteilbedarfen kam. Zum Verständnis der Prognoseperformance wurden die verfügbaren Datensätze visualisiert und insb. die als am wichtigsten angesehenen Teile näher betrachtet, dabei aber nicht beschrieben, wie die Einschätzung der Wichtigkeit vonstattenging. Für die unregelmäßigen Zeitreihen ist eine Simulation zur Identifizierung des bestgeeigneten Prognoseverfahrens und der zu wählenden Parameter durchzuführen. Die vorgenommenen Änderungen sind lediglich einfacher grundlegender Art, führen aber zu grundsätzlich genaueren Prognosen für eine theoretisch effizientere Lagerhaltung.

Rosienkiewicz et al. (2017) nutzen neuronale Netze zur Zeitreihenanalyse, um einen unregelmäßigen Bedarf vorherzusagen. Der Ansatz ist einem Bergbauunternehmen gewidmet und als Nebenprodukt aus einem Projekt entstanden, das der Implementierung von Lean-Strategien. Die Motivation lässt sich allgemein auf den Bergbau beziehen, wo es zu vielen die Sicherheit der Mitarbeiter gefährdenden Störungen kommt, die bei gleichzeitiger Beachtung der Effizienz zu vermindern war. Für die Prognose wurden über einen Zeitraum von drei Monaten hinweg Störungsanalysen durchgeführt und festgestellt, dass sich Reparaturen aufgrund verspäteter Ersatzteile verzögern. Das separat programmierte hybride Prognosemodell zielt nicht auf eine unmittelbare Implementierung ab, sondern dient der Empfehlung für die Entwicklung eines spezifischen Expertensystems als Teil der ERP-Systeme, die im Bergbausektor implementiert sind.

	UMS	SIT	ANR	INT	INF	MAR	NUT	DEF
Bridgman & Mount-Campbell, 1993	○	●	●	○	◐	○	◐	○
Downing et al., 2014	◐	●	◐	○	◐	○	◐	○
Rosienkiewicz et al., 2017	◐	○	◐	○	◐	○	◐	○

● Ausführliche Darstellung anhand praktischer Gegebenheiten; ◐ Erwähnung oder rein theoretische Betrachtung; ○ Keine Angaben

Tabelle 17: Fallstudien im engeren Sinne – Prognose (Betreiber)

Die auf eine praktische Umsetzung ausgerichtete Literatur ist bisher nur sehr spärlich ausgeprägt. Die beispielhaften Anwendungen bewirken, dass insb. die Daten- und Informationsverfügbarkeit keine nähere Analyse erfährt, obwohl dies hinsichtlich der in keinem Ansatz beschriebenen praktischen Umsetzung der Verfahren von Interesse gewesen wäre (s. Tabelle 17). So lässt sich aus Betreibersicht keine Fallstudie im engeren Sinne ausmachen, die Instandhaltungs- und Monitoringdaten verwendet oder bereits aktiv in Unternehmen zur Anwendung kommende lebensdaueranalytische Betrachtungen vornimmt. Dies steht in einem starken Kontrast zu den in der Grundlagenliteratur vermittelten Möglichkeiten, die sich durch technologische Weiterentwicklungen ergeben.

B. Fallstudien im weiteren Sinne

Fallstudien im weiteren Sinne lassen sich in einer deutlich größeren Zahl identifizieren. Hua und Zhang (2006) tätigen zwar die Aussage, dass ihr hybrides Prognosemodell in Zusammenarbeit mit einem chinesischen petrochemischen Unternehmen entstand, eine konkrete Ausgangssituation sowie die Schilderung eines Ablaufs der Veränderungs- und Verbesserungsschritte sind allerdings nicht ersichtlich. Zur Abschätzung der Verteilung der Nachfrage während der Lieferzeit erhalten sowohl die Unterbrochenheit der Bedarfe als auch getätigte Überholungsmaßnahmen als binär kodierte explanatorischen Variablen (je nachdem, ob eine Maßnahme stattgefunden hat oder nicht) eine Berücksichtigung. Die Autoren verwenden hierbei 30 Datensätze, wobei von 15.000 vorhandenen Typen nur bei 4.000 zur Prognose hinreichende Daten zur Verfügung standen. Ursachen für diesen Mangel werden nicht ergründet. Die Methode erfährt einen Vergleich mit einfachen Verfahren, wie der exponentiellen Glättung oder dem Prognoseansatz von Croston (1972). Allerdings steht der hohe Aufwand der Programmierung in keinem klaren Kosten-Nutzen-Verhältnis. Zudem tätigen die Forscher keine Aussage dazu, ob es möglich wäre, eine noch größere Anzahl an explanatorischen Variablen zu berücksichtigen. In zwei weiteren Veröffentlichungen (Hua et al., 2007, 2009) wird die Methode um die Einbeziehung von Stücklisten, welche nur bei 2.000 Teiletypen vorhanden waren, erweitert. Die offenen Fragen, insb. hinsichtlich der unzureichenden Datenverfügbarkeit, erhalten dennoch keine Beantwortung.

Im Ansatz von Moharana et al. (2019) kommt Data Mining zur gemeinsamen Vorhersage von Instandhaltungsaktivitäten und Ersatzteilen in einer südindischen Mine zur Anwendung. Basierend auf der zentral gespeicherten Dokumentation vergangener Einsätze werden über Sequenzmuster-Erkennung Ersatzteilgruppen formiert und Abhängigkeiten abgebildet. Das Modell erfährt eine Anwendung auf sieben Instandhaltungsaktivitäten eines Förderbandes mit insgesamt 2.500 Ersatzteilen, allerdings ist dem Beitrag nicht zu entnehmen, ob es zur Prognose zur Anwendung kommt.

Chen et al. (2010) nehmen die Prognose hoch kritischer, aber stark unregelmäßig auftretender Ersatzteile vor. Die Forscher verbinden neuronale Netze mit der Fuzzylogik und verdeutlichen das Verfahren am Fall einer Wafer-Testfabrik. Dabei werden im ersten Schritt mithilfe eines Fragebogens und unter Anwendung des AHPs die wichtigsten den Bedarf beeinflussenden Faktoren erfasst und diese anschließend – ohne vorher eine Ersatzteilklassifizierung vorzunehmen – als qualitative Einschätzungen in das Modell inkludiert. Getestet wird der Ansatz anhand einer Komponente und es erfolgt ein Abgleich mit anderen Prognoseverfahren. Zur expliziten Umsetzung im Unternehmen geben die Autoren indes keine Auskunft. Wiederholt fehlen Angaben darüber, inwiefern sich die Einbindung subjektiver linguistisch vorliegender Einschätzungen zur Prognose über Fuzzylogik tatsächlich rentiert.

Der Einsatz externer die Zuverlässigkeit beeinflussender Faktoren als explanatorische Variablen, die als Kovariate in Punktschätzungen eingehen, bildet die Grundlage einer Fülle an

Veröffentlichungen. Ghodrati und Kumar (2005) wenden ein Proportional Hazard Model (PHM) im Kontext von Daten dreier hydraulischer Wagenheber in einem Erzbergwerk an. Als Einflussvariablen setzen sie die Kenntnisse und Fähigkeiten der Instandhaltungsmitarbeiter, die Maschinenfaktoren sowie die Umgebungsfaktoren. Diese werden durch Zuweisung numerischer Werte kodifiziert und bekommen je nach Einfluss auf die Fehlerrate entweder den Wert -1 oder +1. Das Modell selbst ist als theoretisches Konstrukt zu sehen, denn weder die Ausgangssituation noch der Nutzen der Punktschätzungen erhält eine genauere Erläuterung. Daher bleibt fraglich, inwieweit die Punktschätzungen (im Beispiel wird ein Bedarf von vier Stück pro Jahr errechnet) den Aufwand des Ansatzes rechtfertigen, denn es erfolgt kein Abgleich mit einfachen Prognosemodellen oder der intuitiven Schätzung.

Ghodrati et al. (2007) erweitern die Betrachtung um eine Ereignisbaumanalyse zur Einschätzung von (Nichtverfügbarkeits-)Risiken, die als Performance-Indikatoren behandelt werden. Das setzt Kenntnisse der Wahrscheinlichkeit für Fehlmengen inkl. daraus resultierender Konsequenzen voraus. Letztere gehen quantifiziert in die auf Kovariaten basierende Prognose für hydraulische Pumpen von Bremssystemen ein. Wenngleich das Vorgehen sehr spezifisch auf die Mine zugeschnitten ist, fehlen Informationen zu dessen Umsetzung. Dies gilt auch für nachfolgende Veröffentlichungen, in denen weitere Kovariate, bspw. die Art des Bremsbelags und die Bremsscheibe, hinzugefügt oder modifiziert werden (Ghodrati et al., 2009, 2012). Anhand der Schilderungen ist darauf zu schließen, dass die Empfehlungen der Forscher befolgt und die Anzahl der Bremsbeläge im Lager erhöht wurde, was über die Jahre der Zusammenarbeit in geminderte Stillstandszeiten und eine höhere Verfügbarkeit mündete. Dennoch wird nicht deutlich, inwieweit das Unternehmen selbst dazu in der Lage ist, eine kontinuierliche Aktualisierung in Hinblick auf die genutzten Kovariate vorzunehmen und die Verfahren somit einen langfristigen Nutzen erzeugen.

Weitere das PHM beinhaltende Modellierungen finden sich in Tabelle 18. Neben der Einbindung von Einflussfaktoren über Kovariate ist allen Artikeln gemein, dass sie wenige bis keine Informationen zur Übertragbarkeit sowie der Umsetzung beinhalten. Weiterhin lassen sich keine Angaben zum Anreiz der Verbesserung aus Sicht der Unternehmen selbst ausmachen. Es wird zwar nachgewiesen, dass sich das PHM eignet, wenn es gilt, einfache Einflüsse auf die Nachfrage nach Ersatzteilen abzubilden. Die Frage nach seiner praktischen Bedeutung und danach, ob die bloße Feststellung des Einflusses der Kovariate nicht auch simpler durch die Einbindung von Erfahrungs- oder Expertenwissen zu klären wäre, bleibt offen.

Beitrag	Kontext	Ergebnis
Barabadi, 2012; Barabadi et al., 2012	• Stromzähler und Sicherungen in Stromverteilungssystemen	• Standort und Jahreszeit als angenommene Einflussfaktoren • Punktschätzungen
Ghodrati et al., 2013	• Eisenerzmine • Wälzlager einer Radladerflotte	• Empfehlung der Lagerbestandsreduzierung
Barabadi et al., 2014	• Bohrer im Bergbau	• Bohrertyp und Ausmaß des zu bohrenden Loches als Kovariate • keine Punktschätzungen • Nachweis, dass Kovariate überhaupt Einfluss auf Verbrauch besitzen
Nouri Qarahasanlou et al., 2019	• Kupferbergwerk • Reifen von Muldenkippern	• über Punktschätzungen hinausgehende Ableitung einer (*s, q*)-Bestellpolitik

Tabelle 18: Prognoseansätze unter Anwendung des PHMs

5.3.2 Perspektive der Serviceanbieter

Aus der Perspektive der Serviceanbieter ließen sich kaum eindeutig als Fallstudien im engeren Sinne zu bezeichnende Veröffentlichungen ermitteln. Auf die Erstellung einer vergleichenden Tabelle wird daher verzichtet. Die Systematisierung der Literatur erfolgt in Anlehnung an die in Kapitel 4.2.1 behandelte Differenzierung von Prognosemethoden.

A. Zeitreihenanalysen

An erster Stelle sind Forschungsbeiträge zu nennen, die sich unregelmäßigen vergangenheitsbezogenen Nachfragedaten widmen. Drei Publikationen behandeln die Prognose unterbrochener Bedarfe spezifisch im Zusammenhang mit Drittanbietern und Aufarbeitern:

- Foote (1995) verwenden Datensätze eines Servicecenters im Luft- und Schifffahrtsbereich der Navy. Punktschätzungen und kumulative Ansätze werden miteinander abgeglichen und auch hier betont, dass sich eine auf die Bestimmung der Nachfrageverteilung ausgerichtete Prognosephilosophie in Hinblick auf eine unmittelbare Inklusion in stochastische Dispositionsverfahren besser eignet, um eine integrierte Sicht herzustellen. Für die Entscheidungsunterstützung wird die Maximum-Likelihood-Schätzung in Kombination mit der subjektiven Evaluierung von Nachfragemustern empfohlen. Ersatzteile fungieren lediglich als Beispiel, während sich die Prognosemethode selbst auch auf andere lagerhaltige Artikel übertragen lässt.
- Romeijnders et al. (2012) widmen sich dem Reparaturbereich in der Luftfahrt und entwickeln ein zweistufiges Modell für ein Unternehmen, das Reparatur- und Instandhaltungsleistungen für Flugzeugteile erbringt. Maßgeblich ist die Anforderung,

Teile für eine schnelle Reparatur auf Lager zu halten, wobei bereits detaillierte Daten darüber vorliegen, welche Komponenten in der Vergangenheit mit wie vielen Ersatzteilen repariert wurden. Diese Verbindung nutzen die Autoren, um eine auf der exponentiellen Glättung fußende Prognose zu gestalten. Unter der Voraussetzung der Informationsverfügbarkeit lässt sich eine theoretische Senkung der Prognosefehler bis zu 20 Prozent erzeugen. Allerdings findet sich keine Aussage, inwieweit dies durch das Unternehmen tatsächlich zu realisieren war.

- Sahin et al. (2013) nehmen eine Prognose von unregelmäßigen Bedarfen auf Basis von Daten zu 90 Teilen eines Reparatur- und Überholungsunternehmens, welches abermals der Luftfahrtindustrie angehört, mithilfe künstlicher neuronaler Netze vor. Zwar werden keine Aussagen zur Umsetzung getätigt, aber die Forscher zeigen, dass die komplexe Methode nicht in jedem Fall dazu in der Lage ist, einfache Methoden zu übertreffen. Sie begründen diesen Umstand mit der schlechten Qualität der Trainingsdaten.

Kalchschmidt et al. (2003) behandeln einen Hersteller für Haushaltsgeräte. Zentralisierungsbestrebungen für das breite Sortiment mit vielen Langsamdrehern bilden hier die Motivation des Ansatzes. Dem zentralen Lager liegen keine Informationen zur Anzahl der Kunden und deren Beschaffungsstrategien vor, da das Unternehmen über keine Kontrolle der Depots entlang der Supply Chain verfügt. Darüber hinaus wurde keine Trennung der Nachfragemuster inkl. einer passenden Auswahl von Lagerhaltungsmodellen und Prognosetechniken vorgenommen. Anhand der Vergangenheitsdaten weisen die Forscher den Ersatzeilen Bedarfsmuster zu und wählen die Prognosemethoden zum Zwecke der effizienten Lagerhaltung entsprechend aus. Asymmetrische Informationen werden über eine Simulation in das Modell integriert, Aufwände der zusätzlichen Informationsbeschaffung aber bewusst vernachlässigt, da diese nur schwierig zu quantifizieren sind. Aufgrund der Tatsache, dass die zukünftigen Bestellungen der Kunden ebenfalls nur über Wahrscheinlichkeiten in der Simulation Berücksichtigung finden, zeigt das entwickelte Modell eine wenig bessere Performance als das Verfahren von Croston (1972). Lediglich durch eine Verbesserung der Informationsquantität und -qualität, v. a. durch die Erfassung von Gründen für Nachfrageschwankungen, wäre es laut Aussage der Forscher unter Abwägung zusätzlicher Investitionskosten denkbar, den Nutzen aus dem Vorgehen zu erhöhen. Auf die Überwindung hier evtl. aufkommender organisatorischer Hürden gehen sie allerdings nicht ein.

B. Lebensdaueranalysen und Einbindung von CMS-Daten

Mit der Abschätzung eines finalen Loses unter Zugrundelegung von Lebensdaueranalysen beschäftigen sich Hong et al. (2008). Sie stellen die Bedarfsprognosen von Serviceteilen in einen Zusammenhang mit dem Lebenszyklus von Fahrzeugen. Infolge von Auslaufmodellen und nicht mehr gelieferten Endprodukten sieht sich der Motorenhersteller einem steigenden Druck auf das Lagerhaltungsmanagement gegenüber, was jedoch eher eine allgemeingültige

Herausforderung im Automotive-Bereich darstellt. Trotz der geschilderten Ausgangssituation werden lediglich Beispiele zur Validierung des Prognosemodells behandelt. Eine Übertragbarkeit auf die Anlagenwirtschaft ist aufgrund der deutlich kürzeren Primärproduktlebenszyklen im Automobilbau nur bedingt gegeben. Außerdem sind vergleichsweise umfassende Schätzungen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeitsverteilungen gefordert, da nicht auf reichhaltige Kundeninformationen zugegriffen werden kann.

Wie bei den Betreibern sind nur wenige Essays auszumachen, bei denen die Einbindung CMS-generierter Daten für die Prognose im Mittelpunkt steht. Hellingrath et al. (2015) konzentrieren sich auf die Integration von Informationen, die durch intelligente Maschinen übermittelt werden, insb. für mittelfristige Prognosen zur Eindämmung von Sicherheitsbeständen im Kontext komplexer Produktionsanlagen. Die Informationen werden in einer Simulationsumgebung zusammengeführt, wozu die Nutzung einer separaten und an die speziellen Gegebenheiten der Unternehmen angepassten Software erforderlich ist. Die Prognose erfolgt schließlich über die Bestimmung der Restlebensdauer und der kumulativen Verteilungsfunktion, die in die Ersatzteil-Nachfragefunktion zu integrieren ist. Die Autoren betonen die Bedeutung der auf die Effektivität ausgerichteten Schnittstelle zwischen intelligentem Instandhaltungssystem bzw. Intelligent Maintenance System (IMS) und Mensch im Speziellen dann, wenn das Wissen der Mitarbeiter gezielt einzubinden ist. Sie erstellen ein Referenzmodell zur Unterstützung von Prozessen der Ersatzteil-Supply-Chain mit Informationssystemen und präsentieren einen neuen konzeptionellen Ansatz der CBM-basierten Prognose, dessen Anwendung exemplarisch auf Daten eines Serviceanbieters erfolgt. Konkreter auf ein Fallunternehmen bezieht sich der Beitrag von Hellingrath und Cordes (2015), die durch IMS bereitgestellte Zustandsüberwachungsdaten in die Prognose von Pumpen für Öl-Pipelines integrieren. Das zweistufige Verfahren ist konzeptioneller Art und setzt umfassende Systemgegebenheiten voraus. Diese waren im Betrieb selbst nicht anzutreffen, was die Übertragung in ein Lagerhaltungsmodell verhinderte. Der Artikel zeichnet sich daher eher durch die Vorgehensweise selbst als durch deren praktische Verwirklichung aus.

C. Koeffizienzenbasierte Verfahren

Krikke und van der Laan (2011) konzentrieren sich auf die mit dem finalen Los in Verbindung stehende Prognose von Primärprodukten am Ende ihrer Nutzungszeit für einen OEM von Anlagen-Kontrollsystemen. Die Planungskomplexität entsteht durch die Festlegung von Reparaturzielen in Abhängigkeit von in Serviceverträgen festgeschriebenen minimalen Anforderungen sowie Entscheidungen, die Kunden hinsichtlich des finalen Loses treffen. Dadurch herrschen Unsicherheiten vor, wie viele Teile in Zukunft benötigt werden, was abhängig von den Fehlerraten, den defekten Retouren, der Anzahl sowie dem Timing von Auslaufprodukten und deren Wiederverwendbarkeit ist. Die Modellierungsschwierigkeit bedingt, dass die Forscher ein generisches Modell entwerfen, welches vorerst an nur einem Teil demonstriert wird. Die Übertragbarkeit des Lösungsansatzes ist als sehr eingeschränkt

zu bezeichnen, da eine starke Vereinfachung und zahlreiche stochastische Verteilungsannahmen notwendig sind.

Als Verbindung der Cluster von Prognoseverfahren tritt der Beitrag von Kim et al. (2017) auf. Sie stellen eine einfache empirische Methode zur Prognose von Verbrauchsteilen vor. Hierzu werden 18 Kühlschrankteile eines europäischen Lagers des OEMs Samsung Electronics genutzt. Die Autoren wenden mehrere, auf unterschiedliche Zielstellungen ausgerichtete IB-Konzepte mit differenzierten Informationen an. Passend zu den Datensätzen sind lebenszeit- oder koeffizientenbasierte Prognosetypen auszuwählen. Die Forscher betonen, dass sich ihre Ansätze eher für Business-to-Consumer (B2C)- als für Business-to-Business (B2B)-Beziehungen eignen. Ihrer Ansicht nach seien IBD von zum Konsum bestimmten Geräten aufgrund der Masse der am Markt befindlichen Endprodukte nicht so einfach zu erfassen wie im Fall von Investitionsgütern, wo es durch Verträge weniger aufwändig sein sollte, an Kundeninformationen zu gelangen.

D. Kausale Verfahren

Der Forschungsbeitrag von Andersson und Jonsson (2018) beinhaltet als einziger Ansatz die kausale Bedarfsplanung über explanatorische Variablen aus Servicesicht. Die Forscher greifen auf Nutzungsdaten eines Herstellers von Schwerlastwagen zurück. Als Anreiz wird die Unmöglichkeit angegeben, Prognosen unregelmäßiger und teurer Ersatzteile im niedrigen Bedarfsbereich speziell in der Auslaufphase vorzunehmen, wenn nur Bedarfsdaten und Zuverlässigkeitsverteilungen vorliegen. Das Unternehmen hatte bereits damit begonnen, Fahrzeugdaten gezielter für die Prognose zu nutzen. Die Forscher führen Interviews und teilen die in einer Datenbank bestehenden Produktnutzungsangaben in fünf Kategorien ein. Die mit entsprechenden Fehlercodes versehenen Daten werden für acht verschiedene Kausalbeziehungen genutzt, wobei der Bezug zum Fallunternehmen bei der Verdeutlichung dieser jedoch verloren geht. Gleichfalls werden die resultierenden Interventionen nicht auf den realen Kontext bezogen. Es ist nicht ersichtlich, inwieweit dem Unternehmen diese schon bekannt waren und welche Handlungsvorschläge die Manager tatsächlich als sinnvoll erachteten.

In Summe ist festzuhalten, dass der Service- noch deutlicher als der Betreiberbereich praktische Fallstudien, die der Prognose zuzuordnen sind, missen lässt. Vor allem aufseiten der OEMs fehlen Beiträge, die sich in Form tatsächlich umgesetzter Verbesserungen mit Anreizen und dem Nutzen aus passgenauen Vorhersagen auseinandersetzen. Dies überrascht insofern, als die Erfassung und Analyse von IBD bzw. IBI in den theoretischen Grundlagen als großer Potenzialbereich, der speziell in der abhängigen Prognose Vorteile bringt, herausgestellt wurde. Mit der ZOI und dem Monitoring in Verbindung stehende Planungsaktivitäten werden nur untergeordnet erforscht. Kausalmodelle erhalten deshalb eine noch geringere Aufmerksamkeit. Die Grundlagenliteratur spiegelt sich folglich nur wenig innerhalb der Fallstudienliteratur wider. Wie bereits bei der Klassifizierung ist anzunehmen, dass sowohl

die Komplexität der Modelle, die mit der Implementierungslücke in Verbindung steht, als auch die Daten- und Informationsverfügbarkeit als limitierende Faktoren wahrgenommen werden. Gründe für das Auftreten von Daten- und Informationsdefiziten finden hier wiederholt nur am Rande eine Erwähnung.

Über den geringen praktischen Stellenwert der Prognose sind indes lediglich Mutmaßungen anzustellen. Die starke Konzentration auf die stochastische Vorhersage in Branchen außerhalb der Anlagenwirtschaft impliziert, dass bei einer Zunahme der Sporadizität der Ersatzteile, was speziell auf den Investitionsgüterbereich mit langen Anlagen-Laufzeiten zutrifft, die Mittel der Prognose stochastischer Art limitiert sind. Gerade hier sind deshalb weitere Fallstudien im engeren Sinne vonnöten. Im Zuge dessen ist zu evaluieren, inwieweit zusätzliche Informationen der IB dazu beitragen, Bedarfe unregelmäßig auftretender Ersatzteile zu prognostizieren. Dies betrifft damit weniger den Abgleich, die Identifizierung und den Entwurf von Prognosemethoden, sondern eher effektive Maßnahmen des Managements, die im Prognosebereich kaum vertreten sind. Dazu ist es essenziell zu erfahren, welche Bedeutung die Unternehmen der Prognose überhaupt beimessen, um Rückschlüsse auf die Entstehung einer hier u. U. vorliegenden Wissenslücke zu ermöglichen.

5.4 Fallstudien in der Lagerhaltung und dem Bestandsmanagement

5.4.1 Perspektive der Betreiber

Im Vergleich zu den Kernprozessen der Klassifizierung und der Prognose besteht im Bereich der Lagerhaltung und des Bestandsmanagements ein höherer Anteil an Fallstudien im engeren Sinne. Eine Konzentration ist hier besonders auf Beiträge zu lenken, die sich auf Aspekte der Daten- und Informationsversorgung sowie des Effekts von Erfahrungswissen konzentrieren.

A. Fallstudien im engeren Sinne

Ein auf Intuition und implizitem Wissen basierendes ETM verursachte im durch Strijbosch et al. (2000) betrachteten niederländischen Unternehmen Mars die Ausgangssituation von Fehlmengen auf der einen und Überbeständen auf der anderen Seite. Für kritische teure Ersatzteile sollte ein strukturiertes Verfahren mit festen Regeln aufgestellt werden. Ein durch die Autoren entwickelter Ansatz konnte in der Theorie bessere Ergebnisse erreichen, ein Benchmark mit der intuitiven Entscheidung war aber nur durch Zugrundelegung eines sehr einfachen, approximierten Modells machbar. Die Verfahren wurden über eine Simulation verglichen und formalisierte Regeln abgeleitet, zu deren Umsetzung im Beitrag selbst jedoch keine Aussage getätigt wird.

Auch bei Sato und Jauhari (2019) findet sich der Ursprung des Projektes in Ersatzteil-Überbeständen, welche durch eine hohe Anzahl an Ersatzteilreservierungen verursacht werden.

Die Forscher beschreiben die beispielhafte Anwendung des EOQ-Modells für eine Ölbohrgesellschaft. Hierzu erfolgt zuerst eine Kategorisierung mittels der ABC-Analyse, um die Ersatzteile abzuleiten, welche einer strengen Kontrolle zu unterwerfen sind (A-Kategorie). Anschließend ist die bestpassende Prognosemethode bzw. Zeitreihenanalyse auszuwählen und somit der Sicherheits- und Meldebestand sowie die optimale Bestellmenge zu bestimmen. Das Verfahren erfährt einen Vergleich mit der vorherigen, auf Erfahrungswissen basierenden Vorgehensweise, die keiner Systematik unterlag. Es konnte ein leichter theoretischer Rückgang der Lagerkosten ermittelt werden. Die Autoren treffen über die exemplarische Verdeutlichung hinausgehend keine Aussage, ob das einfache Verfahren tatsächlich im Unternehmen zur Anwendung kommt.

Detaillierter gehen Porras und Dekker (2008) die Defizite im Fallunternehmen ein. Sie testen auf dem Meldebestand beruhende Methoden für Langsamdreher mit unterbrochenem Bedarf an realen Daten einer Öl-Raffinerie, die 60 Werke und eine zentrale Lagerung vorzuweisen hat. Bei dem Transfer des ERP-Systems auf SAP R/3 gingen Daten zur Nachfragehistorie der 43.000 Materialpositionen verloren, weshalb in über 70 Prozent der Fälle die Kontrollparameter der (*s, S*)-Politik manuell gesetzt werden mussten. Die Festlegung der Kritikalität wurde anhand der subjektiven Einschätzung der Mitarbeiter ohne eine Formalisierung bzw. quantifizierte Kritikalitätscodes und ohne Übernahme ins ERP-System vorgenommen. Dies resultierte in ungünstigen Lagerentscheidungen. Das Management interessierte sich daher für Einsparungspotenziale durch eine bessere Lagerkontrolle. Die Forscher verfeinerten die Klassifizierung auf Grundlage der vorhandenen Unternehmensdaten und vollführten einen Test verschiedener infrage kommender Lagerhaltungsmodelle mithilfe einer Simulation. Hierbei kam es u. a. zur Empfehlung, präventive Instandhaltungspläne in die Bestellplanung einzubinden und eine Ausrichtung an der Anzahl der in den Anlagen verbauten Ersatzteile vorzunehmen, was bisher nicht der Fall gewesen war. Der Beitrag geht allerdings nicht über theoretische Empfehlungen hinaus, denn generell behinderte die schlechte Verfügbarkeit insb. grundlegender Stamm- und Bewegungsdaten die Umsetzung der Empfehlungen. Änderungen, die sich zur Realisierung der Potenziale hinsichtlich des Datenerfassungsprozesses ergeben sollten, erörtern die Forscher nicht.

Guajardo et al. (2015) widmen sich ebenfalls der Festlegung von Kontrollparametern einer (*s, S*)-Strategie in Zusammenarbeit mit einem großen Öl- und Gaskonzern. In der Ausgangssituation wurden die Parameter – ähnlich der Situation im vorgenannten Beitrag – trotz der Implementierung von SAP auf Grundlage der Einschätzung der Planer separat festgelegt. Ziel war die effiziente und standortübergreifend einheitliche Bestimmung der Dispositionsparameter. Kritikalitätseinschätzungen waren bereits vorhanden, sodass ein Test von sieben Nachfragemodellen an vorausgewählten Teilen erfolgen konnte. Die Forscher entwickeln in ihrem Beitrag Entscheidungsregeln zur Auswahl von die Nachfrage repräsentierenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen vor dem Hintergrund der resultierenden EOQ. Weiterhin

wird der Pooling-Fall betrachtet, bei welchem die Plattformen nicht mehr separat, sondern zentral gemanagt werden. Es bleibt hier jedoch bei einem theoretischen Nutzen. Details zur Umsetzung der Regeln bzw. der Durchsetzung der geforderten Einheitlichkeit und damit zum praktischen Wert sind nicht in den Ausführungen enthalten.

Puurunen et al. (2014) evaluieren statistisch imperfekte Daten bei Störungscharakteristiken im Rahmen der Optimierung in einer Simulationsumgebung. Das finnische Stahlwerk nahm vorher eine stochastische Disposition mit einer (*s, q*)-Politik vor. Die Kontrollparameter wurden von der jeweiligen Abteilung individuell festgelegt, d. h., es existierte keine systematische Vorgehensweise. Das Vertrauen der Instandhaltungsmitarbeiter in die bereits implementierte kommerzielle Optimierungssoftware war hinsichtlich der erzielten Verfügbarkeiten kritischer Teile gering, weshalb Parameter auf der subjektiven Einschätzung beruhten. Infolgedessen war es die Bestrebung des Unternehmens, eine objektive Evaluierung zur Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit von Optimierungsmodellen einzuholen und die Erkenntnisse für eine künftige Auswahl geeigneter EUS zu verwenden. Die Forscher führten eine Simulation hinsichtlich der Optimierung der Kontrollparameter bei 23 Teilen durch. Sie kommen zu dem Schluss, dass sich bei einer schlechten Datenqualität nicht auf die Optimierungsresultate verlassen werden kann. In diesen Situationen sollte sich auf die Einschätzung des Instandhaltungspersonals und der Zulieferer gestützt werden. Sie führen nicht aus, ob und wie die Datenqualität zu verbessern ist und inwiefern die Entscheidungen des Instandhaltungspersonals zu deutlich besseren Ergebnissen führen. Es kommt zu keinem Abgleich zwischen Expertise und Optimierungsergebnissen.

Waren die bisherigen Ausführungen darauf ausgerichtet, subjektive Einschätzungen im Lagermanagement zu eliminieren oder nur in Notfällen einzusetzen, liefern Scala et al. (2014) einen zu diesem Vorgehen im Kontrast stehenden Ansatz. Im stark spezifischen Kontext der Lagerhaltung für Teile mit unterbrochenem Bedarf bei nuklearen Energieanlagen verbinden sie das simulative Vorgehen sowohl mit der Klassifizierung als auch mit der Prognose. In der im Unternehmen im Vorhinein durchgeführten durchgängig präventiven Instandhaltungsstrategie wurde zwar eine terminliche, jedoch keine materialseitige Planung vorgenommen. Bereitzustellende Ersatzteile und das Arbeitspensum ergaben sich erst bei Durchführung der Inspektionen und Maßnahmen. Der Tätigkeitsbereich bedingt, dass Ersatzteile teilweise lange Vorlaufzeiten aufweisen, weshalb die Mitarbeiter zur Überkompensation bei Beschaffungsvorgängen neigten. Die Forscher stellen eine auf Einflussdiagrammen inkl. der Einflussfaktoren der Kritikalität aufbauende Methode vor. Zur Gewichtung der Einflussfaktoren mithilfe eines AHPs sind Gruppendiskussionen ein integraler Bestandteil. Die Teile erhalten eine Kategorisierung anhand ihrer Kritikalitätsindizes. Daran wird festgemacht, ob eine präventive Instandhaltung notwendig und ein Ersatzteil zu bevorraten ist. Die subjektiven Einschätzungen der Mitarbeiter werden hierbei über Karten bzw. Maps anschaulich

nachverfolgt. Für jede Kategorie ist daraufhin eine Lagerhaltungspolitik mit Grundbeständen – nun über Simulation und Vergangenheitsdaten – festzulegen. Entsprechend verbindet der Beitrag die Klassifizierung und Lagerhaltung stärker, als dies in vergleichbaren Artikeln der Fall ist. Es wird deutlich, dass implizites Wissen nicht zwangsläufig ersetzt werden muss, sondern im Gegenteil eine konsequente, nachvollziehbare Einbindung zum Erfolg führen kann. Auf konkrete Umstände der Umsetzung kommen die Autoren dennoch nicht zu sprechen.

Auch Cheng und Tsao (2010) beziehen Expertenmeinungen zur Ermittlung des Anteils reaktiver und präventiver Instandhaltungsstrategien als Determinanten von Ersatzteilbedarfen bei einem Betreiber von Eisenbahnsystemen und Schienen ein. Der Analytische Netzwerk-Prozess (ANP) als Erweiterung zum AHP fungiert als Technik, um verschiedene Faktoren bei der Auswahl des Strategiemix‘ zu berücksichtigen. Zur Festlegung der Faktoren kommen sowohl Vergangenheitsdaten als auch über Fragebögen erfasste Expertenmeinungen zum Einsatz. Die Autoren geben an, dass das Verfahren zwar aufwendig ist, sie es aber nichtsdestotrotz im Unternehmen umsetzen konnten. Sie liefern aber keine genaueren Informationen, wie dieser Aufwand im Unternehmen selbst eingeschätzt wird und inwiefern dies gegen eine kontinuierliche Nutzung sprechen kann.

Wie der Aufwand der Daten- und Informationserfassung zum Umsetzungshemmnis werden kann, zeigt sich deutlicher im Fall der auf der Anlagenkritikalität aufbauenden Methode zur Lagerhaltungsplanung von Rubino et al. (2010). Das Fallunternehmen, ein Automobilzulieferer, war infolge zweier Krisen zum Re-Design und zur gewissenhaften Berücksichtigung von Produktions- und Lagerkosten gezwungen, wo vorher die technische Verfügbarkeit über die Kosten gestellt wurde. Für jedes Ersatzteil ist im Verfahren ein Reduktionsindex als Funktion von Attributwerten und Schätzungen von verschiedenen Entscheidungsträgern zu ermitteln. Die Indizes gehen über Transformationsfunktionen in die Bestimmung von Bestellmengen ein, wodurch eine größere Fülle an endogenen und exogenen Variablen eine Berücksichtigung erfahren. Über Entscheidungsbäume sind passende Reduktionsstrategien (von konservativ bis aggressiv) auszuwählen. Die Autoren empfehlen, alle betroffenen Entscheidungsträger in das Vornehmen der paarweisen Vergleiche der Reduktionskriterien einzubeziehen. Die Vorgehensweise konnte jedoch nur für eine kleine Auswahl an Teilen angewandt werden, da der Aufwand der Datensammlung und -auswertung durch das Management als nicht akzeptabel eingeschätzt wurde. Eine flächendeckende Umsetzung war somit nicht zu erreichen.

	UMS	SIT	ANR	INT	INF	MAR	NUT	DEF
Strijbosch et al., 2000	○	●	●	○	○	●	◐	○
Sato & Jauhari, 2019	◐	◐	●	●	◐	◐	◐	○
Porras & Dekker, 2008	◐	●	●	◐	◐	◐	◐	●
Guajardo et al., 2015	○	●	●	●	●	○	◐	○
Puurunen et al., 2014	◐	●	●	◐	◐	●	○	●
Scala et al., 2014	◐	●	●	●	○	●	○	○
Cheng & Tsao, 2010	●	○	◐	◐	◐	●	○	○
Rubino et al., 2010	◐	○	●	●	●	●	◐	●

● Ausführliche Darstellung anhand praktischer Gegebenheiten; ◐ Erwähnung oder rein theoretische Betrachtung; ○ Keine Angaben

Tabelle 19: Fallstudien im engeren Sinne – Lagerhaltung (Betreiber)

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich die vorgestellten Forschungsbeiträge mehrheitlich auf die verbrauchsgesteuerte Beschaffung und die Festlegung entsprechender Dispositionsparameter für schon ausgewählte Teile beziehen. Aus Tabelle 19 ist abzuleiten, dass die Forscher nur selten beschreiben, ob und wie die Unternehmen die Vorgehensweisen praktisch umsetzen bzw. umgesetzt haben und inwieweit diese einen (langfristigen) Nutzen erzeugen konnten. Insbesondere das Management von langsamdrehenden Ersatzteilen erscheint als herausfordernd. Anhand der analysierten Literatur wird jedoch kaum deutlich, wie diese Herausforderung (ganzheitlich) zu bewältigen ist. So ist aus den vorhandenen Erläuterungen der Verbesserungsanreiz zu entnehmen, dass die Beseitigung von Überbeständen, die aus einem auf dem Experten- und Erfahrungswissen sowie Faustregeln aufbauenden Bestandsmanagement resultieren, den am häufigsten auftretenden Ausgangspunkt des Veränderungswillens repräsentiert.

Die Anreize sind somit zwar auf den zentralen Zielkonflikt ausgerichtet, dies aber im Sinne eines Optimierungsziels und nicht als nachhaltige Lösung. Die Philosophie der Unternehmen, aus Sicherheitsgründen ineffizient viele Ersatzteile zu bevorraten, erhält keine vertiefende Analyse, sodass wenige Erkenntnisse darüber vorliegen, welche Umstände organisatorischer Art zu dieser Situation führen. Es ist lediglich anzunehmen, dass sich daraus Hemmnisse für die Umsetzung wissenschaftlicher Verfahren ergeben. Auch die Thematik der Kritikalität wird allenfalls angesprochen oder vorausgesetzt, dass das Wissen um kritische Teile oder deren Kategorisierung bereits vorliegt. Hier ist ein Rückschluss zu den Klassifizierungsbeiträgen möglich, denn unter diesen finden sich wiederum mehrheitlich einfache Konsequenzen für die Lagerhaltung. Auffällig ist zudem, dass die Einbindung von Instandhaltungsdaten i. Allg. sowie des Monitorings im Speziellen abermals kaum von Belang für Fallstudien im engeren Sinne sind.

B. Fallstudien im weiteren Sinne

Eine konsequentere Nutzung vorhandener Informationen zur Angleichung von Instandhaltung und Lagerlogistik im SAP-System eines großen Öl- und Gasunternehmens verfolgen van der Westhuizen und West (2016). Dort erhielt die Information bzgl. des zur Bereitstellung fertigen Materials keine Verarbeitung durch die Instandhaltungsmitarbeiter zur Erstellung der wöchentlichen Maßnahmenpläne. Stattdessen wurde das Material in Losen angefragt und der Wochenplan nicht mit dem Bestandsmanagement geteilt, sodass dieses die Ressourcen nicht optimal ausnutzen konnte. In einem verbesserten Prozess wären die Wochenpläne konsequenter auszutauschen und mit einer Nachricht über das System an das Lager zu schicken, um Material und Personal zuverlässiger einzuplanen. Dadurch ließen sich künftige Arbeitsbelastungen besser einschätzen, die Prozesskosten senken und die Anlagen- und Materialverfügbarkeiten erhöhen. Im Zuge einer durch die Autoren im Anschluss an die Empfehlungen durchgeführten Umfrage gaben lediglich 42 Prozent der betroffenen Mitarbeiter an, dass die genannte Information dazu beitragen würde, den Lieferprozess zu verbessern, während 40 Prozent keinen Effekt sahen. Dieses überraschende Ergebnis erhielt keine angemessene Erklärung, bspw. in Form von nachträglichen Interviews. Somit fehlen Angaben darüber, ob es dennoch zu einer Verfügbarmachung der Information kam oder nicht.

Beitrag	Branche	Details EUS	Umsetzung
Dhakar et al., 1994	• Papierfabrik	• Festlegung von Parametern einer (*S-1, S*)-Politik für teure, kritische Gummirollen mit unregelmäßigem Bedarf	• kontinuierliche Nutzung • Voraussetzung: ständiges Update der Stamm- und Bewegungsdaten
Akçalı et al., 2001	• Halbleiterunternehmen	• Festlegung von Parametern einer (*s, q*)-Politik • basierend auf Kalkulationstabellen	• keine Angaben zum Anreiz des Unternehmens oder zur Implementierung
Lynch et al., 2013	• Hersteller von Pyrotechnik	• Genetischer Algorithmus • Optimierung von Beständen und der präventiven Instandhaltung	• kontinuierliche Nutzung • signifikante Einsparungen durch integrierte Planung

Tabelle 20: Beiträge zur Entwicklung von EUS – Lagerhaltung (Betreiber)

Die in Tabelle 20 ersichtlichen Beiträge setzen einen Schwerpunkt auf die Entwicklung von EUS. Obwohl zwei dieser Systeme in den Fallunternehmen implementiert werden konnten, sind sie infolge des Fokus‘ auf der Funktionsweise der Systeme als Fallstudien im weiteren Sinne zu behandeln, denn die Umstände der Umsetzung rücken daneben in den Hintergrund.

Hindernisse und Erläuterungen dazu, ob die zu einem ständigen Update bestimmten Stamm- und Bewegungsdaten bereits vorlagen oder hier zusätzliche Anstrengungen vonnöten waren, werden durch die Autoren nicht diskutiert. Entsprechend lässt sich auch in diesem Fall keine explizite Kosten-Nutzen-Betrachtung finden, die auf den Wert der EUS hinweist. Erkenntnisse, die zur Schließung der Implementierungslücke beitragen, sind daher nur sehr eingeschränkt zu deduzieren. Eher lässt sich erneut die Verfügbarkeit und der bereichsübergreifende Austausch grundlegender Daten und Informationen als Voraussetzungen anführen.

Auch Macchi et al. (2007) zielen darauf ab, ein EUS für ein nicht näher spezifiziertes Unternehmen mit 17 Standorten zur Bevorratung von Motoren im Netzwerk zu entwickeln. Als Voraussetzung wies das Unternehmen ein in allen Werken implementiertes ERP-System und das zentrale Management durch ein Gruppenzentrum auf. Die mehrdimensionale Kritikalitätsanalyse, die Festlegung der Dispositionsparameter sowie Entscheidungen des Poolings und des Zentralitätsgrades erfolgten vorher nach Faustregeln. Diese stellen für das Unternehmen selbst kein Problem dar, weshalb nicht deutlich hervortritt, warum gerade für Motoren Simulationsmodelle zur Verbesserung von Lagerhaltungsentscheidungen im Netzwerk als notwendig erachtet wurden. Bezüglich der durch die Simulation abgeleiteten Optionen zur Festsetzung der Höhe von Sicherheitsbeständen geben die Forscher den Hinweis, dass diese eine weiterführende Analyse durch die Mitarbeiter erfordern. Da nicht geklärt wird, inwieweit die neuen Lösungen von den durch Faustregeln bestimmten Sicherheitsbeständen abweichen, ist kein Rückschluss darauf zu ziehen, ob sich das Unternehmen von diesen abwendete. Eine Integration des EUS‘ in die bestehende IT-Infrastruktur des Unternehmens erfolgte nicht.

Neben den Artikeln, die sich unmittelbar am Unternehmenskontext orientieren, sind vier Arbeiten zu nennen, die sich an längerfristigen Entscheidungen des Managements ausrichten. Block et al. (2014) entwickeln ein Managementframework und ein EUS zur Planung von Ersatzteilen in der End-of-Life-Phase für Flugsysteme des schwedischen Militärs. Diese sollen zur Einschätzung beitragen, wann reaktive und präventive Maßnahmen einzustellen sind bzw. wann es ratsam ist, die Gewinnung von Ersatzteilen aus stillgelegten Flugzeugen einzustellen. Für die Entwicklung werden Interviews, Dokumentenstudien, Beobachtungen und Datenbanken genutzt, um Kostenparameter und Einflussfaktoren abzuleiten. Die Inhalte des zu implementierenden Systems werden als Framework vorgestellt, die eigentliche Implementierung des EUS‘ jedoch nicht behandelt. Godoy et al. (2014) stellen ein mathematisches Framework zur Entscheidungsunterstützung für die effiziente Integration von vertraglichen Konditionen und die kritische Ersatzteilbevorratung vor. Es wird auf eine im Vorhinein bereits festgelegte kritische Komponente – der Generator einer Flotte im Kupferbergbau, deren Instandhaltung auslagert ist – angewandt. Die präventive Instandhaltungspolitik und der Ersatzteil-Servicegrad erhalten erst eine separate Betrachtung, um anschließend eine

optimale Integration dieser beiden Aspekte zu erreichen. Weiterführende Angaben zur Anwendung des Frameworks fehlen, sodass dieses eher eine theoretische Betrachtung als ein Managementframework repräsentiert.

Gleiches gilt für das Framework von Mukherjee und Dey (2008), welches subjektive und objektive Kriterien zur Errichtung von Ersatzteillagern beinhaltet, was am Fall einer Zement-Manufaktur expliziert wird. Das betrachtete Unternehmen lagerte keine fertigen Produkte, weshalb ein separates Ersatzteillager eine signifikante Investition erforderte. Das Framework zur Auswahl der effektivsten Lageroption baut auf dem AHP auf, wobei die Einflussfaktoren durch Interviews identifiziert und in Form einer Fokusgruppe gewichtet sowie priorisiert wurden. Die Umsetzung erfolgte mithilfe einer Expert-Choice-Software. Die endgültige Entscheidung des Unternehmens teilen die Autoren nicht mit. Gregersen und Hansen (2018) inkludieren Zentralisierungsentscheidungen beeinflussende Faktoren in ein Framework, das für einen Isolationshersteller mit 28 Produktionsstätten aufgestellt wird. Dazu analysierten die Forscher interne Dokumente, führten Interviews mit Mitarbeitern des Einkaufs und der Instandhaltung durch und brachten eine qualitativ ausgerichtete Umfrage auf den Weg, um Praktiken anderer zum Konzern gehörender Unternehmen zu erfassen. Mithilfe der Übersicht der Einflussfaktoren war es dem Unternehmen möglich, einen Verbesserungsprozess hin zu einer geordneten Zentralisierung zu starten, Systeme zu harmonisieren und Ersatzteile nach ihrer Kritikalität zu klassifizieren. Ein konkreter Anreiz für die Notwendigkeit dieser Verbesserung fehlt aber, womit nicht deutlich wird, ob und warum dem Unternehmen die Verbesserungspotenziale im Vorhinein nicht selbst bekannt waren.

5.4.2 Perspektive der Serviceanbieter

A. Fallstudien im engeren Sinne

Grundlegende Problemstellungen, die gleichzeitig gesicherte und durch EUS gestützte Implementierungen in den Fallunternehmen aufweisen, bilden die Grundlage von zwei bereits vor mehr als zwei Jahrzehnten entstandenen Arbeiten. Trotz des Alters der Fallstudien sind deren Ausgangssituationen mit aktuelleren Veröffentlichungen vergleichbar, sodass sie hier nicht außer Acht zu lassen sind. Fortuin (1984) betrachtet die initiale zentrale Lagerung von Ersatzteilen elektronischer Endprodukte im Rahmen einer (s, q)-Bestellpolitik, was vorher auf Basis von Erfahrung und Intuition erfolgte. Die Vorgehensweise sieht eine einfache Klassifizierung nach Dringlichkeit der Bevorratung – entweder sofort oder erst zu einem späteren Zeitpunkt – vor, ohne hier ein spezifisches Verfahren anzuwenden.[133] Für sofort zu bevorratende Teile werden anschließend Grund- und Meldebestände bestimmt, hierzu aber umfassende Verteilungsannahmen bzgl. der Fehlerraten, des Erneuerungsprozesses und des zeitlichen Intervalls zwischen Störungen getroffen. Lieferzeiten gelten demgegenüber als

[133] Gemessen am Alter der Veröffentlichung verwundert dieser Umstand nicht. Im Rahmen der Klassifizierung wurde bereits angesprochen, dass Diskussionen der Kritikalität und stärker formalisierte Ansätze zur Bestimmung dieser erst eine spätere Behandlung in der Forschung erhielten.

gegeben. Für eine kleine Anzahl an Niederlassungen waren signifikante Lagerbestandsreduzierungen umzusetzen. Inwieweit sich das System ins gesamte Unternehmen einfügte, bleibt aber offen. Hill et al. (1989) inkludieren die Prognose und Lagerhaltung im Kontext des Lebenszyklusendes in ein EUS, um Verschrottungen zu minimieren. In dem nicht näher beschriebenen großen Unternehmen mit einer hohen Anzahl an veralteten hochwertigen Ersatzteilen lag eine Unsicherheit darüber vor, wie viele Teile weiterhin auf Lager zu halten sind oder entsorgt werden müssen. Die Entscheidung wurde vorher mithilfe einer exponentiellen Glättung unter Beachtung der Kosten sowie der Nachfragevariabilität getroffen. Die Autoren empfehlen, mithilfe von Vergangenheitsdaten eine passende Verteilung für den Bedarf während des Lebenszyklus‘ auszuwählen. Die Erfahrung der Analysten ist einzubinden, indem diese darüber entscheiden, ob ein Vorschlag zu übernehmen oder anzupassen ist. Unter Anwendung des EUS‘ konnte der Lagerbestand um mehrere Millionen Dollar sinken.

Nur zwei Artikel beinhalten explizite Herausforderungen und Hemmnisse bei der Lagerhaltung im Zusammenhang mit dem Daten- und Informationsmanagement. Teunter und Fortuin (1998) arbeiten mit der zentralen Serviceorganisation des Unternehmens Philips zusammen und beschäftigen sich mit der Vermeidung von Fehlmengen in der Nachserienversorgung elektronischer Endprodukte (mit regelmäßiger Nachfrage). Kosteninformationen lagen den Forschern nicht umfassend vor. Die neue Vorgehensweise ist der alten zwar überlegen, das Modell kann aufgrund des Informationsdefizits aber an nur wenigen Beispielen erläutert werden. Weiterhin ist das Verfahren nach Angabe der Autoren eher für Konsumprodukte geeignet, weil Investitionsgüter eine deutlich längere Serviceperiode aufweisen.

Die Einschätzung von Veralterungsrisiken im Investitionsgüterbereich steht im Mittelpunkt der Betrachtungen von van Jaarsveld und Dekker (2011). Das Fallunternehmen ist ein Hersteller komplexer, hochpreisiger und langlebiger Primärprodukte einer nicht spezifizierten Industrie, der über ein Sortiment von 300.000 Teilen verfügt, was sich auch auf die ca. 30 Jahre lange Lebenszeit der Primärprodukte zurückführen lässt. Vorher bauten Prognose und die stochastische (s, q)-Bestellpolitik auf Bedarfszeitreihen auf. Ziel der Forschungsbestrebungen war die Verbesserung der Vorschläge von Dispositionsparametern durch die Einbeziehung des Veralterungsrisikos, um „toten Beständen“ vorzubeugen. Als Ursachen für deren Aufbau werden durch Verantwortliche des Unternehmens zum einen die Änderung von Instandhaltungspolitiken der Kunden – bspw. infolge der Zunahme von Produktionsraten, einer konsequenteren Verfolgung präventiver Strategien oder eines Wandels zu Selbstinstandhaltern – und zum anderen der Bezug über alternative Quellen – was bereits in den Grundlagen als Herausforderung bei der Wahrung der IBI-Qualität herausgestellt wurde – angeführt. Die fehlenden Kundeninformationen machen es dem Unternehmen unmöglich, die Nachfragevariationen zu erklären und angemessen zu reagieren. Über eine Quantifizierung des Veralterungsrisikos soll entschieden werden, ob ein Teil nach wie vor eine Nachfrage erfahren könnte. Die Autoren stellen ein Modell vor, das den sogenannten plötzlichen

Tod von Ersatzteilen einbezieht und bauen dieses auf den Nachfragedaten auf. Anhand fiktiver Teile und Kosten geben sie die Empfehlung, mehr Schnell- als Langsamdreher zu bevorraten und übertragen die Verbesserungsvorschläge ins ERP-System. Auf evtl. bestehende Optionen, an zusätzliche Kundeninformationen zu gelangen, um eine zuverlässigere Einschätzung zu erhalten, gehen sie nicht ein. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass es notwendig wäre, für jedes Teil eine Studie durchzuführen, um Ursachen für die nicht mehr vorhandene Nachfrage zu finden.

Für die auf Flugzeugteile ausgerichtete Reparaturwerkstatt des Unternehmens Fokker Services entwickeln van Jaarsveld et al. (2015) ein Modell und einen Algorithmus, um Analysten bei der Kontrolle von Lagerbeständen zu unterstützen. Die hohen Anforderungen der Airlines an die Verfügbarkeit und die Schnelligkeit von Reparaturen bedingen eine hohe Komplexität des ETMs, da nicht immer abzuschätzen ist, welche Teile bei der Reparatur zu verbauen sind. Die schlecht prognostizierbare Nachfrage bewirkt den Aufbau hoher Lagerbestände. Detaillierte Informationen zum Vorgehen in der Ausgangssituation liefern die Autoren nicht. Das auf die Optimierung einer für günstige Ersatzteile angesetzten (*s, S*)-Lagerhaltungspolitik ausgerichtete Modell wird direkt in ein EUS implementiert und aktiv durch das Unternehmen eingesetzt. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren die dadurch reduzierten Kosten lediglich zu schätzen, da noch keine Benchmark-Studie vorlag.

Botter und Fortuin (2000) entwickeln zwar ebenfalls ein Tool zur Festlegung von Dispositionsparametern im Fall von (*S-1, S*)- und (*t, s, q*)-Politiken für einen großen, multinational agierenden Hersteller elektronischer Systeme, nur ist die Implementierung hier nicht Teil der Ausführungen. In einem mehrstufigen Netzwerk hat das zentrale Verteilzentrum 16 Länder und 80 nationale Lager sowohl mit Ersatzteilen als auch mit Vorschlägen der Bevorratung zu versorgen. Maßgabe ist die termingerechte Belieferung von Servicemitarbeitern aus den nationalen Lagern. Weil die VED-Analyse unter Anwendung des AHPs vom Fallunternehmen als zu komplex abgewiesen wurde, konzentrieren sich die Forscher auf lokales Wissen, um die Kritikalität in zwei Kategorien – E und D – abzustufen und mit einer XYZ-Klassifizierung nach Umschlaghäufigkeit zu kombinieren. Für jedes der sechs Segmente ist unter zusätzlicher Berücksichtigung des Preises bzw. des Wertes der Ersatzteile eine passende Position im Netzwerk festzulegen. Weiterhin sollten Informationen zu zeitlichen Forderungen des Kunden, was von dessen Verträgen abhängig ist, zur Entscheidung beitragen. Diese Abhängigkeiten werden durch die Autoren in ein Tool, welches ohne umfassende Verteilungsannahmen auskommt, integriert, um neben den Lagerorten auch die entsprechenden Dispositionsparameter zu bestimmen. Es wird erwähnt, dass das Management dieses Tool selbst pflegen muss. Zur tatsächlichen Implementierung und kontinuierlichen Nutzung sowie dem wahrgenommenen Nutzen durch das Unternehmen enthält der Beitrag trotz der Einfachheit der Verbesserungen aber keine Informationen.

Die optimale Allokation von Ersatzteilen in einem zweistufigen Netzwerk beschäftigt van den Berg et al. (2016). Der Ansatz entstand im Verlauf eines Projekts mit einem Energieunternehmen, welches Serviceleistungen für Elektrizitätsnetzwerke erbringt und stark in ihrem Wert und der Kritikalität variierende Teile bereitzustellen hat. Zum Start des Projekts lag eine dezentralisierte Kontrolle vor, wobei jedes Lager hohe Sicherheitsbestände für Schnelldreher aufwies und Langsamdreher nicht vorgehalten wurden. Im Zusammenhang mit einer angestrebten Zentralisierung der Lagerkontrolle für dringliche Aufträge war es die Aufgabe, Lagerorte und zu bevorratende Mengen zu bestimmen. Die Forscher entwickelten ein umfangreiches und in seiner Lösung komplexes Modell, das auf dem Systemansatz beruht. Dieses erzeugte lediglich in der Theorie einen höheren Nutzen. Ein weiteres Modell ist auf Teileebene angesiedelt und eignet sich laut den Autoren eher dazu, auf die Praxis übertragen zu werden. Zur Anwendung wird anschließend ein praktisch anwendbares, logisches Framework für die Auswahl des Auslieferprozesses erstellt, die eigentliche Idee des Systemansatzes jedoch nicht umgesetzt.

Howard et al. (2015) empfehlen für das Management des Zentrallagers eines Automobilzulieferers die Nutzung von „Pipeline-Informationen“, d. h. Informationen darüber, inwiefern lokale Lager in naher Zukunft eine reguläre Lieferung erhalten. Mithilfe dieser Informationen ist abzuwägen, ob lokale Lagerorte zu höheren Kosten mit Notfalllieferungen versorgt werden sollten. Die Autoren nutzen die Warteschlangentheorie sowie eine Dekompositionstechnik für die Optimierung von Entscheidungsparametern und entwickeln eine eigene stochastische Dispositionsstrategie. Eine zur Lösung angewandte Heuristik dient als Input einer Simulation mit Unternehmensdaten. Die Forscher stellen hierbei das Hindernis der Einbindung eines zur kontinuierlichen Anwendung benötigten Tools in das bestehende ERP-System heraus, gehen darauf aber nicht weiter ein. Zudem bleibt der Datenerfassungsaufwand trotz des Hinweises auf die Notwendigkeit der Investition in eine neue Tracking-Technologie (sodass Informationen über Kostenparameter und Pipeline-Bestände immer verfügbar sind) unberücksichtigt. Es wird darüber hinaus nicht darauf eingegangen, ob und wie das Unternehmen die Informationen tatsächlich zur Planung verwendet.

Wenngleich sich die geschilderten Anreize und Ausgangssituationen allgemein mit den in den Grundlagen behandelten Problemstellungen zusammen bringen lassen und praxisnah erläutert werden (s. Tabelle 21), kann noch weniger als aus Perspektive der Betreiber darauf geschlossen werden, welche Aspekte des Managements bei der Realisierung von Verbesserungspotenzialen zu beachten sind. Die wenigen auf strategische Entscheidungen ausgerichteten Beiträge gehen über einfache Empfehlungen nicht hinaus. Sie lassen sich im Gegensatz zu Publikationen, in welchen der Schwerpunkt auf der Festlegung von Dispositionsparametern liegt, missen. Eine Diskussion zu weiteren infrage kommenden Beschaffungsstrategien in Abhängigkeit der Informationsverfügbarkeit und -qualität ist nicht herauszulesen.

	UMS	SIT	ANR	INT	INF	MAR	NUT	DEF
Fortuin, 1984	◐	●	●	◐	●	○	●	○
Hill et al., 1989	●	●	○	◐	●	●	●	○
Teunter & Fortuin, 1998	◐	○	●	○	●	○	◐	●
van Jaarsveld & Dekker, 2011	◐	●	●	◐	●	○	◐	●
van Jaarsveld et al., 2015	●	○	●	○	●	◐	◐	○
Botter & Fortuin, 2000	◐	●	●	◐	●	●	◐	◐
van den Berg et al., 2016	◐	●	●	◐	◐	◐	◐	◐
Howard et al., 2015	◐	●	●	○	●	○	◐	◐

● Ausfühliche Darstellung anhand praktischer Gegebenheiten; ◐ Erwähnung oder rein theoretische Betrachtung; ○ Keine Angaben

Tabelle 21: Fallstudien im engeren Sinne – Lagerhaltung (Serviceanbieter)

Erfolgreiche Umsetzungen, die hier mit der Implementierung spezifisch programmierter EUS zusammenzubringen sind, setzen voraus, dass im Vorhinein keine Systematiken im ETM vorliegen und bereits mit relativ einfachen EUS ein signifikanter Wert zu erzielen ist. Diese Erkenntnis deckt sich mit den in Kapitel 5.2.2 gezogenen Schlussfolgerungen. Das Fehlen von Kundendaten und -informationen, wenngleich sie in den Arbeiten i. Allg. ausführlich beschrieben werden, ist als Hemmnis der Umsetzung aufwendigerer Verfahren zu identifizieren. Die Behandlung des Defizits erfolgt allerdings vornehmlich theoretisch. Die Sicherstellung der Verfügbarkeit dieser Informationen fällt unter die Verantwortung des IBIMs, das in Zusammenhang mit der Lagerhaltung aber nicht zur Diskussion kommt. Auch eine Ganzheitlichkeit bzgl. der Integration weiterer Kernprozesse ist wie bei den Betreibern nur selten auf Basis praktischer Gegebenheiten erkennbar. Kritikalitätsbetrachtungen liegen entweder schon vor oder werden nicht beschrieben, während Umstände der Prognose nicht zur Sprache kommen.

B. Fallstudien im weiteren Sinne

Publikationen, die eine Fallstudie einzig als Motivation zur Grundlage nehmen, sind Tabelle 22 zu entnehmen.

Beitrag	Unternehmen	Ziel & Anreiz	Verfahren
Aronis et al., 2004	• Hersteller für Telekommunikationssysteme	• Abwägung zwischen dezentraler kundenseitiger und zentraler Lagerung (beim OEM) • Festlegung von Parametern einer (*S, S-1*)-Politik	• Anwendung der Bayes-Statistik inkl. Fehler- und Nutzungsraten (vorher als konstant angenommen) • Daten von drei Schaltanlagen zur beispielhaften Verdeutlichung
Kranenburg & Van Houtum, 2007	• OEM für Anlagen in der Halbleiterindustrie	• Ermittlung eines gemeinsamen Bestandes für Maschinen mit hoher Varianz in Fehlerraten	• Heuristik zur Minimierung der Lagerhaltungs- und Transportkosten • Nutzung von acht Kundendatensätzen mit stark variierenden Fehlerraten • theoretische Kosteneinsparungen aus der gemeinsamen Lagerung von teuren Teilen
Koçağa & Şen, 2007	• (nicht spezifizierter) OEM von Investitionsgütern	• Belieferung von über 70 Distributionszentren unter Zugrundelegung differenzierter Servicegrade	• Differenzierung nach kritischen, sofort zu bedienenden und nicht kritischen Teilen (mit Vorlaufzeit) • Auswahl von 64 repräsentativen Teilen aus dem Sortiment von 50.000 Teilen • Simulation für ein Depot mit deterministischen Vorlaufzeiten und Bedarf als Poisson-Prozess • theoretische Einsparungen für teure Teile

Tabelle 22: Fallstudien im weiteren Sinne – Lagerhaltung (Serviceanbieter)

Manikas et al. (2019) konzentrieren sich auf den Aufbau eines Netzwerkdesigns für einen russischen Hersteller von Geldautomaten. Dieser verfügt über drei Produktionsstätten, zwei

globale Verteilzentren und über 400 Zweigstellen. Die Studie hat zum Ziel, Schwierigkeiten bei der Anpassung der ETL an die Marktumgebungen aufzuzeigen. Die Forscher basieren ihr Design auf fünf Interviews mit Mitarbeitern verschiedener Bereiche, wobei sie Fragen zum gesamten Prozess, zur Klassifikation, zur Prognose, zur Lagerhaltung, zum Netzwerkdesign und zu Herausforderungen im ETM stellen. Als Hauptursache für die nicht vorhandene Verfügbarkeit von Ersatzteilen werden deren Seltenheit sowie die nur seltene Nutzung und damit gewöhnlich nicht vorgenommene Einplanung zur Erfüllung der Servicelevel genannt. Die Forscher geben anschließend zwei Empfehlungen für Standorte möglicher Distributionszentren ab, tätigen aber keine Angaben zur Umsetzung.

Gesondert hervorzuheben sind außerdem die Ansätze von Bijvank et al. (2010) und Saccani et al. (2017), die sich mit der Ausstattung von Reparatur-Kits der Servicemitarbeiter auseinandersetzen. In erstgenanntem Beitrag wird ein Algorithmus entwickelt, nach welchem Ersatzteile erst dann aus dem Lager zu entnehmen sind, wenn das Kit vollständig ist, um die Reparatur durchführen zu können. Es erfolgt ein nur exemplarischer Test mittels Daten des Systemherstellers Ricoh. Auch der zweite Beitrag nimmt ein multinational auftretendes Unternehmen für Bürosysteme zur Grundlage. Die 3.000 europäischen Serviceingenieure verfügten über individuelle Kits, die in der Vergangenheit auf Basis historischer Bedarfe festgelegt wurden und ein Update aufgrund von Berichten der letzten sechs Monate sowie der Erfahrungen von Servicetechnikern und Teammanagern erhielten. Die Belieferung orientierte sich an fixierten Häufigkeiten, weshalb es nicht selten zu Notfalllieferungen und hohen Kosten kam. Die Forscher nutzten eine sequentielle Optimierung mit anschließender Simulation und wendeten diese auf acht Techniker an. Es bleibt fraglich, ob eine flächendeckende Umsetzung und eine kontinuierliche Pflege durch das Unternehmen erfolgt. So wären bei der hohen Anzahl an Servicetechnikern zahlreiche Optimierungs- und Simulationsdurchläufe notwendig. Zudem erklären die Autoren, dass die getroffenen Annahmen im praktischen Setting an ihre Grenzen gelangen.

5.4.3 Gemeinsame Betrachtung der Kernprozesse

Die gemeinsame Betrachtung aller Kernprozesse lässt einige Implikationen zu. So ist die Schilderung der Ausgangssituationen als stark variabel zu bezeichnen. Je komplexer die Ansätze sind, umso weniger Angaben zur praktischen Umsetzung sind auszumachen. Die Gründe für die Ablehnung von Verfahren finden zumeist eine nur kurze Erwähnung. Am ehesten wirken sich hier der Aufwand der Daten- und Informationserfassung sowie das (nicht vorhandene) Verständnis für die Funktionsweise der Verfahren negativ aus. Auch wenn das Setting häufig auf einem praktischen Fall aufbaut, ist die eigentliche Realisierung der Ansätze ohne Forschungs- und Programmierunterstützung kaum vorstellbar. Die Voraussetzungen einer praktikablen Umsetzung erfahren dabei keine ausführliche Erörterung. Die Übertragbarkeit ist daher nicht einzuschätzen, denn – wie die Forschenden teilweise selbst feststellen – entsprechen getroffene Annahmen kaum dem eigentlich untersuchten

Kontext. Dies betonen auch Martin et al. (2010) in einem theoretischen Beitrag zur Ersatzteil-Supply-Chain-Integration. Sie empfehlen, sich im Zuge der Entscheidungsfindung von der bloßen mathematischen Modellierung zu lösen und deklarieren, dass Probleme der ETL ohne Beachtung der realen Rahmenbedingungen über Annahmen häufig einer deutlichen Vereinfachung unterliegen, sodass keine ganzheitliche Kontrolle möglich ist. Die Autoren heben hervor, dass die mit dem ETM in Berührung kommenden Akteure dazu bereit sein müssen, Informationen auszutauschen, bspw. in Form standardisierter Plattformen (Martin et al., 2010, S. 227, 240ff.).

Anhand der Fallstudien im engeren Sinne ist ferner ersichtlich, dass bereits kleine Änderungen der Kernprozesse zu signifikanten Verbesserungen führen können, wenn im Vorhinein keine oder wenig ausgeprägte Systematiken bzw. unangepasste Strategien im Unternehmen zu verzeichnen waren. Sofern bspw. noch keine Klassifizierung existiert, ist es die logische Konsequenz, dass auch die Prozesse der Prognose und Lagerhaltung nicht integriert sind. Die wechselseitige Abhängigkeit logistischer Entscheidungen beschränkt sich bei Klassifizierungsbeiträgen auf einfache Schlussfolgerungen für die Lagerhaltung. Im Umkehrschluss setzen Ansätze für ein effizientes Beschaffungsmanagement voraus, dass Kritikalitätsbetrachtungen vorhanden oder ohne großen Aufwand durchzuführen sind. Prognoseverfahren erscheinen als unabhängig, denn sie sind als Einzelansätze entweder auf unterbrochene Bedarfe reduziert oder werden exemplarisch geprüft. So spielt die Klassifizierung für die Prognose v. a. dann eine Rolle, wenn es um die Unterschiede in Nachfragemustern geht. Sie tritt weniger als Folge von Kritikalitätsüberlegungen auf, aus welcher in der Theorie die Diskussion um Vorgehensweisen in Abstimmung mit dem Prognoseaufwand hervorgehen könnte. Entsprechende Abwägungen sind noch nicht Bestandteil des wissenschaftlichen Diskurses innerhalb der Kernprozesse.

Die Ergebnisse unterstreichen die Gültigkeit der Forschungslücke. Sie lassen jedoch keine eindeutigen Schlussfolgerungen dahingehend zu, warum sich Unternehmen in ihrer Ausgangssituation verglichen mit den in der Wissenschaft behandelten ersatzteillogistischen Planungsansätzen auf einem eher niedrigen Niveau befinden. Umgebungs- und Einflussfaktoren, die dabei eine Rolle spielen könnten, erfahren keine nähere Analyse. Bei gemeinsamer Betrachtung vornehmlich der Fallstudien im engeren Sinne innerhalb der Kernprozesse Klassifizierung und Bestandsmanagement (s. Kapitel 5.2.1, 5.2.2., 5.4.1 und 5.4.2) können wiederholt genannte Missstände sowie damit einhergehende Informationsdefizite und Ursachen ausgemacht werden (s. Tabelle 23). Betreiber und Serviceanbieter weisen sichtbare Parallelen auf. Besonders das ineffektive Informationsmanagement bei der Weitergabe sowie dem Austausch von Informationen zur Einschätzung der Ersatzteilkritikalität tritt deutlich hervor.

	Betreiber	Serviceanbieter
Missstände	• Ersatzteilüberbestände • Fehlmengen • mangelnde Transparenz bei der Kritikalitätseinschätzung	• hohe Lagerbestände im Netzwerk • schlecht prognostizierbare Nachfrage • mangelnde Transparenz bei der Kritikalitätseinschätzung
Informationsdefizite	• fehlende Verbindung von Ersatzteilen zu Stücklisten • Fehlertypen und Ursachen • quantifizierbare Störungsfolgen • Planungsdaten der Instandhaltung	• Kritikalitätseinschätzung der Kunden • Gründe für die Nachfragevariabilität • Kosteninformationen (Fehlmengen und Veralterungsrisiko)
Ursachen	• Lagerhaltung basiert auf implizitem Wissen der Technik (Sammelpolitiken / Überkompensation durch Instandhaltung) • keine Weitergabe subjektiver Kritikalitätseinschätzungen	• IBI werden von den Niederlassungen nicht weitergegeben • keine flächendeckende Informationserfassung von den / über die Kunden

Tabelle 23: Missstände und Informationsdefizite

Es zeigt sich, dass die Informationsdefizite die Missstände sowohl hervorrufen als auch hemmend auf deren Beseitigung wirken, sofern an den Symptomen und nicht an den Ursachen gearbeitet wird. Zwar liefern die Forschenden Ansätze wie die mit dem AHP kombinierte VED-Analyse, mit der die mangelnde Transparenz bei Kritikalitätseinschätzungen potenziell behandelt werden kann. Allerdings finden sich in den Publikationen keine Ansätze oder Handlungsempfehlungen zur gezielten Beseitigung der Defizite. Die Etablierung eines Informationsmanagements[134] zur nachhaltigen Sicherung der theoretischen Vorteile einer verbesserten Entscheidungsunterstützung kommt nicht zur Sprache. Es bleibt offen, warum die interne sowie externe Weitergabe der Informationen nicht erfolgt und welche Strategien die Ersatzteilmanager bereits selbst verfolgten, um die Situation zu verbessern. Darüber hinaus stellt sich die Frage, welche organisatorischen und menschlichen Hürden bei der Umsetzung der Verbesserung im Informationsmanagement eine Rolle spielen.

Im nächsten Schritt ist zu ergründen, inwiefern existente Frameworks des ETMs sowie weitere (multiple) Fallstudien bereits verdichtete Handlungsempfehlungen oder vertiefte Erkenntnisse zu Hintergründen von Prozessverbesserungen unter dem Einfluss von Informationsdefiziten liefern.

[134] Ist im Folgenden vom Informationsmanagement die Rede, bezieht sich dies stets auf das Informationsmanagement als Teilgebiet des ETMs und nicht auf eine eigene organisatorische Einheit.

5.5 Frameworks und weitere empirische Forschung

Aus Betreibersicht existieren zwei Frameworks zum ETM, die schrittweise Entscheidungsprozesse verdeutlichen. Cavalieri et al. (2008) geben die als rückständig wahrgenommene bewusste Verwendung angemessener Methoden der Lagerhaltung als Motivation an, wobei sie als deren Ursache die unzureichende Inklusion von Instandhaltungsinformationen in das ETM sehen. Inkonsistenzen in der Entscheidungsfindung zwischen den Organisationseinheiten und unklare Verantwortlichkeiten bewirken laut Aussage der Forscher das Fehlen übergeordneter Managementpolitiken, deren Vermittlung das Ziel des Frameworks ist. Der idealtypische theoretische Prozesspfad mit Gestaltungsempfehlungen orientiert sich an dem generischen theoretischen Prozess des Codings, der Klassifikation, der Prognose, des Lagermanagements sowie des Tests und der Validierung. Das Coding beinhaltet Wissen über in den Stammdaten festgeschriebene technische Eigenschaften des Materials. Bei der Klassifizierung wird empfohlen, vorerst eine grobe Einteilung nach der Lagerfähigkeit vorzunehmen und den Schwerpunkt anschließend auf spezifische sowie strategisch wichtige Teile zu setzen. Als Prognosemethoden liefern die Autoren die stochastische oder lebensdaueranalytische Vorhersage, je nachdem, welche Informationen zum Nutzungs- und historischen Ausfallverhalten verfügbar sind. Das Lagerhaltungsmanagement richtet sich an der Art der Nachfrage (empirisch oder stochastisch) sowie der Reparierbarkeit und Umschlaghäufigkeit aus. In der Folge sind einfache deterministische Ansätze – z. B. das EOQ-Modell – oder stochastische Dispositionsverfahren bzw. komplexere Verfahren, wie das METRIC-Modell, zu nutzen. Die Anwendung des Frameworks wird am Beispiel einer Artikelklasse eines zentral agierenden Unternehmens mit 17 Niederlassungen gezeigt, welches bereits über ein einheitliches ERP-System inkl. eines Codings sowie einer grundlegenden Klassifizierung verfügt. Die Simulation nehmen die Forschenden selbst und nur auf Basis eines einzelnen Szenarios vor. Weitere Aussagen zur Anwendbarkeit lassen sich nicht ausmachen, weshalb nicht deutlich wird, inwieweit die im Vorhinein präsentierte Zielstellung als erfüllt gilt. Abseits des idealtypischen ETL-Prozesses gehen die Autoren nicht darauf ein, warum Instandhaltungsinformationen fehlen oder welche Schritte hinsichtlich der Überwindung der erwähnten Inkonsistenten bei den Organisationseinheiten zu unternehmen sind, um den idealtypischen Prozess überhaupt aufbauen zu können. Als Orientierungshilfe zum Informationsmanagement eignet sich das Framework daher nicht.

Driessen et al. (2015) entwickeln ein hierarchisches Framework aus Sicht eines Betreibers hochwertiger Primärprodukte. Entscheidungszusammenhänge stehen im Mittelpunkt des Rahmens. In die Erstellung fließen die Erfahrungen der Forscher und damit keine konkreten praktischen Anforderungen ein. Neben strategischen, taktischen und operativen Entscheidungen werden Informations- und Datenkataloge, die es für den Idealfall zu beschaffen gilt,

angeführt.[135] Die Klassifizierung wird nicht als Kernprozess behandelt, sondern findet innerhalb der Entscheidungshierarchien des Frameworks immer wieder Erwähnung. Bei der Prognose sind die Teile z. B. anhand vielfältiger möglicher Kriterien zu differenzieren, je nachdem, welche Art der Prognose infrage kommt. Unter das Beschaffungsmanagement zählen die Forscher die Ausgestaltung der Verträge sowie die Kontrolle hier festgeschriebener Lieferzeiten und -parameter. Die Werkstattkontrolle mit Informationen über reparierbare Teile und die Ressourcenbelastung stellen sie gesondert hervor. Vor der Festlegung der Wiederbeschaffungspolitik sind Details der Bestandskontrolle mit Entscheidungen zu Lagerorten und Mengen basierend auf der Kritikalität sowie zu Verfügbarkeitszielen zu klären. Für jeden Ort sind schließlich Regeln der Wiederbeschaffung und die Parameter der Disposition festzulegen. Für (partiell) kritische Teile schlagen die Autoren vor, einen Systemansatz mit Inputs aus Prognosen und dem Beschaffungsmanagement anzuwenden. Die Bestellabwicklung sollte möglichst zentral erfolgen und Kenntnisse hinsichtlich Prioritäten, gewünschter Mengen, Lieferzeiten sowie aktueller Lagerpositionen einschließen. Das Framework erhält eine Validierung in Form einer Fokusgruppendiskussion eines Unternehmens, welches im Bereich der Überholung und Instandhaltung von Schienenfahrzeugen angesiedelt ist. Das Framework wurde nach Aussage der Autoren fünf weiteren Unternehmen vorgestellt, deren Einschätzung jedoch nicht Teil des Essays ist. Als Übersicht ist das Framework gut für Unternehmen geeignet, deren Ziel es ist, möglicherweise bestehende Informationsdefizite anhand eines idealtypischen ETL-Prozesses abzuleiten. Allerdings geht der Rahmen ähnlich des Frameworks von Cavalieri et al. (2008) nicht darüber hinaus.

Aus Sicht der OEMs ist lediglich das Framework von Wagner et al. (2012) anzuführen, welches sich mit dem Aufbau der Ersatzteilstrategie befasst. Hinreichend dazu sei vorher die Studie von Wagner und Lindemann (2008) erwähnt, in welcher bestehende Probleme, Entwicklungen und Empfehlungen in Zusammenhang mit dem ETM von OEMs der Maschinenbauindustrie zur Sprache kommen. Hierzu wurden Ersatzteilmanager von sieben international agierenden Unternehmen, die in ihrer Branche zu den Weltmarktführern zählen, interviewt. Die Gesprächspartner stellten ein generell mangelndes Bewusstsein der Bedeutung des ETMs aufseiten des Top-Managements[136] fest. Lediglich einer der sieben Interviewten verfügte bereits über eine Ersatzteilstrategie und nur zwei Unternehmen wiesen ein separates Lagerhaltungs- und Beschaffungsmanagement für Ersatzteile auf. Als hauptsächliche Determinanten eines erfolgreichen Ersatzteilgeschäfts werden das Wissen um die IB sowie die Wettbewerbssituation herausgestellt. Ein Unternehmen verfolgte eine mathematische Ermittlung der IB, während ein großer Anteil an Produkt- und Kundendaten nicht im

[135] Diese gleichen den bereits in Kapitel 3.2 aufgegriffenen Zusammenstellungen und werden daher nicht separat angeführt. Für die Übersichten s. (Driessen et al., 2015, S. 410ff.).

[136] Auch Tysseland (2009) betont in seiner Studie zum Erfolg der Anwendung der Software OPUS10, welche die Durchsetzung von Systemansätzen im Ersatzteilbereich fördert, dass sich u. a. das geringe Interesse der Projektleiter als limitierender Faktor der Optimierung zeigt (Tysseland, 2009, S. 25ff.).

IT-System verfügbar oder aber veraltet war. Bereits im ERP-System implementierte Anwendungen wurden nicht durchgängig genutzt. Prognosen und Dispositionen basierten auf Vergangenheitsdaten oder Faustregeln. Die Autoren leiten daraus ab, dass sich Ersatzteilmanager in Zukunft auf das Lagerhaltungsmanagement, die Intensivierung des Wissenserwerbs in Bezug auf die IB und die Festlegung einer Ersatzteilstrategie konzentrieren sollten.

Wagner et al. (2012) vertiefen den Aufbau einer Ersatzteilstrategie, indem sie zehn Unternehmen der Maschinenbauindustrie – vier Top-Performer mit einer abgestimmten Ersatzteilstrategie und sechs Bottom-Performer ohne ebendiese – befragten. Die Top-Performer zeigten eine gewissenhafte Kategorisierung der Ersatzteile bzgl. des Wertes und der Kritikalität. Prognosen wurden auf der Grundlage historischer Daten und die Lagerhaltungsplanung – mit Ausnahme der Schnelldreher – zentral vorgenommen. Die Bottom-Performer konnten keine eindeutigen Ziele im Ersatzteilgeschäft vorweisen. Eine Strategie war entweder nicht vorhanden oder unvollständig, weshalb Entscheidungen auf Intuition und Bauchgefühl beruhten. Präventive Instandhaltungen und langfristige Serviceverträge wurden daher nur selten angeboten und nicht auf die Bedürfnisse der Kunden angepasst. Weiterhin verfügten die Bottom-Performer über wenig Wissen in Bezug auf Prognosemöglichkeiten, den Markt und die Wettbewerber. Lagen den Top-Performern bspw. umfassende IBI vor, fehlten bei drei der Bottom-Performer Angaben zu Schichten, der Kapazitätsauslastung und den Nutzungsbedingungen der Betreiber. Beschaffung und Lagerhaltung der Bottom-Performer konnten somit nicht genügend aufeinander abgestimmt werden. Sich an den Top-Performern orientierend leiten die Forscher ein Framework zur ganzheitlichen Strategie-Entwicklung mit drei Schritten und neun Komponenten inkl. eines umfassenden Katalogs an Informationen und zu treffenden Entscheidungen ab.[137] Sie empfehlen, Strukturen, Stufen und Komponenten in der beschriebenen Reihenfolge zu durchlaufen, wobei mit dem Fortschritt der verfügbaren IBD und IBI auch die Möglichkeiten einer strategischen Anpassung steigen. Abschließend wird angemerkt, dass umfassendere Forschungsbestrebungen in Hinblick auf Ersatzteilstrategien unter der Berücksichtigung tiefgreifender Interdependenzen notwendig sind. Dies gelte v. a. hinsichtlich der Schaffung von Informationskanälen und der genauen Analyse von hilfreichen Informationen. Die vornehmliche Ausrichtung an Erfahrung und Intuition führen die Forscher als Ursache dafür an, dass Potenziale im ETM ungenutzt bleiben, sie vertiefen diesen Umstand allerdings nicht.

Mehr als die beiden genannten Frameworks aus Betreibersicht, die eher idealtypische Prozessabläufe darstellten, beinhaltet der Rahmen Wagner et al. (2012) eine Orientierungshilfe mit Handlungsempfehlungen. Die Forschenden stellen in aller Deutlichkeit die Bedeutung

[137] Die Schritte beinhalten erstens die Identifizierung der Konditionen mit den Komponenten Ersatzteilmarkt, Produktcharateristiken, Instandhaltungsstrategie des Kunden, Garantien und andere Verpflichtungen; zweitens die Antizipation der künftigen Entwicklung mit den Komponenten Primärproduktlebenszyklus und Prognose sowie drittens die Ausrichtung an der Strategie und künftigen Entwicklungen mit den Komponenten Ziele des Ersatzteilgeschäfts, Beschaffungsmöglichkeiten und Lagermöglichkeiten (Wagner et al., 2012, S. 79).

von IBI heraus und zeigen auf, dass die Verfügbarkeit und die Qualität der Informationen wichtige Determinanten sind, wenn es darum geht, eine effektive Ersatzteilstrategie aufzubauen. Indes bleibt offen

- welcher Aufwand hinter der Änderung der Strategie steht,
- welches Veränderungsbewusstsein die befragten Bottom-Performer aufwiesen,
- welche Unterschiede zwischen Top- und Bottom-Performern hinsichtlich der Voraussetzungen und kontextuellen Faktoren vorlagen sowie
- warum die Bottom-Performer nicht über die geforderten Informationen verfügten.

Es kann nicht darauf geschlossen werden, ob die Top-Performer selbst noch Potenziale sahen, bspw. die Verwendung zustandsbasierter (Monitoring-)Daten zur Prognose. Entsprechend liefert das Framework keine Ansätze zum tatsächlichen Management der Informationen, da dies nicht Gegenstand der Untersuchung war.

In allen Frameworks wird mithin deutlich, welche Bedeutung Informationen, die bereichs- oder sogar unternehmensübergreifend zu gewinnen sind, für ein effektives ETM einnehmen. Die in Kapitel 5.4.3 aufgezeigten Informationsdefizite bzw. deren Ursachen können mithilfe der vorgestellten Rahmen allerdings nur bedingt angegangen werden. Handlungsempfehlungen, die sich unmittelbar auf das Informationsmanagement beziehen, sind nicht zu finden. Innerhalb der wissenschaftlichen Literatur liegt demnach keine direkte Verbindung zwischen Ersatzteil- und Informationsmanagement vor. Darüber hinaus mangelt es an perspektivenübergreifenden Frameworks auf das ETM. Wie in Tabelle 23 verdeutlicht, ähneln sich Informationsdefizite sowie die damit einhergehenden Probleme und Ursachen der Betreiber und OEMs, was eine gemeinsame Betrachtung interessant macht.

Weitere empirische Forschungsbeiträge, die dem Informationsmanagement zuzurechnen sind, setzen sich im Schwerpunkt mit IBI und dem IBIM auseinander (s. Tabelle 24). Die Autoren beschränken sich eher auf Erläuterungen von Vorteilen, die aus der Erfassung und Analyse der IBI entstehen. Die in Tabelle 24 aufgeführten Fallstudien behandeln der Thematik entsprechend lediglich die Serviceperspektive. Zudem kommt zwar zur Sprache, dass Barrieren bei der Daten- und Informationssammlung sowie -weitergabe entstehen, diese Aspekte werden allerdings nicht vertieft.

Beitrag	Thema und Teilnehmer	Grobinhalt
Persona et al., 2007	• Vorteile von Fernkontrolle und eMaintenance • Fallstudie; vier Unternehmen mit etablierter Fernkontrolle	• Vorteile: Reduktion der Stillstandszeiten und Lagerkosten • Voraussetzung: aktiver Informationsaustausch in der gesamten Netzwerkstruktur • Barrieren bzgl. der Sammlung und Erfassung von Daten und Verbindung mit anderen Organisationseinheiten
Boone et al., 2017	• Stellenwert von Big Data für den Ersatzteilservice • Interview von 17 Service-Parts-Managern	• Präsentation von Prozessen des ETMs, welche eine Unterstützung durch Big Data Analytics erfahren können • (grober) Überblick über am ehesten datengetriebene Prozesse im ETM
Dekker et al., 2013	• Vorteile bei der Einbindung von IBI zum ETM • Fallstudie; vier Unternehmen, die IBI bereits aktiv nutzen	• Vorteil: Monitoring und Prognose von teuren, wenig genutzten Ersatzteilen • Hemmnis: Investitionskosten und langwieriger Datenerfassungsprozess

Tabelle 24: Fallstudien zu IBI und zum IBIM

Lediglich in der Einzelfallstudie von Lehtonen et al. (2012) erfolgt die Untersuchung von Konsequenzen aus dem Fehlen kritischer Informationen. Das Fallunternehmen, ein Hersteller von Kühlsystemen, agiert in einem komplexen Servicenetzwerk mit Kunden stark variierender Größe. Effizienzverluste werden an der Länge sowie dem Anteil erfolgreich durchgeführter Serviceeinsätze beim ersten Besuch festgemacht. Die überwiegend korrektiven Instandhaltungsleistungen übernehmen Serviceniederlassungen. Die Forscher führten Interviews, eine Umfrage sowie Datenbankanalysen durch. Sie schlussfolgern, dass Probleme größtenteils durch die ungenügende Informationsweitergabe der Serviceunternehmen an die Zentrale entstehen. Dies deckt sich mit einer der in Tabelle 23 genannten Ursachen für Informationsdefizite. So führen Techniker nicht immer alle für den Einsatz benötigten Ressourcen mit sich, was speziell bei reaktiven Einsätzen von Nachteil ist. Weiterhin wird die ungenügende flächendeckende Informationserfassung während des Einsatzes – bezogen auf den Typ des Produkts, die Beschreibung des Fehlers und die eingesetzten Ersatzteile – als Problem identifiziert. Kein Serviceunternehmen verfügte über einen Zugang zu umfassenden Informationen hinsichtlich kontextueller Bedingungen am Ort des Einsatzes der Sys-

teme und nur elf Prozent erfassten den Standort digital. Die Verfügbarkeit sowohl von Monitoring-Informationen als auch von Dokumenten für den Einsatz beim Kunden wurde als mangelhaft beurteilt, sodass sich die Techniker Informationen von außerhalb beschaffen oder die Mutterfirma kontaktieren mussten. Die nicht vorhandenen vorausschauenden und genau auf den Einsatz zugeschnittenen Informationen schmälerten das Wissen darüber, welche Ersatzteile für einen Einsatz erforderlich waren. Dieser Umstand stellte den Hauptgrund für nicht erfolgreich durchgeführte Einsätze und die Notwendigkeit nachfolgender Besuche dar, was eine schlechte Performance nach sich zog. Konkrete, evtl. durch das Unternehmen selbst initiierte Lösungsansätze sind kein Bestandteil der Publikation.

Es ergibt sich das Bild einer in den Branchen und behandelten Problemstellungen sehr vielfältigen Forschungslandschaft. Die Studien verweisen kaum aufeinander, was eine fehlende Struktur zur Folge hat. Voraussetzungen, die Unternehmen im Zusammenhang mit dem Informationsmanagement erfüllen sollten, um Verbesserungsprozesse im ETM voranzubringen, erhalten in der Literatur eine nur untergeordnete Behandlung. Dazu wäre es notwendig, existierende Informationsdefizite, deren Folgen und Ursachen, an denen das Informationsmanagement arbeiten kann, vertieft zu ergründen. Vor allem die organisationale Zusammenarbeit und der menschliche Einfluss erhalten keine genauere Erörterung unter Berücksichtigung verschiedener praktischer Bezugsrahmen. Es existieren keine umfangreichen Fallstudien, die sich perspektivenübergreifend mit Unternehmenskontexten auseinandersetzen und die Ergebnisse in einem Framework zum Informationsmanagement zusammenführen. Um konkrete Studienfragen aufstellen zu können und den zweiten Teil der Forschungsfrage 4 hinreichend zu beantworten, sind zusammenfassend die in Kapitel 4.4 erläuterten, eng miteinander verwobenen Lücken (Forschungslücke, Wissenslücke und Implementierungslücke) im Hinblick auf Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis zu konkretisieren.

5.6 Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis

A. Forschungslücke

Mit Blick auf die Forschungslücke ist nicht ersichtlich, ob Probleme mit praktischer Relevanz auf angemessene Art und Weise angegangen werden. Trotz der Wichtigkeit insb. von Kritikalitätseinschätzungen ist aus der vorangegangenen Analyse zu deduzieren, dass systematische Ansätze wie der AHP nur untergeordnet relevant für die Praxis sind. Eher basieren die Entscheidungen auf Intuition und Erfahrungen, d. h. auf implizitem Wissen, das in der Literatur eine differenzierte Behandlung erfährt. Gilt es auf der einen Seite, Erfahrungswissen möglichst einzudämmen, steht demgegenüber der Versuch, die Transparenz zu fördern und somit zur Explikation beizutragen (s. Kapitel 5.4.1). Zu selten erfolgt hierbei ein Abgleich mit der unmittelbar im Unternehmen vorliegenden Planungssituation unter Einbeziehung der unternehmerischen Wissensbasis und des Bereichswissens im allgemeinen Sinne,

sodass kaum repräsentative – von theoretisch approximierten Simulationen abgesehene – Benchmarks vorhanden sind.

Fehlmengen oder übermäßige Sicherheitsbestände, die mit dem zentralen Zielkonflikt zwischen ETM und den anvisierten Anlagenverfügbarkeiten sowie -zuverlässigkeiten einhergehen, werden zwar immer wieder thematisiert, aber selten gehen Veröffentlichungen über eine einfache Aufzählung der diesbezüglichen Gründe hinaus. Modellierungsansätze repräsentieren Optionen dafür, wie diese Probleme im ETM angegangen werden können, doch es fehlt an tiefgehenden Einblicken bzgl. der Nachhaltigkeit der Lösungen. So verhindert eine verbesserte Methode der Festlegung von Dispositionsparametern den neuerlichen Aufbau hoher Ersatzteilbestände u. U. nur bezogen auf den kurzen oder mittleren Planungshorizont, wenn die eigentlichen Ursachen der Entstehung nicht dauerhaft beseitigt werden. Im Folgenden ist deshalb das ursachenbezogene Arbeiten in den Mittelpunkt zu stellen.

B. Wissenslücke

Frameworks, die einen idealtypischen Ablauf beinhalten, bleiben aufgrund ihrer Ausrichtung auf einem allgemeinen Level, sodass für Praktiker zwar die Möglichkeit besteht, sich wiederzufinden, jedoch nur wenige Anreize zur Umsetzung von Verbesserungen ableitbar sind. Inwieweit idealtypische Prozesse unter verschiedenen Voraussetzungen überhaupt von Relevanz sind, wird nicht diskutiert. Es ist anzunehmen, dass die Wahrnehmung von Verbesserungspotenzialen im ETM die praktische Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Verfahren steuert. Demnach ist zu klären, welche Umstände die Unternehmen als zu lösende Probleme begreifen und welcher Handlungsbedarf hier grundsätzlich besteht.

C. Umsetzungslücke

Der Eindruck, dass Informationsdefizite zum einen die Umsetzung von Prozessverbesserungen hemmen, zum anderen aber dazu beitragen, Verbesserungen erst anzustoßen – womit die Informationsverfügbarkeit als Barriere und als Ermöglicher auftritt – erfährt keine gesonderte Aufmerksamkeit innerhalb der wissenschaftlichen Literatur. Insbesondere in existenten Frameworks erhält eher die Frage danach, welche Daten und Informationen es für idealtypische Prozesse der ETL i. Allg. benötigt, eine Antwort. Nur selten lassen sich Angaben finden, warum Informationen nicht vorhanden sind und was gegen diese Umstände im Informationsmanagement zu unternehmen ist.

Für die nicht realisierte Umsetzung angestrebter Prozessverbesserungen – vornehmlich die Kernprozesse betreffend – unter dem Einfluss von Informationsdefiziten ist nachfolgend der Begriff der Umsetzungslücke zu verwenden. Neben systemischen Gegebenheiten, die den Gegenstand der Implementierungslücke bilden, werden nun explizit organisatorische und menschliche Aspekte im Sinne des informationsorientierten Informationsmanagements (s. Kapitel 3.1.2) berücksichtigt. So sind auftretende Konflikte und Dynamiken, die aus dem

Verhalten der Entscheidungsträger verschiedener Organisationseinheiten bei der Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen resultieren, umfassender zu behandeln.

In Forschungsbeiträgen, die eine gesicherte Umsetzung aufweisen, finden sich zumeist Unternehmen, welche die Notwendigkeit der Verbesserung bereits erkannten. Hemmnisse werden erst dann adressiert, wenn ein Ansatz sich nicht so realisieren ließ, wie dies durch die Forschenden in der Theorie geplant bzw. initiiert war. Die Frage, inwiefern Entscheidungsträger bereits eigene Anstrengungen unternahmen, um bekannte Missstände zu beseitigen, bleibt offen. In Ergänzung dazu kommen Faktoren, welche das Informationsmanagement bei der Beseitigung der Informationsdefizite beeinflussen, kaum zur Sprache. Das Wissen über die Entstehung von Problemsituationen im ETM sowie über die Herausbildung und Wirkung von Informationsdefiziten ist jedoch die Voraussetzung dafür, mit wissenschaftlichen Beiträgen an den passenden Stellen anzusetzen und dem ursachenbezogenen Arbeiten gerecht zu werden.

Die geschilderten Diskrepanzen lassen sich zu vier Studienfragen verdichten. Diese zielen zum einen auf die Beantwortung der Forschungsfrage 5[138] ab und determinieren zum anderen das weitere Vorgehen:

S1: Wie und warum bedingen bzw. beeinflussen sich die Wahrnehmung von Informationsdefiziten und die Einschätzung der Effizienz sowie Effektivität von ETM-Prozessen?

S2: Welchen Einfluss nimmt diese Einschätzung wiederum auf die Offenheit und Bereitschaft zur Anpassung dieser Prozesse?

S3: Welche Faktoren beeinflussen das Informationsmanagement bei der Umsetzung von Verbesserungen?

S4: Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede lassen sich zwischen Akteuren finden? Wie sind die Akteure hinsichtlich der Untersuchungsgegenstände miteinander verbunden?

Um die Studienfragen beantworten zu können, ist es notwendig, ein dazu angemessenes Forschungsdesign zu erstellen.

[138] Was charakterisiert die Verbindung von Verbesserungen des ETMs und Informationsdefiziten aus Praxissicht? Welche Einflussfaktoren wirken auf das Informationsmanagement und wie lassen sich diese systematisieren?

6 Qualitative Fallstudienforschung als methodischer Ansatz

Zur besseren Anpassung theoretischer Modelle an reale Gegebenheiten werden entsprechend ausgerichtete übergreifende Fallstudien als Forschungsmethodik empfohlen (Syntetos et al., 2009b, S. 312). In einer Vorbetrachtung ist zu klären, warum sich Fallstudien grundsätzlich zur Beantwortung der im vorhergehenden Kapitel aufgeworfenen Studienfragen eignen und welche Schritte übergeordnet zu befolgen sind. Es schließt sich eine für das weitere Prozedere zweckdienliche Abgrenzung der Begrifflichkeiten Innovation und Verbesserung an. Die zugrunde gelegten Planungsschritte werden darauffolgend einzeln behandelt und hierbei sowohl die jeweiligen Möglichkeiten der Ausgestaltung als auch die tatsächlich angewandte Methodik erläutert bzw. begründet.

6.1 Vorbetrachtung

6.1.1 Eignung der Fallstudienforschung und Ablauf

Die Intention der Fallstudienforschung ist weniger das Treffen allgemein generalisierbarer Aussagen als vielmehr die Ableitung von Managementnormen oder die Klärung der Relevanz von Annahmen, die der theoretischen Literatur zu entnehmen sind (Bacchetti et al., 2013, S. 273). Sie kommt zum Einsatz, wenn es das Ziel ist, eine an der Praxis orientierte Theorie zu erstellen (Ellram, 1996, S. 97). In Form einer in die Tiefe gehenden empirischen Erhebung wird ein Problem oder Phänomen unter der Beachtung des Kontextes behandelt. Fallstudien sind v. a. dann geeignet, wenn Phänomen und Kontext nur undeutlich voneinander abzugrenzen sind (Yin, 2009, S. 18). Methodische Ansätze, die an der Ergebnisgewinnung durch quantitativ ausgerichtete Umfragen orientiert sind, kommen an ihre Grenzen, wenn die Varietät der untersuchten theoretischen Systeme einbezogen werden muss, um den Einfluss kontextueller Faktoren zu induzieren, sodass der Abgleich nicht zu planen ist. Ohne übergreifende Fallstudien lässt sich nur bedingt ein umfassendes Verständnis für die Anwendbarkeit von Theorien und der in der Praxis vorherrschenden Ursache-Wirkungs-Beziehungen schaffen. Der Forschungsgegenstand besteht demnach häufig darin, Beziehungen und Verbindungen zwischen Variablen unter der Maßgabe eines kausalen Verständnisses zu identifizieren und aufzubauen sowie in der Ermittlung von Ursachen für die Herausbildung dieser Verlinkungen (Stuart et al., 2002, S. 421f.; Yin, 2009, S. 19f.).

Übertragen auf den hier betrachteten Gegenstand sind die genannten Voraussetzungen zur effektiven Anwendung der Fallstudienmethodik gegeben. Die Diskrepanzen zwischen Wissenschaft und Praxis repräsentieren die Phänomene, die es zu erklären gilt. Hierzu sind Unternehmen in ihrem Umfeld zu betrachten, um die Studienfragen zu beantworten. Diese Bestrebung kommt dem Aufstellen einer Theorie gleich. In einer Theorie werden Faktoren, Variablen, Konstrukte oder Konzepte miteinander verbunden und diejenigen wieder entfernt, die keinen Beitrag zum Erkenntnisgewinn leisten oder sich nicht kombinieren lassen.

Darüber hinaus sind Begründungen zu Kausalitäten zu liefern und eine dazu geeignete Perspektive, z. B. in Form von ökonomischen, sozialen oder psychologischen Dynamiken, einzunehmen. Neben erfassenden weisen Theorien damit auch erklärende Merkmale auf (Whetten, 1989, S. 490f.).

Fallstudien lassen sich weniger als konkrete Methode denn vielmehr als Strategie und offener Ansatz begreifen, weil die Methoden der Datenerhebung nicht von Beginn an feststehen. Die Durchführung kann – je nach Zielen und Forschungsfragen – auf sehr unterschiedliche Art und Weise erfolgen (Borchardt & Göthlich, 2009, S. 33; Eriksson & Kovalainen, 2008, S. 115f.). Die Fallstudienforschung ist dabei weder als deduktiv theoriegeleitet noch als induktiv theorielos und weder als interpretativ noch als funktionalistisch bzw. objektiv zu bezeichnen. Die Zielstellungen können etwa auf die Entdeckung, den Test von Theorien oder eine Kombination von beidem ausgerichtet sein. Zwar fußen Fallstudien auf interpretativen Forschungsparadigmen und sind im Grunde theoriegeleitet, zeigen jedoch z. T. auch ein quantitatives Design. Letzteres wird im Weiteren nicht verfolgt, da dies nicht auf die Studienfragen übertragbar ist. Weiterhin sind sowohl exploratische und beschreibende Fragestellungen als auch eine explanatorische und erklärende Ausrichtung denkbar. Während bei der Ausgestaltung eine Wahl zwischen Einzelfall- und multiplen Fallstudien zu treffen ist, erfordern die Instrumente wiederum eine Entscheidung zu den zu erhebenden Daten, die entweder rein qualitativer oder quantitativer Natur sind oder eine Verknüpfung beider Arten repräsentieren (Borchardt & Göthlich, 2009, S. 34f.; Cavaye, 1996, S. 232). Um die Vielfalt an Entscheidungsmöglichkeiten in strukturierter und aufeinander aufbauender Weise zu diskutieren und eine angemessene Auswahl zu treffen, ist ein übergeordneter Prozess festzulegen. Grundlegende Vorgehensmodelle lassen sich bspw. den Publikationen von Yin (2009), Stuart et al. (2002) und Eisenhardt (1989) entnehmen. Diese unterscheiden sich zwar in ihren Feinheiten, die generischen Prozesse gleichen sich aber. Schlussfolgernd wurde das in Abbildung 31 dargestellte Vorgehensmodell als Grundlage verwendet.

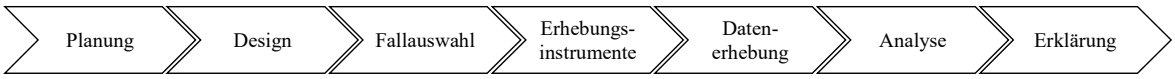

Abbildung 31: Prozess zur Durchführung der Fallstudien[139]

Die Phase der Planung zielt auf die Identifizierung übergeordneter Studienfragen, die Begründung der Eignung von Fallstudien zur Erforschung derselben sowie auf erste Festlegungen zum weiteren Vorgehen ab. Angesichts der Aufstellung der vier Studienfragen und der Verdeutlichung der grundsätzlichen Anwendbarkeit von Fallstudien ist ein Großteil der Planungsaktivitäten hier bereits erfolgt (Yin, 2009, S. 3ff.). Um ein striktes weiteres Vorgehen verfolgen zu können, ist es in der Planungsphase im Übrigen angemessen, sich mit den bewährten Qualitätskriterien der qualitativen Fallstudienforschung auseinanderzusetzen.

[139] In Anlehnung an (Eisenhardt, 1989, S. 533; Stuart et al., 2002, S. 420; Yin, 2009, S. 2).

Die Einhaltung der Konstruktvalidität gewährleistet die Auswahl geeigneter operativer Maßnahmen bzw. Messungen, die das Phänomen repräsentieren. Es gilt die Maßgabe, dass ein unabhängiger Forscher mit denselben Rohdaten zu zumindest deutlich ähnlichen Schlüssen gelangen könnte (Stuart et al., 2002, S. 425, 430). Dazu sollten mehrere Erkenntnisquellen genutzt, die Beweiskette offen gelegt und der Fallstudienreport den wichtigsten Informanten zugänglich gemacht werden (Yin, 2009, S. 41f.). Darüber hinaus sind bereits bewährte Theorien zu berücksichtigen, um die Ergebnisse auf ihre Plausibilität hin zu überprüfen und vorgenommene Definitionen auf existenten Forschungsergebnissen aufzubauen (Mayring, 2010, S. 117). Im letzten Schritt der Erklärung sind die Ergebnisse deshalb nicht nur in Hinblick auf die mit den unmittelbar zur Thematik des ETMs gehörenden Erkenntnisse zu interpretieren, sondern es ist, wenn möglich, die angrenzende Literatur einzubeziehen (Barratt et al., 2011, S. 338f.).

Die interne Validität bzw. Kredibilität und Authentizität machen sich an dem Wahrheitsgehalt fest, d. h. daran, inwieweit die Erkenntnisse als sinnhaft zu bezeichnen sind. Beschreibungen sollten zuallererst zum Kontext passen, bedeutend und sinnhaft sein sowie Plausibilität aufweisen. Methoden und Quellen sowie die präsentierten Daten und die im Vorhinein angestellten theoretischen Überlegungen sind aufeinander zu beziehen, um nachvollziehbare Schlussfolgerungen zu erhalten. Dazu ist es auch notwendig, Unsicherheitsbereiche zu identifizieren (Miles et al., 2014, S. 313). Die interne Validität ist ein Kriterium, das eher in explanatorischen und weniger in exploratorischen Settings geeignet ist.[140] Mustervergleiche, die Darstellung von logischen Zusammenhängen und ein Abgleich mit in der Designphase aufgestellten Annahmen garantieren die Signifikanz von kausalen Mechanismen, sodass sich Beweise stets kongruent zu den Erklärungen verhalten. Rivalisierende, die Muster infrage stellende Anschauungen respektive störende Beziehungen tragen zur Schärfung oder Negierung von Bestandteilen der Theorie bei. Um dieser Forderung von Beginn an gerecht zu werden, ist bereits bei der Fallauswahl darauf zu achten, kontrastierende Fälle zu inkludieren (Ellram, 1996, S. 107; Stuart et al., 2002, S. 425, 430; Yin, 2009, S. 42f.).

Die externe Validität verweist auf die Generalisierbarkeit von Beziehungen (Stuart et al., 2002, S. 430). Dabei ist zu ergründen, inwieweit die Studien eine Passform auf andere als den unmittelbar betrachteten Kontexten verzeichnen, was mit der möglichst ausführlichen Beschreibung der Eigenschaften und Grenzen der ausgewählten Fälle einhergeht. Weiterhin sollte eine Prüfung erfolgen, inwieweit die Resultate mit weiteren Beiträgen übereinstimmen und konsistent mit diesen sind. Es sind Möglichkeiten für fortführende Tests aufzuzeigen (Miles et al., 2014, S. 314). Im Allgemeinen gilt für die qualitative Methodik, dass im Gegensatz zur quantitativen umfragebasierten Empirie nicht auf eine Grundgesamtheit zu schließen ist (Borchardt & Göthlich, 2009, S. 36). Wie bereits angesprochen, ist auch die Subjektivität in der Fallstudienforschung kaum zu vermeiden (Johnston et al., 1999, S. 209).

[140] Eine Diskussion der Ausrichtung erfolgt im Kapitel 6.1.3.

Die Generalisierbarkeit ist deshalb analytischer Art, d. h., über den Abgleich der durch eine gezielte Replikation gewonnenen empirischen Resultate werden die theoretischen Erkenntnisse geformt und gestützt sowie Ausnahmen identifiziert und erklärt. Dadurch ist es möglich, die Resultate anschließend auf eine breitere Basis zu heben (Stuart et al., 2002, S. 430; Yin, 2009, S. 38f., 43).

Die Reliabilität bzw. Verlässlichkeit als letztes zu erwähnendes Kriterium beinhaltet die Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse anhand der präzisen Dokumentation und Offenlegung der Vorgehensweise (Yin, 2009, S. 45). Somit sollte im Idealfall jeder Forscher zu denselben Ergebnissen gelangen, wenn er den Forschungsprozess in gleicher Art und Weise verfolgt, was allerdings aufgrund der nicht gegebenen Wiederholbarkeit ein- und derselben Situation bei Gesprächen und Beobachtungen bzw. der genauen Replikation der Kontexte, die auch die Auswertung beeinflussen, kaum machbar ist (Borchardt & Göthlich, 2009, S. 46). Vielmehr impliziert die Reliabilität einen konsistenten und im Zeitverlauf stabilen Studienprozess. Die Objektivität und die Überprüfbarkeit gewährleisten einen nachvollziehbaren Eindruck, wie die Erhebung, Verarbeitung, Transformation und Darstellung der Daten erfolgten. Abermals ist zu beachten, dass es bei erfassten Worten oder der Anfertigung von Notizen kaum vermeidbar ist, implizite Konzepte des Forschenden einzubringen, denn die aufgenommenen Informationen entsprechen einer subjektiven Interpretation mit individuellen Werten, Einstellungen und Vorstellungen. Es sollte sich folglich eher um ein größtmögliches Maß an Objektivität bemüht werden (Miles et al., 2014, S. 11, 311f.). Dazu sind die Schritte und Beobachtungen protokollarisch festzuhalten und gemeinsam zu speichern (Stuart et al., 2002, S. 430; Yin, 2009, S. 79).

Die Einhaltung der Gütekriterien ist in jeder der folgenden Phasen anzustreben. Die Forderung nach der Einheitlichkeit von Begriffsverständnissen zur Sicherstellung der Konstruktvalidität macht es erforderlich, den Begriff der Verbesserung, welcher bisher für jegliche Art der Änderung mit einer positiven Wirkung verwendet wurde, in seiner Bedeutung genauer zu definieren und vom Innovationsbegriff abzugrenzen, um die Konsistenz zu wahren.

6.1.2 Abgrenzung zwischen Innovation und Verbesserung

Zu Beginn des dieser Arbeit zugrunde liegenden Forschungsprozesses wurde sich v. a. auf den Innovationsbegriff konzentriert. Während der Durchführung der Studien und deren Auswertung manifestierte sich schließlich die Zuwendung zum Ausdruck der Verbesserung als Umschreibung der sich eingestellten und geplanten Änderungen. Dies rechtfertigt die vertiefende Betrachtung der Unterschiede zwischen Innovationen und Verbesserungen. Je nachdem, welcher Änderung sich Verantwortliche im ETM gegenübersehen, kann die Einordnung auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen.

Neues Wissen in Form einer oder mehrerer Ideen erzeugt potenzielle Innnovationen, von denen erst bei einer tatsächlichen Umsetzung eindeutig zu sprechen ist (Franken & Franken,

2011, S. 27). Eine Innovation muss sich bewähren, d. h., einen klaren Nutzen hervorbringen (Hauschildt et al., 2016, S. 5). Innovationen stellen – nicht nur mit technologischen Entwicklungen verbundene – Neuartigkeiten dar. Sie gehen nicht graduell vonstatten. Dies impliziert, dass ein merklicher Unterschied zur vorherigen Situation entweder hinsichtlich neuer Zwecke oder neuer Mittel, um die Zwecke zu erreichen, besteht (Hauschildt et al., 2016, S. 3f.; Völker et al., 2012, S. 18). Je nach Neuheitsgrad fällt es schwer, eine Prognose anzustellen, welchen Nutzen die Innovation bringt und welche Risiken – vornehmlich in Form von Konflikten zwischen Abteilungen, die nur sehr schwer zu antizipieren sind – mit ihr einhergehen. Dies bringt Unsicherheiten insb. bzgl. Kosten (in Geldwerten) und der aufzuwendenden Zeit hervor. So besteht neben dem tiefgreifenden und damit richtungsweisenden Neuheitswert die Möglichkeit, dass schon eine geringfügige Änderung als subjektiv neuwertig und damit als innovativ empfunden wird (Franken & Franken, 2011, S. 209ff.).

Neuartige Arbeitsstrategien sind zu den Prozessinnovationen zu zählen. Sie betreffen umgesetzte Änderungen des Prozessdesigns, wobei sowohl die menschlichen als auch die technologischen und die organisationalen Komponenten in ihrem komplexen Zusammenwirken zu beachten sind (Davenport, 1993, S. 2). Prozessinnovationen als Neugestaltung von Prozessen, neuartige Faktorkombinationen oder die Schaffung bisher nicht angewandter Arbeitsabläufe dienen meist Rationalisierungsbestrebungen sowie der Steigerung der Produktivität und der Qualität von Leistungen. Sie beziehen sowohl materielle als auch informationelle Prozesse eines Betriebes oder einer ganzen Wertschöpfungskette ein. Prozessinnovationen gehen langsamer vonstatten und fußen stark auf implizitem Wissen, weil die Verzahnung der Prozesse eine wichtige Rolle spielt. Die Wahrscheinlichkeit für Konflikte und Akzeptanzprobleme ist somit höher (Franken & Franken, 2011, S. 196; Hauschildt et al., 2016, S. 6, 400; Schallmo & Brecht, 2017, S. 25). Leistungsprozesse des ASS‘ – und damit auch die Ersatzteilversorgung des Kunden – können genauso wie die IHL und die ETL als Unterstützungsprozesse eines Betreibers einer Prozessinnovation unterliegen (Schallmo & Brecht, 2017, S. 26). Folglich kann das ETM selbst innovativ sein oder aber zur erfolgreichen Innovation beitragen. Innovative Serviceleistungen sind hierbei nur schwer von Produktinnovationen zu trennen, denn in beiden Fällen erfolgt das Angebot einer neuartigen, effektiveren Leistung. Aufgrund potenziell höherer Margen führen Prozessinnovationen in Form des Angebots von Betreiberverträgen o. Ä. evtl. zu höheren zusätzlichen Gewinnen als Produktinnovationen (Hauschildt et al., 2016, S. 6f.). Ob jedoch unter allen Umständen von einer Innovation gesprochen werden kann, ist fraglich und wird durch die praxisorientierte Literatur zum ETM nicht beantwortet. Durch die Umsetzungslücke ist nur schwerlich auf den Neuheitsgrad zu schließen.

Indem als Innovationsobjekte sowohl ganze Prozesse als auch Teilelemente definiert und zusätzlich inkrementelle Veränderungen als Prozessinnovationen bezeichnet werden, weichen Schallmo und Brecht (2017) vom radikalen Neuheitswert ab. Nach dem Verständnis

der Forscher sind radikale Innovationen gekennzeichnet durch einschneidende, fundamentale und komplex zusammenwirkende Effekte mit hohen Risiken, aber großen Chancen für das Unternehmen. Inkrementelle Innovationen weisen aufgrund geringfügigerer Änderungen ein geringeres Risiko auf und orientieren sich eng an Zweck-Mittel-Verhältnissen. Dadurch weisen sie im Vergleich weniger Potenzial auf (Schallmo & Brecht, 2017, S. 24f.). Die Unterscheidung gewährleistet, dass der Forschungsgegenstand, genauer die anfängliche Fokussierung auf Prozessinnovationen, nicht als falsch zu bewerten ist. Dennoch wurde zur deutlicheren Abgrenzung und infolge des sich auf die inkrementellen Prozessinnovationen verschiebenden Schwerpunkts der Verbesserungsbegriff als Ausdruck des geringeren Levels einer Veränderung etabliert. Prozessinnovationen sind deshalb im Folgenden als radikal anders bzw. neu ausgeführte Tätigkeiten aufzufassen. Prozessverbesserungen sind hingegen darauf ausgerichtet, einen bestehenden Prozess durch inkrementelle Änderungen in dessen Effektivität und Effizienz zu steigern (Davenport, 1993, S. 10). Die Unterschiede zwischen Prozessinnovation und -verbesserung sind in Tabelle 25 zusammengefasst.

Prozessinnovation	Prozessverbesserung
• an den Zielen ausgerichteter, radikal neu zu erschaffender Prozess	• ein oder mehrere inkrementell veränderte Prozesse
• kulturelle und tiefgreifende organisationale Veränderungen	• kulturelle Veränderungen, die sich in bereits bestehende Organisationstrukturen einfügen
• Einbeziehung aller Hierarchiestufen; Initiative durch die Managementebene • Durchsetzung Top-Down, dadurch höheres Risiko für Widerstand	• Veränderungspotenziale auch auf niedriger Hierarchiestufe werden bemerkt • Durchsetzung Bottom-Up, dadurch weniger Akzeptanzprobleme
• breite, funktionsübergreifende Prozesse	• enge Definition der Veränderungen

Tabelle 25: Unterschiede zwischen Prozessinnovation und -verbesserung[141]

Ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess ist keine hinreichende Voraussetzung für Prozessinnovationen, die andere Fähigkeiten und Ermöglicher erfordern. So werden Verbesserungen und Innovationen am besten zusammengebracht, wenn sie in größer angelegten und kontinuierlichen Programmen laufen. Hierbei ist mit kontinuierlichen Verbesserungen zu starten, um Prozesse zu stabilisieren, worauf die Innovation folgt und darauf wiederum kontinuierliche Verbesserungen aufzubauen sind, um den Stand zu halten (Davenport, 1993, S. 14f.; Franken & Franken, 2011, S. 197). Die Abgrenzung soll weiterhin nicht den Fall ausschließen, dass bereits durchgeführte oder angestrebte Verbesserungen ihrem Wesen nach eher einer radikalen Prozessinnovation entsprechen. Es ist folglich auch auf die subjektive Wahrnehmung des Neuheitswertes zu achten.

[141] In Anlehnung an (Davenport, 1993, S. 11ff.; Hauschildt et al., 2016, S. 51).

6.1.3 Designphase

Das Design der Fallstudien bildet die Grundlage der Auswahl der Teilnehmer sowie des Datenerhebungs- und -analyseprozesses. Es besteht aus fünf hauptsächlichen Komponenten (Yin, 2009, S. 27ff.):

1. Das Aufstellen der Studienfragen.
2. Die Festlegung von Annahmen, um die Studien zu lenken, den Fokus zu wahren und geeignete Probanden auszuwählen. In explanatorischen Settings kommt diesen Annahmen eine höhere Bedeutung zu als in exploratorischen Studien, wo es umso wichtiger ist, den Zweck genau zu erläutern.
3. Die Absteckung der Grenzen eines Falls.
4. Die Logik, welche die Daten mit den Annahmen verbindet, was die Grundlage für die Datenanalyse bildet.
5. Die Kriterien zur Interpretation der Erkenntnisse, d. h., die Einbeziehung rivalisierender Theorien und Erklärungen bereits im Design. Da das Thema des ETMs keine dieser Forderung entsprechende theoretische wissenschaftliche Betrachtung erfährt, ist dieser Punkt schwer zu erfüllen. Abseits der existenten Frameworks spielt die Einbindung rivalisierender Theorien eine nur untergeordnete Rolle. Der fünfte Punkt wird im Design hier daher nicht separat berücksichtigt.

Die Studienfragen spiegeln Lösungen und Sachverhalte, die nur durch das Studium der Fälle ergründbar sind, wider. Sie sind essenziell für den Charakter der Fallstudien, die Art der Datenerfassung und die Schritte im Datenanalyseprozess. Der Detaillierungsgrad kann bis hin zur Prüfung einer bereits existenten extensiven, realitätsnahen und falsifizierbaren Theorie reichen, wie dies Popper (1963, S. 46ff.) fordert. Das ist bei der hier vorgenommenen Untersuchung jedoch nicht machbar. Folglich wurden die Studienfragen S1 bis S4 vorerst allgemein formuliert. Zu den Studienfragen gehörende Unterfragen halfen bei der Konkretisierung zu vertiefender Aspekte.[142] Stehen zu Beginn Ideen und grobe, offen formulierte Forschungsfragen im Vordergrund, weil die untersuchten Parameter und Dynamiken noch nicht im Detail bekannt sind, werden sie immer weiter adjustiert und spezifiziert. Obwohl die Studienfragen allgemeiner Art sind, folgt speziell aus der Wahl eines primär explorativen respektive beschreibenden Vorgehens, dass sie sich im Laufe der Durchführung ändern oder verschieben können. Darauf sollte angemessen reagiert werden, bspw. in Form von Nacherfassungen (Eriksson & Kovalainen, 2008, S. 117; Miles et al., 2014, S. 39; Stuart et al., 2002, S. 425).

Die Behandlung der zweiten Komponente des Designs impliziert, dass nun eine Entscheidung hinsichtlich der grundsätzlichen Forschungsausrichtung zu treffen ist. Im Kontext einer exploratorischen Forschung stehen Fragen nach dem Wie und Warum im Mittelpunkt. Die

[142] Die Unterfragen werden im Zuge der Auswertung nicht im Einzelnen aufgegriffen. Für eine Übersicht s. Anhang A.2, Tabelle A - 2.

angestrebten Erkenntnisse zielen auf die Schaffung eines tieferen Verständnisses zu einem Phänomen, über das bisher noch wenig bekannt ist, ab. In explanatorischen Umgebungen ist gefordert, im Vorhinein zu erarbeitende Theorien durch Erklärungen Tiefe und Reichhaltigkeit zu verleihen. Beide Ausrichtungen profitieren von einer holistischen Forschungsumgebung, allerdings sollten die Grenzen des Interesses abgesteckt sein (Ellram, 1996, S. 99). Eine strikte Trennung zwischen Exploration und Erklärung fällt im Hinblick auf die grundlegenden Elemente einer Theorie und die Tatsache, dass auch Fallstudien auf theoretischen Grundlagen sowie existenten Forschungsbeiträgen aufbauen, schwer. Obgleich keine extensive Theorie zur betrachteten Thematik existiert, beinhalten die definierten Studienfragen nichtsdestotrotz Elemente beider Seiten. Deutet der Ausgangspunkt der Studien – genauer die identifizierten Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis – eher auf eine Erklärung hin und ist durch die ausgewertete Literatur bereits deutlich, dass Informationsdefizite ein Problem des ETMs darstellen, sind Sachverhalte der Wahrnehmung dieser Defizite, Verbesserungspotenziale, Einflussfaktoren und deren Dynamiken auf eine Exploration ausgerichtet. Um die Datenerhebung und -analyse fokussierter vornehmen zu können, wurde sich trotz des vornehmlich exploratorischen Settings dazu entschlossen, Annahmen theoretischer Natur aufzustellen.

Annahmen sind nicht mit den im Idealfall eindeutig falsifizierbaren Hypothesen der quantitativen empirischen Forschung gleichzusetzen. Sie können sich zwar ebenfalls als falsch herausstellen, sind aufgrund ihres theoretischen Wesens aber nicht über Signifikanzbetrachtungen abzulehnen wie Nullhypothesen. Sie dienen damit eher der Verknüpfung theoretischer Konstrukte (Handfield & Melnyk, 1998, S. 331; Yin, 2009, S. 18). Unter Theoriegeleitetheit ist die Anknüpfung an Erfahrungen zum Untersuchungsgegenstand in Form allgemeiner Aussagen bzw. Aussagensystemen zu verstehen. Sie dient der Gewinnung neuer Erkenntnisse (Mayring, 2010, S. 57f.). Im vorliegenden Fall repräsentiert die umfassende Literaturanalyse in Kapitel 5 die theoretische Basis.

Daraus ließen sich mehrere Annahmen gewinnen.[143] Auch diese sind allgemein gefasst, wodurch abermals der auf Vertiefung ausgerichtete exploratorische Charakter der Untersuchung betont wird. Bisher existieren etwa keine Publikationen, die das ETM umfassend integriert für mehrere Akteure betrachten, was die Ableitung passender Annahmen erschwerte. Weiterhin war im Vorhinein nicht abzuschätzen, ob die Unternehmen bereits quantitative Möglichkeiten der Wertermittlung für Verbesserungen ergreifen und ob mögliche Diskrepanzen zwischen dem subjektiven und realistischen Nutzenwert präsent sind. Folglich waren

[143] S. Anhang A.3, Tabelle A - 3.

auch diese Bereiche vage zu halten. Im Rahmen einer Pilotstudie[144] mit einem Gebrauchtmaschinenhändler, welcher Berührungspunkte mit dem Ersatzteilmarkt aufweist, war es möglich, die Forschungsfragen und Annahmen weiter zu verfeinern. Beispielsweise fiel die Entscheidung, einen Schwerpunkt auf potenzielle Wechselwirkungen zwischen implizitem Wissen und Informationsbeschaffung zu setzen, auf die Pilotstudie folgend.

Aus den Studienfragen und Annahmen sind als dritte Komponente des Forschungsdesigns die Grenzen der Fälle abzustecken. Dies geht einher mit der Definition, was unter einem Fall überhaupt zu verstehen ist (Yin, 2009, S. 29). Da der Fokus auf dem unternehmensinternen ETM liegt, soll es das Ziel sein, Akteure unabhängig voneinander zu befragen und die Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede bezogen auf deren Ersatzteilplanung herauszuarbeiten. Somit ist zu erwarten, ein umfassenderes Verständnis der Parallelen bzw. Abweichungen zu schaffen und exploratorisch herauszustellen. Ein Fall ist deshalb ein Unternehmen, welches über ETM-Prozesse und folglich über entsprechendes Managementpersonal verfügt. Nur so ist gewährleistet, dass Informationsdefizite im ETM überhaupt erkannt werden. Aufgrund der Tatsache, dass die Ersatzteilbevorratung den wichtigsten Kernprozess darstellt, sind Unternehmen, die kein Ersatzteillager aufweisen, auszuschließen. Eine genaue Eingrenzung der Akteure und Branchen wird im Rahmen der Fallauswahl diskutiert. Die verbleibende Komponente des Forschungsdesigns – die Logik der Verbindung der Muster – ist die Voraussetzung der Datenanalyse (Yin, 2009, S. 34). Der Großteil dazu gehöriger Implikationen lässt sich bereits den Annahmen entnehmen. Weitere Details ergeben sich mit der Auswahl der Fälle.

6.2 Durchführung

6.2.1 Fallauswahl

Es lassen sich die vier in Abbildung 32 dargestellten grundlegenden Typen der Fallstudienausgestaltung unterscheiden. Die Wahl eines passenden Fallstudiendesigns hängt zum einen davon ab, wie viele einzelne Fälle, zu welchen jeweils eigene, nicht immer trennscharf von den Fällen abgrenzbare Kontexte gehören, zu betrachten sind. Hierbei sind Einzelfallstudien von multiplen Fallstudien abzugrenzen. Weiterhin ist eine Differenzierung dahingehend vorzunehmen, ob ein Fall als für sich stehende Analyseeinheit (AE) zu betrachten ist – wobei von einer holistischen Fallstudie zu sprechen ist – oder es mehrere AE je Fall zu berücksichtigen gilt, was auf eine eingebettete Fallstudie hindeutet (Yin, 2009, S. 46).

[144] Pilotstudien verfolgen den Zweck, die Forschung sowohl hinsichtlich sowohl der Verfahrensweise als auch des Inhalts zu verfeinern. Sie sind nicht mit einem Pretest der quantitativen empirischen Forschung gleichzusetzen (Ellram, 1996, S. 104; Mayring, 2010, S. 50). Eine Pilotstudie ist i. Allg. sehr breit angelegt (Yin, 2009, S. 104f.).

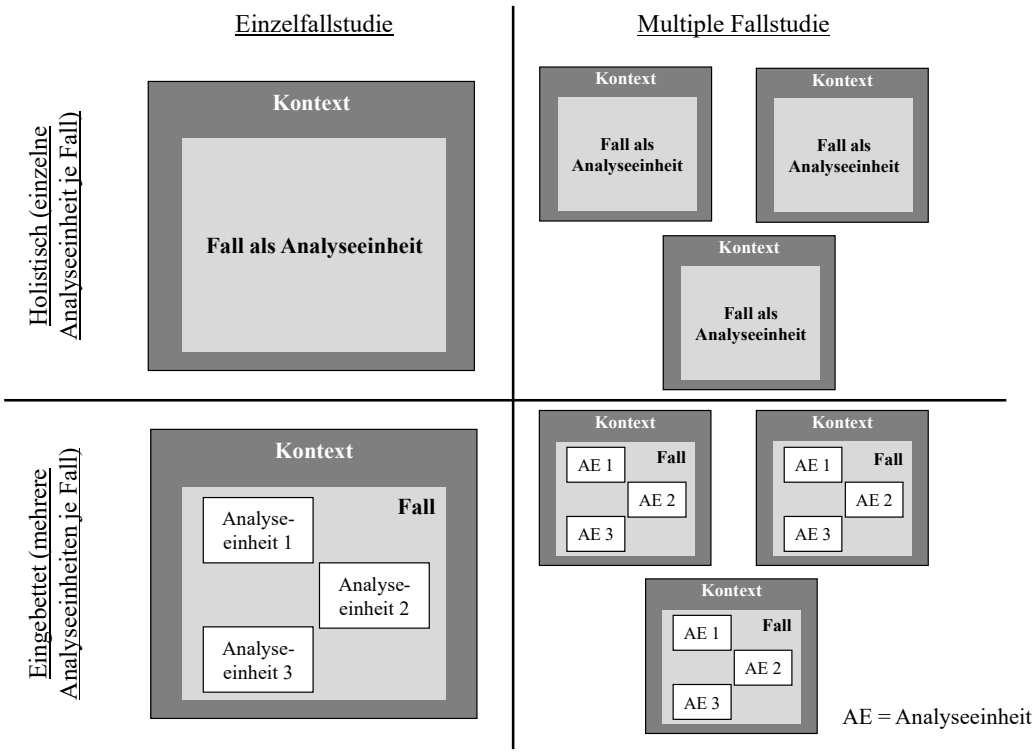

Abbildung 32: Unterscheidung von Fallstudiendesigns[145]

Aufgrund der Tatsache, dass ein akteursübergreifendes Vorgehen angestrebt wird und daher mehrere Unternehmen in die Studie einzubeziehen sind, kommt nur ein multiples Design infrage. Dieses ist von Vorteil, wenn mithilfe fallübergreifender Analysen vergleichende Erkenntnisse gewonnen werden sollen. Die Forschungsfragen bzw. Annahmen implizieren ferner, dass der Unternehmenskontext einen bedeutenden Einfluss auf die Umstände des ETMs hat. Ein Unternehmen repräsentiert daher auch eine einzelne AE. Folglich ist das holistische multiple Fallstudiendesign die hier bestgeeignete Option. Trotz der Wahl des holistischen Designs ist die Datengewinnung aus mehreren Quellen zur Gewährleistung der Triangulation – und damit der Validität – anzustreben (Barratt et al., 2011, S. 338; Yin, 2009, S. 18). Als AE werden Unternehmen mit einem etablierten ETM definiert. Gemäß dem multiplen Design ist nun zu entscheiden, welche Anzahl an Teilnehmern erforderlich ist. Um den Forderungen der internen und externen Validität zu entsprechen, hat sich die Auswahl am Forschungsgegenstand selbst und den zu untersuchenden Mustern zu orientieren. Es ist zu überlegen, inwieweit wiederkehrende oder kontrastierende Fälle zu den untersuchten Mustern beitragen (Stuart et al., 2002, S. 426). Die theoretische Stichprobenziehung ist nicht mit der Stichprobenziehung der quantitativen Empirie zu verwechseln. Letztere orientiert sich stark an der zugrunde gelegten Grundgesamtheit, während die Stichprobenziehung in einem qualitativen Setting so zu gestalten ist, dass die Theorie repliziert oder erweitert wird (Eisenhardt, 1989, S. 537). Um gerade angesichts der Identifizierung von Einflussfaktoren

[145] In Anlehnung an (Yin, 2009, S. 46).

(Studienfrage S3) ein differenziertes Bild zu erhalten, sollte die Auswahl mit der Sicherstellung der Variation der Einflussfaktoren einhergehen. Dies gilt allerdings nicht für intervenierende Faktoren, die möglichst unveränderlich zu halten sind, da dies die Erklärung andernfalls erschwert (Gläser & Laudel, 2010, S. 98).

Den Erkenntnisgewinn steuern ferner tiefere Überlegungen zur Replikationslogik. Hierbei werden zum einen bewusst Duplikate geschaffen, d. h., Erkenntnisse auf direkte Art und Weise repliziert, sodass anzunehmen ist, ähnliche oder gleiche Ergebnisse zu erhalten. Zum anderen sind kontextuelle Eigenschaften annähernd kontrolliert zu verändern, um Kontraste herzustellen, sodass sich möglichst zwar abweichende, aber erwartbar unterschiedliche Ergebnisse einstellen. Im ersten Fall ist von einer wortwörtlichen – gängiger ist der englische Begriff literal – und im zweiten Fall von einer theoretischen Replikation zu sprechen. Beide Logiken sind geeignet, um Annahmen zu stützen oder zu verwerfen und Erkenntnisse in ihrer Aussagekraft zu stärken. Liegt trotz unterschiedlicher Kontexte etwa eine Duplikation bestimmter Ursache-Wirkungs-Beziehungen vor, erfahren sie eine Bekräftigung. Andernfalls ist auf den Einfluss weiterer Variablen, die sich u. U. wiederum durch einen weiteren Fall direkt replizieren lassen, zu schließen. Dies dient der Sicherstellung der externen Validität. Dazu ist anzuführen, welche Kontraste im Vorhinein geplant wurden und welche der Abweichungen sich als überraschend herausstellten (Haug, 2004, S. 88f.; Yin, 2009, S. 53ff.). Je mehr Fälle eine Analyse erhalten, desto eher ist es möglich, sich von alltäglichen Angelegenheiten hin zu strategischen Phänomenen zu bewegen (Eisenhardt & Graebner, 2007, S. 28). Beim Erreichen der theoretischen Sättigung, die sich bspw. in einem nur noch inkrementellen Erkenntnisgewinn äußert, ist die weitere Ansammlung von Fällen einzustellen (Eisenhardt, 1989, S. 545).

Aus Betreibersicht stützt sich die Grundlagenliteratur stark auf Anlagen und Maschinen in produzierenden Umgebungen. Die analysierte wissenschaftliche Literatur deckt hingegen ein breiteres Branchenspektrum ab, darunter hauptsächlich der Luftverkehrssektor oder Bergbau bzw. das Flottenmanagement. Lediglich die strategischen Frameworks lassen sich deutlicher auf Maschinen und Anlagen übertragen. Angesichts der Tatsache, dass Manager durch die lehrbuchbasierte Grundlagenliteratur bereits Anreize zur Ausgestaltung eines idealen ETMs erhalten, machen die wenigen konsistenten Erkenntnisse der Wissenschaft Verbesserungen ersatzteilbezogener Prozesse bei der Instandhaltung von Produktionsanlagen zu einem interessanten Aspekt. Es wurde sich daher dafür entschieden, die Variable des übergeordneten Instandhaltungsobjekts konstant zu halten. Da wissenschaftliche Beiträge keine Empfehlungen aus Lehrbüchern o. Ä. einbeziehen, lässt sich so möglicherweise ein weiteres Gefälle aufdecken, das zur Erklärung der Wissenslücke beiträgt. Die Branchen, Produktionsumstände und die Fortschrittlichkeit der Unternehmen galt es hingegen zu variieren, um ein differenziertes Bild der mit den Forschungsfragen verbundenen Sachverhalte zu erlangen. Weitere Replikationsüberlegungen ergaben sich während der Durchführung der Fallstudien.

Darüber hinaus war es von Belang, den Feldzugang bezogen auf die Erreichbarkeit der potenziellen Teilnehmer nicht außer Acht zu lassen (Atteslander & Cromm, 2010, S. 38). Ein Überblick lässt sich Tabelle 26 entnehmen.

Kürzel	Tätigkeitsbereich	Mitarbeiter am Standort (ca.)	Einordnung
B1	• Hersteller von Klimakompressoren	900	• großes Mutterunternehmen im Ausland
B2	• Hersteller von Halbleitern	2.500	• Teil einer Unternehmensgruppe • über 35.000 Mitarbeiter weltweit
B3	• Hersteller von Halbleitern	3.000	• mehrere Produktionsstandorte • über 15.000 Mitarbeiter weltweit
B4	• Hersteller von Druckerzeugnissen / Tiefdruck	800	• mehrere Druckereien • über 2.000 Mitarbeiter europaweit
B5	• Hersteller von Edelstahl und Nickellegierungen	700	• Teil einer Holding
B6	• Verarbeitung von Duro- und Thermoplast	200	

Tabelle 26: Studienteilnehmer aus Perspektive der Betreiber

Die Unternehmen B1, B2, B4 und B5 konnten persönlich am Standort besucht werden. Mit dem Ansprechpartner von B3 erfolgte aufgrund terminlicher Engpässe ein Treffen außerhalb des Unternehmens. Die Tatsache, dass Halbleiterhersteller i. Allg. eine größere Fortschrittlichkeit ihres Produktionssystems aufweisen, lenkte die Entscheidung, aus dieser Branche zwei Unternehmen zu untersuchen, um sich ergebende Zusammenhänge besser differenzieren zu können. Die Extrembedingungen der Produktion bzgl. Verschmutzung und Hitze, denen die Anlagen von B5 ausgesetzt sind, waren im Vorhinein als Kontrast zu den anderen Herstellern, insb. zur Herstellung im Reinraum, geplant. Dies stellte sich im Nachhinein jedoch als für das ETM selbst nicht erheblich heraus. Als kontrastierender Fall im Sinne der theoretischen Replikation konnte schließlich B6 gewonnen werden. Durch das nur im Ansatz vorhandene ETM war ein Besuch des Unternehmens nicht notwendig. Die Klärung der Fragen von Relevanz erfolgte telefonisch.

Ferner galt es, Unternehmen auszuwählen, die ein ETM aufgrund von mit dem ASS verbundenen Leistungen vorweisen können. Die Bandbreite der hier auf dem Markt anzutreffenden Akteure ist hoch. Der initiale Schwerpunkt wurde auf OEMs gelegt, um insb. die Verbin-

dung zu durch die IB bedingten Aspekten des Informationsmanagements herzustellen. Außerdem ist der größere Durchsatz an relevanter Grundlagen- sowie praktisch orientierter wissenschaftlicher Literatur als Argument zu nennen. Da OEMs wegen langer Serviceperioden eher auf Planungsprobleme stoßen, als dies bei Drittanbietern der Fall ist, war anzunehmen, dass sich auf diese Weise eine bessere Vergleichbarkeit mit dem ETM der Betreiber ergibt. Aus dem Schwerpunkt auf der Instandhaltung von Maschinen und Anlagen aus Betreibersicht folgt die Fokussierung auf den Maschinen- und Anlagenbau im B2B-Bereich der Primärprodukthersteller. Dies wurde hier als konstante Variable festgehalten. Die immer wieder aufkommende Thematik der aus der Spezifität hervorgehenden und durch den Kunden empfundenen Ersatzteilkritikalität bestimmt die Annahme, dass sich merkliche Unterschiede zwischen OEMs des Sondermaschinen- und des Standardmaschinenbaus ergeben. Laut einer Studie von Alghisi und Saccani (2015) stellt das Informationsmanagement insb. den Sondermaschinenbau vor große Herausforderungen, weil aufgrund technischer Berichterstattungen schlechter darauf zu schließen ist, welche Faktoren einen Ausfall verursachen. Eine auftragsbezogene Maschinenproduktion hemmt außerdem die Implementierung technologischer Lösungen für die Datensammlung (Alghisi & Saccani, 2015, S. 1225, 1227). Die Unterscheidung wurde bei der Fallauswahl (s. Tabelle 27) beachtet. Alle fünf Unternehmen konnten persönlich besucht werden.

Kürzel	Tätigkeitsbereich	Mitarbeiter am Standort (ca.) / weltweit (ca.)	Einordnung
H1	• Hersteller von Technik zur Möbelproduktion	1.500 / über 6.000	• weltweit agierende Unternehmensgruppe (mehrere Marken und Standorte) • Sondermaschinenbau
H2	• Hersteller von Applikationstechnik	2.000 / über 15.000	• weltweit agierende Unternehmensgruppe (mehrere Marken und Branchen) • Standardmaschinenbau
H3	• Hersteller von Beschichtungstechnik	700 (gesamt)	• Produktionsstandort, weltweite Servicevertretungen • Sondermaschinenbau
H4	• Hersteller von Medizintechnik	1.200 / über 100.000	• Produktionsstandort, weltweite Produktion • Standardmaschinenbau
H5	• Hersteller von Drucktechnik	1.400 / über 5.000	• Produktionsstandort, weltweite Produktion • sowohl Standard- als auch Sondermaschinenbau

Tabelle 27: Studienteilnehmer aus Perspektive der OEMs

Der Ausgleich zwischen Sonder- und Standardmaschinenbau gewährleistet einen vielschichtigen Blick auf die Spezifität von Ersatzteilen. Hierbei ist anzumerken, dass H4 im Sinn der theoretischen Replikation einen Kontrast darstellt, da medizinische Maschinen selbst innerhalb des Standardmaschinenbaus im Serviceumfang nicht mit Großanlagen gleichzusetzen sind. Dennoch zeigten sich deutliche Parallelen zu den anderen Teilnehmern bzgl. wahrgenommener Probleme im ETM. Ein ähnlich stark kontrastierender Fall wie das Unternehmen B6 war aus Sicht der OEMs allerdings nicht notwendig, weil sich ausreichend Unterschiede zwischen den Teilnehmern finden ließen, um eine theoretische Sättigung zu erreichen.

Zur Gewährleistung einer perspektivenübergreifenden Sicht auf das ETM sind sowohl aufarbeitende Unternehmen als auch Drittanbieter nicht gänzlich aus der Betrachtung auszuschließen. Die Schwierigkeit bestand hierbei in der Auswahl und dem Zugang zu passenden Teilnehmern. Die Sicht der aufarbeitenden Unternehmen wird durch zwei Teilnehmer repräsentiert, die einen persönlichen Besuch erhielten. Wie Tabelle 28 zeigt, bilden B2B-Geschäfte die Grundlage der Tätigkeit. Davon ab unterscheiden sich die Teilnehmer aber deutlich in ihrem Kontext.

Kürzel	Tätigkeitsbereich	Mitarbeiter am Standort (ca.)	Einordnung
A1	• Aufarbeitung von Flurförderfahrzeugen	300	• Kernkompetenz in der Aufarbeitung, weniger Vertrieb
A2	• Aufarbeitung und Umbau von Flugzeugen	1.300	• Umbau aus lang geplanten Aufträgen • etablierter Kundenservice

Tabelle 28: Studienteilnehmer aus Perspektive der Aufarbeiter

Für Drittanbieter spielt die Zusammenarbeit mit Kunden und OEMs eine signifikantere Rolle, wenn es um die Optimierung ihrer eigenen ETM-Prozesse geht, da sie nicht bereits durch den Verkauf eines Primärprodukts mit dem Kunden verbunden sind. Für sie sind größere Anstrengungen vonnöten, um ein gut funktionierendes Beziehungsgeflecht aufzubauen und so an Informationen, die die Planung vereinfachen oder überhaupt erst ermöglichen, zu gelangen. Drittanbieter wurden deshalb in Form einer separaten Studie mit einem stärkeren Fokus auf Kooperationen untersucht (Drechsler et al., 2019a). Als Teilnehmer konnten zwei Drittanbieter – ein auf Windenergieanlagen spezialisiertes Unternehmen und ein Betrieb aus der Branche des Schwermaschinenbaus – sowie ein Betreiber aus dem Bereich der Glasverarbeitungsindustrie und ein OEM für Sanitär- und Klimaanlagen gewonnen werden (Drechsler et al., 2019a, S. 217f., 222). Die deutlicher auf einem Austausch zwischen den Akteuren beruhende Informationsverfügbarkeit stellte sich auch hier als z. T. hoch kritisch heraus. Die Studienergebnisse werden im Zuge der Studienauswertung aufgegriffen.

An die Auswahl der teilnehmenden Unternehmen schließen sich im nächsten Schritt des Vorgehensmodells Details der Datenerhebung an. Das Führen von Interviews stellte sich bereits frühzeitig als das am besten geeignete Instrument heraus.

6.2.2 Das Interview als hauptsächliches Erhebungsinstrument

Interviews bilden in Fallstudien i. Allg. die Primärquelle, sofern die untersuchten Phänomene nicht direkt beobachtbar sind und den Menschen betreffende Angelegenheiten beinhalten (Eisenhardt & Graebner, 2007, S. 28; Yin, 2009, S. 108). Die Studienfragen implizieren eine große Bedeutung der Wahrnehmung der jeweils für das ETM Verantwortlichen. Die Wahrnehmung ist nur dann zu erfassen, wenn mit Mitarbeitern, die sich mit der Planung, Steuerung und Kontrolle der mit Ersatzteilen in Verbindung stehenden Prozesse auseinandersetzen, gesprochen wird. Ein tiefgehendes Interview kann es erforderlich machen, mehrere Personen (auch gleichzeitig) zu befragen. Dies wirkt subjektiven Verzerrungen des Interviewers und der Interviewten entgegen und gewährleistet die Sicherstellung der Triangulation, da zu einem Sachverhalt Meinungen aus mehreren Blickwinkeln zur Sprache kommen (Gläser & Laudel, 2010, S. 117). Eventuell sind außerdem mehrere Termine erforderlich, um alle Sachverhalte zu klären. Die interviewten Personen sind als Informanten aufzufassen. Im Fall besonders reichhaltiger Ergebnisse eines Interviewten ist dieser als Schlüsselinformant zu bezeichnen (Eisenhardt & Graebner, 2007, S. 28; Yin, 2009, S. 106f.). Der Informant fungiert je nach seiner Funktion als Spezialist für den untersuchten Gegenstand oder als Repräsentant des Unternehmens(bereichs). Seine Expertise und die Erfahrung sind die primären Erkenntnisquellen (Bähring et al., 2008, S. 92; Mayring, 2010, S. 33). Das Untersuchungsobjekt sind demzufolge nicht die Experten selbst, sondern ihr Wissen, dass sie als Zeuge der Prozesse erwerben. Ebendiese Prozesse sind zu rekonstruieren, weshalb Experteninterviews der mechanismenorientierten Erklärungsstrategie unterworfen sind (Gläser & Laudel, 2010, S. 12f., 37).

Um die Unternehmen selbst darüber entscheiden zu lassen, welcher Experte am ehesten für ein Gespräch geeignet ist, wurden jeweils zwei Informationsblätter per E-Mail an die bestehende Kontaktperson gesendet. Das Forschungsziel impliziert, dass insb. Personen des mittleren oder gehobenen Managements im Ersatzteil-, Instandhaltungs- und Servicebereich sowie Mitarbeiter der Disposition und operativen Planung mit einem breiten Wissens- und Erfahrungsschatz als Experten infrage kommen. In Führungspositionen (Leitung bzw. Management) wiesen sie eine mehrjährige Erfahrung[146] im Umgang mit dem ETM auf. Mit Ausnahme von B6, wo es jeweils einen Telefontermin mit den Interviewten gab, fanden die Gespräche in den Fällen mit mehreren Teilnehmern in Form von Gruppeninterviews statt.

[146] Es handelt sich hierbei um eine Erfahrung von mindestens fünf Jahren.

Die Notwendigkeit von Zusatzterminen ergab sich für die Unternehmen B1 zur Nacherfassung sowie B2 infolge des beschränkten Zeitfensters beim ersten Interview. Tabelle 29 liefert eine Übersicht aller Interviewten.[147]

Zuordnung	Kürzel des Interviewten	Funktion im Unternehmen
B1	B1I	Leitung der Produktionskontrolle und Beschaffung
B2	B2I1	Leitung des Ersatzteilmanagements
	B2I2	Leitung des Instandhaltungsmanagements
	B2I3	Ersatzteillogistikplanung
B3	B3I	Instandhaltungsplanung
B4	B4I1	Leitung des Ersatzteillagers
	B4I2	Leitung des stragischen Einkaufs (für Technik und Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe)
B5	B5I	Leitung des Ersatzteillagers
B6	B6I1	Leitung des Ein- und Verkaufs
	B6I2	Leitung des Instandhaltungsmanagements
H1	H1I1	Senior Management – Ersatzteile
	H1I2	Senior Management – Kundenservice
	H1I3	Ersatzteildisposition
H2	H2I1	Senior Management – Ersatzteile
	H2I2	Senior Management – Produktionsplanung und Logistik
H3	H3I	Senior Management – Kundenservice
H4	H4I1	Senior Management – Ersatzteile
	H4I2	Ersatzteilmanagement / Distribution
H5	H5I	Senior Management – Ersatzteile
A1	A1I1	Leitung des Controllings
	A1I2	Logistikplanung
A2	A2I	Leitende Position in der Ersatzteilplanung

Tabelle 29: Gesprächspartner

Bereits vor der Ansprache der Teilnehmer fiel der Entschluss, ein leitfadengestütztes semi-strukturiertes Interview durchzuführen. Sowohl strukturierte als auch das semi-strukturierte Interviews sind darauf ausgerichtet, auf der einen Seite Fakten zu erfassen und auf der anderen Seite Einstellungen des Interviewten selbst oder der repräsentierten Institution aufzunehmen. Beide Formen bauen auf theoretischen Vorkenntnissen auf. Semi-strukturierte Interviews finden zudem bevorzugt Anwendung, wenn mehrere Themen anzusprechen sind. Wenngleich sie generell zu den nichtstandardisierten Interviews zählen, sollte der Interview-

[147] Die Interviews erfolgten in einem Zeitraum vom Ende des Jahres 2015 bis zur Mitte des Jahres 2017.

er auf ein Grundgerüst zurückgreifen. Dies gewährleistet gleichzeitig eine bessere Vergleichbarkeit bei der Auswertung der Ergebnisse. Speziell Interviewleitfäden sind hierfür geeignet. Der Leitfaden repräsentiert einen Katalog an Fragen, deren Reihenfolge und Formulierung als nicht verbindlich zu erachten sind. Das flexible Reagieren auf Antworten wird dadurch gefördert. Nachfragen und die Verfolgung sich durch das Interview ergebender interessanter Sachverhalte sind eher erwünscht als den Fragenkatalog strikt zu befolgen (Gläser & Laudel, 2010, S. 41f., 111; Lehmann, 2004, S. 9). Dies ist etwa bei Leitfäden mit hauptsächlich offenen Fragen, die sich zwar für den freien Gesprächsverlauf eignen, deren z. T. umfassende Antworten jedoch schwierig vergleichbar sind, von Bedeutung. Eine offene Gesprächsführung ist insb. dann angebracht, wenn höhere Hierarchiestufen und Managementvertreter zu befragen sind (Kornmeier, 2007, S. 166f., 171). Interviewleitfäden können während der Interviewphase gemeinsam mit den Studienfragen und den Annahmen Anpassungen erfahren und sind in Vorbereitung folgender Interviews unter dem Einsatz der bereits gewonnenen Erfahrung anzureichern (Gläser & Laudel, 2010, S. 150).

Der in diesem Rahmen verwendete Leitfaden bestand größtenteils aus offenen Fragen und behandelt zur Sicherstellung der internen Validität all die Aspekte, die sich durch das Studium der Grundlagen- und wissenschaftlichen Literatur als potenziell relevant erwiesen. Die Fragen wurden in mehrere Blöcke eingeteilt.[148] Diese behandelten:

- Rahmenbedingungen, Kontext und Versorgungsnetzwerk mit allgemeinen Informationen zum Unternehmen und zum Informationsaustausch;
- Prozesse der ETL inkl. der verwendeten EUS;
- Nutzen und Performance, d. h., Fragen zu etablierten Verfahren der Nutzenmessung für Innovationen und Verbesserungen sowie zu Kennzahlensystemen, die im ETM Anwendung finden;
- Daten und Informationsgehalt mit Fragen zur Datenerfassung, der Quantität bzw. Qualität von Informationen und hier genutzter technologischer Hilfsmittel sowie
- Erfahrungs- und Expertenwissen und der Signifikanz dieser im ETM.

Zum Zweck der Vorbereitung erhielten die Unternehmen vorab eine reduzierte Version. Der Leitfaden erfuhr eine induktive Modifikation mit Voranschreiten der Untersuchung, z. T. infolge des eingeholten Feedbacks zum bereitgestellten Material. So zeigte sich, dass Nutzenmessungen in strukturierter Form eine geringe praktische Bedeutung besitzen, weshalb Fragen dazu in dem reduzierten Fragenkatalog zu bereinigen waren. Weitere sich verschiebende Schwerpunkte konnten in darauffolgenden Interviews angewandt bzw. die entsprechend fokussierten Folgegespräche vereinbart werden.

Mit zunehmender Erfahrung aus den Gesprächen war der Leitfaden schließlich lediglich zur Prävention gegen die Vernachlässigung wichtiger Themen notwendig. Ferner erfolgte die

[148] Für einen exemplarischen Interviewleitfaden s. Anhang A.4.

Einholung von Informationen über die Unternehmen vor den Gesprächen. Dies geschah in Form von Besuchen des Internetauftritts, Recherchen von Presseveröffentlichungen, frei verfügbaren Berichten oder über Gespräche mit Kollegen, welche bereits in Kontakt mit den Teilnehmern kamen. Neben dem Bemühen um Datentriangulation verfolgte die Auswertung von aus diesen Quellen gewonnenen Informationen den Zweck, den Leitfaden schon vor den Interviews mit spezifisch auf den Fall zugeschnittenen Fragen anzureichern. So war es möglich, von Beginn an individuell auf die Gegebenheiten des Teilnehmers einzugehen und gezielter Nachfragen zu stellen. Als besonders sinnvoll erwies sich dieses Vorgehen bei den OEMs, welche in ihren Internetauftritten umfassend über Serviceangebote informieren. Somit erübrigten sich bereits einige der grundlegenden Fragen und es konnte direkt am Leistungsspektrum angeknüpft werden.

Die zeitliche Dauer der Interviews bewegte sich in einem Rahmen von ca. 90 Minuten bis vier Stunden. Generell wiesen die Gespräche mit den OEMs die längere Laufzeit auf, was sich auf den Umfang der ETM-Prozesse zurückführen lässt. Nach dem Einholen der Erlaubnis erfolgte ein Mitschnitt mithilfe eines Diktiergeräts. Die Verbindung des Interviews mit einem ausführlichen Firmenrundgang bei A2 bedingte, dass eine Aufzeichnung aufgrund der Lautstärke in den Hallen nicht durchführbar war. Es musste daher auch hier auf Notizen und das Gedächtnisprotokoll zurückgegriffen werden. Dasselbe gilt für die telefonischen Gespräche mit B6I1 und B6I2, für die eine Aufnahme infolge des bereits antizipierten Umfangs nicht als sinnvoll erachtet wurde. Neben Interviews stellen weitere im Feld angefertigte Notizen eine Erkenntnisquelle dar (Eisenhardt, 1989, S. 539). Ergab sich bei einem persönlichen Besuch der Unternehmen etwa die Gelegenheit eines Rundgangs sowie von vor- und nachträglichen Gesprächen, konnten entsprechende Notizen angefertigt und diese in die Auswertung aufgenommen werden.

An die Durchführung der Interviews schlossen sich die Protokollierung sowie – sofern eine Aufnahme der Gespräche erfolgte – eine Transkription mithilfe der Software f4transkript und eine Anonymisierung an. Die Nichtverfügbarkeit von allgemein gültigen Regeln der Transkription erforderte die Aufstellung eigener Regeln, die mit den Funktionen der genutzten Software einhergehen.[149] Die Transkripte und Gedächtnisprotokolle, welche die Teilnehmer zur Prüfung erhielten, bildeten die Hauptgrundlage der Inhaltsanalyse. Zeigten die Interviewten während des Gesprächs weiterführende Dokumente oder Unternehmenspräsentationen, wurde dies in den Transkripten vermerkt. Trotz der Bemühung, den Kontakt zu den Unternehmen zu halten, um Änderungen des Unternehmenskontexts nicht zu versäumen, ist nicht durchgängig gewährleistet, dass jegliche Gegebenheiten nach wie vor Bestand haben. Die hier dargelegten Zusammenhänge und Ursache-Wirkungs-Beziehungen bleiben aber

[149] Für die Transkriptionsregeln s. Anhang A.5.

auch angesichts veränderter Umstände in den Unternehmen – d. h. im Rahmen der theoretischen Generalisierbarkeit – gültig.

6.3 Datenanalyse

6.3.1 Grundlagen der qualitativen Inhaltsanalyse

Die Datenanalyse hat zum Ziel, Erkenntnisse aus den erhobenen Daten zu gewinnen. Dies geschieht i. Allg. durch die Identifizierung von Mustern und die Prüfung, inwieweit sich diese durch Literatur schon erklären lassen oder neue Erläuterungen zu finden sind (Stuart et al., 2002, S. 427). Die Analyse qualitativer Daten weist einen stark iterativen, episodischen Charakter auf. Deshalb müssen Konstrukte und Theorien der Auswertung adjustiert oder neu erstellt werden, sofern sie sich als nicht passend herausstellen (Barratt et al., 2011, S. 331; Miles et al., 2014, S. 14). In der qualitativen Inhaltsanalyse werden den Texten Informationen mithilfe einer festzulegenden Systematik entnommen und anschließend unabhängig von dem originalen Text weiterverarbeitet sowie interpretiert (Gläser & Laudel, 2010, S. 46; Haug, 2004, S. 88). Hier kommen häufig nominale Skalen zur Anwendung, jedoch ist es nicht ausgeschlossen, Häufigkeiten der Nennung zu erfassen (Mayring, 2010, S. 18). Die Form der Inhaltsanalyse ist an das Material und die Fragestellungen anzupassen und ein Ablaufmodell festzulegen. Die Reliabilität und Validität sind im gesamten Prozess maßgeblich, weshalb zur Vergleichbarkeit ein einheitliches Kategoriensystem empfohlen wird. Es gilt Validität vor Reliabilität, d. h., die inhaltliche Argumentation erhält ein stärkeres Gewicht als ein strenges Prozedere (Mayring, 2010, S. 49ff.). Bei der in dieser Arbeit vorgenommenen Auswertung wurden eigene Regeln auf Grundlage geeigneter Empfehlungen verwendet, wobei die kategorienbasierte Kodierung das grundsätzliche Fundament darstellt.

Das sich aus der Grounded Theory herausgebildete Kodieren gilt heute als eigenständige Auswertungsmethode (Gläser & Laudel, 2010, S. 45). Die Nutzung von Codes bezweckt die Filterung und Kategorisierung gleichartiger Daten, um auf effiziente Art und Weise Segmente zu bestimmten Studienfragen und Thematiken wiederzufinden, zu extrahieren und zu clustern. Somit ist die Kodierung auch als Kondensation aufzufassen (Miles et al., 2014, S. 72f.). Die Codes werden entweder den theoretischen Vorüberlegungen entnommen (deduktives Kodieren) oder aus den der Auswertung zugrunde gelegten Texten heraus bestimmt (induktives Kodieren). Der Grad der Verflechtung von Deduktion und Induktion hängt davon ab, wie tiefgreifend das theoretische Wissen ist, auf welches aufgebaut wird (Kuckartz, 2010, S. 201f.; Mayring, 2010, S. 59). In hierarchischen Kategoriensystemen sind Codes in Form von Ober- und Unterkategorien miteinander in Verbindung zu bringen, wodurch eine Baumstruktur entsteht (Kuckartz, 2010, S. 199). Generell ist bei der Inhaltsanalyse darauf zu achten, die semantische Gültigkeit, d. h. die korrekte Rekonstruktion der Bedeutung des Analysematerials, sicherzustellen. Kategorien sollten demnach eine angemessene Definition

erfahren, mit Ankerbeispielen versehen und nach konsistenten Regeln auf das Material angewandt werden. Zusätzlich sind sämtliche Textstellen, welche ein Konstrukt bilden bzw. zur Bildung beigetragen haben, bezogen auf ihre Homogenität zu prüfen (Mayring, 2010, S. 119).

Mayring (2010) unterscheidet drei Techniken des mit dem Kodieren in Verbindung stehenden Interpretierens: die Explikation, die Zusammenfassung und die Strukturierung. Er schließt auch Mischformen nicht aus (Mayring, 2010, S. 64f.). Eine Explikation bedeutet die Erweiterung des Materials an zweckdienlichen Stellen, um die Verständlichkeit zu verbessern. Dies bietet sich im Zusammenhang mit der Kontextualisierung hinsichtlich zusätzlicher Informationen zu den Unternehmen sowie auch der theoretischen Vorüberlegungen, wenn es um das Verständnis von Begrifflichkeiten geht, an (Mayring, 2010, S. 85, 88). Die Zusammenfassung beinhaltet die Paraphrasierung der Kodiereinheiten und ist durch eine induktive Kategorienbildung geprägt. Es ist hier genau festzulegen, bis zu welchem Grad eine Zusammenfassung des Materials erfolgen soll. Das durch das Paraphrasieren entstehende Kodiersystem ist von der kontinuierlichen Rücküberprüfung geprägt und muss bis zur Offenlegung der Grundaussagen evtl. weiteren Zusammenfassungen und Reduktionen unterworfen werden (Mayring, 2010, S. 67ff.). Ein ausschließlich zusammenfassendes Kodieren ist eher auf die Beschreibung und weniger auf das Einbinden bestehender wissenschaftlicher Erkenntnisse ausgelegt. Es ist in Situationen mit einem nur sehr geringen Vorwissen empfehlenswert und eignet sich daher für diejenigen Bestandteile einer Untersuchung, die rein exploratorischer Art sind. Die mithilfe der Zusammenfassung induktiv gewonnenen Kategorien können in strukturierenden Inhaltsanalysen wiederum deduktiv angewandt werden (Kuckartz, 2010, S. 95). Bei der Strukturierung sind aus den theoretischen Vorüberlegungen bzw. aus dem Material selbst – etwa über die Zusammenfassung – Strukturierungsdimensionen und deren Ausprägungen zu bestimmen. Das Kategoriensystem ist nicht starr, sondern kann bei Bedarf überarbeitet werden. Die inhaltliche Strukturierung hat zum Ziel, anhand von theoretisch motivierten Kategorien Inhalte aus dem Material zu entnehmen bzw. zu extrahieren. Nach der Extrahierung sind die Inhalte erst für die Unter- und anschließend für die Oberkategorien zusammenzufassen und evtl. zu paraphrasieren. Bei der typisierenden Strukturierung werden Typisierungsdimensionen definiert und speziell als wichtig, interessant oder extrem erachtete sowie häufig vorkommende Ausprägungen identifiziert und genauer beschrieben. Typisierungen sollten immer erst dann Anwendung finden, wenn keine andere Form der Analyse möglich ist, um ein stereotypisches Vorgehen zu vermeiden (Mayring, 2010, S. 92ff.).

Eine zu ergänzende Technik ist das thematische Kodieren, welches stärker auf Vorwissen und bestehenden Theorien, die geprüft oder weiterentwickelt werden sollen, aufbaut. Die Prüfung erfolgt hier nicht im Sinne umfassender genereller Aussagen, sondern nach wie vor

innerhalb der Grenzen der Fälle und ihrer Reichweite. Der Interviewleitfaden und die Studienfragen bilden die Grundlage der Entwicklung der Auswertungskategorien. Dadurch sind die Oberkategorien als erste Ebene durch die im Vorfeld ermittelten und sich im Leitfaden wiederfindenden Themen festgelegt. Die Kategorien der restlichen Ebenen sind induktiv mithilfe des Auswertungsmaterials abzuleiten. Nach dem Kodieren ist mit den jeweiligen Kodierungen weiter zu verfahren, sind Fallübersichten zu erstellen und Einzelfall- sowie fallübergreifende Analysen durchzuführen. Dieses Vorgehen entspricht der theoriegenerierenden Exploration, die bei Verfolgung einer mechanismenorientierten Erklärungsstrategie im Mittelpunkt steht und auf das Auffinden von Kausalmechanismen sowie deren Geltungsbereichen abzielt (Gläser & Laudel, 2010, S. 26ff.; Kuckartz, 2010, S. 85ff., 204).

Einzelfallanalysen bezwecken die Stärkung des Vertrauens in jeden einzelnen Fall und dienen außerdem der Begrenzung der Daten. Fallübergreifende Analysen widmen sich wiederum Musterabgleichen. Durch diese werden initiale Anschauungen bzw. Annahmen vertieft und erklärt oder aber revidiert, wobei Literatur zur Bestätigung oder Widerlegung theoretischer Muster heranzuziehen ist, um die interne Validität und Generalisierbarkeit zu stärken (Barratt et al., 2011, S. 330; Eisenhardt, 1989, S. 539ff.). Eine entsprechende Einbettung ist auch als nomologisches Netz zu bezeichnen und hilft bei der Beantwortung der Frage, wie sich ergebende Beziehungskonstrukte relativ zu schon existenten Konstrukten verhalten (Handfield & Melnyk, 1998, S. 330; Mayring, 2010, S. 120). Für Musterabgleiche sind Textstellen, die vorher dekontextualisiert wurden, miteinander abzugleichen und anschließend unter der Aufdeckung von Regelmäßigkeiten sowie Abweichungen zu verdichten. Dies kann bspw. in Listen geschehen, um Zusammenhänge schneller deutlich zu machen, Textstellen zu verknüpfen und nach Überschneidungen zu suchen. Eine mehrfache Kodierung ist zuträglich, um Überlappungen in Ursache-Wirkungs-Beziehungen nicht zu übersehen (Kuckartz, 2010, S. 109ff.). Die Aufteilung des Kodierprozesses auf mehrere Phasen trägt zu einer Steigerung der Reliabilität bei, weil geänderte Kategorien eine wiederholte Anwendung auf das gesamte Material erhalten (Mayring, 2010, S. 121).

Abschließend ist das Verfahren von Gläser und Laudel (2010) anzuführen. Dieses baut auf der Extraktion und weniger auf festzulegenden Auswertungskategorien auf. Textelemente werden in den Fokus der Auswertung gerückt, die nicht auf einem Kategoriensystem, sondern auf einem Suchraster basiert. Das Suchraster ist abermals mithilfe der theoretischen Vorüberlegungen zu erstellen und besteht aus Auswertungsdimensionen, die während der Extraktionsphase eine Veränderung erfahren. Gleichzeitig mit der Extraktion ist eine Interpretation vorzunehmen, um Ausprägungen und Indikatoren der Dimensionen abzuleiten. Die extrahierten Informationen dienen der Rekonstruktion und dem Auffinden von Kausalmechanismen. Sie sind nach sachlichen oder zeitlichen Aspekten zu ordnen und zusammenzufassen sowie die Fälle anschließend einzeln und übergreifend zu analysieren. Auch bei die-

sem Verfahren sind Annahmen zu Variablen und Einflussfaktoren bzw. deren Zusammenhang in das Suchraster zu inkludieren, was die Autoren als hypothetisches Modell bezeichnen. Dieses soll durch die Empirie im Gegensatz zur quantitativen Forschung nicht angenommen oder verworfen, sondern ergänzt und angepasst werden. Dadurch bleibt ersichtlich, worin das Gefälle zwischen Theorie und Empirie besteht (Gläser & Laudel, 2010, S. 90, 199ff.).

Es ist anzumerken, dass die Extraktion deutliche Parallelen zu den von Mayring (2010) und Kuckartz (2010) vorgestellten Methoden aufweist. Ein Kontrast entsteht allenfalls durch die noch stärkere Konzentration auf die Aufdeckung von Kausalmechanismen als Hauptauswertungspunkt. Die neben Sachdimensionen bestehenden Kausaldimensionen erfassen Beziehungen zwischen erklärenden und erklärten Variablen, wobei explizit gefordert ist, keine Merkmalsausprägungen, sondern nur die Beschreibung von Beziehungen und Relationen aufzunehmen. Dies geschieht über die Etablierung von Ursache- und Wirkungsdimensionen. Ursachendimensionen beinhalten all die Informationen, welche die Frage beantworten, warum bestimmte Merkmalsausprägungen (der Sachdimension) auftreten. Beeinflusst eine Variable wiederum für die Forschungsfrage relevante Sachverhalte, ist dies in die Wirkungsdimension zu extrahieren. Nicht jede Variable muss alle Dimensionen aufweisen. Je nach Abhängigkeitsverhalten zwischen den Variablen sind mehrere Dimensionen anzulegen und mit umfassenden Querverweisen zu arbeiten (Gläser & Laudel, 2010, S. 209ff.). Astley und Van de Ven (1983) kritisieren eine zu starke Orientierung an Ursache-Wirkungs-Beziehungen und empfehlen das zirkuläre Kodieren mit dem Fokus auf Erklärungen, warum sich Kausalmechanismen auch umdrehen können und welche konfliktären Kräfte dies beeinflussen (Astley & Van de Ven, 1983, S. 267ff.).

Aus dem Zusammenbringen der geschilderten Empfehlungen war es möglich, ein eigenes Vorgehen zu entwerfen. Die Anzahl der geführten Interviews sowie der Umfang des zu sichtenden Materials – es galt, rund 450 Seiten Transkripte und Protokolle einer Inhaltsanalyse zu unterziehen – machten es erforderlich, den Hinweis auf die Vorteilhaftigkeit eines mehrphasigen Vorgehens zu berücksichtigen und die Auswertung in drei Zyklen einzuteilen.

6.3.2 Auswertungszyklen

Vor dem Start der Kodierung sind Festlegungen zur Kodier-, Kontext- und Auswertungseinheit zu treffen. Die Kodiereinheit ist der kleinste Bestandteil bzw. bei Texten der minimale Textteil, der eine Zuordnung in eine Kategorie erhalten darf. Als Kodiereinheit ist im Zuge der hier vorgenommenen Auswertung der kleinste Materialbestandteil, der ausgewertet werden bzw. der unter eine Kategorie fallen kann, aufzufassen. Es sind keine Grenzen nach unten gesetzt. Die Kontexteinheit demgegenüber ist das größte zuordenbare Element. Sie wird aufgrund der verschiedenen Akteure bereits durch ein komplettes Transkript bzw. Protokoll repräsentiert, da diese im ersten Schritt einer Perspektive des ETMs zuzuordnen sind.

Grundsätzlich ist mit der Auswertungseinheit zu bestimmen, welche Textteile aufeinanderfolgend auszuwerten sind. Dies ist hier unerheblich, denn die Texte waren als Ganzes durchzulesen und auszuwerten (Mayring, 2010, S. 59). Notizen zu Beobachtungen und Vorgesprächen erfuhren entweder eine Kodierung oder trugen zur Explikation sowie Kontextualisierung bei. Einen Überblick über die vorgenommenen Zyklen liefert Tabelle 30.

Zyklus	Ziel	Verwendetes Material	Techniken
Z1	• Reduktion des Materials	• Transkriptionen • Gedächtnisprotokolle • Notizen zum Unternehmen und nicht aufgezeichneten Gesprächen	• thematisches Kodieren (v. a. deduktiv) • Strukturierung und Zusammenfassung
Z2	• Musteridenfikation über alle Unternehmen hinweg • Schärfung der Erkenntnisse	Bereits reduziertes Material aus Z1: • Kodierungen • Zusammenfassungen	• thematisches Kodieren zur Festlegung von Oberkategorien • Zusammenfassung für die Bildung induktiver Unterkategorien und Ausprägungen • Strukturierung
Z3	• Musterabgleich durch Überlappungen • Endauswertung	Resultate aus Z1 und Z2: • Einzelfallanalyse • fallübergreifende Analysen • Zusammenfassungen, Erklärungen und Interpretationen • theoretisches und praktisches Feedback	• Kausalanalysen • tabellarische Darstellungen

Tabelle 30: Auswertungszyklen der Inhaltsanalyse

Zyklus Z1

Die Hauptaufgabe im ersten Auswertungszyklus bestand darin, das Material zu reduzieren. Das thematische Kodieren stand im Mittelpunkt dieses Zyklus‘. MAXQDA 12 fungierte als softwareseitige Unterstützung im Kodier- und Auswertungsprozess. Die Oberkategorien ergaben sich größtenteils aus dem Leitfaden und z. T. aus sich wiederholenden Themen, welche die Befragten ohne Nachfrage oder von sich aus ins Gespräch einbrachten. Während des Kodierens wurden weitere Anpassungen, v. a. Umbenennungen von Kategorien und induktive Erweiterungen, allerdings keine Löschungen vorgenommen, um Themen von geringerem Interesse zu bereinigen. Dadurch sollten Segmente der Untersuchung, z. B. die kontextuellen Informationen zu den Unternehmen und die Prozesse der ETL, auf initiale Art und Weise geordnet werden, um die anschließende Zusammenfassung zu erleichtern.

Zur Behandlung der Studienfrage S3, welche auf die Erfassung von Einflussfaktoren bei der Umsetzung von Verbesserungsprozessen abzielt, war es zur geordneten Auswertung und strukturierten Einordnung der Faktoren vonnöten, im Vorfeld eine grobe Systematik aufzustellen. Dazu wurde sich an den übergeordneten Variablen Mensch (Human), Technologie (Technology) und Organisation (Organization) – zusammengefasst im HTO-Konzept – sowie ihren Wechselwirkungen orientiert und jeweils eine Ursachen- sowie Wirkungsdimension im Kodierschema angelegt. Diese übergeordneten Variablen sind generell immer dann heranzuziehen, wenn eine ganzheitliche Betrachtung des Planungsprozesses erforderlich ist (Ashurst & Doherty, 2003, S. 1). Dadurch lassen sich auch komplexe Aktivitäten nachvollziehen.

Unter die H-Dimension fallen die Fähigkeiten, Kompetenzen, Erfahrungen, das Wissen und soziale Beziehungen, die nicht automatisiert werden können. Sie betont das implizite Wissen und das Detailverständnis, welches zur Planung in komplexen Umgebungen notwendig ist. In der Tätigkeit im Unternehmen bestehen Abhängigkeiten von technologischen Möglichkeiten, verfügbaren Informationssystemen sowie implementierten Softwareanwendungen und EUS (T-Dimension). Menschen interagieren mit Computersystemen, die sie verstehen müssen, um Informationen zu verarbeiten und Befehle zu erteilen. Der Mensch interpretiert den Output eines Systems, verbindet ihn mit kontextspezifischem Wissen und gibt Informationen weiter. Ist die Interaktion nicht erfolgreich, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass der Mensch auf informelle Systeme zurückgreift. Technologie und Mensch stehen in Wechselwirkung mit der Organisation, in der sich darauf konzentriert wird, wie Personen in aggregierter Weise sowohl formell als auch informell Arbeit strukturieren und organisieren (O-Dimension). Dies schließt bspw. Arbeitsdefinitionen, Hierarchien und Regeln, Ziele und Strategien sowie ganze Prozesse, Beziehungen zwischen Systemen und Subsystemen sowie Faktoren der Unternehmenskultur ein. Auch die Unternehmensstruktur, d. h. die Niederlassungen und die Aufteilung der Mitarbeiter, sind der O-Dimension zuzuordnen. Geschäftsprozesse und Technologien bzw. die IT-Infrastruktur (und damit die O- und T-Dimension) sollten ineinandergreifen, um die Leistungsfähigkeit der Organisation zu wahren oder zu steigern (Berglund & Karltun, 2007, S. 161ff.; Ivert & Jonsson, 2014, S. 1353ff.; Lin et al., 2007, S. 1221ff.). Über drei bereits genannten Dimensionen hinaus ist die Umgebung (Environment / E) als vierte Dimension zu ergänzen. Darunter fallen vornehmlich die Branche, die Marktsituation und der Wettbewerbsdruck, d. h. die Angst, Wettbewerbsvorteile zu verlieren (Aboelmaged, 2014, S. 643). Aus Perspektive der OEMs zählen außerdem die Kunden zu dieser Variablen.

Ferner wurden die Unsicherheiten und Problemfelder als Themen aufgenommen. In Ursache- und Wirkungsdimensionen erfolgte die Kodierung nur dann, wenn dies tatsächlich der Darstellung von Beziehungsgeflechten zwischen erklärenden und erklärten bzw. zu erklärenden Variablen innerhalb der betrachteten Themen diente. Die Wirkungsdimension einer

erklärenden Variablen stellt dabei gleichzeitig die Sachdimension einer erklärten Variablen dar. Die Verbesserungen und Innovationen, die genutzte Entscheidungsunterstützung sowie das Erfahrungs- und Expertenwissen repräsentieren die erklärten Variablen, während das Informationsmanagement sowohl eine erklärende als auch eine erklärte Funktion aufweist.[150] Da mit MAXQDA 12 keine direkten Verweise möglich sind, mussten betroffene Textpassagen doppelt kodiert und bei der Auswertung entsprechend ausgegeben werden. Je nach dem Umfang der Wirkung war auf die Bedeutung einer erklärenden Variablen zu schließen. Die Unterkategorien blieben auf einem allgemeinen Level, was die Anwendung des Kodierschemas auf alle Akteure ermöglichte. Einzelne Differenzierungen waren dennoch notwendig, weshalb eine Trennung der Perspektiven bzw. Akteurs-Obergruppen im ersten Zyklus erfolgte. Die Teilung der Perspektiven und Kodierschemata diente dem Zweck, Analysen in Vorbereitung der übergreifenden Auswertung vorerst systematisch für die Akteure selbst zu erstellen.[151] Die Änderung oder Erweiterung der Kategorien zog eine nochmalige Überprüfung der schon vorgenommenen Kodierungen nach sich. Das bedeutet, dass Dokumente u. U. mehr als einmal zu kodieren waren. Zu den Ober- und Unterkategorien wurde zur Wahrung der Konsistenz eine Liste mit Definitionen und Indikatoren sowie (wenn dies notwendig war) Ankerbeispielen angelegt. War eine Textstelle als solche nicht verständlich, musste explizierend ergänzendes Material hinzugezogen werden. Dies galt insb. für recherchierte Abkürzungen und Kennzahlen. Das Kategoriensystem repräsentiert demnach eine Synthese aus theoretischen Vorüberlegungen und Studienergebnissen.

An den Abschluss der Bearbeitung aller Dokumente schlossen sich die Einzelfallanalysen an. Ein Verständnis der Einzelfälle durch Beschreibung und Interpretation ist die Voraussetzung für die fallübergreifende Suche nach Mustern (Borchardt & Göthlich, 2009, S. 43f.). Zur Durchführung der Einzelfallanalysen war eine vorherige Zusammenfassung und Strukturierung der Erkenntnisse notwendig. Aus den generischen Unterkategorien konnten konkretere Themen und Einflussvariablen extrahiert werden. Dies gewährleistete die Kondensation des großen Kodierschemas auf bedeutende Sachverhalte. Die Zusammenhänge wurden dann für jeden Fall einzeln betrachtet. Einzelfallanalysen sind grundsätzlich eher deskriptiver Natur. Erste Beziehungen der Konstrukte zueinander lassen sich jedoch auch auf diese Weise feststellen. Im Zuge der darauffolgenden fallübergreifenden Abgleiche sind entweder Paarvergleiche vorzunehmen oder ein konstruktweises Vorgehen zu wählen. Letzteres eignet sich speziell dann, wenn der Fokus auf der Identifikation von gleichartigen Mustern liegt (Barratt et al., 2011, S. 331; Gläser & Laudel, 2010, S. 247f.). Es wurde sich daher dem konstruktweisen Verfahren zugewandt. Die fallübergreifenden Analysen erfolgten vorerst innerhalb der Sichten der Akteure, wodurch es möglich war, kontextuelle Faktoren zu

[150] Für eine verbildlichte Darstellung des Kodierschemas s. Anhang A.6.1, Abbildung A - 1.

[151] Anzumerken ist, dass sich aufgrund des geringen Umfangs der Gespräche mit B6 ein separates Kodieren nicht anbot und die Ergebnisse des Interviews direkt in die Auswertung einflossen.

bestimmen und Spezifika, die speziell für die jeweilige Perspektive Gültigkeit besitzen, zu definieren. Das erste übergreifende Strukturieren der Konstrukte sowie die in MAXQDA 12 zur Verfügung gestellten Werkzeuge zur Darstellung der Stärke von Zusammenhängen bildeten das Fundament des zweiten Zyklus‘.

Zyklus Z2

Die Reduktion des Materials im Ergebnis des ersten Auswertungszyklus‘ erlaubte eine nunmehr fokussierte Auswertung der erklärenden und erklärten Variablen von Belang, um die identifizierten Konstrukte in ihrer Aussage detaillierter zu gestalten und zu schärfen. Im zweiten Zyklus galt es, die Einzelfall- und perspektivenspezifischen Auswertungen zu ergänzen. Dies geschah allerdings unter der Maßgabe, keine Trennung zwischen den Akteuren vorzunehmen, um den Abgleich der Muster effektiv vorzubereiten. Die schon aus Z1 bestehenden Kodierungen fungierten als Ausgangspunkt des Kodierens. Es konnte sich des Weiteren auf die tatsächlich relevanten Kategorien des dort genutzten Schemas konzentriert werden. Kontextuelle Informationen zu den Unternehmen flossen etwa bereits in die Einzelfallanalysen ein und waren daher nicht noch einmal zu beachten. Als Oberkategorien wurden folglich festgelegt:

- Informationsdefizite und andere Trigger von Verbesserungen,
- die Entscheidungsunterstützung im ETM,
- die Verankerung des (impliziten) Wissens in entsprechenden Planungsprozessen,
- die angestrebten Verbesserungen,
- sonstige Änderungen sowie
- die Umstände der Umsetzung der Verbesserungen inkl. Determinanten des Rückgriffs auf explizites respektive implizites Wissen oder EUS.

Die Ausprägungen dieser Oberkategorien wurden induktiv über Zusammenfassungen und offenes Kodieren neu hinzukommender Aspekte bzw. Eigenschaften erweitert, was sich innerhalb des Oberthemas der Informationsmängel etwa auf fehlende Informationen bezieht. Als besonders gravierend empfundene Informationsdefizite erhielten eine Ursachen- und eine Wirkungsdimension. Weiterhin galt die Regel, doppelte Kodierungen zu vermeiden, um die Anzahl an Kodierungen je Kategorie auswerten zu können und auf die Signifikanz von Ausprägungen zu schließen.[152]

Zyklus Z3

Die Zusammenführung der Auswertungsergebnisse von Z2 und der bereits vorhandenen Resultate in Form von Einzelfall- und fallübergreifenden Analysen aus Z1 ermöglichte die weitere Vertiefung der Erkenntnisse im dritten Auswertungszyklus. So war es auf effektivere Art und Weise möglich, die übergreifende Auswertung nach wichtigen Themenkomplexen sowie Konstrukten vorzunehmen und theoretisch generalisierbare Ableitungen bzgl. der

[152] Für das Kodierschema von Z2 s. Anhang A.6.2, Tabelle A - 4.

identifizierten Muster zu treffen. Die Muster wurden unter der Einbeziehung kontextueller Gegebenheiten miteinander abgeglichen und festgestellte Ursache-Wirkungs-Beziehungen auf ihre Wiederholung bzw. Kontrastierungen hin untersucht. Dadurch blieben weniger Kategorien übrig, die nun in einen stärkeren Zusammenhang zu bringen waren. Kausalketten erhielten eine Darstellung unter der Anwendung kognitiver Kartierungen z. B. auf Flipcharts, um Variablen und Verbindung zu systematisieren (Miles et al., 2014, S. 82ff., 235). Auf die Bedeutung der Variablen war v. a. durch die Auswertung der Anzahl von Kodierungen aus Z2 zu schließen. Auf den kognitiven Kartierungen aufbauend erfolgte die Aufstellung von umfangreichen Tabellen, um sowohl selbst getätigte Rückschlüsse und Zusammenfassungen als auch konkrete subjektive Statements der Interviewten[153] themen- und konstruktbezogen auf übersichtliche Art und Weise darstellen und das Material nochmals reduzieren zu können. Im Sinne der theoretischen Replikation bei der Auswahl der Fälle wurden sogenannte Ausreißer nicht als negativ, sondern positiv aufgenommen, sofern sie der Unterstützung der grundlegenden Aussagen dienten. Eine Inklusion in die Auswertung erhielten außerdem Anregungen, die sich aus Feedbackgesprächen mit den Teilnehmern sowie mit anderen Forschern ergaben.

[153] Die Berücksichtigung subjektiver Meinungen und Aussagen geht einher mit der Forderung, dass bei der Theoriebildung, die reichhaltige Beschreibungen erfordert, auch die anekdotische Auswertung nicht zu vernachlässigen ist (Eisenhardt, 1989, S. 538).

7 Vorstellung der Studienergebnisse

Zur Verschriftlichung qualitativer Fallstudienergebnisse existieren keine streng vorgegebenen Regeln, sondern es obliegt den Forschenden, eine für die behandelte Thematik am besten passende Vorgehensweise zu wählen. Im hier betrachteten Kontext wird sich auf das Vorgehen der anekdotischen Beschreibungen konzentriert (Pratt, 2009, S. 856ff.). Dies gewährleistet es am ehesten, die Wahrnehmung der Probanden sowie die Gründe für bestimmte Aussagen abzubilden. Die Studienfragen berufen sich nicht zuletzt darauf, für wie problematisch die als Experten auftretenden Interviewten genannte Defizite halten und welche Konsequenzen sie als besonders schwerwiegend erachten. Um ihre Meinungen möglichst unverzerrt auszudrücken, finden sich Zitate der Interviews in der Auswertung wieder. Wo eine konkrete Aussage hinter einem geschilderten Umstand steht, wird auf den entsprechenden Auszug aus dem Interviewtranskript verwiesen.[154] Es ist jedoch zu beachten, dass sich die Zusammenhänge oft aus mehreren zusammengesetzten Aussagen sowie aus der Interpretation des Gesagten ergaben. In diesen Fällen wird nicht auf spezifische Passagen aus den Transkripten verwiesen. Das Vorgehen bei der Verschriftlichung der Auswertung ist in Abbildung 33 dargestellt.

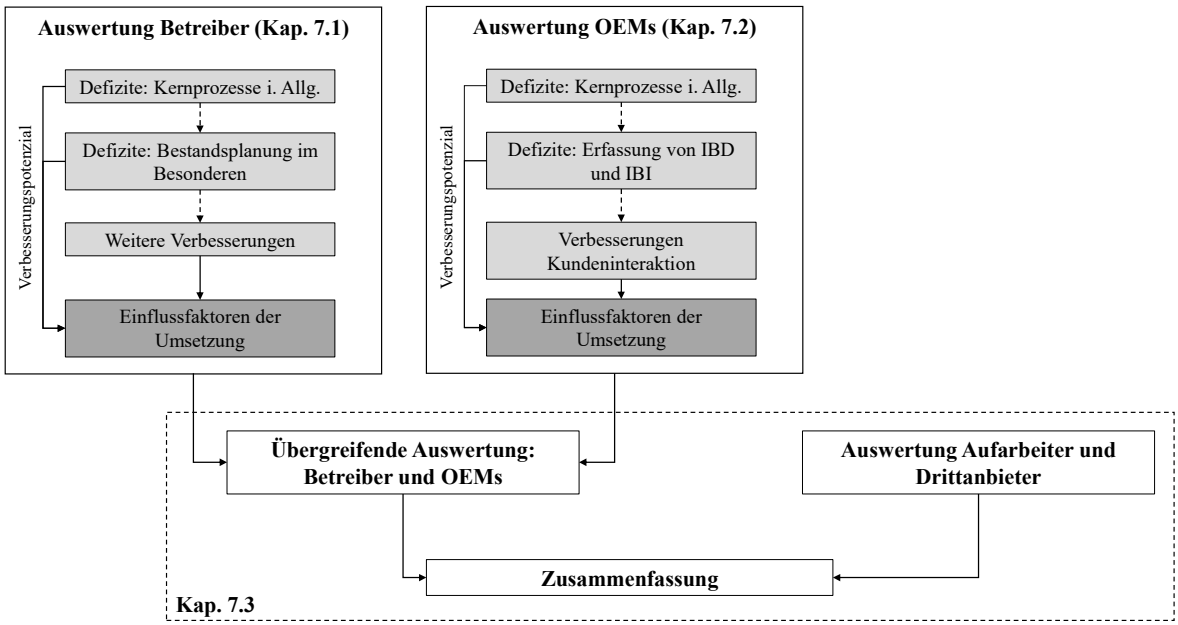

Abbildung 33: Aufbau der Fallstudienauswertung

Die Akteure Betreiber und OEMs erhalten vorerst eine getrennte Betrachtung, da sich hier umfangreiche, für die jeweilige Perspektive spezifische Resultate ergaben, die eine gesonderte Vertiefung erfordern. Die Ergebnisse werden anschließend zusammengeführt bzw. übergreifend ausgewertet und zur Gewährleistung einer ganzheitlichen Sicht die Aufarbeiter

[154] Die Textpassagen befinden sich in Anhang A.7.

und Drittanbieter in die Auswertung einbezogen. Zusammenfassend erfolgt die Herausstellung der Sinnhaftigkeit der Etablierung eines bewusst in das ETM integrierten Informationsmanagements.

7.1 Auswertung aus Perspektive der Betreiber

7.1.1 Kernprozesse sowie Daten- und Informationsdefizite

Entgegen der innerhalb der Designphase aufgestellten Annahme war bei den Betreibern[155] keine Abneigung gegenüber Methoden der Wissenschaft festzustellen, auch wenn den Interviewten der Überblick fehlte, welche Themen des ETMs in der Wissenschaft behandelt werden. Eine grundlegende Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit der Wissenschaft wiesen alle Unternehmen auf. Operative Entscheidungen, die sich auf Vergangenheitsdaten berufen, galten bei den Teilnehmern als wenig verbesserungswürdig. Dazu zählte im Besonderen die Lagerhaltung der Ersatzteile, welche als Verbrauchsmaterial bzw. Consumables zu typisieren sind und mithilfe der klassischen, für das Produktionsmaterial genutzten Dispositionswerkzeuge eingeplant werden. Hierzu griffen die Unternehmen auf bereits im ERP-System eingebettete Verfahren – vornehmlich auf Min-Max-Steuerungen bzw. (*s, S*)-Lagerhaltungspolitiken – zurück. Missstände bei der Verfügbarkeit von Vergangenheitsdaten von quantitativ stärker vertretenen Ersatzteilen, die keinen merklich unregelmäßigen Verlauf aufweisen, sind deshalb nicht als problematisch zu deklarieren. Auf Ersatzteile angepasste Prognosemethoden waren hier folglich nicht auszumachen.

Zur Nachvollziehbarkeit der durch die Teilnehmer empfundenen Ineffizienzen durch Informationsdefizite (s. Studienfrage S1[156]) ist es im Vorhinein sinnvoll, den Blick auf den Status quo in Bezug auf die Ersatzteil-Klassifizierung zu richten. Diese bildet den Ausgangspunkt für die nachfolgenden Prozessverbesserungen. Tabelle 31 verdeutlicht, dass nicht alle Betreiber eine gewissenhafte Kategorisierung von Ersatzteilen vorzuweisen hatten bzw. sich teils auf einfache Typisierungen beschränkt wurde. Kein Unternehmen konnte sich auf strikte Kritikalitätseinschätzungen, die auf nutzbare quantifizierte Störungs- und Ausfallkosten zurückgreifen, berufen. Die gewählten Kategorien waren zudem – mit Ausnahme von B2 – nur wenig auf Ersatzteile zugeschnitten.

[155] Wie in Kapitel 6 beschrieben, ist B6 lediglich zur theoretischen Abgrenzung vorgesehen und erhält deshalb an einer passenden Stelle der Beschreibungen eine Erwähnung. Wenn von allen Unternehmen oder allen Betreibern gesprochen wird, ist von den Teilnehmern B1 bis B5 die Rede.

[156] S1: Wie und warum bedingen bzw. beeinflussen sich die Wahrnehmung von Informationsdefiziten und die Einschätzung der Effizienz sowie Effektivität von ETM-Prozessen?

Teiln.	Kriterien	Details
B1	• Verbrauch • Wert	• Steuerung von Verbrauchsmaterial (niedriger Wert) nach Kanban-Prinzip (s. Anhang A.7.1, Passage B1.1) • keine auf Ersatzteile zugeschnittene Kategorisierung, da nie konsequent verfolgt (s. Anhang A.7.1, Passage B1.2)
B2	• Verbrauch • Wert • Regelmäßigkeit	• Trennung nach Verschleiß- und Reserveteilen • ABC-Analyse (s. Anhang A.7.1, Passage B2.1) • zusätzlich Focus-Parts (besondere Aufmerksamkeit, z. B. durch End of Life oder schlechte Lieferantenzuverlässigkeit) (s. Anhang A.7.1, Passage B2.2)
B3	• Verbrauch • Wert • Regelmäßigkeit	• ABC und XYZ-Analyse (s. Anhang A.7.1, Passage B3.1)
B4	• Verbrauch • Wert • Regelmäßigkeit	• ABC- und XYZ-Analyse • existente Ansätze der Klassifizierung nach Produktionskritikalität (theoretisch), aber praktisch nicht weiter verfolgt (s. Anhang A.7.1, Passage B4.1)
B5	• Verbrauch	• Trennung nach Schnell- und Langsamdrehern (bereichsweise Festlegung) (s. Anhang A.7.1, Passage B5.1)

Tabelle 31: Klassifizierung von Ersatzteilen (Betreiber)

Nichtsdestotrotz war festzustellen, dass das Bewusstsein für die Wichtigkeit sorgfältiger Klassifizierungsentscheidungen ausgehend von der Ersatzteilkritikalität bei allen Probanden bereits existierte. Die notwendige Informationsbasis zur Durchführung dieser Klassifizierung wies eine vergleichsweise starke Variabilität auf. Im Zusammenhang mit der Kritikalität offenbarten sich insb. in Verbindung mit Bevorratungsentscheidungen bestehende Ineffizienzen. Für die Betreiber B1, B2, B4 und B5 stellten Ersatzteilüberbestände einen großen Kostenfaktor dar. Die Interviewten beriefen sich auf die Branche als Einflussfaktor. Eher besteht jedoch eine Verbindung zu den Daten- und Informationsdefiziten im Zusammenspiel mit den Instandhaltungsstrategien, welche Tabelle 32 veranschaulicht.

Teiln.	Instandhaltungsstrategien	Ersatzteil-positionen Lager (ca.)	Übermittelte Daten- und Informationsdefizite
B1	• reaktiv • vorausbestimmt zeitbasiert • zustandsbasiert mit festen Inspektionsintervallen	30.000	• Lagerbewegungen • Zuordnung von Ersatzteilen (Teilenummern) zu Maschinen / Verwendungsnachweise • verwandte Teilenummern / substituierbare Ersatzteile • Antragsteller (der Instandhaltung) bei Neueinlagerungen • verbrauchtes Material je Instandhaltungsaktivität • integrierte Kennzahlen • Lieferantenportfolios
B2	• reaktiv • vorausbestimmt quantitätsbasiert • vorausbestimmt zeitbasiert • zustandsorientiert	20.000	• Lebenszyklusinformationen (Ersatzteile) • Ausfallkosten und -risiken
B3	s. B2	Kein Überblick (VMI)	• erreichte Servicegrade • Gründe für Störungen
B4	• reaktiv • vorausbestimmt zeitbasiert • zustandsbasiert mit festen Inspektionsintervallen	14.000	• Zuordnung von Ersatzteilen (Teilenummern) zu Maschinen / Verwendungsnachweise • Antragsteller (der Instandhaltung) bei Neueinlagerung • verbrauchtes Material je Instandhaltungsaktivität • integrierte Kennzahlen
B5	• reaktiv mit Revisionen • vorausbestimmt zeitbasiert • zustandsbasiert mit festen Inspektionsintervallen	20.000	• Lagerbewegungen • Zuordnung von Ersatzteilen (Teilenummern) zu Maschinen / Verwendungsnachweise • Antragsteller (der Instandhaltung) bei Neueinlagerung • verbrauchtes Material je Instandhaltungsaktivität

Tabelle 32: Daten- und Informationsdefizite (Betreiber)

B2 und B3 wiesen im Vergleich zu den weiteren Teilnehmern deutlich weniger wahrgenommene Defizite auf. Im Fall von B3 wurden Anlagen bei Erreichen einer gewissen Stundenanzahl zwar aus dem Produktionsprozess genommen, aber keine JIT-Bestellung von Ersatzteilen getätigt, weil das Management des Inventars über VMI erfolgte. Generell sah es B3I als sinnvoll an, Zustandsinformationen für die Ersatzteilplanung zu nutzen und vor der Beschaffung eine Abfrage durchzuführen, ob sich genügend Ersatzteile auf Lager befinden oder bereits für Maßnahmen reserviert sind. Auch die Erfassung von Ersatzteilverfügbarkeiten, die für das Unternehmen bis dato keine große Rolle spielte, erachtete B3I als überlegenswert. Dadurch sollten die Verfügbarkeitsverluste durch Störungen der Anlagen, die an der Nichtverfügbarkeit von Ersatzteilen festzumachen sind, abgeleitet und als Verhandlungsbasis mit den Lieferanten verwendet werden (s. Anhang A.7.1, Passage B3.2).

B2 nahm als einziger befragter Betreiber eine Messung erreichter Ersatzteilverfügbarkeiten (als β-Servicegrad) vor. Die durchschnittliche Verfügbarkeit betrug hier ca. 99 Prozent. Dies ist zwar ein beachtlicher Wert, für B2 aber die Ursache für die zu hoch erachteten Bestände. Die Verfügbarkeit ergibt sich aus den signifikanten Störungsfolgekosten, die wiederum in Zusammenhang mit dem stark technologisierten Fertigungsbereich stehen.[157] Dies ist der Grund, warum B2 trotz der generellen Fortschrittlichkeit seines ETMs damit befasst war, Bestände zu senken. Die Ermittlung des potenziellen Ausfallrisikos als Gegenwert zur Bestandssenkung stellte dabei eine Herausforderung dar (s. Anhang A.7.1, Passage B2.3).

Zwar nutzten sowohl B2 als auch B3 die ZOI mithilfe von in den Produktionsanlagen verbauter Sensorik, eine Inklusion der auf diese Weise gewonnenen Informationen für die Ersatzteilplanung erfolgte indes nur bei B2. Das ETM des Unternehmens war bestrebt, die Zustandsinformationen noch umfangreicher für zuverlässigkeitsorientierte Prognosen von Reserveteilen zu verwenden. Dazu sollte verstärkter auf Simulationen, die auf Ausfallstatistiken und Störungskosten basieren, zurückgegriffen werden, um die Lebenszeit der Ersatzteile abzubilden. Die Schaffung der erforderlichen Daten- und Informationsbasis wurde begünstigt durch die enge Verzahnung von ETM und IHM (s. Anhang A.7.1, Passagen B2.4, B2.5 und B2.6). Die Interviewten machten ferner deutlich, dass eine hohe Bereitschaft besteht, mit Hochschulen zusammenzuarbeiten (s. Anhang A.7.1, Passage B2.7), womit sich bezogen auf B2 ein Rückschluss auf die Studienfrage S2[158] ziehen lässt.

Der Betreiber B2 äußerte in diesem Zusammenhang aber eine Unzufriedenheit mit den Erstausrüstungsangeboten bzw. Ersatzteilempfehlungslisten der OEMs, da sich das Unternehmen auf diese nur bedingt verlassen konnte:

---

[157] Jou et al. (2009, S. 405) schätzen den Verlust bei einer Störung in der Wafer-Herstellung auf durchschnittlich 300.000 USD pro Stunde.

[158] S2: Welchen Einfluss nimmt diese Einschätzung wiederum auf die Offenheit und Bereitschaft zur Anpassung dieser Prozesse?

„Also die Historien zeigen halt, es [werden] teilweise beim Equipment-Kauf Equipment-Listen, Teilelisten, genommen, wo sich dann am Ende herausstellt, dass wir da Teile mit auf Lager genommen haben, die sich eigentlich nie drehen. Das ist diese Empfehlung, die natürlich Umsatz generiert." (B2I3)

Dies veranlasste B2 dazu, die Liste nach eigenem Ermessen anzupassen. Der OEM war auf der anderen Seite zwar daran interessiert, sich die Erfahrung der Betreiber mit Kritikalitätseinschätzungen und Prognosen zunutze zu machen, die Kooperationsbereitschaft wurde durch die negativen Erfahrungen von B2 jedoch gehemmt (s. Anhang A.7.1, Passage B2.8).[159]

Auch wenn unter theoretischen Gesichtspunkten die ETL-Kosten einen Einfluss auf die Auswahl von Instandhaltungspolitiken besitzen sollten, zeigte sich im Verlauf der Studien, dass für B1, B4 und B5 die umgekehrte Implikationsrichtung den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Mit Blick auf Tabelle 32 ist auffällig, dass sich die drei Unternehmen sowohl in den zur Anwendung kommenden Instandhaltungsstrategien als auch den übermittelten Daten- und Informationsdefiziten in puncto Verwendungsnachweise, Antragsteller (der Instandhaltung) bei Neueinlagerung sowie Materialverbrauch je Instandhaltungsaktivität decken. Obschon in den drei Unternehmen jeweils Instandhaltungspläne, die in der Theorie den Weg hin zu einer annähernd deterministischen Bedarfsplanung ebnen, existierten, hoben die Interviewten hervor, dass Ersatzteilüberbestände eine signifikante Ineffizienz des ETMs markieren.

B1I äußerte auf der einen Seite Bestrebungen, Ersatzteile aus geplanten Instandhaltungsmaßnahmen JIT zu beschaffen und das Ersatzteillager damit lediglich als Notfallpuffer zu nutzen. Auf der anderen Seite verfügte aber keiner der untersuchten Betreiber über eine mit B1 vergleichbar hohe Anzahl an Ersatzteilpositionen. Der Betreiber strebte zwar grundsätzlich β-Servicegrade von 100 Prozent an, erfasst wurden diese jedoch nicht. Insbesondere das Fehlen von Verwendungsnachweisen bzgl. der gelagerten Ersatzteile wirkte sich negativ aus. So resultierte die mangelhafte Transparenz in der Frage, aus welchem Grund ein Ersatzteil ursprünglich eingekauft wurde, darin, dass beträchtliche Altlasten entstanden (s. Anhang A.7.1, Passage B1.3). Dies ist zurückzuführen auf eine unzureichende Informationserfassung bei der Übermittlung von Ersatzteilanforderungen:

„Als erstes füllt es [Anm.: die Bestellanforderung] der Mitarbeiter aus, der an der Maschine tätig ist oder von dem die Reparatur durchgeführt wird und dann wird es von den jeweiligen Vorgesetzten freigegeben, ob das Teil wirklich bestellt wird. Aber er schreibt wirklich nur das Teil auf, also wir fordern im Moment auch nicht mehr ein, als Einkauf. […] Also das macht die Instandhaltung, die schreiben dann schon ihren Bericht zur Reparatur, aber die Sachen haben wir jetzt nicht verfügbar. Und das ist

[159] Das Thema der Ersatzteilempfehlungslisten kommt abermals in Kapitel 7.2.3 zur Sprache.

jetzt so, wir sagen, das ist der Schlüssel, um überhaupt auch bessere Einkaufsarbeit abgeben zu können." (B1I)

Diese vernachlässigte Zuordnung von ins Lager aufgenommenen Teilen zu Maschinen sowie die fehlende Erfassung des Grundes für die Einstockung sind Defizite, welche B1 mit B4 und B5 gemein hat (s. Anhang A.7.1, Passage B4.2 und Passage B5.2) und deckt sich mit den Ergebnissen aus dem Review (s. Tabelle 23, Kapitel 5.4.3).

Zwar waren die Überbestände ein Problem für die Betreiber, dennoch förderten diese im Sinne von Studienfrage S2 den Umstand, dass die Notwendigkeit für Verbesserungen erkannt wurde. B5 bspw. begann erst Mitte der 2010er Jahre mit der Digitalisierung der im Archiv vorliegenden Datenbestände und konnte den Aufarbeitungsprozess dadurch schließlich vorantreiben. Ein Scansystem zur Einlagerung und Ausfassung von Stock Keeping Units, das erst kurz vor dem Interviewtermin eingeführt wurde, gewährleistete den zunehmenden Überblick über Lagerbestände. Vorher erfolgten diese Prozesse manuell und papierbasiert, was eine mangelnde Transparenz nach sich zog.

Laut der in Kapitel 3.2 behandelten Literatur sollten sich Informationen zur Zuordnung und Rückverfolgung von Ersatzteilbeständen aus den Teile- sowie Anlagestammdaten entnehmen lassen. Die Defizite in diesem Bereich haben einen Einfluss auf die Zuverlässigkeit von Aussagen dazu, welche Bedeutung die Ersatzteile in Bezug auf die Anlagenkritikalität aufweisen und in welcher Phase des Lebenszyklus' sie sich befinden. Dadurch wurden bei den betroffenen Betreibern Unsicherheiten hervorgerufen, die ein zurückhaltendes Agieren bei der Korrektur der (überschüssigen) Lagerbestände förderten. Die Entfernung der sogenannten Altlasten repräsentierte eine große Herausforderung. So war die Nacherfassung erforderlicher Daten mit einem hohen wahrgenommenen Aufwand verbunden. Zudem verkomplizierte die Spezifität von Ersatzteilen das Treffen überlegter Entsorgungs- und Verschrottungsentscheidungen. Die Einführung rigoroser Anforderungs- und Genehmigungsprozesse bei der Anmeldung von Lagerneuaufnahmen durch die Instandhaltung ist eine Maßnahme des direkten Informationsmanagements, welche bei den Betreibern B1, B4 und B5 als Lösungsansatz zur Sprache kam und den Kernprozess des Bestandsmanagements verbessern sollte.

7.1.2 Anforderungs- und Genehmigungsprozesse bei Ersatzteilanforderungen

Ziel der Anforderungs- und Genehmigungsprozesse i. Allg. ist zum einen die Limitation von Lagerneuaufnahmen und zum anderen deren eindeutiger Bezug auf eine Maßnahme der Instandhaltung, um an die fehlenden Verwendungsnachweise zu gelangen. Nur ein kontrolliertes und sorgfältiges Vorgehen gewährleistet, Lagerbestandsbereinigungen konsequenter vornehmen zu können sowie Entscheidungen, die mit dem Erreichen des Lebensendes von Ersatzteilen und Anlagen verbunden sind, zuverlässiger zu treffen. Weiterhin ist zu vermeiden, zusätzliche Überbestände aufzubauen.

Ursprung des Bedürfnisses nach diesen strengen Genehmigungsprozessen aufseiten des ETMs war in allen drei erwähnten Fällen (B1, B4, B5) die Entscheidungen über Bestellanforderungen der technischen Mitarbeiter der Instandhaltung. Hier spiegelte sich der zentrale Zielkonflikt wider, denn die Instandhalter wurden an der absoluten Maschinenverfügbarkeit, die kaufmännisch orientierte ETL aber an der Höhe der Bestände bzw. den Kapitalbindungskosten gemessen. Für das Halbleiterunternehmen B2 stellte gerade dieser Zielkonflikt den Grund für eine enge Zusammenarbeit von ETM und IHM dar. Das ETM meldete kostenintensive Bedarfsanmeldungen an das IHM zurück, um eine Diskussionsgrundlage zu schaffen (s. Anhang A.7.1, Passage B2.9). Förderlich war die hier schon etablierte strategisch angelegte, separate Organisationseinheit für das ETM. Dies unterstreicht die Bedeutung integrierter Prozesse von Instandhaltung und Ersatzteilwesen, sodass die Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit nicht mehr im Gegensatz zur Lagerbestandsoptimierung steht.

Die eher zur ETL als zum ETM zählenden Kernprozesse erhielten bei B1 eine Zuordnung zur Beschaffung, welche wiederum mit der Produktionsplanung verbunden war. Vor dem Einsatz von B1I als Leitung des Beschaffungsmanagements wurden durch die Techniker gemeldete Lagerneuaufnahmen nicht konsequent geprüft, wodurch Sicherheits- und Meldebestände „auf Zuruf“ geändert werden konnten. Folglich basierte die Lagerhaltung zwar auf Kritikalitätsüberlegungen der Instandhalter, diese wurden aber nicht nachvollziehbar notiert, womit keine Wissensexplikation erfolgte. Ein nicht unerheblicher, aber unspezifizierter Anteil an Beständen geriet durch zu hohe Meldebestände, die nie einen Bedarf auslösten, in Vergessenheit. Die fehlenden Verwendungsnachweise behinderten wiederum Nachforschungen zu der Frage, ob sich die übergeordneten Anlagen nach wie vor im Einsatz befanden. Infolgedessen etablierte B1I das Befüllen eines Formblatts mit der Pflicht, die Instandhaltungsmaßnahme, die Maschine und die Gründe der Anforderung niederzuschreiben sowie die Bestellanforderung durch den Einkauf bestätigen zu lassen (s. Anhang A.7.1, Passage B1.4). Dies sollte gewährleisten, dass Überbestände in Zukunft vermieden und Lagerbestandsbereinigungen begründet durchgeführt werden. Die Zuordnung der ETL-Prozesse zur Organisationseinheit Beschaffung war im Fall von B1 förderlich zur Umsetzung der Prozessverbesserung.

B4 verfügte über ein Ersatzteillager, dem operative ETL-Entscheidungen, u. a. die Kontrolle von Lagerneuaufnahmen und Bestandsbereinigungen, zugeschrieben wurden. Diese Funktionen ließen sich durch den Verantwortlichen B4I1 aber nur eingeschränkt ausführen. Speziell die lückenhafte Dokumentation erschwerte – wie bereits am Beispiel von B1 erläutert – die Nachvollziehbarkeit, warum ein Ersatzteil vormals als kritisch galt und inwiefern es daher nach wie vor benötigt wird oder aber der Entsorgung zuzuführen ist:

„[W]enn es um einen Taster geht, da sagt dann schon der Techniker: Ich habe an meiner Maschine 20 Stück verbaut. Ob wir jetzt einen oder zwei hinlegen, das ist sicherlich sein Empfinden. Also das ist natürlich sein Sicherheitsdenken. Bloß wer will da was dagegen sagen?“ (B4I1)

Das Sicherheitsempfinden der Techniker sowie die nicht gegebene Nachvollziehbarkeit der angemeldeten Quantitäten an Ersatzteilen fanden ihren Ursprung in der zustandsbasierten Instandhaltungsstrategie gepaart mit festen Inspektionsintervallen. Beschaffungsvorgänge wurden am Zustand der verbauten Ersatzteile festgemacht. Dadurch war die Planbarkeit der ETL eingeschränkt, denn der Bedarf nach Ersatzteilen ergab sich erst infolge der Inspektion (s. Anhang A.7.1, Passage B4.3). Dies bewirkte eine ungünstige Ausgangslage für B4I1, um die Ursache der Überbestände anzugehen, was Abbildung 34 verdeutlicht. Die Risikoaversion des Instandhaltungspersonals als erster Einflussfaktor wurde hervorgerufen durch die als hoch empfundene Verantwortung, die sich technische Mitarbeiter in Verbindung mit kostenintensiven Ausfällen und Störungen der Anlagen individuell gegenübersahen. Der geringe Durchsatz zeitlich vorausbestimmter Instandhaltungsmaßnahmen als zweiter Einflussfaktor entsprang der Maßgabe, den Anlagenbetrieb möglichst nicht zu unterbrechen, sodass Instandhaltungstechniker dazu angehalten waren, all diejenigen Teile präventiv zu tauschen, die sie aus ihrer Erfahrung heraus als austauschbar erachteten. Dies förderte schließlich die lockere Politik hinsichtlich der Ersatzteilanforderungen.

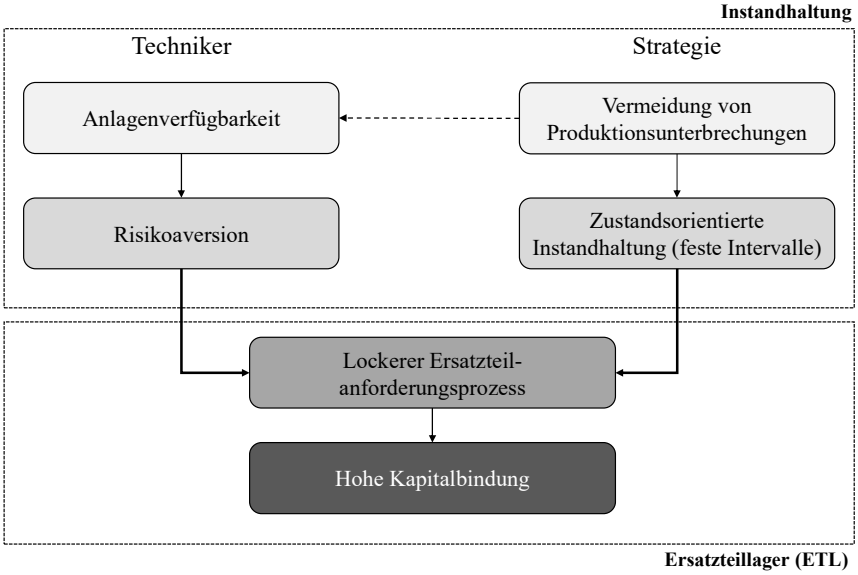

Abbildung 34: Situation der Ersatzteilanforderungen bei B4

Neben den Lagerneuaufnahmen trugen zur hohen Kapitalbindung auch die finalen Bestellmengen bei. Hier wurde ebenfalls das Fehlen einer gewissenhaften Entscheidung darüber, welche Ersatzteile nach Abkündigungen noch als lagerfähig gelten sollten, moniert. Genau wie bei B1 erfuhren die Gründe für Bevorratungsentscheidungen im Unternehmen B4 keine angemessene Dokumentation. Daher war nicht ersichtlich, welche Mengen je Mitarbeiter

und Maßnahme angefordert sowie welche Ersatzteile tatsächlich getauscht oder lediglich repariert wurden. Eine Beseitigung der Überbestände erfuhr durch dieses Defizit abermals eine Hemmung. In der Folge entstand bei B4 die Notwendigkeit, Lagerneuaufnahmen zu stoppen und sich vorerst eingehender mit den vorhandenen Beständen auseinanderzusetzen (s. Anhang A.7.1, Passage B4.4). Allerdings erwarteten die Gesprächspartner keine tatsächliche Änderung der Instandhaltungsstrategie und somit der Risikoaversion der Techniker. Da die Vermeidung von Produktionsstillständen allgemein als gewichtiger betrachtet wurde, bedeutete eine derartige Änderung einen tieferen Einschnitt in die Unternehmenskultur, was letztlich zur Folge hatte, dass der lockere Ersatzteil-Anforderungsprozess bestehen blieb (s. Anhang A.7.1, Passage B4.5).

Im Fall von B5 wirkte zusätzlich die Organisationsform als hemmender Faktor auf die Durchsetzung der Anforderungs- und Genehmigungsprozesse ein. Die ETL war teilweise der Instandhaltung untergeordnet, während die Instandhaltung wiederum auf die einzelnen Fachbereiche des Unternehmens aufgeteilt wurde. Vergleichbar ist dies mit dem modularen Aufbau von B3. Hier trug der Modulverantwortliche die Ersatzteilanforderungen direkt an den Einkauf heran, der eine Prüfung vornahm. Durch das im Unternehmen B3 etablierte VMI stellten Ersatzteilbestände aber kein Problem dar. Bei B5 existierte zusätzlich ein zentral für die Bereiche angelegtes Ersatzteil-Magazin, das zwischen den Fachbereichsverantwortlichen und dem Einkauf zu verorten war. Jeder Fachbereich verfügte über einen eigenen Experten, welcher die Störungsfolgekosten subjektiv einschätzte und Ersatzteilanforderungen abgab. Die Experten kümmerten sich um die Instandhaltung der in ihrer Verantwortlichkeit liegenden Anlagen und übermittelten sowohl Anforderungen für Lagerneuaufnahmen als auch Mindestbestandsfestlegungen an den operativen Einkauf. Zwar kam dem zwischengeschalteten Magazin die Prüfung dieser Anforderungen zu, ein Widerspruch erfolgte jedoch nur selten, womit eine mit Abbildung 34 vergleichbare Dynamik entstand:

> *„Und da haben wir halt die Philosophie, lieber ein Ersatzteil mehr hinlegen als die Anlage tagelang stehen zu lassen, weil du ein Teil nicht bekommst. Aber das, was wir da brauchen und wollen, das legen die Bereiche selber fest.“(B5I)*

Das Magazin trug die Verantwortung für die Prüfung der durch die Instandhaltungstechniker angemeldeten Bedarfe, ermittelte ebendiese jedoch nicht selbst. Die durch die Bereiche angeforderten Mengen wurden nicht näher hinterfragt und der fachbereichsweise Aufbau beeinflusste Bestrebungen von B5I hin zu strengeren Anforderungs- und Genehmigungsprozessen negativ. Die Risikoaversion zog sich laut B5I bis hinauf zum Top-Management, das nur wenig Unterstützung dabei lieferte, die Situation zu verändern (s. Anhang A.7.1, Passage B5.3). Die Bereichsleiter waren deshalb weder dazu bereit, die Entscheidungsverantwortung über Lagerneuaufnahmen abzugeben, noch hielt die Unternehmensleitung sie dazu an.

Im Ergebnis fehlte Unternehmen B4 und B5 die Diskussionsgrundlage für Gespräche mit dem IHM, welche im Fall von B2 schon vorlag und welche B1 durch das standardisierte

Formular zu schaffen begann. Sowohl bei B4 als auch bei B5 war zu erkennen, dass – im Gegensatz etwa zu B1 und B2 – insb. die mangelhafte Unterstützung aufseiten der höheren Management-Ebenen zur Frustration der Interviewten führte. Diese konnten ihr Ziel einer möglichst niedrigen Kapitalbindung nicht erfüllen und verloren den Überblick über die Bestände, hatten jedoch nur wenig Möglichkeiten, die Situation aus eigener Kraft zu verbessern. Nach Meinung von B4I2 verfügten z. B. die dezentralen Lager aufgrund ihrer Befassung mit dem operativen Produktionsgeschäft über zu wenige Kapazitäten, weshalb Verbesserungen generell vom Zentrallager ausgehen sollten.

An dieser Stelle ist das Unternehmen B6 zum Vergleich respektive als Kontrast anzuführen. Hier bauten Entscheidungen zur Lagerhaltung von Ersatzteilen ebenfalls hauptsächlich auf der Einschätzung von technischen Mitarbeitern auf, allerdings herrschten nur kleine Entscheidungsgrößen und ein wenig ausgeprägtes Sortiment vor. Es wurde eine reaktive sowie eine auf festen Inspektionsintervallen aufbauende zustandsorientierte Strategie genutzt. Das Ersatzteillager bestand aus einem kleineren Raum ohne festgeschriebene Auffüllgrenzen, sodass Erfahrungs- und Expertenwissen nach Meinung der Interviewten eine ausreichende Entscheidungsbasis bildete. Das geringe Ersatzteilsortiment bedingte, dass Überbestände noch kein Problem darstellten. Zudem begünstigten Lieferantenbeziehungen, dass Ersatzteillieferungen innerhalb weniger Stunden erfolgen konnten. Folglich lagen beim Unternehmen keine Anreize für Verbesserungen in der ETL vor. Es offenbarten sich aber deutliche Parallelen zur Situation der Betreiber B1, B4 und B5, bevor sich deren Ersatzteilbestände in Altlasten wandelten. Bezogen auf das Verständnis der Signifikanz und Vorteilhaftigkeit eines strategisch angelegten ETMs markierte eben jene Wandlung für die Unternehmen einen Wendepunkt. Die mit Anwachsen des Ersatzteilsortiments zunehmende Entscheidungskomplexität machte es erforderlich, Planungsprozesse auf einer zuverlässigeren Daten- und Informationsbasis aufzubauen sowie die engere Zusammenarbeit zwischen Instandhaltung und den mit der Ersatzteilplanung beschäftigten Abteilungen weiter voranzubringen.

7.1.3 Weitere Verbesserungen und Einflussfaktoren

Nachdem sich in den beiden vorangegangenen Teilkapiteln im Schwerpunkt mit Prozessverbesserungen in Hinblick auf die (Nicht-)Einbeziehung der Ersatzteilkritikalität und daraus resultierenden Überbeständen beschäftigt wurde, listet Tabelle 33 weitere Verbesserungsmaßnahmen auf, die auf einer Beseitigung der genannten Informationsdefizite fußen. Diese bilden schließlich die Basis der Erläuterung weiterer Einflussfaktoren, welche das Informationsmanagement bei der Umsetzung der Verbesserungen determinieren (s. Studienfrage S3[160]).

[160] S3: Welche Faktoren beeinflussen das Informationsmanagement bei der Umsetzung von Verbesserungen?

Teiln.	Ziele / Verbesserungsmaßnahmen aus Informationsdefiziten
B1	• Erfassung von Lagerbewegungen über Barcode (s. Anhang A.7.1, Passage B1.5) • transparentere Lieferantenauswahl (s. Anhang A.7.1, Passage B1.6) • integrierte Performancemessung (s. Anhang A.7.1, Passage B1.7) • konsistentes Datenmanagementsystem von IHM und ETM (s. Anhang A.7.1, Passage B1.8)
B2	• schnellere Priorisierung und Lieferantenauswahl (mehr Informationen auf einen Blick) (s. Anhang A.7.1, Passage B2.10) • Zentralisierung und Integration der Informationsflüsse über die Nutzung eines kohärenten ERP-Systems in allen Bereichen (s. Anhang A.7.1, Passage B2.11)
B3	• Nutzung von Kennzahlen aus der Instandhaltung für das ETM (s. Anhang A.7.1, Passage B3.3)
B4	• Aufbau einer standortübergreifenden Lagerstrategie für Ersatzteile (s. Anhang A.7.1, Passage B4.4) • Aufbau eines Kennzahlensystems zur Bewertung von Handlungskonsequenzen für das ETM (s. Anhang A.7.1, Passage B4.6)
B5	• Erfassung von Lagerbewegungen über Barcode (s. Anhang A.7.1, Passage B5.4) • Standardisierung über alle Standorte hinweg (Erhöhung des Gleichteileanteils) (s. Anhang A.7.1, Passage B5.5)

Tabelle 33: Weitere angestrebte Verbesserungsmaßnahmen (Betreiber)

Die enge Zusammenarbeit zwischen IHM und ETM sowie ein funktionierender Informationsfluss zwischen den teils organisatorisch verstreuten Bereichen war – wie im vorherigen Kapitel beleuchtet – bei B1, B4 und B5 nur in Ansätzen gegeben, was sich in den angestrebten Verbesserungsmaßnahmen niederschlägt. Selbst objektiv betrachtet kleinere Änderungen, wie der im vorherigen Teilkapitel erläuterte einheitliche Genehmigungsworkflow bei Ersatzteilanforderungen, können dabei schon als eher radikal gelten. Die Einbindung von Instandhaltungsplänen und Zustandsdaten in die Ersatzteilprognosen wurde deshalb vorerst als nicht umsetzbar zurückgestellt. Sie trägt aber langfristig zum Erreichen der Ziele, welche die einheitlichen Strategien der Prognose und Lagerhaltung für Ersatzteile über Bereiche hinweg umfassen, bei. Im Kontrast dazu waren B2 und in abgeschwächter Form auch B3 (das Unternehmen wies durch den Rückgriff auf VMI nur relativ wenige Verbesserungsanreize auf) eher mit innovativen Gedanken bis hin zu einer prädiktiven Instandhaltung befasst. Um geplante Instandhaltungsmaßnahmen für das Beschaffungsmanagement zu nutzen, reizte B2 die Möglichkeiten der ERP-Software im Vergleich am besten aus, während B1, B4 und B5 in dieser Hinsicht noch Potenziale aufwiesen.

Vor der Ausschöpfung dieser Potenziale war es bei den drei Betreibern das vordergründige Ziel, eine Stärkung der mit dem ETM befassten kaufmännischen Abteilungen zu erlangen.

Dadurch wird die Signifikanz der Prozesskontrolle, die sich bei B2 durch die Bündelung der Kompetenzen in einer gesonderten Abteilung des ETMs schon einstellen konnte, unterstrichen. Die bei den anderen Unternehmen präsente Abteilungspluralität behinderte hingegen die einheitliche Richtung und v. a. die Integration von Instandhaltungsinformationen in die Ersatzteilplanung. Die Selbstorganisation der Bereiche im Unternehmen B5 wirkte hemmend auf die Einheitlichkeit der Vorgehensweisen und Planungsansätze. Deshalb wäre es notwendig, alle Fachbereichsverantwortlichen der Instandhaltung in Verbesserungsprozesse, z. B. hinsichtlich der Einheitlichkeit von Ersatzteilanforderungen, einzubeziehen. Bereichsübergreifende Ansätze zur Bedarfsprognose und zur Festlegung der Dispositionsparameter sind hier zwar theoretisch anzustreben, jedoch wurde deren Umsetzung von den festgefahrenen Strukturen und der eingeschränkten Kommunikation zwischen den Bereichen negativ beeinflusst. Auch bei B3 verhinderten die Autonomie der Modulverantwortlichen und die heterogenen Anforderungen die Einführung modulübergreifender Verfahren (s. Anhang A.7.1, Passage B3.4).

Im Fall von B4 existierte ein konzernweit einheitliches, mit dem ERP-System verbundenes Dispositionstool mit stochastischen Verfahren der Bedarfsprognose für Verbrauchsmaterial. Motivation der Einführung dieses Beschaffungs- bzw. Dispositionstools war es, Sicherheitsbestände auf Basis von Verbrauchsverläufen schnell festzulegen zu können, was generell funktionierte, sofern ausreichend Vergangenheitsdaten vorhanden waren. Es fungierte allerdings nur zur zentralen, konzernweiten Festlegung der Dispositionsparameter:

> *„Also ich habe ja mit diesem Dispositionstool, das hatte ich ja nur […] zwei Monate, dann ist es ja zentralisiert worden. Die Faustregel war, […] die Prognosen, die das Tool da auswirft, tunlichst zu ignorieren.“ (B4I1)*

Die Anwendbarkeit für sporadisch auftretende Ersatzteile war als kaum ausreichend zu bezeichnen, sodass – wie in Kapitel 7.1.2 erläutert – nach wie vor die Notwendigkeit bestand, umfassendere Überlegungen zu Sicherheitsbeständen anzustellen. Die Unmöglichkeit der Durchführung einer dezentralen, nur auf den betrachteten Standort bezogenen Disposition förderte Bestandsentscheidungen auf Basis von Erfahrungs- und Expertenwissen. Ein kompletter Verzicht auf das implizite Wissen der Instandhalter war für B4 daher nicht realistisch.

Darüber hinaus gingen die Gesprächspartner aus den Unternehmen B1, B4 und B5 auf die Problematik fehlender Mitarbeiter mit einem betriebswirtschaftlichen bzw. kaufmännischen Hintergrund respektive Wissen ein. B1I war bemüht, in Zukunft gezielter qualifizierte Mitarbeiter zu gewinnen und für die Verbesserung des ETMs einzusetzen (s. Anhang A.7.1, Passage B1.9). Bislang trug lediglich ein Mitarbeiter die Verantwortung potenzieller Verbesserungen im ETM. Ursache dafür waren Schwierigkeiten bei der Rechtfertigung des Nutzens, den Verbesserungen für das Unternehmen haben könnten. Da sich der Wert der Verbesserungen erst in der Zukunft zeigt, war es dem Unternehmen kaum möglich, diesen bereits im Vorhinein abzuschätzen, was sich mit den Erläuterungen zur Wertermittlung von

Informationen in Kapitel 3.1.3 deckt. Der Handlungsbedarf entstand daher durch Eskalation, wie an der Situation der übervollen Ersatzteillager ersichtlich ist. Im Fall von B4 schlug sich das Fehlen von Mitarbeitern mit betriebswirtschaftlichem Ausbildungs- und Tätigkeitshintergrund in der nur als unzureichend eingeschätzten Interpretation von Lagerkennzahlen in Form passender Steuerungsmaßnahmen nieder. Dadurch wurden Ansätze zur Verbesserung nicht oder nur sehr verzögert erkannt. Mit einer anderen personellen Ausstattung hätte die Reduktion der Überbestände laut B4I1 bereits zu einem früheren Zeitpunkt starten können (s. Anhang A.7.1, Passage B4.7).

Als zusätzliches Erschwernis, v. a. hinsichtlich des Wissenstransfers zwischen Mitarbeitern, ist in diesem Zusammenhang der Generationswechsel des Instandhaltungspersonals anzuführen. Während die Externalisierung impliziten Wissens durch interne Wikis und Workshops bei B2 aktiv gefördert wurde, hatte deren Vernachlässigung bei B5 beachtenswerte Folgen. Der in Kapitel 7.1.2 angesprochene Umstand der Risikoaversion technischer Mitarbeiter verstärkte sich durch den Generationswechsel. Unerfahrene Instandhalter stufte der Interviewte als vorsichtiger ein, d. h., erforderliche Ersatzteilmengen ließen sich durch diese weniger genau aus Erfahrungswerten abschätzen. Daraus leiteten sich wiederum Verbesserungsanreize hin zu einer konsequenteren Wissensweitergabe ab, ohne dass der Gesprächspartner jedoch konkrete Maßnahmen zu nennen wusste:

> *„Die [Anm.: technischen Mitarbeiter der älteren Generation] reparieren die [Anlagen] seit 30 Jahren oder 20 Jahren und haben die mit aufgebaut bei der Montage, haben da schon mit […] geschaut und kennen sich aus und jetzt kommt die nächste Generation, die kennt die Änderungen nicht, dies nicht, das nicht, warum haben wir das damals gemacht, wieso ist das gemacht [worden]? […] Das müssen wir jetzt rüber bringen an die nächste Generation.“ (B5I)*

Die in Studienfrage S3 erfragten und in den Fallstudien erfassten Einflussfaktoren erhalten eine Systematisierung in Tabelle 34. Diese richtet sich an dem in Kapitel 6.3.2 behandelten HTO-Konzept inkl. einer Erweiterung um die E-Dimension[161] sowie an den Dimensionsüberschneidungen aus.

[161] Human, Technology, Organization, Environment

<table>
<tr><td>O
• Zuteilung / Aufteilung der ETL und der ETM-Kompetenzen
• Informationsfluss an den Schnittstellen
• Integrationsgrad von ETM und IHM</td><td colspan="2">O-H
• Entscheidungshierarchien
• Entscheidungsgewalt der Instandhaltung über Bestände</td><td>H
• Grad der Risikoaversion
• Grad an Erfahrung (v. a. der technischen Mitarbeiter)</td></tr>
<tr><td>O-T
• Qualität der Ersatzteil-Stamm- und Bewegungsdaten
• Dokumentation von Instandhaltungsmaßnahmen</td><td>O-E
• Zielkonflikt ETM / IHM
• Instandhaltungsstrategien</td><td>H-T
• Vertrauen in die implementierten Tools
• Wissen um den effektiven Einsatz der Systeme</td><td>H-E
• Generationswechsel</td></tr>
<tr><td>T
• ERP-System
• vorhandene Einzelprogrammierungen und Tools
• vorhandene zustandserfassende Technologien</td><td colspan="2">T-E
• eingesetzte Produktionstechnologien
• konzernweite Systeme und Industrielösungen</td><td>E
• Branche
• Konzernstruktur
• Lieferantenstruktur</td></tr>
</table>

Tabelle 34: Systematisierung der Einflussfaktoren (Betreiber)

Da die Faktoren primär aus den Ergebnissen der Befragung abgeleitet wurden, können sich für deren Bedeutung kontextabhängig unterschiedliche Einschätzungen sowie Erweiterungen finden lassen. Dennoch soll die Systematisierung Betreibern eine Hilfe sein, um abzuleiten, auf welche Dimensionen das Informationsmanagement innerhalb des ETMs bei Prozessverbesserungen besonders Wert zu legen hat. Weiterhin liefert sie einen Eindruck, in welchem Spannungsfeld sich derartige Initiativen befinden. Besonders an den Schnittstellen der Einflussdimensionen bilden sich u. U. Dynamiken heraus, die nur schwer zu handhaben sind. So ist insb. der Zielkonflikt zwischen ETM und IHM (Dimension O-E) nicht einfach zu beseitigen, sondern hängt von weiteren Determinanten, z. B. dem Grad der Risikoaversion (Dimension H), dem Generationswechsel (Dimension H-E) und der Verteilung der Kompetenzen im ETM (Dimension O), ab. Der Aufbau von Strategien, wie mit den Dynamiken umzugehen ist, wird wiederum davon determiniert, welche Faktoren gesteuert werden

können. Aus Sicht des ETMs selbst sind etwa die Dimensionen T, E und T-E am wenigsten steuerbar, denn das unternehmensweit genutzte ERP-System sowie die Kapazitäten der IT-Abteilungen liegen i. Allg. nicht im zugemessenen Kompetenzspektrum. Die Einflussfaktoren dieser Dimensionen wurden deshalb in Tabelle 34 ausgegraut. Der Schwerpunkt ist entsprechend auf die sieben verbleibenden Felder zu legen und im Informationsmanagement insb. die Zusammenarbeit zwischen ETM und IHM sowie die sorgfältige Datenerfassung und Dokumentation, die Wissensweitergabe und eine bereichsübergreifende Kommunikation voranzubringen. Dies ist bei der Erstellung des Frameworks zu berücksichtigen.

7.2 Auswertung aus Perspektive der Original Equipment Manufacturer

7.2.1 Kernprozesse sowie Daten- und Informationsdefizite

Analog zu den Betreibern ist es bei Betrachtung der OEMs sinnvoll, zunächst näher auf die Aspekte der Kernprozesse einzugehen, die die befragten Unternehmen tatsächlich als herausfordernd begriffen. Daten- und Informationsdefizite, welche am Ende dieses Teilkapitels aufgelistet werden, waren hierbei nicht so eindeutig mit der Klassifizierung und Bestandsoptimierung in Verbindungen zu bringen wie bei den Betreibern. Die Teilnehmer zeigten sich generell zufrieden mit der Entscheidungsunterstützung der ERP-Systeme oder Einzelprogrammierungen und sahen wenig Verbesserungspotenzial in diesem Bereich. Zur Bestimmung von Mindestbeständen sowie finalen Produktions- und Bestelllosen orientierten sich die Unternehmen i. Allg. an Vergangenheitsdaten und Empfehlungen der Konstruktion. Erfahrene Mitarbeiter der Disposition hatten die Aufgabe, nur in Ausnahmefällen und bei Auftreten von wahrnehmbaren Anomalien Adjustierungen an den Dispositionsparametern vorzunehmen. Bei H5 erfolgten die iterativen Anpassungen der Lose z. B. mithilfe von Vorschlägen eines eigens auf unregelmäßige Bedarfe ausgerichteten Mindestbestandsprogramms.[162] Kein Unternehmen übermittelte in diesem Zusammenhang bspw. Defizite in Hinblick auf eine unzureichende Dokumentation oder dergleichen.

Es kam allerdings zu Differenzen bei der Frage, ob und in welcher Form Produktionsmaterial vom Servicebedarf zu trennen ist, so lange die Teile noch für die Serienproduktion freigegeben sind. Lag bei H1 und H5 eine Unterscheidung der Bestandsposten im System vor, sodass Ersatzteil-Sicherheitsbestände nicht durch die Produktion angegriffen werden konnten, trennten H3 und H4 die physischen Bestände strikt. Im Fall von H2 erfolgte zwar ein

[162] Entsprechend verfügte H5 über gute Erfahrungen mit Insellösungen. So gewann das Unternehmen seinen mit Tabellenkalkulation umsetzbaren Dispositionsansatz für Ersatzteile, welcher mit Verbrauchsdaten arbeitet und einer (*s, S*)-Politik unterliegt, aus einer Abschlussarbeit. Allerdings war im Konzern kein einheitliches ERP-System implementiert. Im Zuge dessen geplanter Einführung erwartete H5I Komplikationen bzgl. der Kompatibilität mit den genutzten Planungstools im ETM. Auch H3I zeigte sich überzeugt davon, dass Einzelprogrammierungen – hier vornehmlich bezogen auf Tabellenkalkulationsprogramme – die beste Lösung zur Ermittlung von Meldebeständen darstellen, weil das ERP-System ungünstige Vorschläge in Bezug auf ihre (*s, S*)-Lagerhaltungspolitik für Ersatzteile unterbreitete. Auf die schon implementierten Insellösungen wollten beide Unternehmen in Zukunft nicht verzichten.

Vermerk im System, dass bestimmtes Material auch als Ersatzteil fungiert, das Unternehmen arbeitete darüber hinaus aber mit flexiblen Umbuchungen. Drei der Unternehmen mit einer strikten Trennung der Bestände (H1, H4 und H5) zeigten sich vergleichsweise offen für weiterführende Maßnahmen der Optimierung von Ersatzteilbeständen, denn die entsprechenden Sicherheitsbestände waren tatsächlich dem Verantwortungsgebiet des ETMs zugewiesen und verursachten eine sichtbare Kapitalbindung. H3 auf der anderen Seite verfügte zwar über ein separates Ersatzteillager, H3I sah aber keine Notwendigkeit zur Bestandsoptimierung, da der Interviewte Kapitalbindungskosten aufgrund der Zinslage als unerheblich einschätzte (s. Anhang A.7.2, Passage H3.1).

Eine Typisierung nach Umschlagshäufigkeit verfolgten indes alle OEMs. Sie war jedoch nicht Resultat einer FSN-Analyse, sondern die Festlegung erfolgte heuristisch. Verschleißteile wurden dem schnelldrehenden Verbrauchsmaterial zugeordnet, für welches die Planungsmethoden der Serienteile zum Einsatz kamen. Mehr oder minder klar definierte Grenzen, ab wann ein Ersatzteil lagerfähig ist (s. Tabelle 35), bewahrten die Hersteller vor einer übermäßigen Kapitalbindung. Auch wenn die Anzahl der aktiven Teilepositionen variierte, stellten Überbestände im Gegensatz zu den Ergebnissen der Gespräche mit den Betreibern kein Problem dar.

Teiln.	Aktive Ersatzteil-positionen (gesamt)	Bedarfshäufigkeit zur Lagerung
H1	40.000	• Lagerung ab Bedarfshäufigkeit von vier pro Jahr (s. Anhang A.7.2, Passage H1.1)
H2	80.000	• Lagerung ab Bedarfshäufigkeit von vier bis fünf pro Jahr (s. Anhang A.7.2, Passage H2.1)
H3	100.000	• Lagerung ab Bedarfshäufigkeit von ca. sechs in 15 Monaten (s. Anhang A.7.2, Passage H3.2)
H4	8.500	• keine genaue Angabe (s. Anhang A.7.2, Passage H4.1)
H5	60.000	• Lagerung ab Bedarfshäufigkeit von ein bis zwei pro Jahr (s. Anhang A.7.2, Passage H5.1)

Tabelle 35: Lagerung von Ersatzteilen (OEMs)

Einigkeit bestand dahingehend, dass die Spezifität, der Wert und die Nachfragemenge die hauptsächlich relevanten Differenzierungsmerkmale in der Kategorisierung von Ersatzteilen bilden. Kein OEM erfasste und analysierte die Ersatzteilkritikalität nach festgelegten Regeln oder einem systematischen Verfahren. Während H1 und H4 aus Gründen, die in Kapi-

tel 7.2.2 näher behandelt werden, noch nicht auf geordnete, nutzbare Kritikalitätsinformationen zurückgreifen konnten,[163] äußerten H2I2 sowie H5I ein generelles Unverständnis darüber, welche Vorteile ein Ansatz wie der AHP bringt, um die Kritikalität zu behandeln.[164] Die technischen Mitarbeiter seien nach Meinung der Interviewten von H2 und H5 dazu in der Lage, die Kritikalität auch ohne eine systematische Vorgehensweise – beruhend auf ihrer Kenntnis der Endkunden in Verbindung mit der Spezifität und dem Alter der Anlagen – festzulegen. An den Einschätzungen wurden die Entscheidungen zu (Sicherheits-)Bestandsleveln – so lange keine ausreichenden Vergangenheitsdaten vorlagen – festgemacht, was bis dato nicht zu Schwierigkeiten führte. H2 und H5 mussten sich deshalb darauf verlassen können, dass Servicemitarbeiter, die in Kontakt mit den Kunden treten, die Gründe ihrer Bestandsentscheidungen und Bestellanforderungen zuverlässig im System hinterlegen.

Auch H3I hielt wissenschaftlich motivierte Systematiken zur Klassifizierung nach der Kritikalität nicht für sinnvoll, brachte dies im Gegensatz zu den vorhergehenden Meinungen jedoch in einen Zusammenhang mit der Fehlerhaftigkeit subjektiver Beurteilungen (s. Anhang A.7.2, Passage H3.3). Auf der Kritikalität fußende Bestandsentscheidungen stellte das Unternehmen wieder ein, da die betreffenden Ersatzteile aufgrund von Fehleinschätzungen keinen Abverkauf erhielten. Das machte eine nachträgliche Entsorgung erforderlich. Daher orientierte sich das Unternehmen eher an den Bedarfshäufigkeiten der Vergangenheit und an den Angaben der Lieferanten.

Zwar empfanden die OEMs ihre Lager nicht als übervoll, doch war zu registrieren, dass die Sortimentsbreiten insb. für die Sondermaschinenbauer (H1, H3 und H5), welche sich i. Allg. einer großen Teilevielfalt gegenübersehen, als herausfordernd und komplexitätstreibend im ETM wahrgenommen wurden. Hierbei war kein direkter Zusammenhang zur reinen Anzahl der aktiven Teilepositionen auszumachen. Vielmehr existierte eine Verbindung zur Selbstwahrnehmung der Unternehmen als Sondermaschinenbauer und der damit implizierten Lieferbereitschaft hochspezifischer Ersatzteile sowie der Liefertreue gegenüber den Kunden. Eine Verbesserung des Services begründeten die Interviewten mit der Einhaltung von zugesicherten Lieferterminen. Alle im Sonderbereich tätigen Unternehmen übernahmen den Service ihrer Anlagen so lange, wie diese sich bei den Kunden befanden. H3 setzte dabei einen Schwerpunkt auf Spezialteile, welche eine hohe Marge erzeugen, während die Kunden einfache Verbrauchsmaterialien und Kleinteile üblicherweise über den Originallieferanten bezogen. Bei den spezifischen Teilen ließen sich allerdings nur sehr eingeschränkt Verbindungen hinsichtlich der Bedarfsmuster herstellen, sodass keine Skaleneffekte über gemeinsame

[163] Zur Einbindung der Kritikalität in die Klassifizierung respektive Bestandsplanung beschrieb H1I1 z. B. den Wunsch eines in den Ersatzteilstammdaten hinterlegten einfachen Kritikalitätsfaktors, welcher mit dem Wert der Bedarfshäufigkeit aus Tabelle 35 multipliziert wird (s. Anhang A.7.2, Passage H1.2).

[164] Dies ging bei H2 einher mit der negativen Einstellung zu EUS, die als Einzelprogrammierungen neben dem ERP-System auftreten.

Prognosen zu erzielen waren. Dadurch wurde ein Grund dafür geliefert, sich auf die Erfahrung der Servicemitarbeiter zu verlassen:

> *„Wir erfassen jede Servicemeldung. Jetzt könnte ja jemand sagen: Naja, da habt ihr ja Informationen darüber, welche Teile bei welchem Kunden ausfallen. Sage ich: Ja, wir können sie bloß nicht auswerten. […] Wir sind schneller darin, uns von den Servicetechnikern oder von Fachleuten [sagen zu lassen], das ist das Teil, das fällt immer aus, weil das ist einfach drin und ich kann damit schnellere Entscheidungen fällen, als wenn ich das System auswerte und ich muss das System häufig […] korrigieren, weil durch Datenfalscheingabe oder durch einen Algorithmusfehler partiell Dinge drin sind, die einen Trugschluss darstellen, die nicht stimmen." (H3I)*

Trotz der Einordnung in den Standardmaschinenbau übernahm auch H2 den Service für alle Anlagen unabhängig des Alters, denn das Unternehmen war einem hohen Wettbewerbsdruck ausgesetzt. Stark sporadisch nachgefragte Ersatzteile, die über Jahre keinen Bedarf aufweisen, aber aufgrund der langen Servicezeiten nach wie vor auftreten könnten, verursachten Planungsschwierigkeiten. Im Kontext dieser Ausfallteile befand sich H2 in einem ausgeprägten stochastischen Bereich. Hinzu kamen nicht mehr stimmige Wiederbeschaffungszeiten, die einer Phase entstammten, in welcher das Ersatzteil noch eine regelmäßige Nachfrage erfuhr (s. Anhang A.7.2, Passage H2.2). H2 beschäftigte sich schon in der Vergangenheit mit der Prognose dieser sogenannten Exoten in Form von Projekten, auch in Zusammenarbeit mit Hochschulen. Eine adäquate Vorhersage war noch nicht durchzusetzen. Die zufriedenstellende Liefertermintreue (über 97 Prozent) bedeutete aber gleichzeitig, dass das Unternehmen diesem Problem keine hohe Priorität beimaß.

Beim Vorliegen stark stochastischer Bedarfshäufigkeiten und langer Durchlaufzeiten bestand für H5I wiederum die beste Lösung zur Sicherstellung einer hohen Ersatzteilverfügbarkeit – die hier ohne eine Differenzierung der Dringlichkeit mit 95 Prozent angestrebt wurde – darin, eine größere Menge an Ersatzteilen zur Kompensation zu bevorraten (s. Anhang A.7.2, Passage H5.2). Die Interviewten von H2 und H5 merkten zusätzlich an, dass die Planungsschwierigkeiten sowie das Risiko einer evtl. unnötigen Kapitalbindung, die mit den spezifischen Exotenteilen einhergehen, nicht notwendigerweise mit der Erfassung einer gesteigerten Quantität an Daten und der Einführung kausaler Prognosemodelle zu lösen seien. Nutzen und Aufwand wären hier nicht in einen Einklang miteinander zu bringen.

H4 bot ebenfalls einen Service über die gesamte Lebensdauer der Geräte an, allerdings ist deren Lebenszyklus verglichen mit den vertriebenen Produktionsanlagen der anderen Hersteller deutlich kürzer. Eher noch als die Frage, welche Quantitäten vorzuhalten sind, sah H4I1 eine dringender zu lösende Problematik in der Verlängerung der Haltbarkeit von Ersatzteilen (s. Anhang A.7.2, Passage H4.2). Damit wird unterstrichen, dass neben der rein betriebswirtschaftlichen Perspektive der Optimierung von Beständen im Zuge von End-of-

Life und abgekündigten Zukaufteilen auch die technische Realisierbarkeit einer Langzeitbevorratung zu berücksichtigen ist. Dies steht in Relation zur Prüfung, inwieweit die errechneten Mengen über die Restlaufzeit der Geräte haltbar sind, sodass der Kunde mit einem qualitativ hochwertigen Produkt beliefert werden kann.

Mit Blick auf die übermittelten Daten- und Informationsdefizite sowie deren Konsequenzen in Tabelle 36 ist erkennbar, dass diese eher indirekt Missständen, die den Kernprozessen Klassifizierung, Prognose und Bestandsmanagement zuzurechnen sind, entspringen. Es ist vielmehr auffällig, dass insb. grundlegende Ersatzteil-Serviceleistungen, wie das Tracking von Sendungen oder JIT-Lieferungen, als verbesserungswürdig galten (s. Studienfrage S1).

Teiln.	Übermittelte Daten- und Informationsdefizite	Konsequenz
H1	• Zuordnung (v. a. spezifischer) Ersatzteile (Teilenummern) zu Baugruppen und Maschinen / Verwendungsnachweise	• keine Adaption der Ersatzteilempfehlungsliste für Kunden
	• Priorisierung von Bestellungen • Zuordnung von Lieferdaten und geplanten Inspektionen zu Kunden	• Lieferverspätungen
	• Lebenszyklusdaten zu Anlagen und Ersatzteilen	• fehlende Strategie für Veralterungen
H2	• Liefer- und Vorlaufzeiten für selten nachgefragte und nicht gelagerte Ersatzteile	• Lieferverspätungen bzw. Überschreitung des Kunden-Wunschtermins
	• Umbauten und Modifikationen von Anlagen (durch den Kunden oder Drittanbieter vorgenommen)	• verspätete Reaktion auf Anfragen
H3	• Zuordnung von Ersatzteilen (Teilenummern) zu Maschinen / Verwendungsnachweise • Zuordnung von Maschinen zu Kunden	• keine Information an Kunden / keine Empfehlungen bei Abkündigung von Ersatzteilen
H4	• Anzahl der Systeme auf dem Markt (IB)	• plötzliches Absenken des Bedarfs nicht adäquat erklärbar
	• Materialverbrauch bei Einsätzen der technischen Mitarbeiter	• keine bedarfsgerechte Belieferung der Servicetechniker
H5	• Gewicht der Komponenten • Zolltarifnummern	• zusätzliche Prüfungsaktivitäten oder Umladungen, dadurch Verspätungen

Tabelle 36: Daten- und Informationsdefizite (OEMs)

Gerade die Verfügbarkeit bzw. die Aktualität grundlegender IBD und Ersatzteil-Stammdaten, z. B. Lieferzeiten und Verwendungsnachweise, verursachten die Missstände. Die Defizite trugen zum stochastisch empfundenen Bedarf bei oder – wie im Fall der nicht stimmigen Lieferzeiten bei H2 oder der unvollständigen Zolltarifnummern bei H5 – forcierten eine verzögerte Reaktion auf Kundenbedarfe. Bei Betreibern hatten insb. die Anforderungen der Instandhaltung Einfluss auf die Bestandsplanung, bei den OEMs nahmen die betrieblichen Kunden die Rolle des Haupteinflussnehmers ein. Die Unterschiede zwischen den Kunden und deren Erwartungen determinierten die wahrgenommene Komplexität des ETMs und die verfolgte Strategie im Ersatzteilgeschäft. Während H3 darauf verzichtete, konkrete Liefer- und Leistungstermine zuzusagen, stellte die Einhaltung von Wunschterminen der Kunden für die anderen Hersteller ein zentrales Ziel dar. Dessen Erfüllung wurde durch die Stationarität der Stammdaten aber gehemmt, sodass termingerechte Lieferungen noch nicht durchgängig gewährleistet waren. Zusätzliche Prüfvorgänge und verspätete Reaktionen auf Terminverschiebungen zogen Planungsschwierigkeiten in der Ersatzteildisposition nach sich. Die Erfassung von IBD und IBI ist als hauptsächliche Quelle der Defizite anzuführen, womit sich ein Rückschluss auf die in Tabelle 23 (s. Kapitel 5.4.3) genannten Ursachen der Missstände ergibt. Die Thematik ist nachfolgend genauer zu betrachten.

7.2.2 Die Erfassung sowie Auswertung von Installed Base Data und Information

Mehrere Bereiche, die in Zusammenhang mit der Erfassung und Auswertung von IBD und IBI stehen, wiesen Verbesserungspotenzial auf. Nicht immer war es jedoch möglich, dieses Potenzial zu realisieren bzw. die Verbesserung anzugehen und umzusetzen (womit gleichermaßen die Studienfragen S2 und S3 adressiert werden). Die einzelnen Bereiche werden im Sinne einer besseren Strukturierung im Folgenden getrennt voneinander behandelt und bilden somit die Gliederungspunkte dieses Teilkapitels.

A) Datenpflege

Als Ursache der Daten-Stationarität lässt sich die vernachlässigte Datenpflege anführen. Die durch Kunden oder durch Drittanbieter – ohne Kenntnis des OEMs – vorgenommenen Umbauten und Modifikationen an den Primärprodukten gelten in der Grundlagenliteratur als elementar wichtige IBD (s. Kapitel 3.3). Im Fall von H2 wurde in der Vergangenheit jedoch teils versäumt, diese Daten aufzunehmen, sodass es notwendig war, eine Nacherfassung zu veranlassen. Schlussfolgerungen zu der Frage, inwieweit eine Nachfrage für eine Komponente oder ein Ersatzteil überhaupt noch auftreten kann, sollten so begünstigt und dem Unternehmen das Handling der beschriebenen „Exotenteile“ erleichtert werden (s. Anhang A.7.2, Passage H2.3). Auch bei H1 wurden Ersatzteil-Stammdaten über viele Jahre hinweg beim Einbau übernommen, anschließend aber nicht mehr gepflegt. Die Bedeutung der Erfassung und Pflege von Kundendaten respektive IBD nahm erst mit den softwareseitigen Möglichkeiten der Datenauswertung zu. Bei H1 erwuchs daraus der Wunsch nach einem

Alarmsystem, welches für bestimmte Datensätze anzeigt, dass Werte stark vom Mittel (über alle anderen Ersatzteile des Sortiments hinweg) abweichen, um gezielter zu ergründen, warum Ersatzteile keinen Bedarf mehr aufweisen. Daraus versprachen sich die Interviewten gleichzeitig eine Stabilisierung sowie eine Standardisierung des Datenerfassungsprozesses (s. Anhang A.7.2, Passage H1.3). Die Umsetzung wurde allerdings durch mangelnde Kompatibilität dieser Einzelprogrammierung mit dem ERP-System gehemmt.

Wie ein kontinuierliches IBD-Update zu realisieren wäre, konnte kein Gesprächspartner beantworten. Obwohl die Notwendigkeit eines Updates erkannt wurde, stellten die durch die Pflege der betroffenen Stammdatensätze gebundenen zeitlichen Kapazitäten der Mitarbeiter eine Hürde für die Umsetzung dar. Eine Aussage von H5I ist an dieser Stelle repräsentativ anzuführen:

> *„Wir brauchen einfach jemanden an der Stelle, der im Vorfeld die Daten einholt. Nicht erst, wenn es gekauft wird, sondern wir kennen ja unsere Kernsortimente. Das sind ungefähr 10.000 Sachnummern, die müssen immer permanent gepflegt sein im Rechner und da braucht es Manpower. Das hat leider hier die Geschäftsleitung noch nicht eingesehen. […] [Wir haben] auch mit einer Unternehmensberatung gesprochen, die haben uns dort auch keine Lösung gegeben, ist einfach eine Manpower-Frage.“ (H5I)*

H1I2 merkte zusätzlich an, dass sich der Nutzen aus der Einstellung neuer Mitarbeiter erst nach mehreren Jahren zeigt, weshalb es als schwierig galt, die von der Unternehmensleitung im Voraus geforderte ROI-Rechnung anzustellen. Mitarbeiter, die es zur Bewertung der Datenqualität sowie zur Verbesserung der Stammdaten bräuchte, seien in diesem Zusammenhang kaum realistisch monetär zu bewerten (s. Anhang A.7.2, Passage H1.4).

<u>B) Datenerfassung und Informationsweitergabe durch die Servicetechnik</u>

Eine weitere Ursache der in Tabelle 36 dargestellten Defizite ist die Datenerfassung durch die Servicetechniker. Bei H1 und H3 kam es zu einer unsauberen systemischen Dokumentation der Serviceeinsätze. Dass nicht auf einen Blick ersichtlich war, welcher Bedarf infolge welcher Kundenanforderung entstand, erschwerte den Mitarbeitern der Ersatzteildisposition in der Folge die schnelle und angemessene Reaktion auf Anfragen im Rahmen des Kundenkontakts. Dies führten die Interviewten beider Unternehmen auf eine ungünstige Ausgestaltung des Datenerfassungssystems zurück. H1I2 betrachtete Pflichtfelder im CRM-System als beste Lösung, um zu erfassen, welche Teile wann in welcher Dringlichkeit zu liefern sind. Allerdings merkte der Gesprächspartner an, dass sich die Verantwortlichen bei Einführung des CRM-Systems einige Jahre zuvor aktiv gegen Pflichtfelder entschieden und eine nachträgliche Definition bzw. Verpflichtung der Servicetechniker zur Dateneingabe aufgrund des zu erwartenden Frustrationspotenzials kaum durchzubringen sei (s. Anhang A.7.2, Passage H1.5). H2 lehnte zu offene Datenerfassungssysteme mit Freitexten ab. Wie in Kapitel 7.2.1 bereits erläutert, ist dies damit zu begründen, dass sich die Ersatzteil-Disponenten des Unternehmens auf zuverlässige Eingaben zur Dringlichkeit von Ersatzteillieferungen

verlassen mussten, weil sie diese auf dem Erfahrungswissen der Servicemitarbeiter aufbauten. H3 auf der anderen Seite berichtete von schlechten Erfahrungen im Zusammenhang mit Pflichtfeldern. So gelang es nicht, die Qualität der erfassten Daten durch die Einforderung von Pflichtangaben merklich zu steigern. Eher führte der als gravierend empfundene, mit dem Ausfüllen verbundene zeitliche Aufwand dazu, dass Servicetechniker Falscheingaben tätigten (s. Anhang A.7.2, Passage H3.4).

Ein weiteres Problem bezogen auf die Datenerfassung und Informationsweitergabe durch die Servicetechnik ist das von H1 übermittelte Defizit der fehlenden Priorisierung von Bestellungen (s. Tabelle 36). H1I1 empfand es als wichtig, eine Einteilung nach der Art und der Wichtigkeit der Bedarfe dahingehend vorzunehmen, ob die Belieferung an eine interne Vertriebsgesellschaft oder an einen Endkunden erfolgt, um den planerischen Aufwand zuverlässig festzulegen. Dies war bei H1 allerdings infolge eines ungünstigen Prozessablaufs nicht transparent:

> *„Aber für uns ist [noch wichtig]: Ersatzteillogistik, das ist getrennt [Anm.: von der Servicetechnik]. Wir liefern einfach. Wir kriegen eine Bestellung und liefern. […] der Monteur ist Direktkunde vor Ort, schickt dann eigentlich eine große Excel-Liste und sagt, die Teile müssen wir tauschen, […] theoretisch ist dann eigentlich der Gang, dass es zum Techniker kommt, der schaut nochmal drüber, ob er wirklich die richtigen Teile ausgesucht hat, legt dann im CRM quasi eine Aktivität an. Und ob das jetzt eine Aktivität aus einer Inspektion ist oder eine Aktivität aus einer direkten Anfrage, sehen wir dann spätestens hier [Anm.: in der Disposition vor Ort] eigentlich nicht mehr.“ (H1I1)*

Im Fall einer Störung bzw. eines Serviceeinsatzes kommunizierten die technischen Mitarbeiter mit den Instandhaltern der Betreiber. Die Servicetechniker richteten sich daher an der Anlagenverfügbarkeit aus und hinterlegten die Kundenangaben im CRM. Die kaufmännischen Dispositions-Mitarbeiter bewegten sich auf Teileebene und hatten zum Ziel, ersatzteilspezifische Informationen zu erfassen, um die Dispositionsarbeit zu erledigen. Die Serviceeinsätze machten dabei nur ein Drittel aller täglichen Aufträge aus, denn die Disposition nahm gleichzeitig Onlinebestellungen entgegen (s. Anhang A.7.2, Passage H1.6). Die Disponenten arbeiteten folglich im Schwerpunkt mit dem ERP-System und seltener mit dem CRM-System. Die uneinheitliche (systemische) Linie beider Parteien hatte zur Folge, dass ersatzteilspezifische Informationen, besonders hinsichtlich der Kritikalität und Dringlichkeit von Bedarfen, in der Disposition fehlten. Darüber hinaus wurde durch H1I1 bemängelt, dass die Servicetechniker nicht über zusammenhängendes Wissen zu Geschäftsvorgängen, welche das kaufmännische ETM ausmachen, verfügten, um der Disposition bedürfnisgerechte Informationen zu den Bedarfsfällen liefern zu können (s. Anhang A.7.2, Passage H1.7). Er-

schwerend kam die Ausrichtung der Sicht der Servicetechniker auf die Anlagenverfügbarkeit sowie der Zeitdruck beim Kunden hinzu, sodass es zu einer Vernachlässigung der Dokumentation der Serviveeinsätze kam.

Die unterschiedlich ausgerichteten Perspektiven erwiesen sich damit – vergleichbar mit dem zentralen Zielkonflikt zwischen ETL und Instandhaltung bei den Betreibern – als Hemmnis einer effektiven Zusammenarbeit. Zwar gilt der Systemansatz in der Literatur als dem Vorgehen auf Teilebene überlegen (s. Kapitel 4.3.2), doch kam es bei H1 infolge des Ungleichgewichts dazu, dass Nachteile bzgl. der Datenverfügbarkeit für die Disposition entstanden. Weiterhin merkte H1I1 an, dass Stücklisten als Element des Expertenwissens teilweise nur in Form von Freitexten existierten und nicht in den Stammdaten der Ersatzteile im ERP-System hinterlegt wurden. Damit sich dieses Expertenwissen besser auszahlt, war es das Ziel, die Freitexte iterativ in die Stammdaten der Ersatzteile zu bringen (s. Anhang A.7.2, Passage H1.8). Das Kommunikationsgefälle ließe sich somit Stück für Stück ausgleichen, sodass auch geringfügig spezialisierte Generalisten, die über weniger implizites Erfahrungswissen verfügen, mit dem strukturiert explizierten Wissen arbeiten könnten.

C) Heterogene Kundenstrukturen

In der Theorie wird suggeriert, dass mit steigender Anzahl der Kunden ein ausgleichender Effekt eintritt, sodass trotz des Fehlens von Informationen bzgl. der Bedarfsursachen dennoch eine annähernd zuverlässige stochastische Disposition gangbar wäre (s. Kapitel 4.2.2). Diese Aussage ist allerdings kaum haltbar, wenn eine heterogene Kundenstruktur vorliegt:

> *„Was wir festgestellt haben: Je mehr Kunden ich betrachte und deren Verbräuche, umso mehr mittelt sich das. Wenn ich heute hergehe und habe da zwischendrin aber so eine heterogene Kundenstruktur, dann wird's verdammt schwer.“ (H4I1)*

Eine stark heterogene Kundenstruktur lag nach eigenen Aussagen ebenfalls bei H1 vor, wo sich sowohl Ein-Mann-Betriebe als auch globale Großunternehmen unter den Kunden befanden. Die Kundenstruktur förderte die wahrgenommene Spezifität von Ersatzteilbedarfen und hemmte die als machbar empfundenen Möglichkeiten, Muster für die Ersatzteilprognose zu erkennen, weshalb sich Lagerhaltungspolitiken nur schwierig auf die Spezifität der Ersatzteile zuschneiden ließen (s. Anhang A.7.2, Passage H1.9). Die stark voneinander abweichenden Einsatzbedingungen implizierten überdies, dass der Austausch der Ersatzteile und Module zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgte und kaum Aussagen zur Haltbarkeit auf einem generellen Level zuließ.

H3 nahm deshalb eine Verschrottung und Entsorgung von Überbeständen in Kauf. H3I ging davon aus, dass vom OEM angestrengte Bedarfsprognosen über alle Kunden hinweg einen deutlich höheren Einführungs- und Pflegeaufwand nach sich ziehen würden. Es war deshalb wie bei H1 notwendig, Bedarfe eher stochastisch zu bewerten. Eine hilfreiche Ausnahme von dieser Verfahrensweise bildeten im Fall von H3 Kunden, welche ihre Prognosen und

damit die Bedarfszeitpunkte und -mengen selbstständig übermittelten und folglich aus Eigeninitiative heraus handelten, was jedoch nur selten vorkam (s. Anhang A.7.2, Passage H3.5).

D) Informationsweitergabe durch Servicegesellschaften

H4 sah sich zwar einer im Vergleich zu den Sondermaschinenbauern vereinfachten Planung gegenüber, H4I1 äußerte im Gespräch jedoch die vergleichweise größten Schwierigkeiten, einen Überblick über die IB zu bewahren. Das zentrale ASM sah sich nicht in der Lage, auf einen plötzlichen Rückgang der Nachfrage angemessen zu reagieren, denn es lagen keine Informationen darüber vor, wie sich das Produktportfolio auf dem Markt ändert. Dies ist mit den internen Schnittstellen und Organisationsstrukturen zu begründen. Wird im Sondermaschinenbau der Bestandsaufbau an Ersatzteilen „im Kofferraum" von Servicetechnikern aufgrund der Spezifität von Teilen und Aufträgen erschwert, war dies bei H4 eine gängige Art der Ersatzteildistribution. Die Feldmitarbeiter kommunizierten ausschließlich mit den Servicegesellschaften, welche die Bedarfsmeldungen ohne kontextuelle Informationen an das bei H4 befindliche zentrale Lager weitergaben. H4I1 als Leiter des zentralen ASMs stand somit nicht in direktem Kontakt mit den Servicetechnikern. Es war ihm deshalb nicht möglich einzuschätzen, aus welcher Anforderung der Bedarf entstammte.

Somit offenbarte sich eine deutliche Parallele zum instandhaltungsgetriebenen respektive subjektiv orientierten Bestandsmanagement der Betreiber:

> *„Also [das] Problem ist das sehr stark technisch orientierte Bestandsmanagement bei einem Techniker. Weil er ist ein Jäger und Sammler, der sammelt und sammelt und sammelt. Der nimmt lieber mal fünf, obwohl er nur eins braucht, weil er sagt: Was ich habe, hab ich. Könnte es ja morgen wieder brauchen." (H4I1)*

H4I1 nahm an, dass sich die Lagerhaltungskosten um 30 bis 50 Prozent senken ließen, sollte die Steuerung der Ersatzteilbestände in Niederlassungen und im Fahrzeug des Servicetechnikers zentral erfolgen (s. Anhang A.7.2, Passage H4.3). Allerdings war dies nur schwer umsetzbar, da die Vertriebsgesellschaften in diesem Fall befürchteten, an Autonomie und Verantwortlichkeiten einzubüßen. Sie waren deshalb nicht durchgängig gewillt, aktiv Informationen an das zentrale ETM weiterzugeben. Folglich ließen sich die Gründe für plötzliche Bedarfsschwankungen nicht nachvollziehen und die Reduzierung der durch die Techniker aufgebauten Pufferbestände wurde verhindert. Der Informationsverlust im Fall von H4 war daher v. a. organisatorisch bedingt, denn die Techniker und Niederlassungen unterlagen keiner festen Kontrollinstanz.

Demgegenüber kontrollierte H2 die Bevorratung der dezentralen Stellen über die zentrale Festlegung von Mindestbeständen. Bei H5 lag eine mit H4 vergleichbare Situation vor, d. h., die Kunden erwarben Ersatzteile über die Servicevertretungen. Diese wendeten sich ebenfalls lediglich mit den Bedarfsmeldungen ohne Gründe der Endkundennachfrage an das Zentrallager. Unter anderem infolge dieser Intransparenzen im Informationsfluss zwischen

Zentrale und Servicevertretungen entstand bei H5 der Anreiz, einen Webshop aufzubauen, sodass die Tochtergesellschaften gezwungen wurden, über diesen mit den Endkunden zu kommunizieren. Die Endkunden nahmen daraufhin die Ersatzteilanforderungen im Webshop vor, was eine Bündelung der Bedarfsinformationen für das zentrale ETM bedeutete. Damit erreichte H5 neben der Erleichterung von Entscheidungen zum Zentralitätsgrad der Lagerhaltung eine weltweite Preistransparenz.[165]

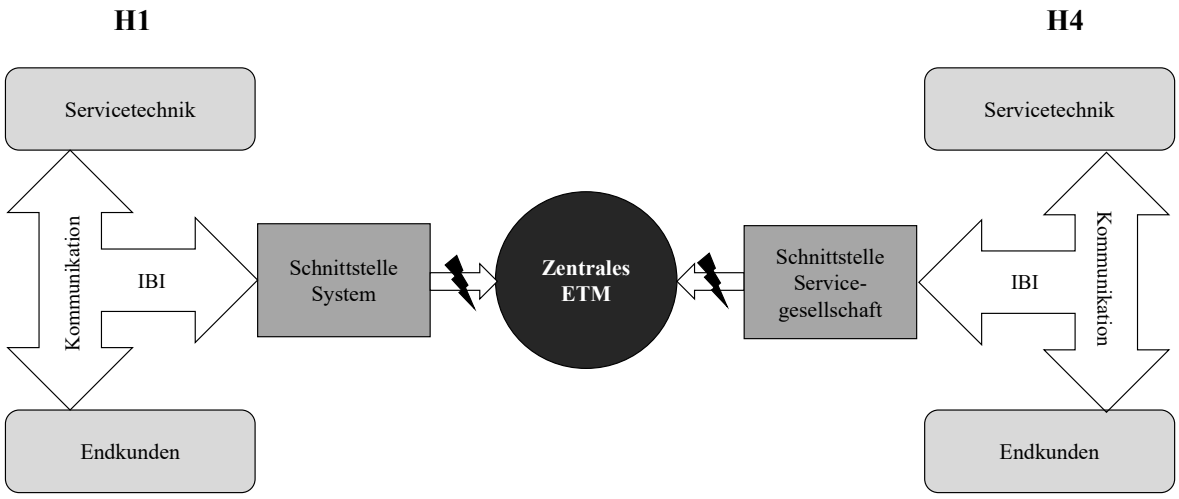

Abbildung 35: Gehemmte Informationsverfügbarkeit bei H1 und H4

Es ist festzuhalten, dass nicht zwangsläufig die zentrale Lagerung, sondern vielmehr das zentrale Zusammenfließen von Informationen für das ETM von Bedeutung ist. Ähnlich dem unter Punkt B) am Beispiel von H1 beschriebenen Fall zeigte auch H4 starke Bestrebungen hin zu einer umfassenderen Informationsverfügbarkeit des zentralen ETMs (als Teilbereich des ASMs), um die bestehenden Kommunikationslücken einzudämmen und Einschätzungen der Ersatzteilkritikalität etwa erst zu ermöglichen. Dies ist vereinfacht in Abbildung 35 dargestellt. Standen dem Ziel der zentralen Informationsverfügbarkeit bei H1 v. a. Störungen an der Systemschnittstelle entgegen, schätzte H4I1 die Umsetzung der Bestrebungen hingegen eher aufgrund der Unternehmenskultur in näherer Zukunft als unwahrscheinlich ein. Der Interviewte kritisierte, dass das Top-Management die Initiativen, den Bedarf der Technikmitarbeiter für das zentrale ASM sichtbar zu machen, nur geringfügig unterstützte (s. Anhang A.7.2, Passage H4.4). Ebendiese Unterstützung bräuchte es allerdings, um die durch H4I1 anvisierte zentrale Planung der Bestände bei Technikern und Servicegesellschaften voranzubringen.

[165] Auch den Kunden von H1 war es möglich, eine elektronische Plattform zur Bestellung von Ersatzteilen zu verwenden und die Maschinen des Anlagenparks zu hinterlegen. Der OEM nutzte diese Möglichkeit jedoch nicht, um die damit gewonnenen IBD in für die Ersatzteilplanung nutzbare IBI umzuwandeln, obwohl die Interviewten hier deutliches Potenzial sahen. Dazu wäre es indes notwendig, noch mehr Kunden zur Registrierung zu bewegen, um wiederum eine Flächendeckung der Kundeninformationen zu erzeugen.

7.2.3 Weitere Einflussfaktoren bei der Umsetzung von Verbesserungen

Als weiterer nennenswerter Prozess, der mit dem Informationsmanagement in Relation steht und Verbesserungspotenzial aufwies, ist die Erstellung und Weitergabe der Erstausrüstungsangebote bzw. der Ersatzteilempfehlungslisten zu nennen. Ersatzteilempfehlungslisten kamen bereits in Kapitel 7.1.1 zur Sprache. Ihre Qualität wurde dort durch Betreiber B2 bemängelt. Aus Sicht der befragten OEMs setzt die Erstellung von auf den Kunden zugeschnittenen Erstausrüstungsempfehlungen umfangreiche IBI voraus und wäre mit den Störungsfolgen des Kunden zu verbinden. Gerade für die Sondermaschinenbauer bedeutete dies eine hohe Komplexität. So herrschte bei den Probanden eine Uneinigkeit darüber, inwieweit Verbesserungen der Liste hin zu individuellen Angeboten machbar und sinnvoll sind. Nur die Interviewten von H1 sprachen sich deutlich dafür aus, Informationen bzw. das Wissen der Kunden zu lebenszyklusbezogenen Aspekten des Primärprodukts, der Komponenten und der Ersatzteile in die kontinuierliche Verbesserung der Ersatzteilempfehlungsliste einzubinden, was der Kundenbindung zuträglich wäre. Diese Bestrebung erfuhr allerdings – wie unter 7.2.2 bereits aufgezeigt – eine Hemmung durch den unzureichenden Informationsaustausch und Wissenstransfer zwischen Disposition und Kunden.

H3I sah eine Individualisierung zwar als generell vorteilhaft, mit den gegebenen Personalkapazitäten aber nicht machbar an. Die Gesprächspartner der Unternehmen H2 und H5 äußerten sich skeptisch zum Nutzen individueller Ersatzteilempfehlungslisten. Im Fall von H2 galt es infolge der homogenen Kundenstruktur als ausreichend, Angaben der Forschung und Entwicklung sowie aus dem Wissen der Servicetechniker resultierende Einschätzungen in die Erstellung der Empfehlungsliste einfließen zu lassen. Bekannte Kritikalitätseinordnungen der Kunden sowie Angaben zur Dringlichkeit der Lieferungen wurden bei H5 eher für Preisentscheidungen genutzt, denn die zu beliefernden Betreiber waren i. d. R. dazu bereit, einen höheren Preis für spezifische und kritische Ersatzteile zu bezahlen. Expresslieferungen trugen im Unternehmen zur Umsatzsteigerung bei, sodass wenig Anreiz bestand, die Ersatzteilempfehlungsliste genau auf die Bedürfnisse der Kunden auszurichten.

Im Gegensatz zum individualisierten Erstausrüstungsangebot kamen Verbesserungen, die einem proaktiv agierenden ETM zuträglich sind, bei allen OEMs zur Sprache (s. Tabelle 37). Hauptsächlich motiviert wurde dies durch die Aussichten auf einen höheren Umsatz, wofür exemplarisch die Aussage von H2I1 anzuführen ist:

> *„Das Bauteil hat eine Lebensdauer von sag ich jetzt mal durchschnittlich zwei Jahren, er hat jetzt so viele Bauteile eingebaut, müsste theoretisch sag ich jetzt mal x Bauteile pro Jahr kaufen und kauft aber bloß, ja, ein Stück oder keins […]. Und dass wir da im Prinzip sehen: Stimmen unsere Lebensdauerangaben […] beziehungsweise kauft der Kunde vielleicht beim Wettbewerber […] und dass wir im Prinzip dann auch dem Kunden sagen können: Kunde, jetzt wird es Zeit, deine Anlage ist jetzt ein Jahr im Betrieb,*

man sollte jetzt mal diese oder diese Wartung durchführen. Können wir das für dich machen oder machst du das selber?"(H2I1)

Teiln.	Vorstellungen zur proaktiven Interaktion
H1	• Angebot von Ersatzteilpaketen (Standard- und Sonderteile) • JIT-Lieferung der Pakete an den Kunden (s. Anhang A.7.2, Passage H1.10)
H2	• Abgleich des Ursprungszustands mit dem aktuellen Zustand (Soll-Ist-Vergleich) • Voraussetzung: Pflege der Umbauten (s. Anhang A.7.2, Passage H2.3)
H3	• Angebot von Ersatzteilpaketen zum Sonderpreis • Voraussetzung: Kenntnis der Wartungs- und Instandhaltungspläne der Kunden (s. Anhang A.7.2, Passage H3.6)
H4	• Übertragung der regelmäßigen Wartung auf die Technikereinsatzplanung • Zusammenstellung eines passenden Kits für den Techniker (s. Anhang A.7.2, Passage H4.5)
H5	• Angebot von Teilepaketen auf Basis der Zählerstände (Durchlauf) der Maschinen über Fernwartung • Erfassung von Gründen bei Nichtannahme des Angebots durch den Kunden (s. Anhang A.7.2, Passage H5.3)

Tabelle 37: Ausgestaltung des proaktiven Agierens (OEMs)

Der Proaktivismus offenbarte Bestrebungen hin zu höheren Serviceleistungsstufen (s. Kapitel 2.3.4). Die Stammdatenstationarität erschwerte aber die Umsetzung. Die Gesprächspartner von H2 hoben hervor, dass der OEM gerade bei der Erfassung der durch die Kunden selbst vorgenommenen Umbauten auf deren aktive Mitarbeit angewiesen ist. Das proaktive Angebot von Ersatzteilpaketen sollte den Kunden hierbei als Motivation dienen. Neben der Pflege der Umbauten wurde das Verfügen über Informationen zu Instandhaltungsplänen der Kunden von allen als ausschlaggebend benannt. Bei H3I gingen die Vorstellungen hin zu einem Effizienzbewertungsservice für Instandhaltungspolitiken, d. h., der Kunde sollte vom OEM nur in den Maßnahmen unterstützt werden, welche den größten Aufwand verursachen. So wäre es zum Zwecke der Kundenbindung nicht zwangsläufig notwendig, alle Instandhaltungs- und Wartungsmaßnahmen zu kennen (s. Anhang A.7.2, Passage H3.7). Eine Herausforderung sah der Gesprächspartner aber in der Änderung der Einstellung der Betreiber:

„Aber praktisch sein Paradigma zu ändern und die Informationen anders zu verarbeiten und in andere Kanäle reinzubringen, das ist glaube die Herausforderung für jede Firma, wenn sich das Geschäftsumfeld ändert. […] wenn wir dahin wollen, müssen wir unser Verhalten ändern, denn die Informationen sind ja da, die Leute machen ja Wartungen. Sie schreiben es halt nicht auf. Gut, müssen sie sich das aufschreiben, müssen mit uns reden, wir müssen es protokollieren, weil wir glauben, dass wir dadurch unseren Umsatz erhöhen." (H3I)

Die Gewinnung der Instandhaltungsdaten der Kunden macht es theoretisch möglich, diese sowohl für eine schnellere Ersatzteillieferung als auch zum Vergleich und damit zur Verbesserung des Benchmarkings zu verwenden. Somit war es das Ziel des Sondermaschinenbauers H3, sich bezogen auf die Datenbasis in eine mit einem Standardmaschinenhersteller vergleichbare Lage zu bringen. Da die Kunden von H3 mehrheitlich Tabellenkalkulationsprogramme zur Erstellung ebendieser Pläne nutzten, war der OEM bereit, sich im Falle eines sich etablierenden proaktiven Agierens an die Vorgehensweise der Kunden anzupassen und keine systemische Angliederung vorauszusetzen. Dies gewährleistete es nach Meinung von H3I am ehesten, dass Betreiber ihre Expertenmeinungen möglichst umfassend und unverzerrt mit dem Hersteller teilen.

H4 zielte mit dem Proaktivismus weniger auf einen zusätzlichen Umsatz ab, denn die Endkunden waren mehrheitlich eigens betriebene Kliniken. Im Mittelpunkt stand für das Unternehmen stattdessen abermals die Reduktion der Kosten, wenn Informationen zentral zusammenliefen. Eine proaktive Interaktion mit den Tochtergesellschaften und den Servicetechnikern wurde von H4I1 – wie in Kapitel 7.2.2 ausführlich erläutert – als größtes Ziel genannt. Die JIT-Belieferung der Techniker würde dazu beitragen, den Bestandsaufbau „im Kofferraum“ zu unterbinden. Die Realisierung wurde jedoch durch die beschriebenen Defizite des Informationsflusses zwischen Zentrale und Niederlassungen gehemmt. Zudem wäre laut H4I1 abermals ein konkreter Business Case inkl. einer Kosten- und Nutzenrechnung in Form eines repräsentativen ROI erforderlich (s. Anhang A.7.2, Passage H4.6). Diesen für eine zentralisierte Bestandsplanung über zuverlässige Simulationen zu liefern, war für den Interviewten aber kaum machbar, da die nötigen Detailinformationen zu den Serviceeinsätzen fehlten. H4I1 merkte an, dass sich Verbesserungen und Innovationen im Servicebereich demnach generell nicht so einfach einführen ließen, wie er dies als vorteilhaft erachtete, da stets der gesamtunternehmerische Nutzen im Mittelpunkt stehe. Infolgedessen bestand für das ASM keine realistische Möglichkeit, die notwendige Top-Management-Unterstützung zu erhalten.

Der Einsatz von Fernüberwachungstechnologien, welcher theoretisch den proaktiven Service befördern könnte bzw. ihn in höheren Servicestufen sogar ermöglicht, war bei allen OEMs mit Ausnahme von H4, wo Bedenken bzgl. der Sicherheit von Patientendaten die Überlegung hinderten, anzutreffen. Die reine Implementierung von Sensorik wurde hierbei nicht als problematisch eingestuft. Als Schwierigkeit nannten die Interviewten stattdessen mehrheitlich die Erzeugung von Skaleneffekten für das ETM. Die Fernüberwachung diente bei H1, H2 und H3 daher nicht dem Zweck der ersatzteillogistischen Prozessverbesserung. Die Sondermaschinenbauer H1 und H3 brachten dies in Verbindung mit der heterogenen Kundenstruktur, wodurch sich Ersatzteil-Serviceleistungen kaum reproduzieren ließen. Daneben bestanden Vertrauensdefizite sowie der Wunsch der Kunden nach Autarkie, was auch durch die Gesprächspartner von H2 geäußert wurde (s. Anhang A.7.2, Passage H2.4).

Bei H5 war die Fernwartung lediglich unter dem Aspekt der Profitabilität attraktiv für das ETM. Durch diese konnten bereits auf Ausbringungsmengen gestützte Instandhaltungsservices inkl. entsprechender Teilepakete realisiert werden. Die Instandhaltungspolitiken der Kunden erfuhren – ähnlich wie in der Vorstellung von H3I beschrieben – eine Analyse, um anderen Interessenten Benchmarks und Hinweise einer effektiveren Instandhaltung anzubieten. H5 kreierte damit einen Anreiz für Kunden, einen höheren Preis für den Fernwartungsservice zu bezahlen. Da die Sensorik nicht flächendeckend über die gesamte Kundenstruktur verteilt installiert war, konnten aber noch keine nennenswerte Effekte auf die Prognose und Bestandsplanung v. a. von spezifischen Ersatzteilen erzielt werden. H5I sah erst dann eine Notwendigkeit zur Investition in flächendeckend bei den Kunden verbaute Sensorik, wenn die konkurrierenden OEMs Signale in dieser Richtung senden würden (s. Anhang A.7.2, Passage H5.4).

Die aufwendigen Analysen der sensorgenerierten Daten mit Big Data Analytics zur Kernprozessverbesserung stellten eine weitere Herausforderung für die OEMs dar. Prädiktive Analysen im Sinne kausaler Prognosen kamen in keinem Unternehmen zur Anwendung, denn es fehlten konkrete Anlässe, die notwendigen Investitionen anzustoßen. Den Ausbau eines standardisierten Analyseprozesses für große Datenmengen und den Aufbau einer entsprechenden Datenbankstruktur sahen alle Experten in unbestimmter Zukunft. So müsste sich die Investition im Sinne des gesamtunternehmerischen Nutzens jeweils für den Konzern im Gesamten lohnen. Zudem kamen aufwendige Nachrüstvorgänge – v. a. für die älteren Anlagen der IB – mit Sensorik zur Sprache. Diese wären kaum mit einem vertretbaren Aufwand realisierbar. Daneben galt es als diffizil, Kunden davon zu überzeugen, für einen zusätzlichen Datentransfer zu bezahlen. So waren fehlende Signale vonseiten der Kunden für H3I ein Hauptgrund dafür, dass das Thema Maschinenanbindung bisher kaum Beachtung fand (s. Anhang A.7.2, Passage H3.8).

Zur Beantwortung der Studienfrage S3 aus Perspektive der OEMs wurden die genannten bzw. aus den Teilnehmeraussagen interpretativ abgeleiteten Einflussfaktoren analog zu den gleichen Dimensionen aus Sicht der Betreiber systematisiert (s. Tabelle 38). Bei den OEMs rückten Faktoren in den Vordergrund, die nicht allein auf interne Abläufe des Informationsmanagements, sondern auf den externen Umgang mit den Kunden zu beziehen sind. Die Dimensionen T, E und T-E wurden abermals ausgegraut, um zu verdeutlichen, dass die Steuerung dieser Faktoren durch das ETM nur bedingt möglich ist. Es ist auch hier davon auszugehen, dass sich für die Bedeutung der Faktoren abhängig vom Unternehmenskontext unterschiedliche Einschätzungen sowie Erweiterungen finden lassen.

<table>
<tr><td>O
• Schnittstellen zwischen Servicetechnik und Disposition
• Entscheidungsgewalt der Niederlassungen
• zentrale Bündelung von IBI</td><td colspan="2">O-H
• Zusammenarbeit von Disposition und Technik
• Zusammenarbeit von Zentrale und Niederlassungen</td><td>H
• Grad der Externalisierung impliziten Wissens (bzgl. der Kritikalität)</td></tr>
<tr><td>O-T
• Dokumentation von Serviceeinsätzen
• Aktualität der Stammdaten
• Systeme zur Angliederung der Niederlassungen (z. B. Webshop)</td><td>O-E
• Instandhaltung (Kunden)
• Zugemessene Bedeutung des Erstausrüstungsangebots</td><td>H-T
• Zeitdruck bei der Datenerfassung
• Einstellung zu Pflichtfeldern</td><td>H-E
• Kommunikation mit dem Kunden (Wer kommuniziert tatsächlich mit dem Endkunden?)</td></tr>
<tr><td>T
• ERP-Systeme
• Einstellung zu Einzelprogrammierungen
• Fernüberwachungstechnologien (Stand und Möglichkeiten der Nachrüstung)</td><td colspan="2">T-E
• Innovationsbereitschaft (technologischer Art) des Geschäftsumfelds und der Konkurrenten
• Forderungen der Kunden</td><td>E
• Branche
• Primärprodukte (Standard oder Sonderanfertigung)
• Konzernstruktur
• Kundenstruktur
• Wettbewerbssituation</td></tr>
</table>

Tabelle 38: Systematisierung der Einflussfaktoren (OEMs)

Gerade hinsichtlich der Informationserfassung beim Kunden, der Zusammenarbeit von Serviceniederlassungen und zentralem ETM sowie der Integration von Disposition und Technik wiesen die Fallunternehmen noch Handlungsbedarf auf. Darüber hinaus sind wie bei den Betreibern die Wechselwirkungen und Dynamiken zwischen den Einfluss nehmenden Faktoren von besonderem Interesse für das Informationsmanagement. Zeitdruck bei der Datenerfassung (Dimension H-T) kann bewirken, dass der Stellenwert der Dokumentation generell als niedrig wahrgenommen wird (Dimension O-T). Informationen zur Ersatzteilplanung liegen v. a. dann nicht gebündelt vor (Dimension O), wenn das zentrale ETM nicht auf diese zurückgreifen kann, weil die Serviceniederlassungen die hauptsächliche Kommunikation mit den Kunden übernehmen (Dimension H-E) und über die entsprechende Befähigung verfügen, sodass sie ihre Entscheidungen nicht gegenüber der Zentrale offenlegen müssen (Dimension O). Derartige Dynamiken stellen abermals eine Herausforderung für das ETM bzw.

spezifischer für das eingebettete Informationsmanagement dar und sind deshalb von besonderem Stellenwert für das zu erstellende Framework.

7.3 Weiterführende Auswertungen

7.3.1 Zusammenführung der Perspektiven

Die Beantwortung von Studienfrage S4[166] erfordert es, die Perspektiven der befragten Betreiber und OEMs zusammenzubringen, wofür Abbildung 36 zu betrachten ist.

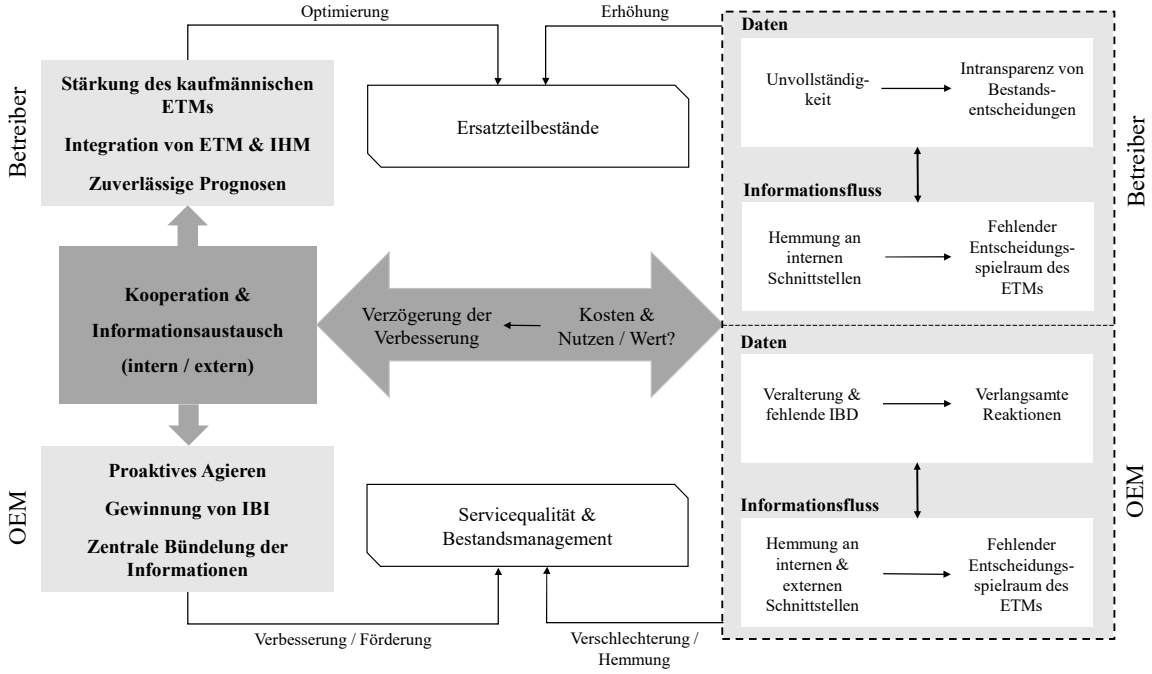

Abbildung 36: Zusammenhänge aus integrierter Sicht

Die linke Seite veranschaulicht die Anstrengungen und Ziele der Betreiber und OEMs, welche in Zusammenhang mit dem auf Ersatzteile bezogenen Informationsmanagement stehen. Der Fokus liegt jeweils auf dem Informationsaustausch an den Schnittstellen des ETMs sowie auf der internen Bereichskooperation respektive der Zusammenarbeit von OEMs und Betreibern. Infolge des Bemühens um die Optimierung von Ersatzteilbeständen bei den Betreibern stieg etwa die Notwendigkeit der Formalisierung und der Systematisierung von ersatzteilbezogenen Prozessen an. Die im Fall von B2 und B3 ausgeprägte Bestrebung, jedes Jahr Effizienzsteigerungen zu erreichen, implizierte eine ständige Weiterentwicklung, was auch auf das ETM und dessen Entscheidungsbefugnis ausstrahlte. Lag die Stabilität in den durch das ETM verantworteten Prozessen bei B2 und B3 deshalb bereits vor, war es für die Betreiber B1, B4 und B5 von Belang, diese erst zu erzeugen. Eine Förderung der – auch auf das Informationsmanagement bezogenen – Integration des technischen Bereichs respektive

[166] S4: Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede lassen sich zwischen Akteuren finden? Wie sind die Akteure hinsichtlich der Untersuchungsgegenstände miteinander verbunden?

IHMs und des ausführenden kaufmännischen Bereichs respektive ETMs sollte dazu beitragen, eine hinreichende Basis für möglichst genaue Bevorratungs- und Lagerbereinigungsentscheidungen zu schaffen.

Kräfte, die der Optimierung entgegenwirken, finden sich in der rechten Seite von Abbildung 36 wieder. Als hemmend wirkte sich bei den Betreibern zuallererst die Unvollständigkeit und Veralterung der Ersatzteildaten aus. So fehlten teilerelevante Stamm- und Bewegungsdaten, insb. Verwendungsnachweise, was für einige Teilnehmer die Intransparenz von Lagerbeständen und ein erhöhtes Risiko von Überbeständen zur Folge hatte. Weiterhin rückten die konfliktären Ziele des IHMs und des ETMs, hervorgerufen vornehmlich durch die Risikoaversion der Instandhaltungsmitarbeiter, sowie das Management der Schnittstelle zwischen den Bereichen in den Fokus der Aufmerksamkeit. Keiner der interviewten Betreiber nutzte Instandhaltungspläne als Fundament der Prognose und Bestandsplanung, auch wenn B2 hier bereits Fortschritte vorweisen konnte. Im Fall von B1, B4 und B5 übertraf der Stellenwert des impliziten (Instandhaltungs-)Wissens für Bestandsfestlegungen und die Bestimmung von Neueinlagerungen die Erwartungen. Infolge der zusätzlich nicht gegebenen Nachvollziehbarkeit von Instandhaltungsentscheidungen kam es zu Informationsdefiziten aufseiten des ETMs. Der somit eingeschränkte Entscheidungsspielraum zur Verbesserung des Bestandsmanagements bewirkte einen teils unkontrollierten Zugriff auf technisches Expertenwissen, weil unsichere Planungsdaten vorherrschten. Im Rahmen der Prognose für auslaufendes Material trat dies besonders hervor. Der potenzielle Nutzen von entsprechenden Prozessverbesserungen des ETMs war nicht zuverlässig zu bestimmen, weshalb sich diese nicht oder nur langsam umsetzen ließen. Dies galt v. a. dann, wenn die Verfügbarkeitsanforderungen der Instandhaltung innerhalb der Unternehmenskultur schwerer wogen als die Effizienz der ETL.

Das einheitliche Ziel der befragten OEMs war es, noch umfangreicher proaktiv auf ihre Kunden einzuwirken, um die Servicequalität zu verbessern und das Bestandsmanagement von Ersatzteilen zu vereinfachen (s. Abbildung 36, linke Seite). Dies ist jedoch nur dann realistisch umsetzbar, wenn die Betreiber bereit oder in der Lage sind, ihre Umbauten und Instandhaltungsinformationen zu teilen. Durch eine Ausweitung des Proaktivismus‘ und eine enge Kundenbindung wäre es den OEMs auf effektivere Art und Weise möglich, IBI zu gewinnen. Die zentrale Informationsbündelung könnte wiederum zu einer Reduktion der Lagerbestände nicht nur beim OEM selbst, sondern auch bei den Betreibern beitragen. Gerade in Verbindung mit der Veralterung von Ersatzteilen bestand hier besonderes Interesse.

Dem Ziel der verbesserten Servicequalität und des effizienten Bestandsmanagements wirkte bei den OEMs – vergleichbar mit den Betreibern – die Datenverfügbarkeit und -qualität entgegen. Die Stationarität von Ersatzteilstammdaten, wie z. B. Lieferzeiten, verursachte eine nur verzögerte Reaktion auf Kundenbedarfe. In der Folge erfuhr die Kundenzufriedenheit

eine Dämpfung, wodurch die Bereitschaft der Kunden zur Kooperation sinken kann. Erschwerend wirkten sich gehemmte Informationsflüsse an internen Schnittstellen zwischen Disposition und Technik, bspw. durch die Erfassung und Arbeit in voneinander getrennten ERP- und CRM-Systemen, sowie zwischen zentralem ETM und den Serviceniederlassungen aus. Der Entscheidungsspielraum des ETMs wurde aber nicht nur durch die internen, sondern auch durch die externen Schnittstellen beeinflusst. Eine engere Zusammenarbeit von OEMs und Betreibern konnte sich im Fall der interviewten Unternehmen noch nicht gänzlich durchsetzen. Die Heterogenität der Kundenstrukturen erschwert derartige Bestrebungen, da es unter diesen Umständen herausfordernder ist, den erzeugten Kundennutzen repräsentativ zu ermitteln und den Investitionen – z. B. für Fernüberwachung – entgegenzusetzen. Die Kalkulation respektive Simulation einer signifikanten Kostenreduktion durch Effizienzgewinne im ETM ist gleichermaßen nicht trivial, sofern Kundendaten nur lückenhaft verfügbar sind. Dies hat abermals eine Verzögerung von Verbesserungen zur Folge.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich Betreiber und OEMs zwar in ihrem Kontext und der Ausgangssituation sowie den Einflussfaktoren auf die Umsetzung von Prozessverbesserungen unterscheiden. Auf einer Meta-Ebene ähneln sich die identifizierten Defizite und Diskrepanzen im ETM jedoch. Das Fehlen essenzieller Ersatzteil-Stammdaten ist aus beiden Perspektiven als gravierend für die ersatzteillogistische Planung einzuschätzen. Der als unzureichend zu bezeichnende Informationsfluss an den internen sowie externen Schnittstellen verursacht Informationsdefizite und hat einen geringen Entscheidungsspielraum des (zentralen) ETMs zur Folge. Bestandsoptimierungen werden dadurch gehemmt. Prozessverbesserungen lassen sich zudem nicht oder nur zögerlich umsetzen, da es dem ETM schwerfällt, repräsentative Nutzenwerte zu ermitteln. Dies unterstreicht die Sinnhaftigkeit, das Framework zum Informationsmanagement allgemeiner bzw. perspektivenübergreifend auf das ETM zu beziehen. Dabei sind die Aufarbeiter und Drittanbieter aber nicht zu vernachlässigen, weshalb diese im Folgenden eine gesonderte Betrachtung erfahren.

7.3.2 Auswertung aus Perspektive der Aufarbeiter

Die interviewten Aufarbeiter wiesen in Bezug auf das ETM am ehesten Parallelen zu den Betreibern auf. Ersatzteile lassen sich bei aufarbeitenden Unternehmen mit Produktionsmaterial vergleichen, sofern die Geschäftstätigkeiten noch nicht auf Ersatzteillieferungen in Form von Serviceleistungen ausgeweitet wurden, was bei den Teilnehmern nicht der Fall war. Wie Tabelle 39 zeigt, war die Konfrontation mit der Unvorhersehbarkeit des Zustands der aufzuarbeitenden Primärprodukte, die ins Unternehmen gelangen, kennzeichnend für die Tätigkeit. Diese Unsicherheit repräsentierte gleichzeitig das größte Informationsedefizit, dessen Behebung jedoch kaum im Aktionsradius der Aufarbeiter selbst lag.

Teiln.	Primärprodukt zur Aufarbeitung	Übermittelte Daten- und Informationsdefizite
A1	Flurförderzeuge	• Zustand der aufzuarbeitenden Primärprodukte • spezifische für die Aufarbeitung benötigte Ersatzteile • feste Stücklisten für die Fahrzeuge • Lieferzeiten für selten nachgefragte Ersatzteile • Kosten resultierend aus Stillständen der Aufarbeitung
A2	Flugzeuge	• Zustand der aufzuarbeitenden Primärprodukte • spezifische für die Aufarbeitung benötigte Ersatzteile • Lieferzeiten für selten nachgefragte Ersatzteile

Tabelle 39: Daten- und Informationsdefizite (Aufarbeiter)

Der variable Zustand der Primärprodukte bedingte das Vornehmen einfacher Gruppierungen der Ersatzteile basierend auf ihrer Planbarkeit, nach der Lieferzeit sowie nach dem Preis. Klassifizierungsansätze wie die ABC- und XYZ-Analyse oder andere regelbasierte Verfahren konnten bei den Teilnehmern nicht identifiziert werden. Auch Prognosen sowie eine Bündelung von Ersatzteilen in größere Beschaffungslose ließen sich aufgrund der eingeschränkten Planbarkeit des Bedarfs nur sehr eingeschränkt realisieren. Folglich äußerten sich die Interviewten skeptisch gegenüber Planungsansätzen der Wissenschaft, da deren Nutzen nicht abschätzbar wäre.

Bei A1 war trotz einer Vorlaufzeit von mehreren Wochen ab Auftragserteilung nur bedingt ermittelbar, welche Ersatzteile für ein aufzuarbeitendes Flurförderzeug vonnöten waren. Der konkrete Bedarf entstand infolge der Inspektion. Die Ersatzteile erhielt das Unternehmen zum Großteil vom OEM bzw. Mutterunternehmen, denn A1 arbeitete nur Fahrzeuge dieses Herstellers auf. Die Bandbreite an Primärprodukten war durch das abgesteckte Sortiment zumindest theoretisch bekannt, weshalb die Option bestand, eine Minimalstückliste an Ersatzteilen, die zuverlässig wiederkehrend auftreten, abzuleiten. Allerdings existierten keine festen Stücklisten zu den Fahrzeugen. Dies stellte ein Hemmnis für die Realisierung der Verbesserung dar. Darüber hinaus war der Gleichteileanteil gering. Abseits der Minimalstückliste wurde eine Prognose der Ersatzteile basierend auf Zeitreihenanalysen durch die Interviewten als nicht zielführend angesehen, denn bestimmte Fahrzeugtypen traten über mehrere Monate hinweg nicht auf. Dies barg die Gefahr, veralternde Überbestände zu erzeugen.

Bei A2 war die Umrüstung der Flugzeuge mit einer Vorlaufzeit von mehreren Monaten immerhin grob planbar. Im Großteil der Fälle war somit das benötigte Material bekannt. Die planbaren Wartungen erfolgten in regelmäßigen Abständen. Außerdem stellte A2 den Kunden eine Liste mit empfohlenen Ersatzteilen zur Verfügung, sodass nicht alle Verschleißteile durch das Unternehmen selbst bevorratet werden mussten. Von großer Bedeutung war es

deshalb, vom Wissensaufbau durch Projekte der Vergangenheit zu profitieren und diese festzuschreiben. Probleme traten auf, wenn während der Umrüstung oder Wartung festgestellt wurde, dass Ersatzteile fehlen. Unbekannte Lieferzeiten verzögerten die Fertigstellung, da Wartezeiten für nicht mehr beim Hersteller verfügbare Ersatzteile teilweise mehrere Wochen bis hin zu mehreren Monaten betrugen. Teure Expresslieferungen aus anderen Erdteilen ließen die Marge eines Projekts sinken. Aufgrund der Tatsache, dass im Vorhinein z. T. nicht vollständig abzuschätzen war, welche Ersatzteile anfallen könnten, konnte dieser Umstand jedoch kaum verhindert werden.

A1 griff auf gebrauchte Ersatzteile zurück, um die (nicht gemessene) Ersatzteilverfügbarkeit zu steigern, weshalb im Sinne einer Typisierung neben den genannten Merkmalen auch zwischen Gebraucht- und Neuteilen unterschieden wurde. Die Komplexität der Ersatzteilplanung ergab sich infolge der Vielfältigkeit der Baureihen, Typen und Altersklassen sowie der Beanspruchung während der Nutzung. Vor allem bei Komponenten, die nicht über das Zentrallager des Mutterunternehmens zu beziehen waren, trat bei bisher noch nicht nachgefragten Ersatzteilen das Problem langer und unbekannter Lieferzeiten auf. Die Folge waren Stillstandszeiten bei der Aufarbeitung bzw. die Aufschiebung der Prozesse bis hin zu mehreren Wochen (s. Anhang A.7.3, Passage A1.1). Die Kosten der Stillstände wurden jedoch – bedingt durch die knappen Personalkapazitäten – nicht genau kalkuliert, weshalb sie nicht als Basis etwaiger Kosten-Nutzen-Berechnungen dienen konnten.

Kommunikationsprobleme an den internen Schnittstellen zwischen den Bereichen der technischen Aufarbeitung sowie des strategischen und operativen Einkaufs erschwerten zusätzlich die Beschaffungsentscheidungen. Im Gegensatz zu den Betreibern waren die technischen Mitarbeiter von A1 allerdings nicht getrieben von der Risikoaversion, die Instandhalter aufgrund der Zielstellung ihrer Tätigkeit mit sich bringen. Der Einkauf wurde vielmehr dadurch behindert, dass Bestellungen nicht zeitgemäß vorlagen, weil vorgeschaltete Abteilungen keine genaue Klärung hinsichtlich des Bedarfs vornahmen. Kennzahlen, die es benötigen würde, um die Probleme der Beschaffung kenntlich zu machen – etwa der Anteil von Nach- und Prioritätsbestellungen – waren zwar theoretisch bekannt, erfuhren aber keine Pflege. Dies lässt sich nach Meinung der Interviewten auf ein Fehlen des ganzheitlichen Prozessverständnisses zurückführen:

> *„Das ist ja auch so das Denken vom Prozess her. Ich kann damit leben, wenn ich in einem unterstützenden Bereich wie dem Einkauf oder der Personaldisposition, wenn ich da mehr Aufwand hab, wenn ich dafür überproportionale Produktivitätssteigerung bei meinem Hauptprozess hab. […] Und ich glaub die [Mitarbeiter] sehen auch einfach nicht den Vorteil, also gar nicht mal für sich selber, sondern einfach für den gesamten Standort. […] Da sind wir gerade wirklich tief drin im Change Management, einfach so Leute mitnehmen, das ist einfach wieder so eine Kommunikationsfrage. Das haben wir vielleicht auch ein Stück weit verpasst. Oder bzw. wir sind im Moment in*

einer Phase, wo man einfach nicht sieht, dass es an einer anderen Stelle Vorteile hat. Da kommen wir jetzt gerade hin." (A1I1)

Die durch A1I1 und A1I2 geäußerte Unzufriedenheit der Mitarbeiter entstand im Unternehmen aufgrund der Einführung eines neuen Warenwirtschaftssystems, welches sich nicht optimal mit dem bereits vorhandenen ERP-System verbinden ließ. Dies ist zu begründen mit der in der Vergangenheit nicht konsequenten Verfolgung der Prozessintegration und hatte zur Folge, dass Ersatzteile nicht entsprechend des Bedarfs der Aufarbeitung beschafft werden konnten. Dadurch kam es abermals zu teils erheblichen Verspätungen der Fertigstellung.[167] Generell vollzog sich der Wandel hin zu einer Effizienzsteigerung der Prozesse nur langsam, denn aus den Prozessanalysen folgten nur wenige Konsequenzen oder Optimierungen. Kleine Verbesserungen wie die Gleichteilestückliste bildeten bereits einen deutlichen Fortschritt, der jedoch gehemmt wurde durch die in diesem Zusammenhang notwendigen personellen Kapazitäten zur Datenauswertung.

Melde- und Sicherheitsbestände für wiederkehrende Ersatzteile wurden bei A2 ausschließlich manuell basierend auf explizierten Erfahrungswerten festgesetzt, da die Quantität an Vergangenheitsdaten nicht ausreichte, um stochastische Berechnungen durchzuführen. Gewisse Ersatzteile erfuhren bisher keine Verwendung und damit keinen Bedarf, weshalb noch keine Stammdaten zu diesen Teilen existierten. A2 sah sich daher gerade in Bezug auf Reserve- und Austauschteile Unsicherheiten ausgesetzt, die eine Anpassung notwendig machten. So verfügte der Aufarbeiter über einen eigenen Maschinenpark zur Herstellung von Ersatzteilen. Obwohl keine Lieferantenverträge im Sinne der Kommission existierten, hielt A2 die Lieferanten dazu an, bestimmte Ersatzteile zu lagern, was diese i. Allg. taten. Dadurch stellte die Veralterung kein Problem dar. Weiterhin bestand nur selten die Notwendigkeit zur Einlagerung besonders teurer Komponenten. Auch der 3D-Druck wurde allgemein als hilfreich angesehen, jedoch eher für Klein- und Standardteile, die zum planbaren Material gehören. A2I schloss indes eine noch umfangreichere Dokumentation der Aufarbeitungsvorgänge aus, denn dem dadurch erzeugten Aufwand sei kein positiver Wert entgegenzusetzen. Nicht planbares Material ließe sich aus Erfahrung nicht besser prognostizieren, weil auf theoretisch notwendige Daten und Informationen nicht zurückgegriffen werden konnte. Daher sah das Unternehmen keine Notwendigkeit in der Verbesserung des Informationsmanagements.

Die Verbesserung der Kernprozesse spielte bei den interviewten Aufarbeitern eine nur untergeordnete Rolle. Die starke Abhängigkeit vom Tätigkeitsfeld der Aufarbeiter erschwert es, einheitliche bzw. pauschalisierende Aussagen bzgl. des Informationsmanagements im ETM zu treffen. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass die zur Anwendung theoretischer

[167] Mittlerweile war es möglich, die durch mangelnde Systemintegration hervorgerufenen gravierenden Datenübertragungsprobleme zu beseitigen.

Modelle notwendige Informationsbasis sowie die Beseitigung der Daten- und Informationsdefizite im Fall der behandelten Aufarbeiter nur bedingt durch ein verbessertes Informationsmanagement erreicht werden konnte. Das Auftreten der in Tabelle 39 genannten Defizite resultierte aus dem Tätigkeitsfeld und weniger aus dem Wirken identifizierbarer Einflussfaktoren. Eher war es von Bedeutung, die Prozesse an nicht zu umgehende Unsicherheiten anzupassen. Auf der anderen Seite nannten die Interviewten hohe Ersatzteilverfügbarkeiten als ausdrückliches Ziel, passende Kennzahlen wurden aber weder konkret festgeschrieben noch gemessen. Dadurch fehlten weitere Ansatzpunkte zum Ausdruck des potenziellen Nutzens aus der etwaigen Verbesserung ersatzteillogistischer Prozesse.

7.3.3 Vorstellung einer Studie zur Perspektive der Drittanbieter

Drittanbieter weisen in Bezug auf das ETM aufgrund ihrer auf den Absatz von Ersatzteilen ausgerichteten Geschäftstätigkeit Gemeinsamkeiten mit OEMs auf. Sie sind jedoch gleichzeitig darauf angewiesen, sich durch ihr Sortiment, günstige Preise oder besondere Leistungen von diesen abzugrenzen (s. Kapitel 2.1.3). In einer qualitativ ausgerichteten Studie von Drechsler et al. (2019a) wurden Verbesserungen der Prozessplanung im ETM mit einem besonderen Schwerpunkt auf Drittanbieterkooperationen untersucht.[168] Semi-strukturierte Interviews erfolgten mit Repräsentanten der vier folgenden Unternehmen:

- Ein Drittanbieter der Schwermaschinenbaubranche (nachfolgend D1);
- ein Drittanbieter im Sektor der Winderenergieanlagen (nachfolgend D2);
- ein OEM für Sanitär- und Klimaanlagen sowie
- ein Betreiber, welcher in der Glasindustrie tätig ist.

Obwohl alle Probanden Kooperationen im ETM allgemein als wichtig betitelten, war eine strategische Ausrichtung im Sinne einer gemeinsamen Planung in keinem der Fälle erkennbar. Als zentrale Unsicherheiten traten die Verfügbarkeit und Qualität von Informationen auf, welche die Wahrnehmung der Relevanz von Kooperationen zwischen Unternehmen beeinflussten. Während es D1, der vornehmlich mechanische Bauteile vertrieb, möglich war, sich beim Einkauf und der Bevorratung auf eigene Erfahrungswerte zu verlassen, konnte D2 dieses Wissen noch nicht aufbauen. Der Drittanbieter war auf eine offene Informationspolitik der OEMs angewiesen. Der Interviewte bemängelte allerdings die nicht vorhandene Bereitschaft der Primärprodukthersteller zur Übermittlung von Informationen, u. a. zu Originalherstellern elektronischer Bauteile. Es bestand die Annahme, dass der OEM damit bezweckte, die Etablierung des Drittanbieters auf dem Ersatzteilmarkt zu verhindern. Dies stärkte jedoch die Zusammenarbeit von D2 mit anderen Betreibern und Drittanbietern auf dem Markt, um an die planungsrelevanten Informationen zu gelangen. Das Ersatzteilsortiment repräsentierte in diesem Zusammenhang eine weitere Quelle der Informationsunsicherheit. Mechanische Bauteile lassen sich im Vergleich mit komplexen Elektronikbauteilen

[168] Die Kernprozesse nahmen in der Studie eine untergeordnete Rolle ein.

i. Allg. eher selbst produzieren oder durch Dritte anliefern. Allerdings wurde herausgestellt, dass die mechanischen Bauteile einer stärker schwankenden Nachfrage unterliegen und aufgrund der Veralterung lange Lieferzeiten aufweisen, was wiederum Unsicherheiten hinsichtlich des einzulagernden Sortiments hervorrief.

Eine zusätzliche Unsicherheit – fehlendes Know-how – bezieht sich sowohl auf das Erfahrungswissen der Drittanbieter selbst als auch auf das Know-how der Ersatzteillieferanten, insb. auf den technischen Hintergrund zu den von den Drittanbietern nachgefragten Ersatzteilen. D1 bemängelte die lückenhafte Informationsübermittlung des Endkunden beim Auftritt einer Havarie. Die Information erfolgte häufig spät und mit wenigen Details. Somit verfügte D1 über weniger Möglichkeiten, Ersatzteile, die eine lange Lieferzeit aufweisen und nur schwierig zu beschaffen sind, mit einem ausreichenden Vorlauf zu besorgen. Dies ist insofern problematisch, als dass der ineffektive Informationsfluss dem Drittanbieter eine Option nahm, sich vom OEM abzuheben. Eine gezieltere und frühzeitige Kommunikation erachtete der Interviewte als hilfreiche Verbesserung, die sich im Umkehrschluss mithilfe einer umfangreicheren Zusammenarbeit realisieren ließe. Abbildung 37 fasst die identifizierten Quellen der Informationsunsicherheit bei den Akteuren zusammen und verdeutlicht darüber hinaus die Folgen der Informationsunsicherheit.

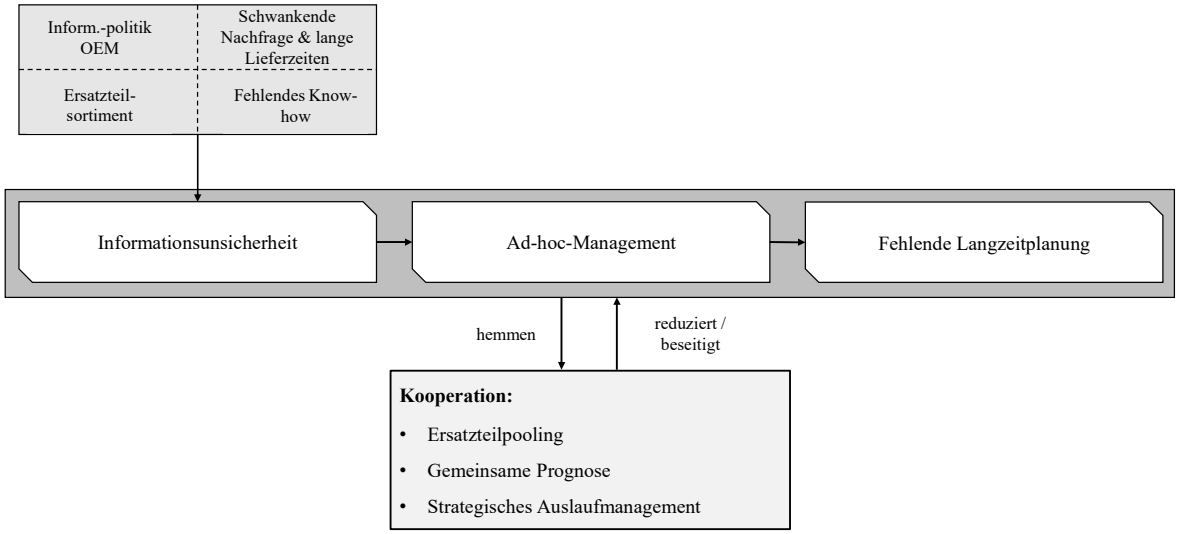

Abbildung 37: Zusammenwirken von Informationsunsicherheit und Kooperationen[169]

Diese bewirkte, dass die Drittanbieter eher auf Ad-hoc-Management zurückgriffen und keine strategische Langzeitplanung anstreben (konnten), wenn es um die Ausgestaltung der Prognose und Lagerhaltung von Ersatzteilen ging. Dies hemmte wiederum das Eingehen von Kooperationen. So konnte sich etwa das durch D2 angestrebte Ersatzteilpooling (s. Kapitel 4.3.1) nicht durchsetzen, da die Bereitschaft zur Mitwirkung bei den Kunden nicht vorhanden war. Die nur kurzfristig angelegten Planungsaktivitäten stellten ferner ein Hemmnis

[169] In Anlehnung an (Drechsler et al., 2019a, S. 226).

beim Vollzug proaktiver Handlungen dar. Sowohl der befragte OEM als auch der Betreiber gaben an, Unsicherheiten in der Ersatzteilnachfrage durch die Anzahl bevorrateter Ersatzteile zu kompensieren. Eine gemeinsame Prognose von Ersatzteilen entlang der Lieferkette konnte sich im Fall der befragten Unternehmen noch nicht durchsetzen. So wurden E-Marketplaces durch die Anbieter nicht als Möglichkeit genutzt, um Kundeninformationen zu gewinnen. Wenngleich aus Abkündigungen und der Veralterung von Ersatzteilen sowohl Unsicherheiten als auch große Planungsschwierigkeiten erwuchsen, wurde kein kooperatives proaktives Auslaufmanagement, sondern eher ein reaktives Agieren verfolgt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Informationsunsicherheiten zwar als Hemmnis akteursübergreifender Kooperationen im ETM auftreten, eine funktionierende Zusammenarbeit aber gleichfalls dazu beiträgt, die Informationsunsicherheiten zu beseitigen. Somit ergibt sich eine wechselseitige Abhängigkeit. Dieses Resultat kann ferner auf die beschriebenen Umstände der internen sowie externen Zusammenarbeit von Bereichen und Akteuren bei OEMs und Betreibern übertragen werden. Weiterhin stellte die Etablierung einer proaktiven Leitkultur auch bei den Dittanbietern ein präsentes Ziel dar. Dieses ist jedoch nur dann zu erreichen, wenn mehr Wert auf den durch Kooperationen geförderten Informationsfluss zwischen den Akteuren gelegt wird, was sich schließlich positiv auf die Langzeitplanung und die Offenheit für Prozessverbesserungen im ETM auswirkt.

7.3.4 Zusammenfassung

Bezugnehmend auf die in Kapitel 5.6 herausgestellten Diskrepanzen, welche das Fundament der Studienfragen bildeten, wiesen die Teilnehmer der Studien annahmegemäß kein tieferes Wissen darüber auf, welche Themen und Ansätze eine Behandlung in der Wissenschaft erfahren. Die mit dem ETM betrauten Manager verfügten über nur unzureichende zeitliche Kapazitäten, um sich in wissenschaftlicher Literatur zu informieren und orientierten sich daher eher an grundlegenden sowie nicht zwangsläufig auf das ETM zugeschnittenen Verfahren. Am deutlichsten trat dies bei der Prognose hervor, welche mehrheitlich eine Gleichsetzung mit der stochastischen Lagerhaltung erfuhr. Die (*s, S*)-Steuerung auf Basis von Vergangenheitsdaten überwog hier als Ansatz. Für sporadische Reserve- und Ausfallteile wurde hingegen auf Erfahrungs- und Expertenwissen zurückgegriffen.

Nichtsdestotrotz zeigten sich v. a. die Betreiber offen dafür, fortschrittlichere, nicht allein auf Vergangenheitsdaten basierende Prognosemethoden in Betracht zu ziehen, sofern eine auf das Unternehmen zugeschnittene Vorauswahl erfolgte. Die bei den Betreibern B1, B4 und B5 präsenten einfachen Vorgehensweisen der Planung entstammten weniger einer nicht vorhandenen Bereitschaft der Anwendung dieser Ansätze als vielmehr dem Umstand, dass es zur Verbesserung der Kernprozesse notwendig wäre, erst die Daten- und Informationsdefizite zu beseitigen. An idealtypischen Prozessen, wie sie die Frameworks von Cavalieri et al. (2008) und Driessen et al. (2015) lieferten, konnten sich die Unternehmen daher nur sehr

bedingt orientieren. Das Informationsmanagement hat zur Aufgabe den Weg hin zur Kernprozessverbesserung zu ebnen. Dies hat unter Beachtung der zahlreichen, im Verlaufe der Studien gewonnenen Einflussfaktoren zu erfolgen. Speziell die Dynamiken zwischen den Einflussfaktoren wurden in den Kapiteln 7.1.3 und 7.2.3 als besonders sensibel und für das Informationsmanagement beachtenswert herausgestellt.

In Kapitel 5.6 kam zur Sprache, dass in der Literatur bisher kein tieferes Verständnis darüber vorliegt, warum es zu übermäßigen Sicherheitsbeständen oder Fehlmengen kommt. Fehlmengen stellten für die Teilnehmer eher weniger einen Missstand dar, während Überbestände gerade für die Betreiber zum Problem wurden. Die Überbestände hängen zusammen mit dem Mangel an systematischen Verfahren zur Kritikalitätseinschätzung, da diese bisher kaum Einzug in die praktische Klassifizierung von Ersatzteilen fanden. Die Unternehmen schrieben die Kritikalität der Ersatzteile nicht fest. Stattdessen äußerte sie sich v. a. in Bestandsentscheidungen. Nicht selten basierten diese auf den Erfahrungen und dem Wissen des technischen Personals. Während dies für die Aufarbeiter eher der Routine entsprach, bedingten organisatorische und systemische Hürden bei den Betreibern und OEMs, dass die Ersatzteilbedarfe und deren Kritikalität als Fundament der Lagerhaltung für das (zentrale) ETM nicht durchgängig nachvollziehbar waren. Als problematisch traten unterschiedliche Zielstellungen technischer und kaufmännischer Bereiche sowie weiterer Niederlassungen auf. Die bestehenden Konflikte wurden gefördert durch organisationale Umstände, etwa fehlende Kontrollinstanzen bzw. nicht vorhandene entsprechende Verantwortlichkeiten oder eine Aufsplittung der ersatzteillogistischen Kompetenzen. Die internen Maßnahmen des Informationsmanagements sind folglich auf die internen Schnittstellen des ETMs auszurichten, um an den Ursachen der Konflikte zu arbeiten und die Informationsverfügbarkeit für das ETM zu erhöhen.

Im Verlauf der Auswertung wurde wiederholt angemerkt, dass das ETM v. a. zur Einschätzung der Kritikalität von Ersatzteilen und Ersatzteillieferungen auf das Erfahrungswissen der technischen Service- und Instandhaltungsmitarbeiter angewiesen ist. Mehr noch als die Notwendigkeit, den Rückgriff auf das Erfahrungswissen einzudämmen, sollte es das vordergründige Ziel des ersatzteilzentrierten Informationsmanagements sein, eine Transparenz dafür zu schaffen, warum auf implizitem Wissen aufbauende Entscheidungen in einer bestimmten Form getroffen wurden. Folglich ergibt sich eine Erweiterung des Informationsmanagements um Aufgaben des Wissensmanagements.[170] Kapitel 3.1.4 ist zu entnehmen, dass Informationen, die aus implizitem Wissen resultieren, in Systemen so zugänglich zu machen sind, dass sie informellen Lernprozessen genügen. Daneben wurde in den Ausführungen zu Grundlagen der Thematik verdeutlicht, dass es die Unterstützung des Top-Mana-

[170] Im Folgenden sind die Aufgaben des Wissensmanagements zur Verfügbarmachung von Ersatzteil-Informationen als dem Informationsmanagement untergeordnet zu behandeln.

gements benötigt, um den Wissenstransfer zu fördern. Das Fehlen dieses Supports bemängelten einige der Teilnehmer, wenn es um die Verbesserung des gehemmten Informationsflusses durch Eingriffe in die Unternehmenskultur ging.

Neben den internen Abläufen sind die externen Aspekte des Informationsmanagements nicht außer Acht zu lassen. Bei den OEMs steht dies zum einen im Zusammenhang mit dem zentralen Zusammenlaufen der Bedarfsinformationen der Kunden. Zum anderen sind gezielt IBI zu erfassen, um proaktiv auf die Kunden zugehen zu können und z. B. zu Instandhaltungsmaßnahmen passende Ersatzteilpakete anzubieten und so die Kundenbindung zu erhöhen. Dazu muss der Kunde aber bereit sein, Informationen mit dem OEM zu teilen, sofern dies noch nicht z. B. über Fernwartung geschieht. Weiterhin konnte im Rahmen der Studie mit den Drittanbietern gezeigt werden, dass Informationsunsicherheiten ein geringes Level der Integration und Kooperation von Akteuren auf dem Ersatzteilmarkt zur Folge haben. Gerade eine gemeinsame Prognose oder ein strategisches ETM könnten jedoch dazu beitragen, diese Informationsunsicherheiten zu beseitigen. Der Gegenstand des extern ausgerichteten Informationsmanagements sollte es daher allgemein sein, die Realisation akteursübergreifender Zusammenarbeit und damit einhergehenden Informationsaustausch voranzubringen.

Auf Basis der Studienergebnisse ist zu empfehlen, ein explizit auf Ersatzteile ausgerichtetes Informationsmanagement innerhalb des ETMs – namentlich ein ETIM (Ersatzteil-Informationsmanagement) – zu etablieren. Der Einordnung des informationsorientierten Informationsmanagements folgend, liegt der Fokus des ETIMs auf der effektiven Nutzung von Informationen, wobei das menschliche Informationsverhalten ausdrücklich zu berücksichtigen ist (s. Kapitel 3.1.2). Dem ETIM kommen die Aufgaben zu, alle für das ETM notwendigen Informationen zu beschaffen und zugänglich zu machen, deren Qualität zu kontrollieren und zu überwachen sowie den Informationsbestand stetig an die sich verändernden Bedingungen des ETMs anzupassen. Das ETIM entfaltet insb. dann sein Potenzial, wenn es zu einem festen Bestandteil von Verbesserungsprozessen des ETMs wird. Das zu diesem Zweck entwickelte Framework stellt eine Orientierungshilfe für Unternehmen dar und soll sie dabei unterstützen, dass ETIM möglichst ganzheitlich zu betrachten.

8 Framework zum Ersatzteil-Informationsmanagement

Gegenstand dieses Kapitels sind die Vorstellung und Anwendung des eigenentwickelten ETIM-Frameworks. Der Rahmen dient dabei gleichzeitig der Beantwortung von Forschungsfrage 6[171]. Es erfolgt eine exemplarische Verdeutlichung des Frameworks anhand eines Fallunternehmens. Auf die Angaben zum Gegenstand des Rahmens, zu dessen Eignung und zum groben Aufbau folgt die ausführliche Erläuterung der einzelnen Framework-Bestandteile. Die Schilderungen zur Anwendung des Rahmens im Fallunternehmen richten sich an diesen Bestandteilen aus. Abschließend erfolgt eine Beurteilung und Würdigung des Frameworks.

8.1 Grundlagen

8.1.1 Einordnung und grober Aufbau

Die Ergebnisse des Reviews und der qualitativen Fallstudien legen nahe, dass Optimierungs- und Verbesserungsprozesse im ETM untrennbar mit dem Informationsmanagement verbunden sind. Bereits erkanntes Verbesserungspotenzial sowie die hieraus entwickelten wissenschaftlichen Ansätze der ersatzteillogistischen Planung lassen sich nicht oder nicht in Gänze realisieren, wenn zur Umsetzung erforderliche Daten und Informationen fehlen oder qualitativ nicht ausreichend sind. Auf der anderen Seite liefern die Daten- und Informationsdefizite Anreize zur Verbesserung des Informationsmanagements. Das ETIM hat zum Ziel, diese Defizite zu beseitigen und als notwendig erachtete Informationen im ETM zur Anwendung zu bringen, um die ersatzteillogistischen (Kern-)Prozesse zu ermöglichen und zu unterstützen. Der hier vorgestellte Rahmen soll Unternehmen dabei helfen, eine Agenda für die Etablierung eines effektiven ETIMs aufzustellen und ist damit eher auf die lang- und mittelfristige Meta-Planung ausgerichtet. Einzelne Ansätze der Kernprozesse im Sinne eines idealtypischen Ablaufs werden daher nicht im Einzelnen aufgegriffen, sondern es sei dafür auf die Grundlagen in Kapitel 4 sowie das Review in Kapitel 5 verwiesen. Orientierend am Framework von Wagner et al. (2012) gilt die Empfehlung, den Rahmen in der vorgestellten Reihenfolge durchzugehen.

Im Gegensatz zu den in Kapitel 5.5.2 behandelten Frameworks, die sich auf Betreiber oder OEMs spezialisieren, wird nun eine integrierte akteursübergreifende Sicht auf das ETM eingenommen. Dies ergibt sich aus den in Kapitel 5.4.3 getroffenen Aussagen zu sich ähnelnden Missständen und Informationsdefiziten sowie aus der perspektivenübergreifenden Betrachtung der Fallstudienergebnisse in Kapitel 7.3. Das Framework soll es Unternehmen ermög-

[171] Wie lassen sich theoretische und praktische Erkenntnisse auf einer Meta-Ebene zusammenführen, um einen integrierten Rahmen zum Ersatzteil-Informationsmanagement zu schaffen und wie kann eine Anwendung erfolgen?

lichen, sowohl die eigenen als auch die (je nach Perspektive) informatorischen Prozesse anderer in der Ersatzteil-Supply-Chain ansässiger Unternehmen zu reflektieren. Die adressierte Zielgruppe sind demzufolge alle mit dem ETM befassten Bereiche von Betreibern, OEMs, Drittanbietern und Aufarbeitern, die sich eher – dem bisherigen Schwerpunkt der Arbeit folgend – der Branche Maschinenbau zuordnen lassen.

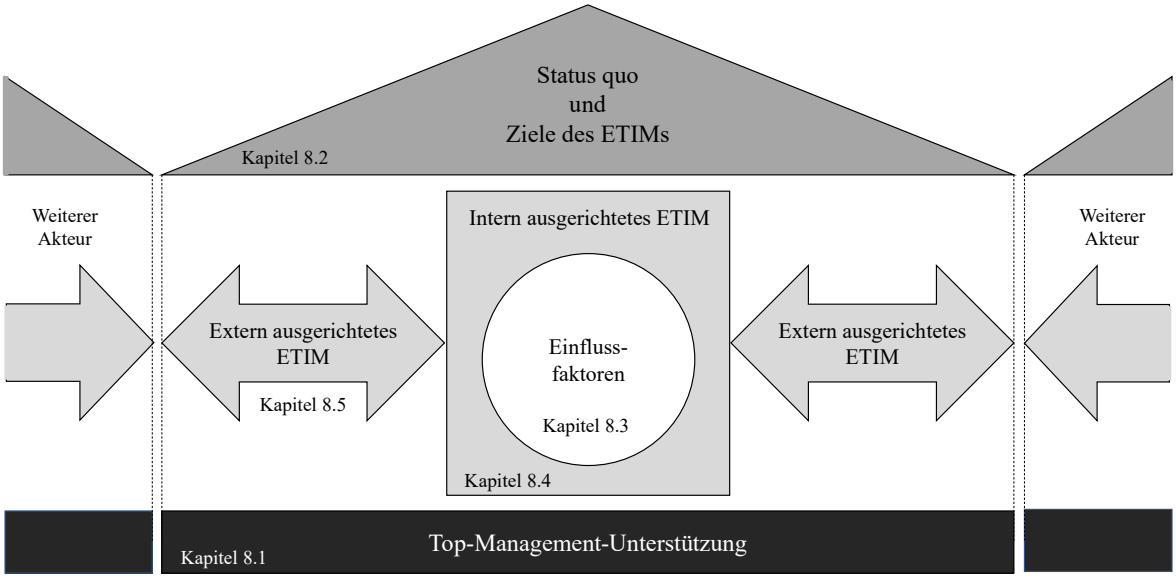

Abbildung 38: Hauptbestandteile des ETIM-Frameworks

Abbildung 38 zeigt die Hauptbestandteile des Frameworks und dient der Orientierung. Die Bestandteile werden in den sich anschließenden Teilkapiteln vertieft und aufgeschlüsselt. Das ETIM ist zuallererst am Status quo und den daraus abgeleiteten Zielen als Überbau auszurichten. Hierbei wurde sich abermals am Framework von Wagner et al. (2012) orientiert, bei welchem die Zielableitung der Ersatzteil-Strategie aus einer umfassenden Auseinandersetzung mit den aktuellen Gegebenheiten des Marktes und des Ersatzteilgeschäfts resultiert. Dies ist im ETIM-Framework auf die Reflexion angestrebter (Kern-)Prozessverbesserungen, bestehender Daten- und Informationsdefizite und der daraus abgeleiteten Ziele für das ETIM zu übertragen. Damit wird gleichzeitig dem Aufbau der Studienauswertung in den Kapiteln 7.1.1 und 7.2.1 Rechnung getragen.

Neben den Zielen determinieren einige Einflussfaktoren die Maßnahmen, die durch das ETIM zu ergreifen sind. Die Faktoren, wie sie in Tabelle 34 (Kapitel 7.1.3) sowie Tabelle 38 (Kapitel 7.2.3) zusammengetragen wurden, sind innerhalb des Frameworks auf die Determinanten zu verdichten, welche in Übereinstimmung mit den Erkenntnissen aus den Fallstudien durch das ETIM gesteuert werden können. Sie sind deshalb – wie in Kapitel 8.3.1 näher erläutert wird – eher mit internen Aufgaben des ETIMs zusammenzubringen.

Die Sinnhaftigkeit der Unterscheidung in interne und externe ETIM-Maßnahmen fand bereits in den Kapiteln 7.2.3 sowie 7.3.4 eine Erwähnung. Das intern ausgerichtete ETIM befasst sich mit allen Maßnahmen des Informationsmanagements, welche die Integration von

internen Bereichen, die ersatzteillogistische Aufgaben übernehmen oder an das ETM angrenzen, sowie von weiteren internen Organisationseinheiten, etwa den Serviceniederlassungen von OEMs, zur Informationsgewinnung vorantreiben. In Unterscheidung zum internen ETIM umfasst das extern ausgerichtete ETIM die informatorische Integration mit externen Akteuren der Ersatzteil-Supply-Chain, speziell die Zusammenarbeit zwischen Serviceanbietern und Kunden. Doch auch die Kollaboration zwischen Serviceanbietern, wie sie in Kapitel 7.3.3 zur Sprache kam, ist nicht zu vernachlässigen.

Die Top-Management-Unterstützung bildet das Fundament des Frameworks. Dies ergibt sich zum einen aus den theoretischen Grundlagen und Erkenntnissen des Reviews sowie zum anderen aus den Aussagen mehrerer Gesprächspartner.[172] Immer wieder kam auf, dass es dem ETM ohne entsprechenden Support nur schwer möglich ist, zum Zwecke des Informations- und Wissensmanagements Eingriffe in die Unternehmenskultur zu rechtfertigen und durchzusetzen. Die Top-Management-Unterstützung ist deshalb gesondert hervorzuheben.

8.1.2 Top-Management-Unterstützung

Die Unternehmensleitung verfügt theoretisch über die Möglichkeit, alle in Kapitel 8.3 näher erläuterten internen Einflussfaktoren des ETMs, d. h. die Organisation, die Systemunterstützung sowie die Entscheidungsträger, dahingehend zu beeinflussen, dass ein effektiver Informationsfluss gefördert wird. Somit determiniert sie gleichzeitig die Ziele, die im ETM realistisch zu verfolgen sind und steckt die Grenzen für interne sowie externe ETIM-Maßnahmen ab. Das Top-Management hat dafür sorgen, dem ETM angemessene Kompetenzen im Unternehmen einzuräumen, um Verbesserungs- und Optimierungsmaßnahmen umsetzen zu können. Die qualitativen Fallstudien verdeutlichten, dass dieser Stellenwert v. a. bei den Betreibern nicht von vornherein gegeben sein muss, weil das ETM hier keine unmittelbare Wertschöpfung erzeugt (s. Kapitel 7.1.2). Sofern vom ETM ex ante Wertbetrachtungen und Business-Cases, die den Nutzen von Verbesserungsmaßnahmen ausdrücken sollen, an das Top-Management zu liefern sind, ist darauf zu achten, dass diese nicht zu einer unüberwindbaren Hürde werden. Andernfalls werden Mitarbeiter davon abgehalten, erkanntes Potenzial mitzuteilen (s. Kapitel 7.2.3).

Wie im Rahmen der Erläuterung des Wissensmanagements herausgestellt (s. Kapitel 3.1.4), kann das Informationsangebot nur dann erweitert werden, wenn eine Sensibilisierung bei den Mitarbeitern dahingehend erfolgt, Informationen aus ihrem Bereichswissen bereitzustellen oder aktiv an unerfahrene Kollegen im Sinne des informellen Lernens weiterzugeben. Dies beugt gleichzeitig Problemen bei einem etwaigen Generationswechsel vor (s. Kapitel 7.1.3). Die Ausrichtung der Unternehmenskultur auf die aktive Wissensweitergabe verhindert, dass veränderte Workflows subjektiv als Ärgernis oder Störung aufgefasst werden.

[172] S. Kapitel 3.1.4; 5.5; 7.1.2; 7.2.2; 7.2.3 und 7.3.4.

Im Idealfall ist ein konstruktiver Widerstand der Mitarbeiter anzustreben, d. h., die Bedenken werden offen geäußert, sodass die Verbesserungsschritte weitere Modifikationen erhalten können (Hauschildt et al., 2016, S. 31ff.).

Andernfalls besteht die Gefahr des Festhaltens an veralteten und u. U. ineffizienten sowie ineffektiven Verhaltensweisen. Bei den untersuchten Betreibern zeigte sich dies am Beispiel der unbegründeten Anforderung von Ersatzteil-Lagerneuaufnahmen aufgrund der Risikoaversion des IHMs (s. Kapitel 7.1.2). Sollte die daraus möglicherweise resultierende erhöhte Kapitalbindung im Vergleich zu den bei Nichtverfügbarkeit von Ersatzteilen womöglich zu erwartenden Strafkosten als weniger gravierend eingeschätzt werden, ist dies an das ETM zu kommunizieren. Die Effizienzziele des ETMs sind damit nach unten anzupassen. Aus Servicesicht ist z. B. das Zurückhalten von Bedarfsinformationen durch Servicegesellschaften zu nennen. Die Niederlassungen treffen evtl. eigenmächtig Bestandsentscheidungen, die aus Sicht des zentralen ETMs als ineffizient zu bewerten sind. Allerdings fehlte es dem zentralen ETM an Informationen zur übergreifenden Entscheidungsfindung und Steuerung (s. Kapitel 7.2.2). Änderungen in Prozessabläufen, die sich dadurch ergeben, greifen u. U. so tief in die Unternehmenskultur ein, dass sie nicht ohne das Einwirken des Top-Managements umzusetzen sind. Seine Aufgabe ist es folglich, die Konsistenz zwischen Organisationseinheiten herzustellen und für klare Verantwortlichkeiten zu sorgen, um Zielkonflikten vorzubeugen. Das Top-Management kann ferner Investitionen zur Verbesserung der Informationsversorgung vorantreiben, indem es Mittel für IT-Projekte, in welche die Anforderungen des ETMs einfließen, zur Verfügung stellt, wie im folgenden Abschnitt anhand des Fallunternehmens gezeigt wird.

8.1.3 Vorstellung des Fallunternehmens und Einfluss der Unternehmensleitung

Das Framework wird am Beispiel eines Unternehmens angewandt, welches im Bereich des Handels mit Gebrauchtmaschinen, deren Aufarbeitung es teilweise selbst übernimmt, tätig ist. Aufarbeitende Unternehmen bilden eine interessante Basis zur Ertestung des Frameworks, nicht zuletzt aufgrund des nur eingeschränkten Erkenntnisgewinns infolge der durchgeführten Fallstudien. Im Rahmen ihrer aufarbeitenden Tätigkeit treten sie als Kunden für Ersatzteile auf. Beim Angebot von Serviceleistungen an den verkauften bzw. eigens aufgearbeiteten Primärprodukten sind die Unternehmen zudem im Ansatz mit OEMs vergleichbar. Werden die Geschäfte dahingehend ausgeweitet, dass sich Servicetätigkeiten und das Ersatzteilangebot nicht nur auf eigens aufgearbeitete Maschinen beziehen, fungieren die Aufarbeiter darüber hinaus als Drittanbieter (s. Kapitel 2.1.3). Je nachdem, von welcher Seite auf das ETM geblickt wird, ergeben sich sowohl im innerbetrieblichen als auch im extern ausgerichteten Informationsaustausch wechselseitige Abhängigkeiten, welche es beim ETIM zu beachten gilt.

Die kontextuellen Informationen zum Fallunternehmen sind Tabelle 40 zu entnehmen. Die Anonymität des Fallunternehmens ist auf dessen Wunsch hin zu wahren, deshalb erfolgt lediglich eine grobe Einordnung. Nicht alle Anlagen, die der Händler einkauft und wieder vertreibt, erhalten eine Aufarbeitung an einem der Standorte. Mehr als die Hälfte des Umsatzes machen Verkäufe direkt vom Standort der Maschinen her aus, wobei die Logistik-Abteilung des Fallunternehmens den Transport sowie z. T. die Demontage und Montage organisiert. Auf diesen Leistungen liegt der bisherige Schwerpunkt im Bereich des Services. In unregelmäßigen Abständen (ca. zwei- bis dreimal im Monat) erfolgen zudem Reparaturen (am Kundenstandort) an Maschinen, die durch das Unternehmen selbst verkauft werden, sowie vereinzelt Leistungen an Fremdanlagen. Da ein Verkauf der Maschinen aktuell ohne Garantie vonstatten geht, können sämtliche Leistungen bepreist werden. Das Unternehmen sieht sich einem Mix aus Standard- und Sondermaschinen gegenüber, wobei auch Standardmaschinen, die einem wiederkehrenden Maschinentyp entsprechen, abweichende Ausstattungen aufweisen. Es werden kleine Standard-Einzelmaschinen bis hin zu kompletten Produktionslinien eingekauft und angeboten. Der Markt ist als hoch volatil zu bezeichnen, d. h., es liegt eine hohe Veränderlichkeit bzgl. der Verkaufssituationen, der nachgefragten Maschinentypen und der erzielbaren Preise vor.

Tätigkeitsfeld	• Handel mit Industriemaschinen und -anlagen • Aufarbeitung ausgewählter Maschinen
Branche	Holzbearbeitung
Anzahl Mitarbeiter	über 100
Standorte	• Hauptsitz und Niederlassung in Deutschland • Niederlassung Südeuropa

Tabelle 40: Einordnung des Fallunternehmens

Das nicht als eigene Abteilung bzw. eigener Bereich organisierte ETM – es ist sowohl dem Einkauf, dem Verkauf als auch schwerpunktmäßig der Abteilung Technik untergeordnet – fungiert aktuell v. a. zur Beschaffung von Ersatzteilen, welche für Aufarbeitungsprozesse notwendig sind. Bisher werden keine Mitarbeiter explizit nur für Aktivitäten des ETMs eingesetzt. Ein Verkauf von Ersatzteilen erfolgt auf direkte Kundenanfrage und bei Vorliegen einer potenziell hohen Marge. Das Ersatzteilsortiment des Unternehmens ist deshalb ohne ein klares Kalkül (insb. bzgl. des Verkaufs) und System aufgestellt. Ersatzteilanfragen werden häufig abgewiesen und auf Händler oder Vertretungen der OEMs verwiesen, weil sich die nachgefragten Ersatzteile nicht auf Lager befinden bzw. keine Beschaffung erfolgt, sofern der Kunde nicht schon bekannt ist oder eine Maschine erworben hat. Parallel zur weiterhin effizienten Ausgestaltung der Aufarbeitungsprozesse besteht ein groß angelegtes Ziel für die kommenden Jahre darin, das bisher vernachlässigte Ersatzteil- und Servicegeschäft auszubauen. Das Unternehmen erwartet, dass dieses im Vergleich zum Maschinenhandel

von konjunkturellen Schwankungen weitgehend unabhängig ist. In der Anfangszeit soll sich vornehmlich auf den Verkauf von gebrauchten und neuen Ersatzteilen sowie technische Beratungsleistungen der Servicetechnik konzentriert werden.

Mit der Intensivierung des Ersatzteilgeschäfts verfolgt die Unternehmensleitung den übergeordneten Zweck, Geschäftsbeziehungen nach dem Kauf einer gebrauchten Anlage langfristig aufrecht zu erhalten. Dies ist verbunden mit dem potenziellen Aufbau eines Webshops, in welchem Ersatzteile vermarktet und bisher nicht genutzte Ressourcen im Sinne des breiten Wissens um technische Eigenschaften der vertriebenen Maschinen auszuschöpfen sind. Teile dieses Systems sind ein Onlinekatalog und die automatische Anbindung von Zubehör in den Maschinenangeboten, die täglich in großer Menge verschickt werden (ca. 100 Angebote pro Tag). Weiterhin besteht die Möglichkeit, Geschäftsbeziehungen zu Kunden aufzubauen, welche vorrangig und regelmäßig auf der Suche nach Ersatzteilen sind. Dies entspricht der Ausweitung der Neukundenakquise. Neben dem Effekt, den das Ersatzteilgeschäft auf den Umsatz direkt hat, verspricht sich das Fallunternehmen die Steigerung der Chance, als bevorzugter Ansprechpartner in Betracht gezogen zu werden, sollten sich Ersatzteilkunden in der Zukunft für den Verkauf oder Kauf von gebrauchten Maschinen entscheiden. Als wichtige Nebeneffekte gelten ökologische und ökonomische Aspekte in Verbindung mit dem Werterhalt und der Wiederverwendung sowie -verwertung von Komponenten.

In der Vergangenheit wurde bereits eine Vielzahl an verkaufsfördernden Verbesserungsprojekten angestoßen und umgesetzt, was zu einer größeren Bekanntheit des Unternehmens auf dem Gebrauchtmaschinenmarkt führte. Die Unternehmensleitung tritt als hauptsächlicher Initiator derartiger Projekte auf. Dies unterstreicht die Bedeutung der Top-Management-Unterstützung, die im Fallunternehmen ohne größere Einschränkungen vorhanden ist. Die Konzipierung und Realisierung eines eigenständigen Bereichs für das ETM repräsentiert ein durch die Unternehmensleitung initiiertes, eigenständiges Projekt. Künftig soll das ETM für alle mit Ersatzteilen in Zusammenhang stehenden Prozesse verantwortlich sein, worunter schließlich auch die Beschaffung für den Eigenbedarf zählt. Durch die Anwendung des ETIM-Frameworks ist eine grobe Agenda für die Planung des ETMs inkl. eines darauf zugeschnittenen Informationsmanagements zu erreichen. Die Frage, welche Informationen für das ETM von Relevanz sind, erfuhr bisher keine eingehende Beachtung. Die Unternehmensleitung hat erkannt, dass das ETM nicht ohne ein auf dieses ausgerichtetes Informationsmanagement funktionieren kann, da es ansonsten nicht realistisch ist, die angestrebte Ausweitung und Professionalisierung im Servicegeschäft zu erreichen. Ein Vorteil besteht darin, dass die Verbesserung des ETMs nicht im laufenden Geschäftsbetrieb erfolgt, sondern der Bereich neu geschaffen wird, was die Anwendung des Frameworks stark begünstigt. Die Prozesse lassen sich nach wie vor in größerem Umfang beeinflussen.

Das ETM-Projekt ist wiederum verbunden mit dem Großprojekt der Schaffung einer eigenprogrammierten Systemumgebung, welche zur Prozessplanung, aber v. a. zum Informationsmanagement zu nutzen ist. Mit dem System geht die Ausgestaltung einer Datenbank zur Auswertung von Informationen einher. Es ist deshalb notwendig, eine Vorarbeit dahingehend zu leisten, welche Informationen an welcher Stelle und in welcher Form bereitzustellen sind. An der Beseitigung der bestehenden Mängel im Informationsfluss wird bereits aktiv gearbeitet. Die Herausforderung besteht hierbei in der Nutzbarmachung der in eher hoher Quantität aufgenommenen Daten, d. h., aus diesen werden nur wenige qualitativ hochwertige Informationen generiert. Nach wie vor kommt es zu Missverständnissen und Strafkosten durch nicht termingerechte Lieferungen oder Reklamationen, weil Informationen durch die Mitarbeiter z. T. ungefiltert ins Unternehmen gelangen. Sie sind häufig nicht an den Stellen verfügbar, wo sie einen Nutzen erzeugen. Ein Symptom sind etwa zahlreiche Freitextfelder innerhalb von Einkaufs- und Verkaufsvorgängen sowie in Masken zur Stammdatenerfassung von Artikeln und Kontakten.

Skepsis gegenüber dem Projekt liegt eher vonseiten der Mitarbeiter des Verkaufs und der Technik vor, die Kapazitätsengpässe und einen zusätzlichen Aufwand bei der Umsetzung befürchten. Die Unternehmensleitung hat hierbei die kontinuierlich bestehende Aufgabe, den Nutzen aus dem Projekt deutlich herauszustellen sowie die Ziele entsprechend der Machbarkeit festzusetzen. Es sind Prioritäten festzulegen, die im Zusammenhang mit der Informationsabgrenzung und -beschaffung stehen. Darunter zählt der Aufbau eines Bewusstseins, welche Informationen für das ETM vonnöten sind, um die Kernprozesse in einer angemessenen Form, d. h. unter Beachtung von Kosten-Nutzen-Zusammenhängen, zu unterstützen. Das ETIM ist nach Vorstellung der Leitung von Beginn an in die neue Systemumgebung einzuflechten. Das Framework soll das Fallunternehmen dabei unterstützen, möglichst viele Facetten des ETIMs zu erfassen und zu beachten, um Anforderungen an die Systementwicklung liefern zu können. Im Gegensatz zu den in Kapitel 7 behandelten Fällen hat der Händler somit die Möglichkeit, die T-Dimension aktiv zu beeinflussen.

8.2 Status quo und Ziele

8.2.1 Bestandteile

Zur Etablierung eines effektiven ETIMs sollten die Unternehmen ein Bewusstsein dafür schaffen, welcher Handlungsbedarf für dieses besteht. Aus den Ergebnissen des Reviews war zu schließen, dass erkennbare oder sogar messbare Verbesserungen des ETMs v. a. dann eintraten, wenn der Fokus auf grundlegenden ersatzteillogistischen Prozessen lag (s. Kapitel 5.4.3). Die Ergebnisse der Fallstudien stützen diese Aussage. Im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit stand v. a. bei den Betreibern die Steigerung der Entscheidungstransparenz im Bestandsmanagement inkl. der Bevorratung unter Verfolgung einer hinreichenden Klassifi-

zierung von Ersatzteilen (s. Kapitel 7.1.1). Doch auch der verfolgte Proaktivismus aus Perspektive der OEMs hat einen Einfluss auf die Vorhaltung und (rechtzeitige) Beschaffung von Ersatzteilen zur JIT-Lieferung beim Kunden (s. Kapitel 7.2.3). Die Ermittlung des Status quo umfasst die Prüfung, inwiefern die angestrebten Verbesserungen der (Kern-)Prozesse des ETMs mit der bestehenden Informationsbasis durchzusetzen sind. Aus den Daten- und Informationsdefiziten, die es zur Umsetzung erst zu beseitigen gilt, ermittelt sich schließlich der Handlungsbedarf und daraus die Ziele des ETIMs (s. Kapitel 7.1.1 und Kapitel 7.2.1). Abbildung 39 verdeutlicht den Ablauf.

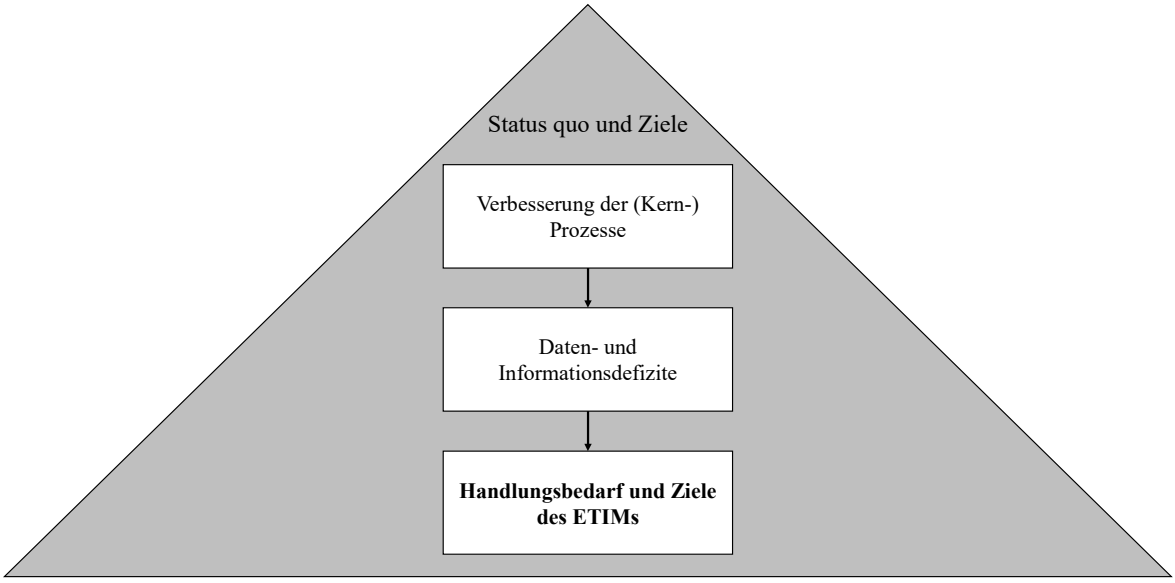

Abbildung 39: Ermittlung von Status quo und Zielen des ETIMs

Dabei sind die folgenden Fragen zu beantworten:

- Welche Verbesserung oder Weiterentwicklung im ETM ist aus welchem Grund anzustreben?
- Welche (Kern-)Prozesse sind von diesen direkt oder indirekt betroffen?
- Welche nutzbaren Ansätze existieren im Unternehmen bereits?
- Welche neuartigen Ansätze oder Verfahren sind zur Anwendung geeignet?
- Welche Informationen sind für die Umsetzung notwendig?
- Können diese Informationen bereits aus den vorhandenen Daten gewonnen werden?
- Welche Ziele ergeben sich infolgedessen für das ETIM?

Als Beispiel sei die Verfolgung der Ausweitung eines bedarfsorientierten Bezugs von Ersatzteilen anzunehmen (s. Kapitel 4.3.2). Hiervon sind alle Kernprozesse betroffen. Es müssen zuerst geeignete Ersatzteile über die Typisierung und Klassifizierung identifiziert werden. Nachfolgend sind die Bezugsmengen bzw. der Zeitpunkt des Bezugs möglichst genau zu prognostizieren sowie Entscheidungen dahingehend zu treffen, ob nach wie vor „eiserne Reserven“ bzw. Sicherheitsbestände notwendig sind. Ein bedarfsorientierter Bezug ist (auch aus Perspektive der OEMs bei Fremdteilen oder einer JIT-Produktion) nur dann sinnhaft,

wenn die hinterlegten Wiederbeschaffungszeiten stimmig sind. Deshalb ergibt sich als Ziel für das ETIM zuallererst die Sicherstellung der Reliabilität der Anlagen- und Teilestammdaten. Dies kann sich gerade bei langlebigen Primärprodukten und Ersatzteilen als Herausforderung erweisen, weil es dazu notwendig wäre, ein kontinuierliches Update der Daten zu gewährleisten (s. Kapitel 7.2.2). Sofern die Lieferanten die Änderung der Lieferzeiten nicht von sich aus angeben, ist jedoch kaum sicherzustellen, dass die Vorlaufzeiten jederzeit verlässlich sind. Breite Ersatzteilsortimente bedingen einen schwierig abschätzbaren Aufwand.

Folglich sind wiederum Typisierungen und Klassifizierungen gefragt, um zu identifizieren, für welche Ersatzteile sich der Erfassungsaufwand lohnt. Verwendungsnachweise lassen die Schlussfolgerung zu, welche Ersatzteile nach wie vor eine Nachfrage erfahren könnten (s. Kapitel 7.1.1 und 7.1.2). Weiterführende Differenzierungen sind dann anhand der Bedeutung der Ersatzteile vorzunehmen, wodurch eine Einschätzung der Kritikalität in den Mittelpunkt rückt. Für die Klassifizierung nach Kritikalität ist eine umfassendere Informationsbasis je nach Kontext des Unternehmens notwendig. Vor allem schlüssige Einschätzungen hinsichtlich zu erwartender Folgekosten bei Nichtverfügbarkeit, zu deren Ermittlung Daten zum Ausfallverhalten der Primärprodukte, Baugruppen und Einzelteile beitragen, sind dafür essenziell (s. Kapitel 4.1.2). Um an diese Informationen zu gelangen, sind weiterführende Schritte notwendig, die wiederum Folgeaktionen auslösen. Es entsteht ein fortlaufender und immer tiefer gehender Kreislauf der Verbesserung mit einem Zielkatalog für das ETIM als Resultat.

Um die Ziele von Beginn an realistisch zu formulieren, können begleitend dazu Nutzen- und Wertbetrachtungen angestellt werden. Das Potenzial, welches in Bezug auf datengetriebene ersatzteillogistische Prozesse besteht, ist den üblicherweise ex ante geforderten Wertbetrachtungen und Nutzenanalysen zum Anstoß von Verbesserungsmaßnahmen zu unterwerfen. Beim normativen Vergleich von zwei alternativen Situationen (eine Situation mit und eine Situation ohne die anvisierten zusätzlichen Daten bzw. Informationen) sind Erfahrungswerte notwendig (s. Kapitel 3.1.3). Liegen diese nicht vor, ist kaum vorstellbar, ex ante zu beweisen, dass signifikante Investitionen messbare Einsparungen im ETM hervorbringen werden. Aus ersatzteilplanerischer Sicht ergeben sich keine oder nur geringe Effizienzgewinne, wenn die Risiken und Kosten von Fehlmengen und Überbeständen ebenso wenig wie die Kosten der Veralterung gerade von sporadischen Teilen konkret zu bewerten sind. Die Vorteile der kausalen Prognose werden durch die Beanspruchung von Kapazitäten z. B. kaum aufgewogen. Das gilt besonders dann, wenn der erreichte Servicegrad im Unternehmen i. Allg. eine positive Beurteilung erhält (s. Kapitel 7.1.2 und 7.2.1).

Die Schwierigkeiten bei der Wertermittlung behindern somit datengetriebene Verbesserungen. Nur, wenn sich wiederholt Umsatzentwicklungen und Einsparungen nach der Durchführung von Verbesserungen ex post erfassen bzw. ermitteln lassen, mithin Erfahrungen im Umgang mit Wertermittlungen aufgebaut werden konnten, ist es realistisch, für das Top-

Management glaubwürdige Business Cases und treffende Simulationen zu entwickeln. Ohne auf die für die Simulationsläufe nötigen Informationen zurückgreifen zu können, werden diese gehemmt (s. Kapitel 7.2.3). Darüber hinaus ist zu ergänzen, dass die Forderung nach ex ante Berechnungen von Nutzenwerten speziell dann zu kritisieren ist, wenn sich Verbesserungsprojekte nicht auf eine festgelegte, klar umrissene Strategie berufen. Praktisch gesehen können Projekte zur Verbesserung bestimmter Prozesse auch ohne die Vorgabe eines verbindlichen Zielwerts initiiert werden. Die Strategie sollte nichtsdestotrotz gut durchdacht sein. Die Resultate lassen sich allerdings erst später objektiv evaluieren (Mingers & White, 2010, S. 1155). Der Einfluss des Top-Managements in diesem Zusammenhang wurde bereits deutlich gemacht.

8.2.2 Zieldimension am Beispiel des Fallunternehmens

Welche Verbesserung oder Weiterentwicklung im ETM ist aus welchem Grund anzustreben?

Für das Fallunternehmen ist oberstes Ziel die fundamentale Neuausrichtung des Ersatzteilgeschäfts und der ersatzteillogistischen Prozesse. Entscheidungen zur Breite und Tiefe des Ersatzteilsortiments stehen dabei an erster Stelle. Die Hersteller der vertriebenen Anlagen weisen eine Vielfalt an Baureihen und Modellen mit von den Baujahren abhängigen Ausstattungen auf. Dies bewirkt, dass sich die Suche nach Ersatzteilen in ihrer Spezifität als sehr schwierig gestalten kann. Aus Servicesicht umfasst das potenzielle Angebot infolge der Händlertätigkeit etwa sieben bis acht Kernunternehmen bzw. Hersteller von Maschinen neben mehreren hundert weiteren, häufig am Markt nicht mehr existenten OEMs.

Die große Herausforderung besteht darin, eine passende Konzentration innerhalb des Ersatzteilsortiments zu schaffen. So ist bei Maschinen mit Standardausstattung davon auszugehen, dass sich die Ersatzteilbeschaffung vergleichsweise einfach gestaltet, die erzielbare Marge aber gering ist. Bei spezifischen Anlagen, die nicht häufig verkauft werden und bei denen die Ausstattung recht stark differenziert ist, fällt es demgegenüber schwer, den Aufwand der Beschaffung abzuschätzen. Auf eine vertragliche Verpflichtung zur Lieferung will das Unternehmen infolgedessen nach Möglichkeit verzichten und „Exotenteile“ nur dann anbieten, wenn mit annähernder Sicherheit über sie verfügt werden kann. Hier ist es etwa darauf angewiesen, dass ein Maschinenanbieter Ersatzteile – v. a. Restbestände – gemeinsam mit der Anlage verkauft. Der Versuch, alle Hersteller gleichzeitig zu beherrschen, würde zu einer Situation kaum zu überblickender Komplexität führen.

Welche (Kern-)Prozesse sind von den Verbesserungen direkt oder indirekt betroffen?

Der hauptsächliche Ansatzpunkt zur Entscheidung, welche Ersatzteile ins Sortiment aufgenommen werden, ist die Einführung einer auf die Belange des Unternehmens zugeschnittenen Ersatzteilklassifizierung, weshalb auf diesem Kernprozess im Nachfolgenden der Schwerpunkt liegt. Nicht außer Acht gelassen werden sollte aber, dass in Zusammenhang

mit dem Ziel der Sortimentsbildung aus der Klassifizierung auch Schlussfolgerungen für die Prognose und Lagerhaltung zu ziehen sind. So ist konsekutiv festzulegen, welche Ersatzteile in welcher Menge bei welcher Niederlassung vorzuhalten sind und wie die Nachbestellungen – etwa im Sinne einer stochastischen Steuerung – zu erfolgen haben. Dies wird im Kontext der ersten Anwendung des Frameworks und der Aufstellung der groben Agenda aber vorläufig zurückgestellt.

Welche nutzbaren Ansätze existieren im Unternehmen bereits?

Aktuell besteht im Fallunternehmen nur eine grundlegende Typisierung in Verschleiß- und Reserveteile sowie Original- und Fremdteile. Diese ist jedoch auf die Aufarbeitung und nicht auf den Ersatzteilverkauf ausgerichtet. Die dazu hinreichenden Daten sind den schon vorhandenen Dokumentationen und Datenblättern zu Maschinen zu entnehmen. Aufgrund der unsicheren Informationslage ist es aber noch nicht möglich, auch nur grundlegende Verfahren wie die ABC-Analyse auf die verkauften Ersatzteile anzuwenden.

Welche neuartigen Ansätze oder Verfahren sind zur Anwendung geeignet? Welche Informationen sind für die Umsetzung notwendig?

Mit Ausweitung des Ersatzteilgeschäfts ist eine Klassifizierung vorerst mithilfe der ABC-Analyse[173] zu verfolgen. Von Nachteil ist, dass Ersatzteile systemisch im Gegensatz zu den Maschinen keine separaten Artikelnummern aufweisen, d. h., der Absatz kann noch nicht getrackt werden. Mit der Festlegung bzw. Erweiterung des Ersatzteilsortiments ist dies nachzuholen. Mit dem Coding sind zur Gewährleistung der Stammdatenreliabilität im System außerdem eigene Artikelansichten für Ersatzteile zu schaffen. Die Zuweisung von verkauften Mengen und erzielten Umsätzen zu den Artikelnummern bildet die Basis der ABC-Analyse. Das ETIM hat hierbei nur einen eingeschränkten Handlungsbedarf.

Parallel dazu besteht die Notwendigkeit, eine Klassifizierung sowie Priorisierung nach der Spezifität der Ersatzteile aufzubauen. Die Beachtung der Spezifität ist in Hinblick auf potenzielle Gewinne wichtig, denn der Händler hat insb. mithilfe dieser Teile die Möglichkeit, sich von den OEMs abzugrenzen. Die Option der Aufarbeitung seltener, aber nachgefragter Teile macht das Unternehmen attraktiver für Kunden, die bevorzugt in gebrauchte und reparierte Ersatzteile investieren. Spezifische Teile heben sich klar ab von den ebenso nachgefragten Standard- und Kleinteilen. Die Grundlage der Spezifität bildet nicht nur die Sporadizität der Nachfrage, sondern auch Informationen

- zu den Anlagen, deren Baureihen, Typen und Alter,
- zum Hersteller,
- zur Kundenstruktur,
- zum Einsatz der Anlagen bei den Kunden,

[173] In Zukunft ist auch die XYZ-Analyse anzustreben. Um mit ihrer Hilfe Schlussfolgerungen zur Regelmäßigkeit ziehen zu können, sind jedoch noch umfangreichere Bedarfsdaten erforderlich.

- zur Substituierbarkeit sowie
- zu den Beschaffungsmöglichkeiten und -wegen der Ersatzteile.

Es ist folgerichtig, sich auf die Ersatzteile der Hersteller zu konzentrieren, über welche die meisten Informationen vorliegen. Auf diese Weise lassen sich nachfolgend Ableitungen zur Marktsituation und der Wahrscheinlichkeit dafür, ob überhaupt eine Nachfrage nach Ersatzteilen dieses Herstellers zu erwarten ist, vornehmen.

Im Zuge dessen hat die Unternehmensleitung erkannt, dass die Spezifität kaum ohne die Kritikalität zu betrachten ist. Aufarbeitungen sind zeitkritisch, wenn ein Kundenauftrag mit Termin der Maschinenlieferung vorliegt. Die Verfügbarkeit zeitkritischer Ersatzteile ist außerdem bei der Durchführung der eher selten angebotenen Serviceleistungen von Belang. Informationen zur vom Kunden empfundenen sowie zu der aus Erfahrung tatsächlich bestehenden Kritikalität sind darüber hinaus für die Preisbildung wichtig. So ist es für bestimmte Maschinenarten und -typen anzuraten, Ersatzteile für eine lange Zeit zu bevorraten, weil diese nach wie vor durch die Kunden nachgefragt werden, insb. dann, wenn der OEM nicht mehr existiert. Dies impliziert immer wieder auftretende fallweise Entscheidungen, welche Ersatzteile je Hersteller ins Sortiment aufzunehmen sind.

Können diese Informationen bereits aus den vorhandenen Daten gewonnen werden?

Für erste Entscheidungen zum Sortiment lassen sich dem System zu den in der Vergangenheit (selten) verkauften Ersatzteilen – allerdings häufig nur teilweise und unvollständig – folgende Informationen entnehmen:

- Welche Ersatzteile wurden von welchem Lieferanten zu welchem Preis bezogen?
- Welcher Kunde fragte an?
- Welche Verschleißteile werden immer wieder nachgefragt (sowohl intern für die Aufarbeitung als auch extern)?
- Welche Teile können aufgrund ihrer Beschaffenheit und der Regelmäßigkeit schon aktuell als lagerfähig tituliert werden?
- Welche Ersatzteile ließen sich mit einer guten Marge weiterverkaufen?
- Welche Ersatzteile kommen herstellerübergreifend in Maschinen vor?
- Welche Teile eignen sich generell nicht dafür, angeboten zu werden?

Defizite liegen dahingehend vor, dass die Informationen verstreut und nicht auf einen Punkt gebracht sind. Sie lassen sich in Bestellungen (Lieferanten und Bestellpreise), Rechnungen (Einkaufspreise), Angeboten (Kunden) und Aufträgen (Margen) finden. Die Auswertung dieser Informationen kommt dem ETIM frühzeitig, d. h., gleich zu Beginn der Tätigkeit des ETMs zu. Es ist damit zu rechnen, dass in diesem Zusammenhang weitere Defizite aufgedeckt werden. Da die Dichte unmittelbar verfügbarer Informationen für quantitative Nutzenbetrachtungen aktuell aber gering ist, basieren Werteinschätzungen derzeit noch auf der Erfahrung der Unternehmensleitung bzw. auf groben Kalkulationen.

Welche Ziele ergeben sich infolgedessen für das ETIM?

Das mittelfristige Ziel des ETIMs ist es, die bereits vorhandenen Informationen an geeignete Stellen im neuen System zu bringen. Zudem ist ein Grundstock an Informationen für die Ersatzteilklassifizierung unter besonderer Beachtung der Spezifität und Kritikalität aufzubauen. Die angestrebten ETIM-Maßnahmen betreffen somit vornehmlich die Verfügbarmachung all der Informationen, welche für die Klassifizierung von Belang sind, worunter die Festlegung von Kritikalitäts- und Spezifitätskriterien zählt. Diese Klassifizierung soll die initialen und kontinuierlichen Sortimentsentscheidungen lenken. Sie ist auf potenzielle Ersatzteile, die von Verkauf und Technik ausgewählt werden, anzuwenden und stetig auszuweiten. Langfristig hat das ETIM dafür zu sorgen, dem ETM fundierte Entscheidungen zu Lager- und Bestellmengen zu ermöglichen. Dazu können Programmierkapazitäten genutzt werden, sodass die Möglichkeit der Entwicklung auf das Unternehmen angepasster EUS besteht. Je schneller das Sortiment wächst und umso mehr die Erfahrung im Ersatzteilgeschäft zunimmt, desto eher wird ein Anreiz entstehen, stärker datengetriebene Ansätze zur Klassifizierung, Prognose und Lagerhaltung in Betracht zu ziehen, womit sich die Notwendigkeit begleitender Nutzenbetrachtungen herausbildet. Die Dichte unmittelbar verfügbarer Informationen für quantitative Nutzenbetrachtungen ist aktuell gering, deshalb basieren Werteinschätzungen auf der Erfahrung der Unternehmensleitung bzw. auf groben Kalkulationen.

8.3 Einflussfaktoren

8.3.1 Potenziell zu beachtende Einflussfaktoren

Abhängig von den erkannten Informationsdefiziten und den Zielen des ETIMs können verschiedenste Faktoren Einfluss auf das Informationsmanagement sowie auf die Ausgestaltung von ETIM-Maßnahmen nehmen. Es ist deshalb sinnhaft, dass Unternehmen stets einen Überblick über die Einflussfaktoren behalten, welche zum einen zur Herausbildung der Informationsdefizite führen und zum anderen die Maßnahmen zur Beseitigung der Informationsdefizite möglicherweise positiv oder negativ determinieren. Den Kapiteln 7.1.3 und 7.2.3 ist zu entnehmen, dass diese beiden Teilmengen nicht disjunkt sind. Es sollten deshalb generell die Einflussdimensionen beachtet werden, welche eine Steuerung durch Maßnahmen des ETIMs erfahren können. Tabelle 34 (Kapitel 7.1.3) und Tabelle 38 (Kapitel 7.2.3) sowie die dazugehörigen Erläuterungen lassen den Schluss zu, dass dies eher unternehmensinterne Einflussfaktoren betrifft, für welche die Oberbegriffe Organisationseinheiten, Entscheidungsträger und Systemunterstützung zu verwenden sind. Sie befinden sich deshalb im Kern des intern ausgerichteten ETIMs (s. Abbildung 38 sowie im Speziellen Abbildung 40). Die externen Einflussfaktoren der E-Dimension, an die sich das ETIM anpassen muss, sind herauszulösen und kommen im Rahmen des extern ausgerichteten ETIMs in Kapitel 8.5 zur Sprache.

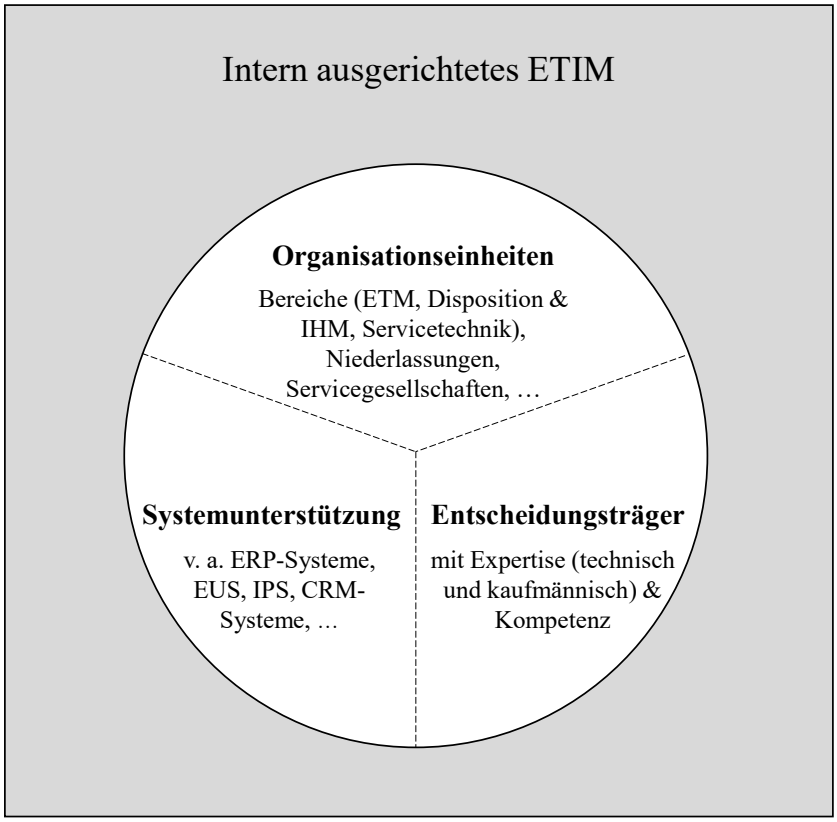

Abbildung 40: Unternehmensinterne Einflussdimensionen des ETIMs

Organisationsheiten und Entscheidungsträger werden nachfolgend in einen stärkeren Zusammenhang gebracht. Die Systemunterstützung ist in Wechselwirkung mit den Organisationseinheiten sowie den Entscheidungsträgern zu sehen. Nicht alle Einflussfaktoren müssen gleichermaßen wichtig sein. Ihre Gewichtung ist abhängig vom Handlungsbedarf des ETIMs und dem Kontext des Unternehmens. Bei allen intern ausgerichteten Maßnahmen ist situativ zu prüfen, welche Einflussfaktoren auf welche Art und Weise eine Rolle spielen und wie sie zum Gelingen der Maßnahmen, die wiederum der Erreichung der Ziele dienen, beitragen oder diese hemmen. Die folgenden Erläuterungen greifen exemplarisch die in den Fallstudien als am ehesten als relevant herausgestellten Dynamiken auf.

A. Organisationseinheiten und Entscheidungsträger

Die Realisierung von Verbesserungspotenzialen beruht generell darauf, dass die zur Ersatzteilplanung relevanten Daten und Informationen, die sich verstreut im Unternehmen befinden, im ETM zusammenlaufen, z. B. um zentral Lagerorte und Bevorratungsmengen zu bestimmen. Dies sichert zum einen eine höhere Kontrolle über die ersatzteillogistischen Prozesse und gewährleistet zum anderen, dass Entscheidungen auf einer einheitlichen Informationsbasis fundieren, was die Transparenz fördert. In Zusammenhang mit der Organisation ist zu entscheiden, welche ersatzteillogistischen Entscheidungen zentralen und dezentralen Organisationseinheiten, d. h. Bereichen, Schwesterunternehmen bzw. Niederlassungen oder

Servicegesellschaften, zukommen und wie Hierarchien zu gestalten sind, um einen möglichst optimalen Informationsfluss zu garantieren. Entscheidungen zur Organisationsstruktur sind langfristiger Natur und lassen sich im bereits laufenden Geschäftsbetrieb nur iterativ und mit einer ausreichenden Vorbereitung umsetzen.

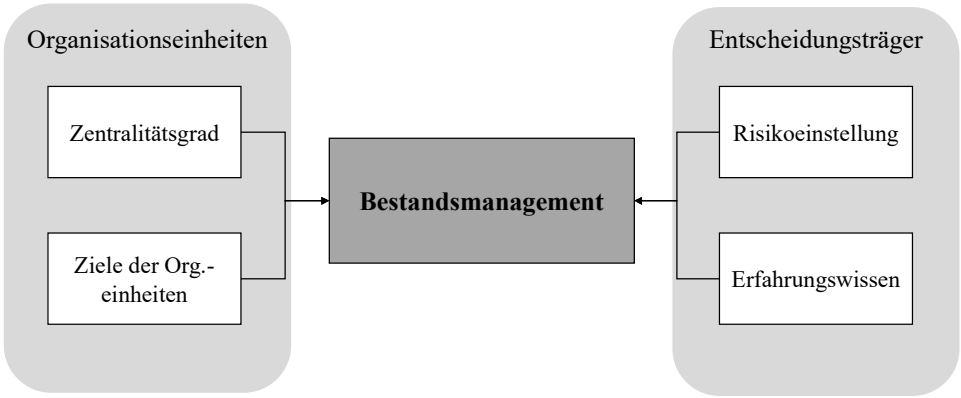

Abbildung 41: Einflussfaktoren des Bestandsmanagements

Von Relevanz für das Bestandsmanagement der Betreiber (s. Abbildung 41) ist bspw. die Verteilung von Entscheidungskompetenzen, sodass das ETM – unabhängig davon, ob es in einen bereits existenten Bereich integriert wird oder ein eigener Bereich entsteht – über die Steuerung und Kontrolle der Kernprozesse verfügt (Einflussfaktor Zentralitätsgrad). Fallen Bestandsfestlegungen etwa nicht allein in die Entscheidungskompetenz des (zentralen) ETMs oder übernehmen verstreute Bereiche lediglich kontrollierende, aber keine gestaltenden und ausführenden Tätigkeiten, befinden sich die Kernprozesse nicht in der Hand des ETMs. Daraus resultierend ist nicht gewährleistet, dass Verbesserungspotenzial überhaupt erkannt wird. Hier hat die Unternehmensleitung bzw. das Top-Management abermals die Aufgabe, einzuwirken und auf die Belange des Unternehmens angepasste Strukturen zu schaffen. Dies geht einher mit dem Ausbau von organisatorischen Kollaborationsfähigkeiten, wobei auf die Gegensätzlichkeiten der Organisationseinheiten zu achten ist (Fawcett & Waller, 2014, S. 161).

Tradeoffs, die aufgrund unterschiedlicher Ziele entstehen, beeinflussen die Informationsqualität hierbei maßgeblich (Eppler, 2010, S. 83). Die gegensätzlichen Ziele zwischen technischen und kaufmännischen Bereichen (Einflussfaktor Ziele der Organisationseinheiten) gepaart mit der Risikoaversion und subjektiven Entscheidungsfindung von Mitarbeitern basierend auf Erfahrungswerten (Einflussfaktoren Risikoeinstellung und Erfahrungswissen) begünstigen Ineffizienzen und Ersatzteilüberbestände (s. Abbildung 34, Kapitel 7.1.2). Das Zusammenspiel der Themen Verfügbarkeitsanforderungen, Nutzenausfall, Kritikalität und Lagerbevorratung bzw. -effizienz nimmt nicht zuletzt durch die Bewältigung des zentralen Zielkonflikts eine hohe Komplexität an. Zudem kann es zu einer Einschränkung des Entscheidungsspielraums des ETMs kommen, wenn infolge der Zielpluralität von IHM und

ETM im Sinne der Präferenzbeziehung den Zielen des IHMs eine höhere Priorität beigemessen wird.[174] Ist die Reduzierung der subjektiv empfundenen Ausfallkosten somit von vorrangiger Relevanz, geraten die Effizienzgewinne des Ersatzteil-Bestandsmanagements in den Hintergrund.

Im Servicebereich ist im Zuge des Bestandsmanagements (s. Abbildung 41) darüber hinaus auf Interessenskonflikte zwischen dem zentralen ETM und den dezentralen Organisationseinheiten, welche ebenfalls mit der Vorhaltung von Ersatzteilen betraut sind, zu achten (Einflussfaktor Zentralitätsgrad). Die Verfügbarkeit von Bedarfsinformationen der Partner im Netzwerk ist essenziell, wenn es darum geht, Ersatzteile in demselben zu verteilen. Kommen zudem die Verbrauchsdaten der Servicetechniker an einer zentralen Stelle zusammen, lassen sich Service-Kits, die auf anstehende (geplante) Servicemaßnahmen angepasst werden, einrichten. Dies beugt der erwähnten Sammel-Politik der Servicetechniker vor und ermöglicht gleichzeitig sowohl den Vergleich der Arbeitsweisen als auch den Gewinn von Kundendaten über verschiedene Regionen hinweg. Wie die Fallstudien zeigten, kann sich die organisatorische Zuordnung von Technikern zu Servicegesellschaften als Barriere des Austauschs von Informationen erweisen (s. Kapitel 7.2.2). Die bereits durch Lehtonen et al. (2012) angestellten Untersuchungen (s. Kapitel 5.5) sind dahingehend zu erweitern, dass Serviceunternehmen bewusst Informationen zurückhalten, um die Kontrolle über Ersatzteilgeschäfte zu behalten (Einflussfaktor Ziele der Organisationseinheiten) und die Bestandsplanung der Servicetechniker, welche eher auf Erfahrungswissen basiert (Einflussfaktor Erfahrungswissen), nicht abzugeben. Infolgedessen führen die Techniker möglicherweise nicht nur zu wenige, sondern zu viele und nicht zwangsläufig die benötigten Ersatzteile mit sich (Einflussfaktor Risikoaversion). Es ist denkbar, dass der Versuch der Bereinigung dieses Umstands in Form der zentralen Planung aller Bestände zu Widerständen aufseiten der Servicegesellschaften führt. Dieses Spannungsfeld nimmt folglich Einfluss auf etwaige Maßnahmen des ETIMs.

B. Systemunterstützung und deren Wechselwirkungen

Eine auf das Unternehmen zugeschnittene, zuverlässige systemische Infrastruktur[175] gewährleistet zuallererst die unmittelbare Verfügbarkeit planungsrelevanter Informationen, was unter das direkte Informationsmanagement fällt. Dieses trägt gleichfalls zum einheitlichen Arbeiten und zur Akzeptanz von IuKT bei (Belvedere et al., 2013, S. 423). Zur Systemunterstützung im Rahmen des ETIMs gehört auch die Prüfung, inwiefern bereits vorhandene ERP-Module und weitere Planungswerkzeuge eine passende Entscheidungsunterstützung für die angestrebten Verbesserungen der Kernprozesse liefern. Betreffen die Prozessverbesserungen z. B. Ersatzteile, die nicht hoch kritisch sind und keine übermäßige Kapital-

[174] Zu Zielbeziehungen s. (Corsten & Corsten, 2014, S. 54f.).

[175] Eine zuverlässige Infrastruktur zeichnet sich dadurch aus, dass ein System einfach und ständig zu erreichen sowie sicher, schnell und einfach instandzuhalten ist (Eppler, 2010, S. 63, 67).

bindung nach sich ziehen sowie einen ausgeprägten Bedarf aufweisen (womit er eine Verstetigung erfährt) sind Prognose und das Bestandsmanagement weitgehend durch gängige Warenwirtschaftssysteme abdeckbar. Das gilt am ehesten für Verbrauchs- bzw. Verschleißteile. Sehen sich die Unternehmen allerdings einem (zunehmend) nicht vernachlässigbaren Anteil eher schwer planbarer Ersatzteile gegenüber, sind – in enger Abstimmung mit den Zielen – spezifisch angepasste Werkzeuge und Heuristiken in Form von EUS zur Planung der Kernprozesse in Betracht zu ziehen. Wird die Kompatibilität der Einzelprogrammierungen mit dem ERP-System vorausgesetzt, ist zu prüfen, wie sich z. B. Ersatzteilprognosen separat umsetzen lassen, die Ergebnisse aber unkompliziert übernommen und übertragen werden können, um diese für eine Bestandsplanung zu nutzen.

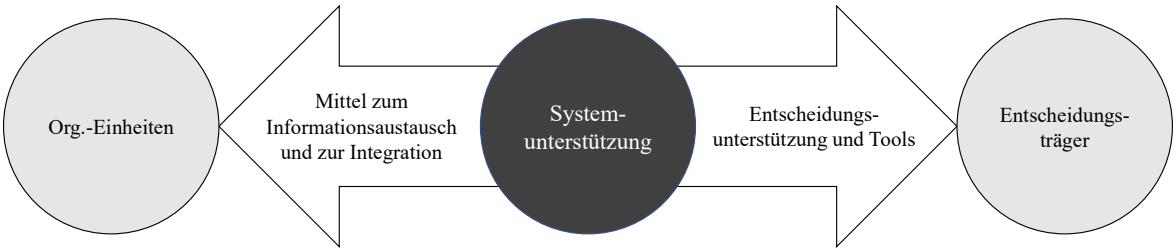

Abbildung 42: Einfluss der Systemunterstützung

Eine funktionierende Systemunterstützung, wie sie Gegenstand der Abbildung 42 ist, liefert darüber hinaus hinreichende Mittel zum integrierenden Management bereichsübergreifender Schnittstellen sowie zur Förderung des regen Informationsaustauschs – innerbetrieblich zwischen Bereichen, Niederlassungen und weiteren Organisationseinheiten sowie außerbetrieblich entlang der Ersatzteil-Supply-Chain. Jegliche Informationen, die bzgl. der Maßnahmenplanung inkl. der benötigten Ersatzteile und Bereitstellungstermine aus technischer oder kundenseitiger Sicht erzeugt werden, besitzen für das ETM Relevanz. Sind dem ETM etwa alle systematischen, in Plänen festgehaltenen Instandhaltungs- und Servicemaßnahmen inkl. einer realistischen Einschätzung der Bedarfe bekannt, erleichtert dies das Beschaffungs- und Bestandsmanagement (s. Kapitel 4.2.3). Das vornehmlich in der Theorie maßgebliche Ziel, sich mithilfe von Bedarfsinformationen möglichst der Situation einer deterministischen Lagerhaltung anzunähern, ist insoweit erreichbar, als dass die Instandhaltungs- und Servicetechniker genau die in den Plänen erforderten Ersatzteile und Werkzeuge in der passenden Menge zum richtigen Zeitpunkt erhalten.[176] Obwohl Instandhaltungsdaten und -informationen bedeutend für das ETM sind bzw. einen wesentlichen Nutzen erzeugen, ist es nicht selbstverständlich, dass sie für die Ersatzteilplanung zur Verfügung stehen (s. Kapitel 7.1.1).

[176] Eine Ausnahme innerhalb der auf Prävention ausgelegten Instandhaltungsstrategien bildet die ZOI mit festen Inspektionsintervallen, sofern vorher nicht anderweitig determinierbar ist, wie viele Ersatzteile nach einer (manuellen) Inspektion angefordert werden (s. Kapitel 7.1.1 und 7.1.2).

Die Zusammenarbeit des ETMs und IHMs wird aus Betreibersicht z. B. mithilfe entsprechender Module in ERP-Systemen sowie unter der Anwendung von IPS gefördert (s. Kapitel 3.2.3), wenn die hier erzeugten Daten in für das ETM verwertbare Informationen transformiert werden. Beim OEM besteht eine Kompetenz dafür, relevante IBD etwa in CRM-Systemen zu erfassen, diese zu verarbeiten und zwischen den verschiedenen Gesellschaften und Schwesterunternehmen auszutauschen (s. Kapitel 7.2.2). Die Schaffung einer Einheitlichkeit kann jedoch aufwendig sein, wenn diese durch die Unternehmen bisher nicht verfolgt wurde. Das ETIM hat sich neben der Verbindung von Informationssystemen damit zu beschäftigen, wie dem Verlust von Informationen an den Bereichsschnittstellen vorgebeugt werden kann. Innovative Tools und fortschrittliche EUS bewahren nicht vor ungünstigen Entscheidungen, sollten die als Input verwendeten Informationen infolge unpassend ausgestalteter Kommunikationswege qualitativ minderwertig oder unvollständig sein.

Die Entscheidungsträger, welche mit EUS und verwandten Anwendungen interagieren, müssen grundsätzlich dazu in der Lage sein, mit den systemischen Gegebenheiten aktiv zu arbeiten und mit (innovativer) IuKT umzugehen. Neben den Funktionen der Entscheidungsunterstützung sind Tools – z. B. Schnittstellen zum internen Wiki oder ausgewiesene Freitextfelder[177] – in Betracht zu ziehen, um Entscheidungsträgern während der Interaktion mit der Systemunterstützung die Möglichkeit einzuräumen, ihr Wissen zielgerichtet zu integrieren (s. Abbildung 42). Dadurch erfährt der Anwendungskontext eine bewusste Einbeziehung. Etwaige Anpassungen von systemisch ermittelten Ersatzteilprognosen im Sinne des Judgmental Adjustments sind bspw. so zu dokumentieren und in ihrer Qualität zu tracken, dass sie nachvollzogen und zur Verbesserung der Entscheidungsunterstützung herangezogen werden können (s. Kapitel 4.2.2). Das Informationssystem wird infolgedessen auf möglichst transparente Art und Weise mit dem Bereichswissen gespeist. So lassen sich theoretisch vorhandene sowie im impliziten Wissen verborgene Informationsbestände verfügbar machen und einem Zweck zuführen.

8.3.2 Interne Einflussfaktoren des Fallunternehmens

A. Organisation und Entscheidungsträger

Orientiert an den in Tabellen 34 und 38 aufgeführten Einflussfaktoren, die den Organisationeinheiten zuzuordnen sind, lassen sich für das Fallunternehmen die Einflussfaktoren

- Zuteilung und Aufteilung der ETM-Kompetenzen / der Zentralitätsgrad,
- Informationsfluss an den Schnittstellen sowie
- Bündelung der Informationen im neu zu schaffenden ETM-Bereich

nennen. Da eine flache Organisation vorherrscht, sind die Bereichsschnittstellen, auf welche im ETM geachtet werden muss, überschaubar. Hierarchien existieren im ETM folglich noch

[177] Das Thema der Wissensexplikation wird in Kapitel 8.4.1 näher betrachtet.

nicht. Die derzeit verteilten Kompetenzen und Vorgehensweisen der Ersatzteilbeschaffung und deren Verkauf durch den Vertrieb und den technischen Bereich gilt es im Zuge der Etablierung des ETMs zu bündeln und die Erfahrungen zusammenzubringen. Das ETM fungiert künftig als Schnittstelle sowie Mediator. Die Bereiche Verkauf und Techik sollen in Eigenverantwortung vom ETM nachgefragte Informationen zu Ersatzteilen und Kunden (möglichst systemgestützt) bereitstellen. Der Bereich Einkauf, welcher sich mit der Investition in Maschinen befasst, kommt bisher nur bedingt mit Ersatzteilen in Kontakt und beschäftigt sich v. a. mit dem Zubehör, welches gemeinsam mit Maschinen verkauft werden kann. Absprachen mit dem ETM sind hier von Relevanz, um bspw. den Lagerort des Zubehörs zu bestimmen.

Obwohl keine nennenswerten Probleme oder Zielkonflikte zwischen kaufmännischen Abteilungen und dem technischen Bereich auftreten, besteht die Möglichkeit aufkommender Konflikte. Diese können sich aufgrund der derzeitigen Kompetenz der Technik, selbstständig Ersatzteile für die Aufarbeitungsaktivitäten zu ordern, ergeben. Hierbei ist abermals als vorteilhaft zu bezeichnen, dass sich das ETM als Bereich erst im Entstehungsprozess befindet. Vorstellbar ist, dass dem ETM die Kompetenzen nach und nach übertragen werden, d. h., der Bezug der Ersatzteile für die Aufarbeitung vorerst nicht zu den Aufgaben gehört. Somit konzentriert sich der Bereich zu Beginn ausschließlich auf den Service. Dennoch sollte dem ETM ein Überblick über die Bestände eingeräumt werden, um intervenieren zu können, sollte es zu Platzproblemen kommen. Es ist stets sicherzustellen, dass Service und Aufarbeitung im Sinne des ETMs voneinander profitieren, Informationen austauschen und in einem gemeinsamen System arbeiten.

Innerhalb der Einflussdimension der Entscheidungsträger ist der Stand der Explikation des impliziten Wissens hervorzuheben. So ist das bereits aufgebaute Erfahrungswissen der technischen Mitarbeiter sowie der Verkäufer für das Gelingen der aktuell nur ansatzweise ausgeprägten ersatzteillogistischen Prozesse signifikant. Dies gilt allen voran für Entscheidungen, die das Ersatzteilsortiment betreffen. Das Wissen drückt sich – wenn es überhaupt systemisch hinterlegt wurde – in Informationen aus, die im alten ERP-System vornehmlich in Freitexten verfügbar sind. Von steigender Bedeutung ist die systemische Erfassung der Expertise technischer Mitarbeiter hinsichtlich der Ersatzteilkritikalität. Dazu steht aktuell bereits das interne Wiki zur Verfügung. Für das neue System sollen in den Erfassungsmasken gezielt auf den Anwendungsfall angepasste Eingabefelder entwickelt werden, um die Informationen effizient und übersichtlich aufzunehmen. Dies wird in Kapitel 8.4.2 aufgegriffen.

B. Systemunterstützung

Das alte und das neue System sowie die im neuen System enthaltenen Einzelprogrammierungen stellen für das Unternehmen die bedeutendsten Einflussfaktoren innerhalb der T-Dimension dar. Zwar bleibt das schon vorhandene ERP-System bestehen, um z. B. Buchungen durchzuführen, die Steuerung der internen Prozesse soll allerdings iterativ auf das eigens

programmierte System übertragen werden. Das alte Warenwirtschaftssystem liefert keine für das ETM passende Entscheidungsunterstützung. Für die Handelsgüter – zum größten Teil Maschinen – ist die regelbasierte, insb. stochastische Lagerhaltung aufgrund der geringen Mengen nicht geeignet. Deshalb wurde bisher nicht darauf geachtet, eine entsprechende Funktionalität einzuführen oder nachzufragen. Im Übrigen gilt es als nicht sinnhaft, diese noch vor der Umstellung auf das neue System zu akquirieren. Die verstreuten, unsortierten Daten und Informationen zu potenziellen Ersatzteilen und Modulen sind in Übereinstimmung mit den Zielen des ETIMs vom alten in das neue System zu übertragen. Hierzu sind mehrere Wochen zu veranschlagen, da es notwendig ist, betreffende Vorgänge abzugrenzen, sie einzeln anzusehen, die Informationen aus den Freitexten zu filtern und an eine Stelle ins neue System zu bringen, wo sie tatsächlich eine Auswertung erfahren können.

Weitere Einflussfaktoren ergeben sich an den Schnittstellen zur Organisation und zu den Entscheidungsträgern (s. Tabellen 34 und 38). Hier sind zu nennen:

- Die Kapazität bei der Anpassung von Systemen (O-T), denn diese ist auch im Fallunternehmen begrenzt, sodass es häufiger zu langen Laufzeiten von IT-Projekten kommt.
- Das Vertrauen in das neue System sowie das Wissen um dessen effiziente Anwendung (H-T), denn die Mitarbeiter sind es gewohnt, nur im alten System zu arbeiten. Für das ETM ist dies insb. dahingehend wichtig, dass die angrenzenden Bereiche effektiv mit dem neuen System arbeiten können. Es werden bereits Voraussetzungen geschaffen, um den Umgang mit dem neuen System zu beobachten und Gegenmaßnahmen einzuleiten, sollten Mängel bei dessen Nutzung auffallen.
- Die Einstellung zu Pflichtfeldern (H-T) bei der Datenerfassung, denn gerade in Hinblick auf die steigende Bedeutung von Serviceeinsätzen sollen diese im neuen System ausgeweitet werden. Erläuterungen folgen in Kapitel 8.4.2.

Die Bedeutung der T-Dimension beim Händler repräsentiert einen Kontrast zu den in Kapitel 7 betrachteten Fallunternehmen, bei welchen die Dimension als nicht durch das ETM veränderlich herausgestellt wurde.

8.4 Das intern ausgerichtete Ersatzteil-Informationsmanagement

8.4.1 Handlungsfelder

Im Folgenden werden vier Handlungsfelder des internen ETIMs vorgestellt (s. Abbildung 43). Die Felder der Dokumentation technischer Aktivitäten, der Explikation von Erfahrungen sowie der Prozessstandardisierung bei Ersatzteil-Anforderungen ergaben sich aus den Fallstudienergebnissen. Das Handlungsfeld der Workshops und Meetings wurde der Analyse der Fallstudien im engeren Sinne, speziell der Ersatzteilkategorisierung (s. Kapitel 5.2), entnommen. Die Relevanz der Handlungsfelder und die Eignung der Maßnahmen ist abhängig vom Status quo und dem Handlungsbedarf des ETIMs. So ist zum Beispiel eine Standardisierung der Anforderungsübermittlung nur dann sinnvoll, wenn diese bisher nicht etabliert werden konnte. Eine weitere Abhängigkeit besteht zu den Einflussfaktoren, denn deren Dynamiken verursachen zum einen – wie in Kapitel 8.3.1 aufgezeigt – erst die Notwendigkeit der Maßnahmen und determinieren zum anderen deren Machbarkeit (z. B. im Sinne der vorhandenen Systemumgebung).

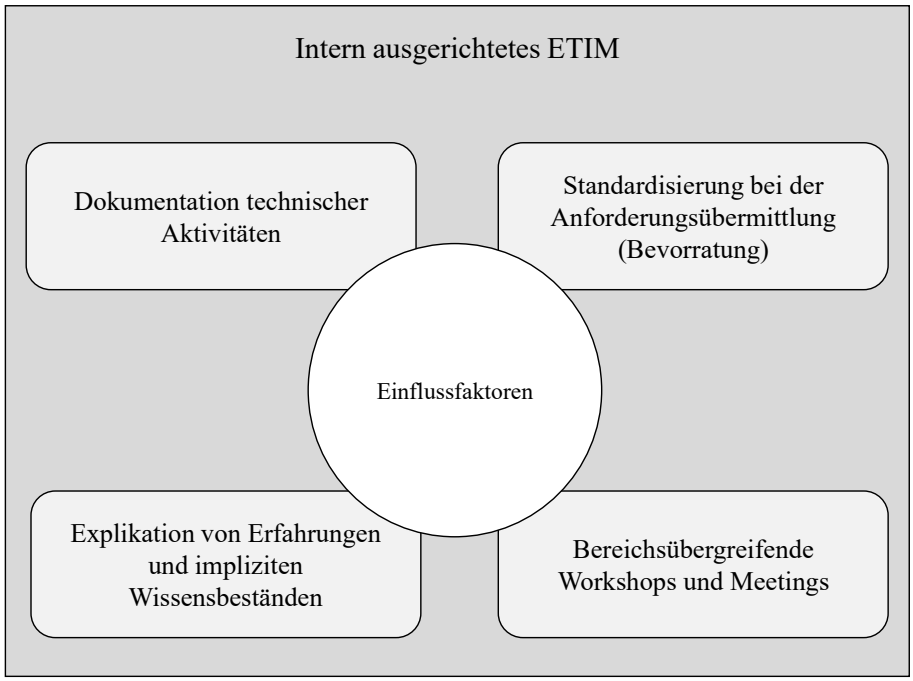

Abbildung 43: Handlungsfelder des intern ausgerichteten ETIMs

Es ist anzumerken, dass die Zusammenstellung nur eine erste Sammlung repräsentiert und durch weitere Forschung anzureichern ist. Dies gilt ebenfalls für die konkrete Ausgestaltung der Handlungsfelder mithilfe konkreter Maßnahmen, denn für diese bieten sich vielfältige Möglichkeiten abhängig vom Unternehmenskontext. Die Handlungsfelder dienen daher eher als Orientierung, in welche Richtung sich Aktionen des ETIMs bewegen können.

Dokumentation technischer Aktivitäten

Bei Betreibern und Aufarbeitern bezieht sich die Dokumentation technischer Tätigkeiten auf Instandhaltungs- und Aufarbeitungsmaßnahmen. Auf diesen liegt im hier beschriebenen Handlungsfeld der Schwerpunkt. Bei Serviceanbietern wiederum sind die Ersatzteildaten den IBD zuzuweisen (s. Kapitel 3.3.1, Abbildung 22) und in einen Zusammenhang mit allen weiteren Informationen zu bringen, die über den Kunden bzw. die Einsätze zu gewinnen sind. Dies wird eingehender in Kapitel 8.5.1 behandelt, wo es um das extern ausgerichtete ETIM geht. Nichtsdestotrotz bilden die folgenden Erläuterungen in ihrer Allgemeinheit und einfachen Übertragbarkeit auf technische Servicemaßnahmen bereits die Grundlagen für das Handlungsfeld der Erfassung von IBD und IBI.

ETIM-Maßnahmen des Handlungsfelds Dokumentation technischer Aktivitäten haben einen unmittelbaren Effekt auf die Kernprozesse. Die Erfassung dient dem Zweck, die Nachvollziehbarkeit dahingehend zu gewährleisten, welche Ersatzteile aus welchem Grund und für welche technischen Tätigkeiten angefordert und eingesetzt wurden (s. Kapitel 3.2.2). Die Ziele der Unternehmen, für die das Handlungsfeld von besonderer Relevanz ist, sollten sich dementsprechend im Bereich der Sicherstellung der Stamm- und v. a. Bewegungsdatenreliabilität bewegen. Die Daten sind zu Informationen hinsichtlich der Bedarfe an Personal, Werkzeugen und Ersatzteilen für bestimmte Klassen technischer Maßnahmen zu verdichten (s. Kapitel 7.1.1), um bei Eintritt eines ungeplanten Bedarfs schnell reagieren zu können (s. Kapitel 2.2.5). Dieser Zusammenhang gewährleistet außerdem, dass über Zeitreihenanalysen hinausgehende Prognoseverfahren in Betracht kommen. Werden die aus technischer Sicht besonders kritischen Situationen separat kenntlich gemacht, sind Schlussfolgerungen für die Kritikalität der Ersatzteile möglich. Darüber lassen sich wiederum Erkenntnisse zur Bedeutung der Verfügbarkeit von Ersatzteilen gewinnen. Eine Differenzierung bei der Dateneingabe ist nach dem Grad der Automatisierung vorzunehmen (s. Abbildung 44).

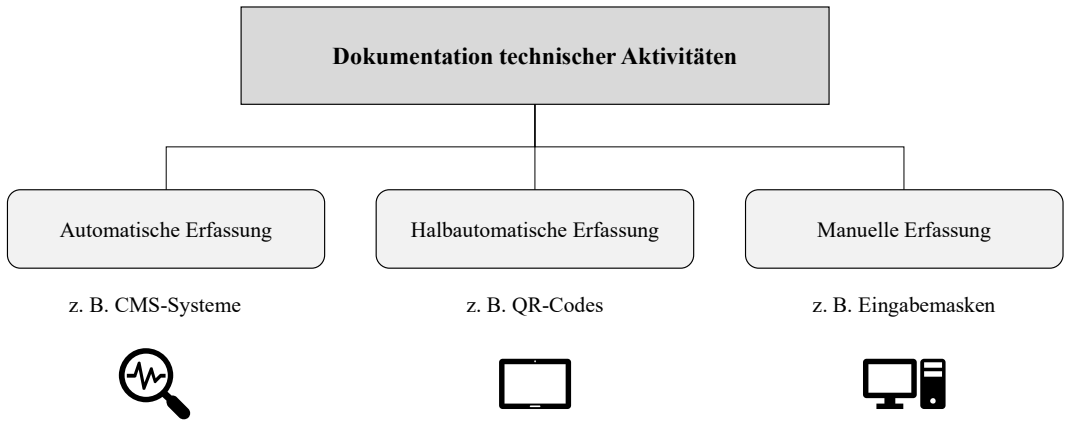

Abbildung 44: Automatisierungsgrad bei der Dokumentation[178]

[178] In Anlehnung an (Schulte, 2013, S. 92f.).

Bei zunehmendem Einsatz zustandserfassender Technologien respektive CMS ist es denkbar, dass Anlagen die Notwendigkeit einer Instandhaltungsmaßnahme automatisch erkennen und daraufhin selbstständig Ersatzteile anfordern bzw. den Bedarf kenntlich machen (s. Kapitel 3.2.3). Verwendungsnachweise, die bei den betrachteten Betreibern häufig fehlten, werden so automatisch getrackt (s. Kapitel 7.1.1). Auch alle weiteren Informationen zum Einsatz, z. B. das benötigte Personal und die Anzahl der Arbeitsstunden oder Werkzeuge, sind im Idealfall automatisch ermitteln. Sofern Abweichungen von dieser Vorkalkulation auftreten, sind sie aufzunehmen, damit sich Einsätze mithilfe selbstlernender Systeme sukzessive besser planen lassen. Für Unternehmen, die weder auf entsprechende Technologien noch auf eine Datenbasis zur Einführung von Automatismen zurückgreifen können, ist dies möglicherweise – wie auch die Ergebnisse der Fallstudien zeigen – eine noch weit entfernte Vision (s. Kapitel 7.1.3). Unter Beachtung der eher beschränkten Möglichkeiten des ETMs, Investitionen dieser Art voranzutreiben oder einzufordern, sollte die Konzentration dann auf der Ausschöpfung des Potenzials der halbautomatischen Datenerfassung oder manuellen Dokumentation liegen (s. Kapitel 3.1.3).

Bei einer halbautomatischen Erfassung ist es für Betreiber und aufarbeitende Unternehmen denkbar, dass sich Instandhalter oder Aufarbeiter über mobile Technologien (s. Kapitel 3.2.3 und 3.3.2) an einer Anlage, bspw. mithilfe von QR-Codes, einloggen, wenn eine Inspektion erfolgt. Die Ergebnisse sind anschließend über standardisierte Eingabemasken zu loggen.[179] Zur Instandhaltung und Aufarbeitung benötigte Ersatzteile und weiteres Material, wie Werkzeuge sowie Personal und Arbeitsstunden, erhalten somit eine unmittelbare Zuweisung zu der Anlage und der Art eines Einsatzes. Sollte die Dokumentation hingegen nach wie vor manuell erfolgen, ist – sofern noch nicht üblich – anzudenken, eine systemseitige Eingabe der Daten vorzunehmen. Auch hier fördern festgelegte Eingabemasken die Standardisierung von Workflows, wodurch sich wiederum auf die unmittelbare Datenqualität Einfluss nehmen lässt (s. Kapitel 3.2.2).

Die Aussagen der OEMs zur systemischen Erfassung von IBD (s. Kapitel 7.2.2) übertragend, ist ebenfalls bei der Dokumentation von Instandhaltungsmaßnahmen auf ein angemessenes Maß an Pflichtfeldern und freien Texteingaben zu achten. Bei umfangreichen Freitexteingaben zu den technischen Maßnahmen inkl. des Einsatzes von Ersatzteilen ist zu bedenken, dass nachgelagerte Kapazitäten im ETM vorhanden sein müssen, um die für die Kernprozesse notwendigen Informationen zu extrahieren. Es besteht außerdem die Gefahr, essenzielle Informationen – v. a. zur Kritikalität und Spezifität der Ersatzteile – zu vernachlässigen oder misszuverstehen. Als verpflichtend sollten daher zumindest Angaben zu gebundenen Kapazitäten und verbrauchtem Material angedacht werden (s. Kapitel 7.1.1 und 7.1.2). Anforderungen an die Eingabemasken sind im Optimalfall aus allen Bereichen zu erfassen, die

[179] Diese Idee entstammt dem in diesem Kapitel betrachteten Fallunternehmen.

mit den erzeugten Daten und Informationen arbeiten müssen. Darüber hinaus spielt der Einflussfaktor der Einstellung zu Pflichtfeldern (Dimension H-T, s. Tabelle 38) eine Rolle.[180]

Wie die erfassten Daten und Informationen an das ETM gelangen, hängt maßgeblich davon ab, ob technische und kaufmännische Bereiche in separaten Systemen oder einheitlich arbeiten. Sollte die Maßnahmendokumentation in einem getrennten System erfolgen, bspw. im Fall separater IPS-Systeme, sind Schnittstellen zu schaffen, um dem Datenverlust vorzubeugen (s. Kapitel 3.2.3). Dies geht einher mit einer kontinuierlichen systemischen oder manuellen Kontrolle der durch Instandhaltungs- und Aufarbeitungsmitarbeiter erfassten Daten bzw. in die Maske eingegebenen Informationen. Zwar bindet die Überprüfung der Qualität der (Pflicht-)Eingaben ebenfalls Kapazitäten, dennoch ist davon auszugehen, dass dadurch i. Allg. zuverlässigere Informationen erzeugt werden als bei vorwiegend freiwilligen Freitexteingaben. Die Eingabemasken sind folglich einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu unterwerfen, um die Validität der Eingaben abzusichern.

Standardisierungen bei Anforderungen an die Bevorratung von Ersatzteilen

Je weniger automatisiert die Erfassung technischer Maßnahmen und Einschätzungen (v. a. zur Notwendigkeit von Ersatzteilen) vonstatten geht, desto wichtiger ist es, die Einheitlichkeit der Angaben zu wahren. Speziell im Fall kritisch empfundener Ersatzteile wird sich u. U. nach wie vor auf das Urteil technischer Mitarbeiter verlassen, wenn es um die Anforderung von bisher nicht gelagerten Ersatzteilen für den Bestandsaufbau oder die Festlegung von Mindestbeständen geht (s. Kapitel 7.1.2 und 7.2.2). Das ETM ist in Verbindung mit der geschilderten Problematik des Tradeoffs zwischen technischen und kaufmännischen Bereichen (s. auch Kapitel 8.3.1) darauf angewiesen, die auf Basis von Expertise und Erfahrung getroffenen Bevorratungsentscheidungen nachvollziehen zu können. Die vereinheitlichte Übermittlung von Anforderungen, welche zur Bevorratung von Ersatzteilen von technischer Seite an das ETM herangetragen werden, trägt zum einen dazu bei, dass technische Mitarbeiter ihre Anforderungen überlegter vornehmen. Ein Workflow, in dem entsprechende Entscheidungen im Sinne einer Fast-and-Frugal-Heuristik[181] erfolgen, ist somit zu unterbinden. Zum anderen lassen sich Informationsdefizite aktiv beseitigen, indem Transparenz im Hinblick auf Verwendungsnachweise geschaffen wird, was wiederum vorteilig für die Durchführbarkeit von Bestandsbereinigungen ist (s. Kapitel 7.1.1 und 7.2.1).

Bei Betreibern kann es je nach Politik bzw. den etablierten Vorgehensweisen bei der Übermittlung von Bestandsmeldungen vonnöten sein, strenge standardisierte Genehmigungspro-

[180] So konnte z. B. der Betreiber B2 gute Erfahrungen im Umgang mit Pflichtangaben bei der systemischen Erfassung von Instandhaltungsaktivitäten aufweisen (s. Anhang A.7.1, Passage B2.12).

[181] Dabei wird aus Sicht der technischen Mitarbeiter nicht in eine breite Informationssuche investiert und daher nicht umfassend evaluiert, welche Konsequenzen die Bevorratungsentscheidungen neben der Reduzierung teils unkonkreter Ausfallkosten mit sich bringen. Zur Vertiefung s. (Azar, 2014; Hafenbrädl et al., 2016).

zesse sowohl für Lagerentnahmen infolge ungeplanter Instandsetzungen als auch für Lagerneuaufnahmen durchzusetzen. Dies hat getreu einer Validierung der Einlagerungs- und Entnahmeanmeldungen durch das ETM bzw. kaufmännischen Bereichen zu erfolgen. Unter der Maßgabe einer normativen Wertermittlung (s. Kapitel 3.1.3) lassen sich die Genehmigungsprozesse rechtfertigen, indem auf die Reduzierung der Überbestände verwiesen wird.[182] Aus dem Know-why der anfordernden (technischen) Mitarbeiter ist so auf möglichst einheitliche Art und Weise zu ermitteln, für welchen Zweck Ersatzteile erforderlich sind und welche Quantitäten aus welchem Grund empfohlen werden. Dadurch erfährt die Anfrage eine Kontextualisierung, die den Stammdaten der Ersatzteile im Sinne ihrer Spezifität und Kritikalität hinzuzufügen ist. Kontextinformationen sind nach ihrer Überprüfung als Feedback an die Anfordernden zurückzugeben (Eppler, 2010, S. 64).[183] Somit ermöglichen standardisierte Anforderungs- und Genehmigungsprozesse, den potenziellen Bezug der Ersatzteile abzuwägen und Einschränkungen vorzunehmen, sollten zu hohe Mengen angefordert werden. Dies beugt der Sammel-Politik vor. Darüber hinaus sollten lediglich Mitarbeiter, die über eine ausreichende Kompetenz – d. h. über Lösungsorientiertheit, ein möglichst integriertes und holistisches Zielverständnis sowie über eine erkennbare Zweckorientiertheit – verfügen, zu Festlegungen im Hinblick auf Ersatzteilbestände beitragen (Völker et al., 2012, S. 167).

Bei Serviceunternehmen kann das zentrale ETM eine entsprechende Prüfung der Anforderungen von Servicegesellschaften und -technikern verlangen, wenn es darum geht, teure und schon lange nicht mehr nachgefragte bzw. stark sporadische Ersatzteile vorzuhalten. Dabei ist nicht nur die Frage zu stellen, ob eine Bevorratung überhaupt erfolgen soll, sondern auch, wo die Ersatzteile (zentral oder dezentral) zu lagern sind (s. Kapitel 4.3.1). Die Serviceniederlassungen und -techniker kommen i. Allg. häufiger mit den Kunden in Kontakt und können einschätzen, welche Ersatzteile es sich lohnt, nach wie vor anzubieten, weil sich eine entsprechende Anzahl Primärprodukte auf dem Markt befindet. So ist das Szenario denkbar, dass Niederlassungen seltene und teure Ersatzteile anfordern, obwohl diese aus Gründen der Kapitalbindung oder Rationalisierungsbestrebungen nach Meinung der Zentrale bereits aus dem Sortiment zu entfernen wären. Durch einen standardisierten Genehmigungsprozess erhält die Zentrale einen Überblick über derartige Ersatzteile, sodass die Sinnhaftigkeit derer Vorhaltung in regelmäßigen Abständen überprüft werden kann.[184]

[182] Mit Simulationen lassen sich die auf Risikoaversion beruhenden Bevorratungsentscheidungen aber nur sehr bedingt abbilden. Ex ante Nutzenwerte sind daher u. U. schwierig zu ermitteln, woran die Durchsetzung der Genehmigungsprozesse scheitern könnte.

[183] Als Beispiel ist das geschilderte Vorgehen von B2 zu nennen (s. Kapitel 7.1.2).

[184] Als positives Beispiel ist hier etwa H2 anzuführen (s. Kapitel 7.2.2).

Explikation von Erfahrungen und der impliziten Wissensbestände

Wie mehrfach verdeutlicht werden konnte, ist es zur Steigerung der Entscheidungstransparenz von zentraler Bedeutung, für das ETM relevante Informationen zu extrahieren, die sich speziell im Wissen der nicht unmittelbar mit dem ETM beschäftigten Mitarbeiter befinden (s. Kapitel 3.1.4 und 3.2.2). Dies kann bspw. dann relevant sein, wenn ein Generationswechsel erfolgt (s. Kapitel 7.1.3). Hier spielen vornehmlich die Einflussfaktoren der H-Dimension eine Rolle, denn es geht darum, Experten dazu anzuhalten, ihr Wissen aktiv weiterzugeben. Dazu können z. B. interne Wikis beitragen.[185] Auch die vorgenannten Maßnahmen zur Standardisierung bei der Anforderungsübermittlung tragen zur Externalisierung impliziten Wissens bei (s. Kapitel 7.1.2). Darüber hinaus kamen in den Interviews Dokumentationen, für alle verfügbare Arbeitsanweisungen sowie regelmäßige Workshops und Besprechungen zur Sprache. In Letzteren lassen sich ungünstige Entscheidungen der Vergangenheit aufarbeiten und an Verbesserungen arbeiten.

Bei den Betreibern zielt die Explikation vornehmlich auf Erfahrungen von in der Vergangenheit eingetretenen Ausfallsituationen ab, die sich in Einschätzungen der Instandhalter über deren Auswirkung niederschlagen (s. Kapitel 3.2.2 und 7.1.2). Bei Serviceanbietern kommen in aller Regel die Servicetechniker mit der Instandhaltung der Betreiber in Kontakt. Hierbei sind Informationen zur tatsächlichen sowie zur durch die Kunden empfundenen Kritikalität wichtig, um proaktive Ersatzteilserviceaktionen zu planen und gezielt anzubieten (s. Kapitel 7.2.3). So umfasst das IBIM – innerhalb dieses Frameworks als Bestandteil des ETIMs behandelt – die Sensibilisierung der Servicemitarbeiter dafür, während oder im Anschluss an Kundengespräche entsprechende Informationen aufzunehmen (s. Kapitel 3.3.2). Aber auch die Erfahrungen der Einkäufer und Disponenten hinsichtlich Ersatzteillieferanten und deren Lieferzeiten sind von Bedeutung.

Workshops und Meetings zur bereichsübergreifenden Prozessgestaltung

Workshops und Meetings sollen das schnittstellenbezogene Denken fördern und gewährleisten eine enge Zusammenarbeit zwischen Organisationseinheiten, denn diese werden in einen ständigen Dialog gebracht. Damit eignen sie sich insb. für Ziele des ETIMs im Bereich der Festlegung von Kriterien zur Klassifizierung von Ersatzteilen nach Kritikalität sowie damit einhergehenden Konsequenzen für die Priorisierung und Lagerhaltung. Einheitliche, fundierte und transparente Kritikalitätseinschätzungen tragen dazu bei, die Bereichs- und Zielintegration voranzubringen (s. Kapitel 5.2.1 und 5.2.2). Potenzielle Inhalte sind in Abbildung 45 veranschaulicht.

[185] Die Unternehmen B2 und B3 nutzten etwa interne Wikis zur Wissensweitergabe.

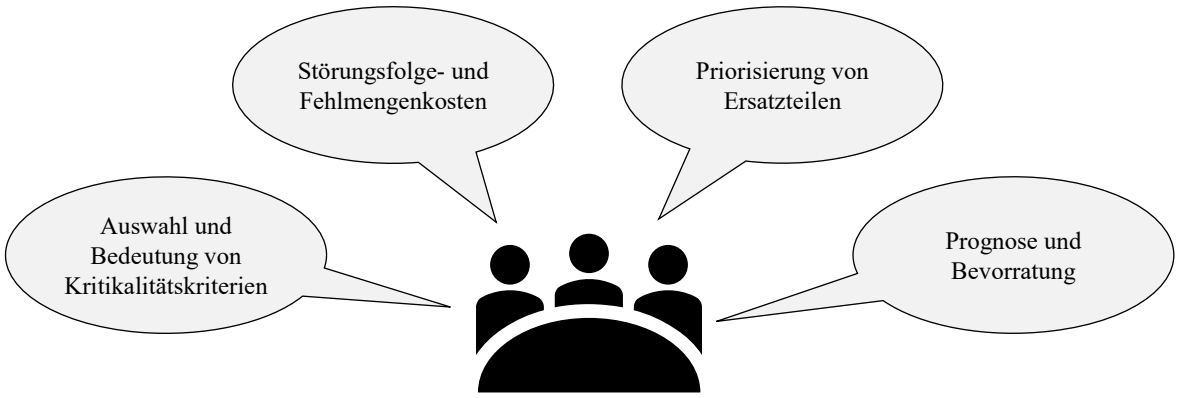

Abbildung 45: Workshops und Meetings

Wie die Fallstudien im engeren Sinne verdeutlichten, ist z. B. die Einführung multikriterieller VED-Analysen ein Anlass, Workshops durchzuführen. Die VED-Analyse muss nicht auf Grundlage des AHPs erfolgen, dennoch weist dieser nicht zu vernachlässigende Vorteile auf. Der Ansatz liefert eine Grundlage zur Kommunikation und zum gezielten Austausch von Entscheidungsträgern dazu, an welchen Kriterien sich die Kritikalität von Ersatzteilen festmachen sollte. So werden gleichzeitig die Explikation, Dokumentation und Kanalisierung von Erfahrungswissen vorangebracht. Qualitative Informationen erhalten eine aktive Einbindung in die Klassifizierung, weil relevante Einflussfaktoren in strukturierten Diskussionen zu identifizieren und im Sinne der im AHP geforderten Paarvergleiche von Kriterien zu evaluieren sind.[186] Weil derartige Gruppendiskussionen kaum für das gesamte Ersatzteilsortiment machbar und sinnhaft sind, ist eine Vorauswahl an für das Verfahren geeigneten Ersatzteilen zu empfehlen.

Gilt der AHP bei den Entscheidungsträgern als zu komplex, sind weitere Möglichkeiten, das Bereichswissen auf systematische Art und Weise in die Klassifizierung zu inkludieren, in Betracht zu ziehen. ABC- und XYZ-Analysen, die mit Kritikalitätseinschätzungen angereichert werden, können bereits dazu beitragen, angepasste Beschaffungs- und Lagerhaltungsstrategien zu deduzieren (s. bspw. Braglia et al., 2004). Entscheidungsdiagramme und Baumanalysen sind in diesem Zusammenhang geeignet, um Mitarbeiter verschiedener Abteilungen zur Diskussion von Störungsfolge- und Fehlmengenkosten zusammenzubringen. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse können im Anschluss für die Priorisierung von Ersatzteilen zur Festlegung des Sortiments verwendet werden. Subjektive Einordnungen und Bewertungen von kritischen Maschinenverfügbarkeiten sowie Ersatzteilprioritäten lassen sich auf diese Weise vereinheitlichen. Werden derartige Einschätzungen bei Betreibern infolge der organisatorischen Aufgliederung der Instandhaltung unterschiedlich vorgenom-

[186] Für eine Vorauswahl an Kritererien lassen sich z. B. Mitarbeiterbefragungen durchführen, s. bspw. (Molenaers et al., 2012).

men, profitiert neben dem ETM auch das IHM von dem Erfahrungsaustausch und einheitlichen Richtlinien. Ein ähnlicher Effekt ist für Serviceunternehmen denkbar, wenn Niederlassungen dazu angehalten werden, sich regelmäßig mit dem zentralen ETM auszutauschen. Dazu ist wiederum auf die Erfahrung der Servicetechniker zurückzugreifen, denn diese verfügen über Einschätzungen hinsichtlich der vom Kunden empfundenen Kritikalität. Im Normalfall ist eine regelmäßige oder bedarfsorientierte Neubewertung der Kritikalität, deren Kriterien und damit der Ausfallkosten bzw. -situationen notwendig. Die Informationen unterliegen neben ihrer Komplexität einer mitunter starken Veränderlichkeit und müssen immer wieder auf ihre Aktualität überprüft werden (s. Kapitel 5.2.1). Um dem gerecht zu werden, sind die Workshops in gewissen Abständen zu wiederholen.

Das ETIM hat weiterhin darauf zu achten, einer Situation der Paralyse, eingetreten durch die bloße Konzentration auf die Analyse, entgegenzuwirken. In einem derartigen Setting erfahren die Informationen zwar eine aufwendige Erfassung und Evaluation, es erwachsen jedoch keine Handlungskonsequenzen aus der Analyse. In Meetings und Workshops sollten die Informationen deshalb direkt auf nachfolgende Prozesse angewandt bzw. die Anwendung demonstriert oder simuliert werden (Eppler, 2010, S. 157, 173). Mithilfe des geplanten Austauschs von Entscheidungsträgern lassen sich z. B. aus der Klassifizierung resultierende Konsequenzen für die Prognose und Bevorratung von Ersatzteilen diskutieren. Weiterhin können in der Literatur behandelte Strategien der Lagerhaltung vorgestellt, diskutiert und bei Eignung – z. B. über die Vergabe von Projektaufgaben – an die Gegebenheiten des Unternehmens angepasst werden (s. bspw. Driessen et al., 2015). Diese Verfahrensweise wirkt sich direkt auf die Schließung der Umsetzungslücke aus. Außerdem besteht das Potenzial von Gruppendiskussionen darin, ineffektive und ineffiziente Workflows des ETMs offenzulegen. Daten- und Informationsdefizite sind zu identifizieren sowie die Gründe für deren Bestehen zu evaluieren, womit sich ein Rückschluss auf Kapitel 8.2 ergibt.

8.4.2 Die Handlungsfelder aus Sicht des Fallunternehmens

Die Ordnung der Handlungsfelder aus Perspektive des Unternehmens richtet sich an deren aktueller Machbarkeit und der potenziellen Einflussnahme des ETIMs aus (s. Abbildung 46). Das mittelfristige Ziel der Klassifizierung von Ersatzteilen zur Aufstellung eines Sortiments ist mit Priorität zu behandeln. Die Schaffung eines Grundsets an Kritikalitätsinformationen ist auf der Agenda des ETIMs daher oben anzusetzen. Es erscheint am sinnvollsten, mit einer einfachen Priorisierung vorausgewählter Ersatzteile zu starten. Diese Prioritäten werden anschließend in die Stammdaten der Ersatzteile aufgenommen. Schon von Beginn an ist darauf zu achten, möglichst eindeutige Kritikalitätskriterien einzubeziehen. Vorerst sieht es das Unternehmen als ausreichend an, folgende Kriterien zu beachten:

- Kosten, die ein Ersatzteil bei der Beschaffung verursacht;

- Folgen eines Defekts aufgrund der Nichtverfügbarkeit des Ersatzteils im Sinne der Stillstandszeit beim Kunden (Einschätzung der Technik);
- die durch den Kunden wahrgenommene Dringlichkeit (Einschätzung des Verkaufs) sowie
- die Option, dass Kunden (in Abhängigkeit ihrer Eigenschaften) selbst reparieren bzw. instandhalten oder aber der Service eines Spezialisten unbedingt notwendig ist (als Einschätzung des Verkaufs und der Technik).

Die Maßnahmen des ETIMs richten sich darauf aus, diese Kriterien auf eine Vorauswahl geeigneter Ersatzteile anzuwenden. Diese Vorauswahl lässt sich aus den Verkäufen der letzten Monate und Jahre sowie aus der Erfahrung von Technik und Verkauf gewinnen, weshalb bereichsübergreifende Workshops und Meetings an erster Stelle stehen.

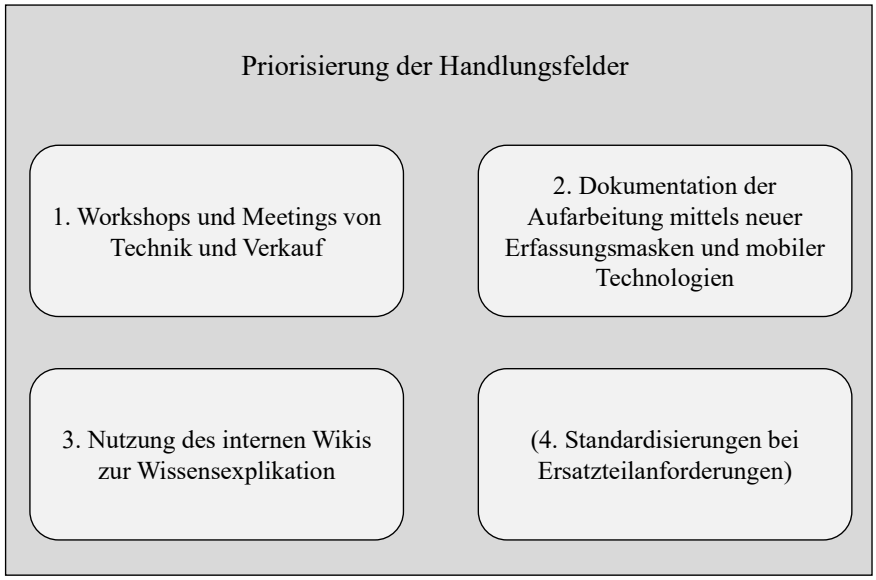

Abbildung 46: Priorisierung der Handlungsfelder (internes ETIM)

1. Workshops und Meetings von Technik und Verkauf

In Form einer bereichsübergreifenden Klassifizierung von Ersatzteilen steuern sowohl der Verkauf als auch die Technik Informationen zur Ersatzteilkritikalität bei. Beide Bereiche kommen mit den Kunden in Kontakt, allerdings mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Die technischen Mitarbeiter befinden sich häufiger in der Situation, Kunden zu beraten und sich eng mit dem Verkauf abzustimmen. Der Verkauf muss sich andersherum an der Einschätzung der Technik orientieren. Aktuell existiert kein Prozessstandard bei der Informationserfassung von Kundengesprächen im Zusammenhang mit Ersatzteilen. Es ist anzunehmen, dass sich eine signifikante Menge an Kritikalitätsinformationen im impliziten Wissen der Mitarbeiter von Verkauf und Technik befindet. Zur Sammlung dieser Informationen sowie der damit zusammenhängenden Einschränkungen der Verfügbarkeit bei Lieferanten und Lieferzeiten lassen sich Mitarbeiter in Einzel- oder Kleingruppenmeetings befragen. Die technischen Mitarbeiter bekommen zuallererst die Dringlichkeit eines Bedarfs bzw. einer

Anfrage artikuliert, während die Verkäufer einen größeren Wert auf die Kosten von Serviceeinsätzen legen, um den Verkaufspreis der Anlagen realistisch ansetzen zu können. Die Erfahrungen können deshalb voneinander abweichen.

Im Anschluss an die Kleingruppenmeetings und Einzelgespräche ist es daher zielführend für das ETIM, Workshops und Meetings mit beiden Bereichen gemeinsam zu organisieren. In diesen haben die Vorauswahl von Ersatzteilen sowie Diskussionen über Kriterien, die zur Aufnahme von Ersatzteilen ins Sortiment führen, zu erfolgen. Auch die Ergebnisse der Einzel- und Kleingruppenmeetings lassen sich besprechen. Folglich können die Bereiche voneinander lernen, v. a. hinsichtlich der Dringlichkeit von Reparaturen, der subjektiv empfundenen Kritikalität sowie der Spezifika und der Umstände der Reparatur. Bisher gibt es nur wenige regelmäßige Meetings. Eher stimmen sich einzelne Verkäufer bei Bedarf bzw. bei Unklarheiten und Fragen direkt mit den Mitarbeitern der Technik ab. Workshops in größeren Runden sollten intensiviert bzw. ein Jour fixe festgelegt werden, um die bereichsübergreifende Kommunikation zu fördern. Sortimentsentscheidungen lassen sich so gemeinsam treffen. Es ist somit anzunehmen, dass die Zufriedenheit mit Entscheidungen des ETMs von Beginn an höher ist als in einer Situation, in der die neu zu schaffende Abteilung die Sortimentsfestlegungen nur auf Basis der spärlichen Vergangenheitsdaten festschreibt.

2. Dokumentation der Aufarbeitung

Derzeit beschränkt sich die Erfassung technischer Maßnahmen auf die Aufarbeitung. Aufgrund der fehlenden Teilenummern ist das Coding von Ersatzteilen aber unvollständig, wodurch gerade die in den Fallstudien mehrfach als bedeutend herausgestellten Verwendungsnachweise fehlen. Die Dokumentation der Entnahmen von Ersatzteilen aus dem Lager und deren Ursprung, d. h., inwiefern dieser intern (Aufarbeitung) oder extern (Kundenbedarf) zu verorten ist, hat zukünftig kontrollierter zu erfolgen. Das ETIM muss dazu frühzeitig Anforderungen zur Programmierung der Eingabemasken liefern. Aufgrund der eher negativen Erfahrungen aus der Vergangenheit sind Freitexteingaben zur besseren Auswertbarkeit möglichst zu vermeiden, denn gerade unter den Technikern ist die Bereitschaft zum Eintragen von Daten (abseits der Teamleiter) gering.

Den technischen Mitarbeitern soll es erleichtert werden, Informationen zu ihren Aufarbeitungstätigkeiten aufzunehmen. Dazu zählen die Aufarbeitungsschritte mit den durchgeführten Tätigkeiten, der benötigten Zeit und dem verbrauchten Material. So sollte eine Eingabepflicht dahingehend bestehen

- welche Ersatzteile
- in welcher Menge und
- zu welchem Einsatzzweck

beschafft wurden. Dies ist insb. wichtig bei der Entscheidung, welche Verschleiß- und Reserveteile für eine Einlagerung infrage kommen und als Aufarbeitungsbedarf zu kennzeichnen sind. Bei immer wieder zur Aufarbeitung benötigten Ersatzteilen kann außerdem angenommen werden, dass diese sich auch für das Servicegeschäft eignen. Darüber hinaus sind Angaben zum ausgetauschten Ersatzteil dahingehend zu sammeln, ob eine Reparatur der Komponente und darauffolgend der Weitervertrieb in Frage kommt.

Als Unterstützung ist bereits in der näheren Zukunft die Verwendung mobiler Technologien angedacht. Diese sollen bei der Dokumentation von Aufarbeitungsprozessen zum Einsatz kommen und die eigens programmierten Masken zur Verfügung stellen. Mit einem QR-Code an der Maschine ist gesichert, dass die Daten stets dem richtigen Objekt zugeordnet werden. Auch die Anforderung von Ersatzteilen kann somit direkt erfolgen, indem der Bedarf mithilfe der mobilen Technologien angemeldet bzw. die Anweisung zur Entnahme übermittelt wird. Ist der Aufarbeiter selbst dafür verantwortlich, die Ersatzteile zu entnehmen, muss er die Entnahme anschließend lediglich in ihrer Menge bestätigen. Die Zuordnung der entnommenen Ersatzteile zur technischen Aktion sowie zum Mitarbeiter und Verwendungszweck geschieht automatisch. Wie die Ausgestaltung der Eingabemasken im Speziellen zu erfolgen hat, ist komplex. Die Ermittlung der Anforderungen ist abermals z. B. in Kombination mit Workshops möglich.

3. Nutzung des internen Wikis zur Wissensexplikation

Weil das Unternehmen stetig neue Mitarbeiter gewinnt, wird der Generationswechsel als nicht gravierend eingeschätzt. Eingefahrene Strukturen bestehen vielmehr durch das veraltete System. Dennoch ist die Erfahrung der technischen Mitarbeiter, die z. T. seit mehreren Jahrzehnten Aufarbeitungen durchführen, noch umfangreicher in eine auswertbare Form zu bringen. Zur Explikation von Expertenwissen ist hierzu das schon weit entwickelte interne Wiki des Unternehmens zu verwenden. Dieses erfährt im Zuge der Programmierung des neuen Systems ebenfalls eine Weiterentwicklung. Neue Mitarbeiter sollen frühzeitig dazu angehalten werden, durch das umfassende interne Wiki zu lernen bzw. sich mit seiner Hilfe zu informieren. Darüber hinaus sind sie dazu zu bringen, selbstständig Ergänzungen vorzunehmen, damit die Wissensbasis stetig wachsen kann.

Spezifischer auf das ETM bezogen wurde bereits damit begonnen, Verschleißmerkmale mit Fotos und Informationen zur Inspektion in die interne Ansicht des Wikis aufzunehmen. Darüber hinaus ist geplant, bei der Prüfung der Maschinen Fotos der Mängel bzw. der Ergebnisse der technischen Prüfung von Maschinen gleichen Typs einzubeziehen und so die Prüfkriterien, die einer Inspektion entsprechen, mit Erfahrung anzureichern. Aktuell geschieht dies eher mit dem Ziel einer besseren Abschätzbarkeit des Aufarbeitungsaufwands sowie in Verbindung mit Aspekten der Kundenberatung. Wie Verschleißteile zu Entscheidungen des Ersatzteilsortiments beitragen, wird derzeit hingegen weniger hinterfragt. Das Projekt ist deshalb unter besonderer Beachtung dieses Gesichtspunkts weiter zu verfolgen.

4. Standardisierungen bei Ersatzteilanforderungen

In Übereinstimmung mit den Empfehlungen, die das ETIM-Framework liefert, ist die Unternehmensleitung bestrebt, dem ETIM Kompetenzen der Kontrolle der Lagerneuaufnahmen einzuräumen. Warnfunktionen – etwa in Form einer deutlichen Kennzeichnung der Bestände bzw. Auffüllgrenzen bei der Anforderung – stellen eine einfache Maßnahme dar, Überbestände zu vermeiden. Die Notwendigkeit der Warnungen ist in Abhängigkeit zum Sortiment, welches erst aufgebaut werden muss, abzuwägen, weshalb das Handlungsfeld vorerst von untergeordneter Relevanz ist. Als komplex zu bewerten ist hier das Zusammenführen von Ersatzteil- und Maschineninformationen. Ersatzteile gehören entweder einer konkreten Baureihe oder einem Maschinentypen an oder lassen sich flexibler für einige bestimmte Maschinenarten bzw. generell übergreifend einsetzen und vermarkten. Aufgrund des breiten Spektrums offenbaren sich die verschiedensten Möglichkeiten der Kombination von Sortimenten, die stark von der Spezifität der Teile abhängen.

Es ist damit zu rechnen, dass es von anfordernden Mitarbeitern als zu mühsam empfunden wird, für jede Mengenentscheidung eine Begründung zu finden. Deshalb sind in Zukunft noch tiefergehende Gedanken notwendig, wie sie an das ETM zu übermitteln sind und welche Orientierungsmöglichkeiten dieses bei der Prüfung der Angaben hat. Es ist angedacht, die Entscheidungsqualität der (technischen) Mitarbeiter mithilfe eines Qualitätsmanagement-Tools, welches Anforderungen bzw. Bestandsentscheidungen offenlegt, kontinuierlich zu kontrollieren. Das ETIM hat stets darauf zu achten, dass im Kern subjektive Ersatzteilprognosen nicht allein auf Intuition und Bauchgefühl, sondern auf hinterlegten Begründungen aufbauen. Das erlaubt gleichzeitig Schlussfolgerungen dazu, welche Entscheidungsträger als Experten zu behandeln sind und ihr Wissen respektive ihre Erfahrungen bevorzugt weitergeben sollten. Für den Expertenstatus ist darüber hinaus aber auch die Bereitschaft zur Weitergabe von praktischem Wissen von Gewicht.

8.5 Das extern ausgerichtete Ersatzteil-Informationsmanagement

8.5.1 Handlungsfelder

Das externe ETIM richtet sich auf die Schnittstellen des ETMs aus, welche außerhalb des Unternehmens (abseits von Servicegesellschaften, die als interne Schnittstellen gelten) zu verorten sind. Das externe ETIM verfolgt den Zweck, Verbesserungen des Austauschs von Informationen durch eine möglichst enge Zusammenarbeit der Akteure auf dem Ersatzteilmarkt zu erreichen. Ohne ein effektives internes ETIM ist es allerdings kaum machbar, ein funktionierendes externes ETIM aufzubauen. Deshalb sind sie stets ín Abhängigkeit zueinander zu betrachten. So ist die Erfassung von IBI (externes ETIM) für das zentrale ETM eines Serviceanbieters von wenig Belang, wenn die Organisations- oder Systemstruktur (internes ETIM) verhindert, dass diesem die Informationen zum Bestandsmanagement tatsäch-

lich vorliegen (s. Abbildung 35, Kapitel 7.2.2). Verfügt das ETM eines Betreibers z. B. weder über Verwendungsnachweise noch über Informationen zur Kritikalität von Instandhaltungsmaßnahmen (internes ETIM), sind transparente Lieferantenentscheidungen, JIT-Beschaffungen oder Verhandlungen mit Serviceanbietern – etwa zum Aufbau von Konsignationslagern für kritische AZ-Teile – nur eingeschränkt denkbar (s. Kapitel 4.3.1 und 7.1.3).

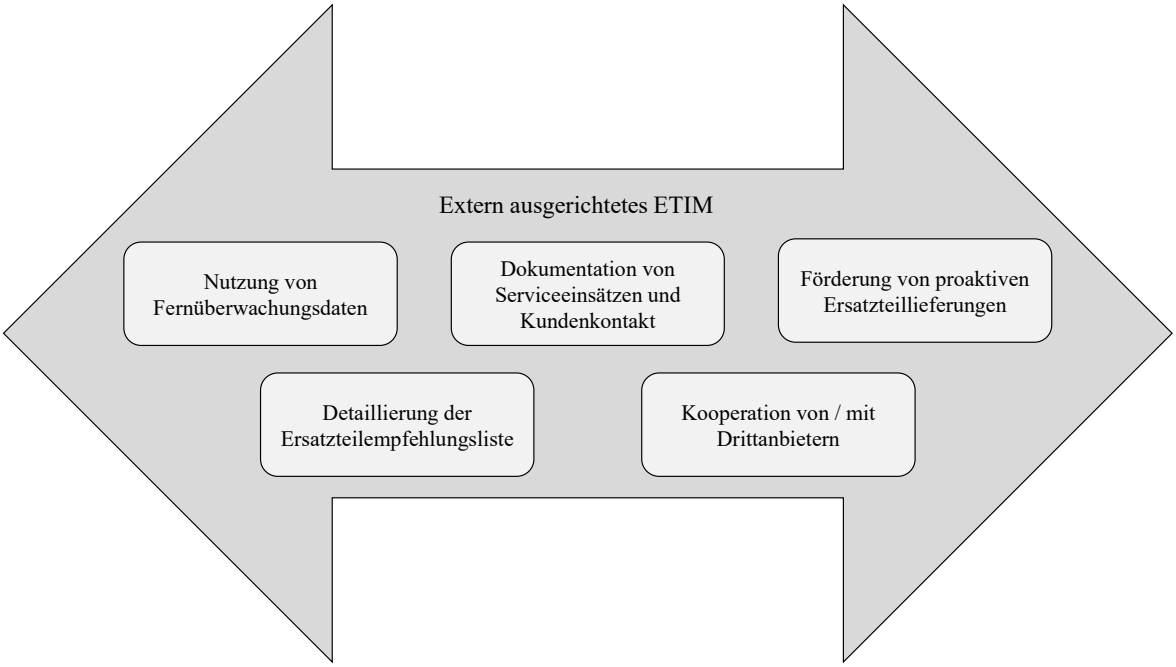

Abbildung 47: Handlungsfelder des extern ausgerichteten ETIMs

Die in Abbildung 47 dargestellten Handlungsfelder repräsentieren analog zum internen ETIM eine erste Sammlung und sollten durch weiterführende Forschung ergänzt werden. Sie entstammen im Schwerpunkt den Ergebnissen der Fallstudienauswertung aus den Kapiteln 7.2.2 und 7.2.3. Wie in Kapitel 7.3.3 dargestellt, sind daneben speziell Drittanbieter vom Informationsaustausch mit anderen Serviceanbietern, die Kundenkontakt verzeichnen, abhängig, um Ersatzteilinformationen zu erhalten. Daher ist auch dieses Handlungsfeld anzuführen.[187] Die Erläuterung des externen ETIMs erfolgt eher aus Sicht der Serviceanbieter. Es ist jedoch anzumerken, dass Maßnahmen des externen ETIMs bei OEMs und Drittanbietern nur dann zum Erfolg führen können, wenn das ETIM der Betreiber ebenfalls eine externe Ausrichtung erfährt und folglich eine Bereitschaft zum Informationsaustausch bis hin zur Kollaboration entsteht (s. Kapitel 2.3.4 und 7.3.1). Ergebnis ist eine Kundenbindung, auf die geachtet werden muss, um stets zu gewährleisten, dass Kunden in Maschinen sowie Ersatzteile und Serviceleistungen investieren. Aus Sicht der Betreiber ist es wiederum wichtig, eng mit Lieferanten zusammenzuarbeiten, um im Fall ungeplanter Instandhaltungsbedarfe schnell auf Ersatzteile zurückgreifen zu können. Entsprechend sind die Einflussfaktoren zu

[187] Das Handlungsfeld Kooperation von / mit Drittanbietern wird in diesem Kapitel nicht noch einmal separat erläutert. Stattdessen sei auf die bereits komprimierte Darstellung der Studienergebnisse in Kapitel 7.3.3 verwiesen.

beachten, die in den Tabellen 34 (Kapitel 7.1.3) und 38 (Kapitel 7.2.3) unter der E-Dimension aufgelistet wurden. Zu nennen sind vorrangig die Kunden- und Lieferantenstruktur sowie die Wettbewerbssituation. Da es sich um externe Faktoren handelt, hat das ETIM die Aufgabe, sich an diese anzupassen.

Nutzung von Fernüberwachungsdaten

Die befragten OEMs sahen sich mehrheitlich einer durch die ausgeprägte Ersatzteilspezifität hervorgerufenen Unregelmäßigkeit der Nachfrage gegenüber, weshalb es zur Herausbildung der sogenannten Exotenteile kam (s. Kapitel 7.2.1). Zur Prognose betroffener Ersatzteile wird in der Theorie empfohlen, die Nachfragevariationen in vertiefter Art und Weise zu erklären. Kausale Modelle, welche für die Kategorie der bedeutenden, aber unregelmäßig auftretenden Ersatzteile am ehesten infrage kommen, erfordern es, möglichst alle maßgeblichen Ursachen für die Unbeständigkeit und deren Wirkung auf den Bedarf zu bestimmen. Dazu ist es erforderlich, das Bestell- und Nachfrageverhalten der Kunden sowie die Bedarfsentstehung zu analysieren. Kausale Prognosemodelle führen erst dann zu nutzbaren Ergebnissen, wenn Umfang und Qualität der als Input fungierenden Informationen angemessen sind, um die Bedarfsverläufe nachzuvollziehen (s. Kapitel 4.2.1 und 4.2.3).

Die Annahme theoretischer Prognosemodelle, dass Anlagenzustandsdaten stets zur Verfügung stehen, um Ersatzteile zumindest zuverlässigkeitsbasiert zu prognostizieren, stellte sich im Rahmen der durchgeführten qualitativen Fallstudien als nicht universell haltbar heraus. Daten zum Lebenszyklus von Anlagen sowie untergeordneten Komponenten lassen sich für Betreiber mit einem eingeschränkten Maschinenpark unter Anwendung von CMS u. U. leichter ermitteln als für OEMs und andere Serviceanbieter mit einer ausgeprägten IB. Für diese kann es herausfordernd sein, stets einen Überblick darüber zu behalten, welche Anlagen sich in welchem Zustand, Status sowie Alter bei den Kunden befinden und welche Teile verbaut sind, um die Bedarfsentstehung vorauszusehen. Bei einer ausgeprägten Heterogenität der Kunden nehmen die Schwierigkeiten bei der Vereinheitlichung der Datenerfassung zu (s. Kapitel 7.2.2). Eine flächendeckende Versorgung der Kunden mit Technologien zur Fernüberwachung und -instandhaltung sowie die Nutzung und Auswertung der erzeugten Daten könnte dazu beitragen, die Verteilung von Ersatzteilen im Netzwerk besser planen zu können (s. Kapitel 3.3.2). Wie die Studienergebnisse zeigten, ist eine Einflussnahme des ETMs auf Entscheidungen hinsichtlich der Investitionen in diese Technologien aber begrenzt. So wird der Wert aus Sicht des technischen Services bestimmt und weniger unter Beachtung der schwierig zu antizipierenden Effizienzgewinne des ETMs. Eine repräsentative Nutzenquantifizierung ist daraus eher nicht abzuleiten (s. Kapitel 7.2.3).

Die nur sehr wenigen wissenschaftlichen Beiträge, die sich mit der Thematik fernüberwachender Technologien auseinandersetzen, unterstreichen, dass die Auswirkungen auf die ETL nicht auf einfache Art und Weise ex ante zu bestimmen sind (s. Kapitel 5.3.2). Die Herausforderung des ETIMs liegt dabei weniger in der Erfassung von Zustandsdaten selbst.

Schwieriger gestaltet sich die Einbindung der Daten als Informationen für die ersatzteillogistische Planung, vornehmlich im Sinne einer genaueren Bedarfsprognose, die sich theoretisch positiv auf das Bestandsmanagement der Ersatzteile auswirkt. Die Interviews offenbarten, dass selbst das Vorliegen von Fernüberwachungsdaten nicht zwingend impliziert, dass diese als Input für ETM-Prozesse eingesetzt werden, v. a. dann, wenn das Unternehmen keine Erfahrungen im Data Mining aufweisen kann (s. Kapitel 7.2.3). Diese Lücke spiegelt sich wiederum in der geringen Anzahl wissenschaftlicher Untersuchungen, die sich mit der Einbindung von Zustandsdaten in die Ersatzteilprognose und Bestandsplanung beschäftigen, wider. Es fehlt hier deutlich an Fallstudien im engeren Sinne (s. Kapitel 5.4.2).

Dokumentation von Serviceeinsätzen und Kundenkontakt

So lange sich die Fernüberwachung bei Serviceanbietern nicht durchgängig etabliert hat, ist darauf zu achten, Serviceeinsätze durch die technischen Mitarbeiter gewissenhaft dokumentieren zu lassen. Hier ergibt sich ein Rückschluss zur Erfassung technischer Maßnahmen, die im Rahmen des internen ETIMs behandelt wurde (s. Kapitel 8.4.1). Die Umstände eines Serviceeinsatzes sind in systemisch vorbereiteten Masken aufzunehmen, wobei keine allgemeingültige Empfehlung zum Verhältnis von Pflicht- und Freitextfeldern zu liefern ist. Sowohl bei den befragten OEMs als auch im Fall des hier betrachteten Unternehmens bestand eine Abhängigkeit von Erfahrungen im Umgang mit offenen bzw. geschlossenen Systemen (s. Kapitel 7.2.2). Die Erfassung und Weitergabe der IBI sind an der Struktur der Anlagen respektive der Kunden auszurichten. Denkbare (verpflichtende) Angaben, welche auf die Aussagen der interviewten Gesprächspartner sowie auf die Studie von Lehtonen et al. (2012) zurückzuführen sind (s. Kapitel 5.5 und 7.2), finden sich in Abbildung 48.[188]

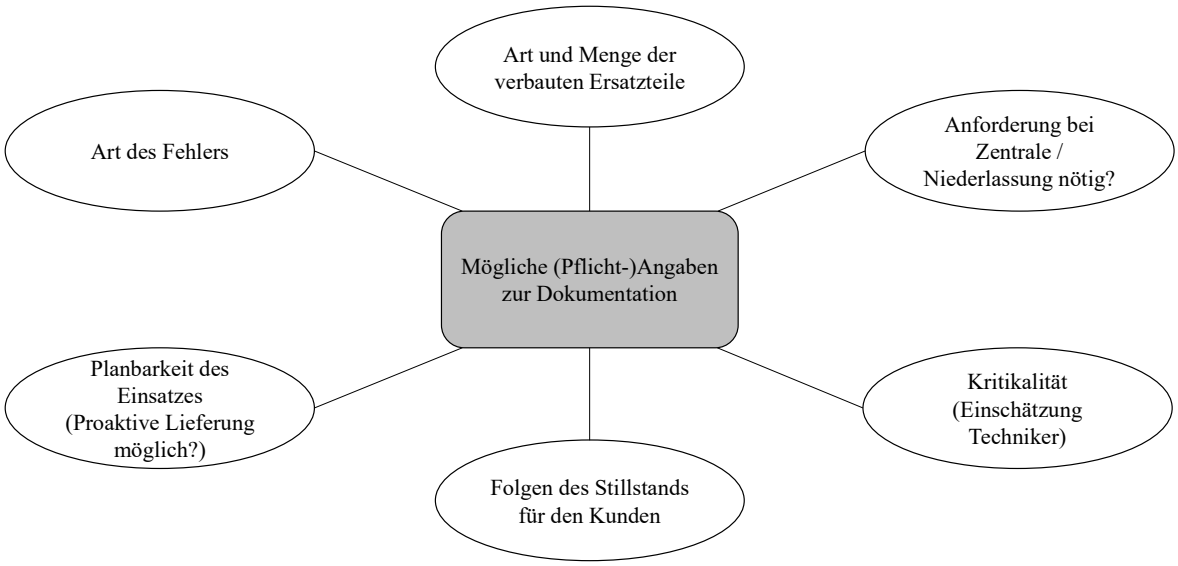

Abbildung 48: Mögliche (Pflicht-)Angaben zur Dokumentation von Serviceeinsätzen

[188] Darüber hinaus sei auf die Zusammenstellung wichtiger IBD in Abbildung 22 (Kapitel 3.3.1) verwiesen.

Soll das Kriterium der Kritikalität des Einsatzes und des Stillstands nicht allein auf Erfahrungen der Servicetechniker – welche es durch interne Maßnahmen des ETIMs zu explizieren gilt – beruhen, ist die Verfügbarkeit direkter Kundeninformationen essenziell. Vornehmlich die Disponenten und vertrieblichen Mitarbeiter sollten den Austausch mit den Kunden fördern und geeignete Kommunikationskanäle dokumentieren. Hierbei sind etwa regelmäßige Gespräche nach einem länger ausgebliebenen Kontakt angebracht, um zu erfahren, ob sich Änderungen in den Produktionsumständen oder unmittelbar an den Anlagen selbst ergeben haben, um auf diese Weise an Informationen zu Umbauten zu gelangen (s. Kapitel 7.2.3). Serviceanbieter sollten außerdem von der Erfahrung der Kunden profitieren, bspw. in Hinblick auf von diesen selbst vorgenommene Modifikationen und Anpassungen sowie deren Ursachen. Im Zuge der Gespräche kann darüber hinaus ermittelt werden, ob der Kunde auf andere Ersatzteillieferanten zurückgreift. Betreiber, die definitiv auf dritte Anbieter ausgewichen sind, sind nicht länger regelmäßig anzusprechen (s. Kapitel 3.3.2).

Die Kundenstruktur determiniert, welche Art von Serviceverträgen existiert und auf welcher Leistungsebene sie sich bewegen. Je niedriger die Leistungsebene eines Anbieters ist, umso schwieriger ist es, Informationen zum Kunden und zur Anlagennutzung zu gewinnen (s. Kapitel 2.3.4). Eine stark heterogen ausgeprägte Kundenstruktur kann sich negativ auf die Einheitlichkeit der IBI auswirken. Hinzu kommt der Umstand, dass eine in den frühen Phasen der Geschäftstätigkeit vernachlässigte Aufnahme von IBI aufwändige Nacherfassungen nach sich ziehen kann (s. Kapitel 7.2.1 und 7.2.2). Dies wird zum Problem, wenn die Nacherfassung durch die geringe Bereitschaft der Kunden zur Informationsübermittlung gehemmt wird. Wie kritisch Ersatzteile für den Kunden sind, ist so evtl. nicht einschätzbar. Zu einem zuverlässigen Informationsfluss kann es erst dann kommen, wenn beiderseitig Informationsbedürfnisse vorhanden sind und die (jeweilige) Nachfrage eine deutliche Kommunikation erfährt (s. Kapitel 3.1.2). Dazu gehört, den Kunden deutlich zu machen, welche Vorteile aus dem Informationsaustausch entstehen, was sich etwa anhand des proaktiven Ersatzteilangebots erläutern lässt.

Förderung von proaktiven Ersatzteillieferungen

Eine Voraussetzung des Proaktivismus stellt die Verfügbarkeit von Instandhaltungsplänen und -strategien der Kunden dar (s. Kapitel 7.2.3). Hat ein Serviceanbieter die Möglichkeit, auf die Instandhaltungspolitiken, -pläne und Maßnahmendokumenationen der Betreiber zuzugreifen, lassen sich Serviceeinsätze und Ersatzteillieferungen für die entsprechenden Primärprodukte terminieren, was sich positiv auf die Planbarkeit der Beschaffungs- und Lagerhaltungsvorgänge auf beiden Seiten auswirkt. Sind im Idealfall die Strategien der Bestandsführung aller wesentlichen, für das Ersatzteil bzw. die Ersatzteilkategorie maßgeblichen Bedarfsträger bekannt, wird eine annähernd deterministische Ersatzteilplanung beim Service-

anbieter realistisch (s. Kapitel 2.3.4). Weiterhin lassen sich Erklärungen für Nachfrageabweichungen zwischen Regionen oder Kundensegmenten ableiten, was der Prognose und Verteilung von Ersatzteilen im Netzwerk zuträglich ist.

Der Zugriff kommt jedoch nur für die Instandhaltungsmaßnahmen, welche der Kunde entweder selbstständig plant oder die überhaupt planbar sind, infrage. Somit ist anzunehmen, dass die Notwendigkeit der Vorhaltung von Pufferbeständen, um die Verfügbarkeit hochzuhalten, sowohl beim Betreiber als auch beim Lieferanten bestehen bleibt. Die dadurch entstehenden Kosten lassen sich möglicherweise für beide Interessensgruppen kompensieren, sollte der Serviceanbieter dazu in der Lage sein, Instandhaltungen des Kunden proaktiv zu planen und darauf zugeschnittene Ersatzteilpakete zu liefern. Nimmt ein Betreiber bspw. Instandhaltungen in größerem Umfang selbstständig vor, ist es für diesen i. Allg. mit einer Effizienzsteigerung verbunden, auf JIT-Lieferungen des Ersatzteilanbieters zurückgreifen zu können. Das Teilen seiner Instandhaltungspolitiken kann sich deshalb als vorteilhaft erweisen (s. Kapitel 2.3.4 und 7.2.3).

Eine feste Kundenbindung lässt sich eher bei spezifischen oder für den Kunden besonders kritischen Teilen erreichen, da als Alternative zu diesen kaum Ausweichmöglichkeiten existieren. Zudem bieten diese Ersatzteile für den Anbieter häufig das größte Umsatzpotenzial. Insbesondere bei Spezialteilen kann es für den Ersatzteillieferanten notwendig sein, die Lagerhaltung individueller auf den Kunden abzustimmen. Eine transparente Vernetzung der bei den Kunden installierten Anlagen, Stücklisten mit Verwendungsnachweisen, Instandhaltungspolitiken und Anforderungen – bspw. nach Konsignation – ist für eine auf die Kundenbedürfnisse angepasste Priorisierung von Ersatzteilen essenziell. Durch eine zuverlässige Versorgung mit genau zum Instandhaltungseinsatz passenden Ersatzteilen gewinnt der Kunde an Vertrauen, wodurch sich nachgelagert weiterführende Chancen für den Absatz von Serviceleistungen bieten. Bei einer stufenweisen Einführung der kooperativen Ersatzteilplanung ist vorstellbar, dass die Bereitschaft zum Eingehen von Betreiberverträgen (in denen die Instandhaltung den Serviceanbietern in vollem Umfang obliegt) durch den zunehmenden Proaktivismus positiv beeinflusst wird. Im Zuge dieser Entwicklung ist es auch realistischer anzunehmen, dass die Bereitschaft der Kunden zur Nachrüstung von Anlagen mit Fernüberwachungstechnologien oder aber zur Neuanschaffung von Maschinen mit entsprechenden Funktionen steigt (s. Kapitel 2.3.4; 4.3.1 und 7.2.3).

Detaillierung der Ersatzteilempfehlungsliste

Die Ersatzteilempfehlungsliste ist ein weiteres Instrument zur Herstellung einer vertrauensvollen Verbindung zwischen Betreiber und OEM (s. Kapitel 3.2.2). Diese ist dabei nicht allein als Erstausrüstungsangebot anzusehen, sondern kann als Tool zur kontinuierlichen Orientierung des Betreibers etabliert werden, sodass er von einer besser planbaren Nachfrage profitiert. Die von den Betreibern empfundene Güte der Empfehlungen spielt dabei eine wichtige Rolle (s. Kapitel 7.1.1). Sind die Angaben, welche vom OEM geliefert werden, von

hoher Zuverlässigkeit, schränkt dies das Sicherheitsempfinden der Instandhalter u. U. ein, sodass der Stellenwert des zentralen Zielkonflikts beim Betreiber eine Eindämmung erfährt. Weiterhin kann der Rückgriff auf die Erfahrung des Primärproduktherstellers den Betreibern die Möglichkeit bieten, eine Argumentationsbasis bei der Prüfung von Ersatzteilanforderungen des IHMs zu schaffen, sollten Verfügbarkeitsbedenken eine übermäßige Ersatzteilbevorratung nach sich ziehen (s. Kapitel 7.1.2). Ein höheres Level an Reliabilität der Herstellerempfehlungen und eine enge Kooperation hält die Betreiber somit u. U. davon ab, eine ineffektive technische Schnittstelle aufzubauen. Zudem steigt die Bereitschaft, auf weiterführende Geschäfte mit dem OEM einzugehen. Der OEM wiederum kann die wachsende Expertise der Kunden in Bezug auf das Primärprodukt nutzen, um die Qualität der Empfehlungsliste kontinuierlich zu verbessern (s. Kapitel 7.2.3). Dadurch lässt sich die Bindung neuer Kunden positiv beeinflussen. Hierbei sind abermals gezielt Maßnahmen der Dokumentation von Serviceeinsätzen und Kundengesprächen einzusetzen. Diese liefern dem ETIM die Informationen, welche es zur Detaillierung und Anpassung der Ersatzteilempfehlungen benötigt.

8.5.2 Die Handlungsfelder aus Sicht des Fallunternehmens

Die Priorisierung der übergeordneten Maßnahmen aus Sicht des Fallunternehmens ergibt sich abermals aus deren Relevanz für die Zielerreichung (s. Abbildung 49).

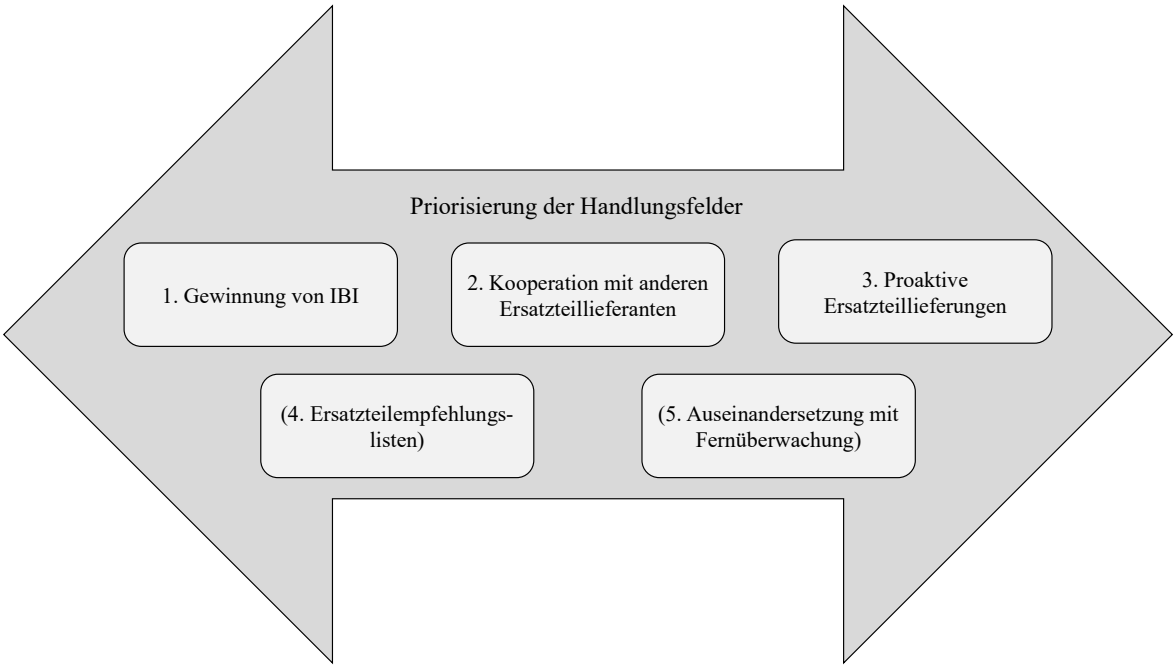

Abbildung 49: Priorisierung der Handlungsfelder (externes ETIM)

1. Gewinnung von IBI

Aktuell beschränkt sich die Erfassung einer (telefonischen) Ersatzteilanfrage auf den konkreten Inhalt, d. h. die Information, welche Ersatzteile nachgefragt wurden, jedoch ohne eine Dokumentation des Grunds bzw. des Ursprungs der Anfrage. Dabei treten zum einen Kunden an das Unternehmen heran, die eine Maschine erworben haben und sich deshalb mit einer Ersatzteilanfrage an dieses wenden. Hierbei sollten Informationen zum Zustand der Maschine zum Zeitpunkt des Verkaufs vorliegen, sodass schneller eine Einordnung der Situation erfolgen kann. Zum anderen sind Kunden, mit denen vorher noch kein Kontakt bestand, zu nennen.

Das neue System ist in Bezug auf die Erfassungsmasken durch vorbereitete Felder darauf auszurichten, dass die Aufnahme des technischen Problems des Kunden schnell und unkompliziert erfolgt. Diese Informationen werden aktuell nur sehr sporadisch in Freitexten entweder in der systemseitigen Kontaktkarte direkt oder in Angeboten aufgenommen. Als wichtige Abfragen gelten in diesem Zusammenhang

- der Grund des Anrufs;
- warum gerade das Fallunternehmen kontaktiert wurde;
- die Bezeichnung und die Quantität der bestellten Ersatzteile;
- die Maschinenart, die Baureihe und der Typ;
- das technische Problem, z. B. eine unsachgemäße Wartung oder Instandsetzung;
- inwiefern der Kunde bereits selbst versucht hat, das Problem zu lösen;
- die Dringlichkeit der Anfrage aus Kundensicht sowie
- inwiefern lediglich eine Ersatzteillieferung notwendig ist oder ein Serviceeinsatz zu erfolgen hat, wobei auf die terminliche Machbarkeit Wert zu legen ist.

Im neuen System ist mit Darstellungen zu arbeiten, die sofort verfügbare Ersatzteile, die zu einer Maschine passen, anzeigen. Ist der Kunde bekannt, sollten die vergangenen Ersatzteilbestellungen schnell abrufbar sein. Es ist unumgänglich, dass bis auf Weiteres mit Freitexten gearbeitet wird. In Freitexten sind erläuternde Informationen als expliziertes Wissen zum Maschinenangebot, zur Baureihe, zum Typ, zum Baujahr und zur Ausstattung der Anlagen, um die es sich handelt, abzulegen. Aus den Angaben zur Dringlichkeit und den Kosten sind erst mit Anwachsen der Datenbasis und der (expliziten) Erfahrungswerte geordnet Kritikalitätsinformationen zu extrahieren.

Die Dokumentation von Serviceeinsätzen erfolgt noch nicht. Es ist deshalb Aufgabe des ETIMs, Anforderungen an die entsprechenden Eingabemasken für den Service in Abstimmung mit der Technik aufzustellen. Dazu sind die für die internen Aufarbeitungsmaßnahmen festgelegten Eingabefelder als Basis zu verwenden und anzupassen. Insbesondere die benötigten Betriebsstunden sind für die Kalkulation künftiger Einsätze wichtig, denn dadurch werden auch die Kundenkommunikation und die Preisverhandlungen beeinflusst. Noch wird zu wenig Nutzen aus Informationen zu den Kosten der Serviceeinsätze und der bezogenen

Ersatzteile gezogen, denn die Kalkulation basiert nach Meinung der Unternehmensleitung zu stark auf Intuition.

2. Kooperation mit anderen Ersatzteillieferanten

Nach der Anforderung des Ersatzteilbedarfs sind die Umstände der Ersatzteilbestellung zu dokumentieren, das bedeutet

- welche Lieferanten zum Bezug gewählt wurden und warum;
- inwiefern die Lieferung termingerecht erfolgte und
- wie lang die Lieferung dauerte.

Die Angaben zu Lieferzeiten sind nach Möglichkeit aktuell zu halten. Das Fallunternehmen konnte sich in der Vergangenheit bereits z. T. in Onlineangeboten und Webshops von OEMs registrieren, um Ersatzteile, die für die Aufarbeitung benötigt wurden, auf direktem Weg zu bestellen und zu verarbeiten. Dies motivierte das Vorhaben, einen eigenen Onlineshop aufzubauen. Im System existiert aktuell allerdings noch keine separate Markierung für Ersatzteil-Zulieferer. Diese sind als Händler angelegt oder weisen keine angepasste Segmentierung auf. In Zukunft sollten Zulieferer eine zumindest einfache Bewertung erfahren. An der Bewertung ist festzumachen, welche Lieferanten präferiert zu kontaktieren sind, wenn sich dringende Lieferungen kritischer Ersatzteile erforderlich machen.

Dazu ist die schon existierende Einteilung der Bedeutung von Kontakten (A, B, C und D) zu nutzen. Die Bewertung erfolgt derzeit ohne feste Regeln. Diese sind für Ersatzteillieferanten folglich erst festzulegen, wozu es in einem ersten Schritt gilt, Erfahrungen mit Zulieferern in Bezug auf die o. g. Informationen aufzubauen. Eine Kooperation wird auf Basis der Bewertung insb. mit unabhängigen und kleinen Teileanbietern sowie Experten und Nischenherstellern angestrebt. Einlagerungen für Ersatzteile sind im Gegensatz zu Kommissionsgeschäften für Maschinen nicht üblich, aber das Fallunternehmen schließt nicht aus, eine entsprechende Erweiterung für das Ersatzteilgeschäft vorzunehmen. Diese Möglichkeit der Bevorratung ist daher offenzuhalten.

3. Proaktive Ersatzteillieferungen

Das proaktive Einwirken auf den Kunden erachtet das Unternehmen erst seit der Beschäftigung mit dem ETIM-Framework als potenziell interessant, denn derartige Überlegungen tragen zu Entscheidungen in Bezug auf das Ersatzteilsortiment bei. Essenziell ist hier der letzte Wartungsbericht der Maschinenbediener beim Einkauf einer Anlage. Aus dem Bericht ist erkennbar, welche Ersatzteile sich (noch) auf dem aktuellen Stand befinden, jedoch in einer planbaren Periode nach dem Verkauf zu wechseln sind. Für die Einsätze lassen sich proaktiv Ersatzteile anbieten. Sofern vorhanden, sind die Serviceberichte vom OEM oder anderen Serviceanbietern zu verwenden, um einen Überblick über Modifikationen zu erhalten. Diese müssen beim Einkauf einer Maschine vom ehemaligen Besitzer angefordert werden. Prüfberichte und Servicehistorien lassen sich darüber hinaus direkt vom OEM beziehen, sofern

er dazu bereit ist, die Informationen zu teilen. Der Aufbau eines Netzwerks mit wichtigen Akteuren des Ersatzteilmarktes ist somit von Vorteil, womit sich eine Überschneidung mit dem Tätigkeitsfeld der Kooperation von Serviceanbietern ergibt.

Der Betreuungsaufwand, welcher mit der Kundenintegration einhergeht, sollte nur dann betrieben werden, wenn es sich um bedeutende Kunden handelt. Dies ist an Informationen zur Häufigkeit und Dringlichkeit der Bestellung von Ersatzteilen sowie dem Beitrag des Kunden zum Umsatz festzumachen. Aber auch Neukunden, die durch ihre Stellung am Markt ein hohes Umsatzpotenzial aufweisen, lassen sich durch eine proaktive Ansprache evtl. leichter gewinnen. Zudem konnten in der Vergangenheit vereinzelt Informationen gesammelt werden, welche Kunden mit den Ersatzteillieferdiensten der Hersteller unzufrieden sind. Für bedeutende Kunden ist in die Tiefe zu ermitteln, welche Einschätzungen zur Kritikalität von Ersatzteilen vorliegen. Dazu sind Erfahrungen der Mitarbeiter in Hinblick auf den Umgang mit Kunden zu nutzen, was wiederum auf die interne Informationsbeschaffung und die Entscheidungsträger als Einflussfaktor abzielt. Da mit Ersatzteilen noch kein großer Umsatz erzeugt wird, ist darüber hinaus auf die Erfahrungen der Technik und des Vertriebs zurückzugreifen. Sie sind in der Lage, Kunden zu benennen, welche sich am ehesten für eine proaktive Ansprache eignen. Obwohl der Proaktivmus Einfluss auf das Ersatzteilsortiment hat, ist es nichtsdestotrotz realistischer, dass sich eine Effektivität desselben erst mit der Zeit aufbauen lässt.

4. Ersatzteilempfehlungslisten

Empfehlungen zur Ersatzteilbevorratung, die Kunden beim Kauf einer gebrauchten Anlage geliefert werden, spielen im Rahmen der Sortimentsfestlegungen noch keine Rolle. Dennoch sind sie infolge der Beschäftigung mit dem ETIM-Framework sowie auf Empfehlung eines Betreibers, mit welchem Geschäftsbeziehungen bestehen, für eine fernere Zukunft angedacht. Eine Ersatzteilempfehlungsliste nach Beispiel eines OEMs ist für das Fallunternehmen theoretisch dahingehend vorstellbar, dass Kunden nach der Investition in eine Maschine passendes Zubehör empfohlen wird, sofern sie Interesse signalisieren und die Lieferung problemlos möglich ist. Für das Fallunternehmen liegt es nahe, Informationen zum Alter der Anlage und zum Hersteller der Maschine mit den Service- und Wartungsberichten zu kombinieren, um Ersatzteilempfehlungslisten zu erstellen, wobei sich eine Überschneidung mit proaktiven Ersatzteillieferungen ergibt. So kann bspw. bekannt sein, welche Instandhaltungsmaßnahmen demnächst anstehen. Das Fallunternehmen nimmt die Rolle des Maschinenlieferanten ein und etabliert sich als erster Ansprechpartner sowohl für Ersatzteile als auch für Serviceleistungen. Weiterhin sollte sich darum bemüht werden, Erstausrüstungen von OEMs zu sammeln, um diese als Vorlagen zu verwenden.

5. Auseinandersetzung mit Fernüberwachung

Für den Händler ist ausgeschlossen, in einer absehbaren Zukunft in Technologien der Zustands- und Fernüberwachung zu investieren. Die zu erwartenden Kosten können kaum durch das Unternehmen selbst getragen werden, sondern es wäre eine Umlage auf die Kunden nötig, was es nach Meinung der Unternehmensleitung zu vermeiden gilt. Der Rückgriff auf Daten der Zustandsüberwachung ist deshalb nur dann vorstellbar, wenn die technologischen Voraussetzungen bereits in der gebrauchten Maschine implementiert sind. Die Technologien sind in Maschinen früherer Baujahre i. Allg. aber noch nicht verbaut. Dadurch kommen Entwicklungen in dieser Hinsicht nur sehr verzögert beim Fallunternehmen an. Weiterhin wäre es notwendig, dass sich das ETIM parallel zur Einführung des ETMs mit Möglichkeiten der Auswertung von Zustandsdaten zu befassen hat. Dazu fehlen derzeit allerdings die Grundlagen. Folglich lassen sich Services der oberen Leistungsebenen, welche auf diesen Daten basieren, nicht anbieten. Der Unternehmensleitung ist bewusst, dass sich das Unternehmen auf den unteren Leistungsebenen einzuordnen hat. Sie will sich jedoch die Möglichkeit der Ansiedlung auf oberen Ebenen offenlassen. Es wird allerdings noch Jahre dauern, den Servicebereich in die Lage zu bringen, ein entsprechendes Angebot aufbauen zu können. Sollte der Gedanke weiterverfolgt werden, ist zu empfehlen, auf das Angebot von Leistungspaketen zurückzugreifen, was wiederum mit langfristig ausgerichteten Serviceverträgen einhergeht, die im Gebrauchtmaschinenhandel bislang nicht üblich sind.

8.6 Abschließende Beurteilung des Frameworks

Die Anwendung des Frameworks ist als positiv zu beurteilen. Wie eingangs erwähnt, begünstigten die bisher fehlenden Strukturen des ETMs dessen Einsatz im Fallunternehmen, denn dadurch konnten alle Dimensionen in ihrer Breite besprochen werden. Mithilfe des Rahmens war es dem Händler möglich, eine Strukturierung in das geplante Vorhaben des Aufbaus eines eigenen Bereichs für das ETM zu bringen. So ließen sich erste Konkretisierungen von Anforderungen an die Systementwicklung ableiten. Die Breite der Zielstellung und die übergeordnete Sicht auf das ETIM gewährleistete mithin, dass ein umfangreicher Überblick zu gewinnen war. Die Beschäftigung mit dem Framework und die Auseinandersetzung mit dem ETIM brachten darüber hinaus neue Ideen für mögliche Geschäftsfelder und Weiterentwicklungen. Darauf aufbauend konnte eine Priorisierung der aufgeworfenen Themenfelder vorgenommen werden.

Von größtem Belang ist, mit der Systementwicklung über die Programmierung von Eingabemasken zu sprechen und die Inhalte bzw. Anforderungen in ihrer Realisierbarkeit abzustimmen. Effektive Eingabemasken sind sowohl bei der Dokumentation der Aufarbeitungsmaßnahmen als auch im Rahmen der Kundenkommunikation (Technik und Verkauf) einzusetzen. Weiterhin soll bereits frühzeitig mit Workshops begonnen werden, um Ideen und Meinungen von Technik und Verkauf zum Umfang des Ersatzteilsortiments zu sammeln.

Die Auseinandersetzung mit internen Einflussfaktoren beförderte das Bestreben, Konflikten vorzubeugen, indem auf regelmäßige Gespräche und Workshops gesetzt wird. Das ETM hat hierzu von Beginn an die Schnittstellenfunktion auszufüllen. Entsprechend ist es notwendig, dass das ETIM möglichst bald die Tätigkeit aufnimmt. Deshalb ist geplant, einen Mitarbeiter vorerst ausschließlich mit ETIM-Aufgaben zu betrauen. Dies soll gewährleisten, dass Versäumnisse im Informationsmanagement, welche bereits in anderen Unternehmensbereichen auftraten, im ETM nicht erst entstehen können.

Es ist damit zu rechnen, dass sich die Dynamiken im Unternehmen verändern, je mehr Kompetenzen das ETM aufbaut. Dies ist eine unmittelbare Konsequenz aus der wachsenden Entscheidungsmacht hinsichtlich der Bestandsfestlegungen und des Ersatzteilbezugs. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Verschiebung der Verantwortlichkeiten zu Problemen in der Kommunikation zwischen ETM, Vertrieb und Technik führt. In diesem Fall ist der Fokus auf die internen Maßnahmen des ETIMs zu legen. Der Verantwortliche hat sich darum zu kümmern, geeignete Workshopkonzepte zu erarbeiten und die regelmäßigen Treffen effektiv einzusetzen. Erfährt die wachsende Erfahrung im Umgang mit den Ersatzteilkunden eine kontinuierliche Explikation durch Gespräche, kann deren Auswertung in die Verbesserung der o. g. Erfassungsmasken einfließen, wodurch gleichermaßen das externe ETIM einen Fortschritt erfährt.

Zu gegebener Zeit sollte sich das ETIM detaillierter mit der Anwendung des AHPs zur Ersatzteilklassifikation unter Kritikalitätsgesichtspunkten auseinandersetzen. Erste Kriterien konnten infolge der Gedanken zur Zieldimension und der damit verbundenen Auseinandersetzung damit, welche Informationen es zur Erreichung der Ziele benötigt, schon abgleitet werden. Wie oben angesprochen, ist das Framework als Ergänzung der wissenschaftlichen Ansätze, die innerhalb der Kernprozesse existieren, zu verstehen. Zur Auseinandersetzung mit der Kernprozessoptimierung wird deshalb empfohlen, auf Fallstudien im engeren Sinne zurückzugreifen und die in Kapitel 5.1 beschriebenen Einschätzungen zu verwenden. So wurden dem Fallunternehmen die im Rahmen des Reviews am ehesten als praktikabel eingeschätzten Fallstudien im engeren Sinne zum Thema der Klassifizierung übermittelt. Den Verantwortlichen waren diese Beiträge nicht bekannt und es besteht die Motivation, die Fallstudien als Orientierungsmöglichkeit zu verwenden.

Jede Dimension des Frameworks unterliegt der Veränderlichkeit. Die Ziele werden sich mit dem kontinuierlichen Agieren des ETMs konkretisieren, je nachdem, wo der größte Handlungsbedarf einer Verbesserung besteht. Die Entwicklung des neuen Systems schreitet voran und dabei werden sich die Rahmenbedingungen der Informationserfassung verändern. Je spezifischer die Zielstellungen sind, bspw. wenn es darum geht, Ersatzteilempfehlungslisten auszugestalten oder Prognoseverfahren auf die Rahmenbedingungen des Unternehmens anzupassen, muss sich mit geeigneter Grundlagen- und wissenschaftlicher Literatur auseinan-

dergesetzt werden. Hier liegen die Grenzen des vorgestellten Frameworks in dessen Allgemeinheit. Der Überblick, den das Fallunternehmen infolge der Anwendung des Rahmens gewinnen konnte, und das damit einhergehende Mindset sind jedoch nach Meinung der Verantwortlichen hilfreich, um schneller auf die Veränderlichkeit bzw. die Vertiefung der Ziele reagieren zu können.

Es besteht das Potenzial, das Framework an verschiedenen Stellen weiterzuentwickeln. Abhängig von den Zielen und Einflussfaktoren lassen sich etwa vielfältige spezifische Aktionen innerhalb der übergeordneten Maßnahmen aufführen und unter der Einbeziehung von Wechselwirkungen darstellen. So ist es denkbar, Bedingungen zu definieren, welche Maßnahmen bei der Gültigkeit bestimmter Ausgangssituationen und Einflussfaktoren am besten geeignet sind. Hierbei sind Erweiterungen dahingehend möglich, erfolgreiche Anwendungen von wissenschaftlichen Ansätzen in Fallstudien im engeren Sinn vertieft zu erforschen, auf infrage kommende Zielstellungen zu übertragen und diese Beiträge potenziellen Informationsständen der Unternehmen zuzuweisen. Der Rahmen gewänne folglich an Tiefe. Ferner leistet das ETIM-Framework bereits in der aktuellen Form einen Beitrag zur Schmälerung der Wissenslücke: Entfällt die aufwendige Suche nach zur Aufgabenerfüllung erforderlichen Informationen infolge der Etablierung eines funktionierenden Informationsflusses, werden Kapazitäten frei, um sich mit weiterführenden Verbesserungsmaßnahmen zu beschäftigen. In erster Linie soll das Framework ein Verständnis dafür schaffen, dass sich ein effektives ETM kaum ohne die Unterstützung eines ebenso zielorientiert arbeitenden ETIM aufbauen lässt. Bezogen auf das betrachtete Fallunternehmen wurde dieser Zweck erfüllt.

9 Schlussbetrachtung

Zum Abschluss der Arbeit sind die Forschungsfragen zusammenfassend aufzugreifen, um die wesentlichen Beiträge zu exponieren. Anschließend gilt es, die Ausführungen kritisch zu würdigen, indem die Gütekriterien der qualitativen Forschung eine Prüfung erfahren. Schließlich wird ein Ausblick auf weiterführende Forschungsmöglichkeiten gegeben.

9.1 Zusammenfassung

Die Motivation der Arbeit bildeten drei Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis. Das übergeordnete Ziel bestand darin, einen Beitrag zur Schließung der Forschungslücke zu leisten, was unter Beachtung der Wissens- und Implementierungslücke erfolgen sollte. Ferner wurden sechs Forschungsfragen aufgestellt, die das Vorgehen lenkten. Die folgende Zusammenfassung greift diese in Kürze auf.

Forschungsfrage 1: *Welche Notwendigkeit besteht – je nach Perspektive – für die integrierte Sicht auf das ETM?*

Als wesentliche Perspektiven auf das ETM wurden im zweiten Kapitel zum einen die Sicht der Primärproduktbetreiber (mit Konzentration auf Maschinen und Anlagen) sowie zum anderen die Sicht der Serviceanbieter – mit Schwerpunkt auf den OEMs (mithin Herstellern der Branche Maschinenbau) – festgelegt und diese Einteilung im Verlauf der Arbeit immer wieder aufgegriffen. Aus Perspektive der Betreiber sollte eine Integration des ETMs mit der Instandhaltung erfolgen. Instandhaltungsdaten und -informationen sind eine unabdingbare Basis für die Klassifizierung, Prognose und Lagerhaltung von Ersatzteilen als Kernprozesse. Nicht zuletzt ist die Verfügbarkeit der Ersatzteile die Voraussetzung für die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Produktionsanlagen. Die Beziehung zwischen ETM und Instandhaltung ist von dem zentralen Zielkonflikt geprägt, zum einen die Anlagenverfügbarkeit sicherzustellen und zum anderen auf eine effiziente ETL zu achten, worunter v. a. die Einschränkung der Kapitalbindung durch Ersatzteilbestände zählt. Das Handling dieses Zielkonflikts repräsentiert eine große Herausforderung für das ETM. In Kapitel 2.2.5 konnte gezeigt werden, dass z. B. die Wahl der Instandhaltungsstrategien, vornehmlich aber die Organisationsstruktur im Sinne der Zuordnung ersatzteillogistischer Aufgaben einen wesentlichen Einfluss auf den Erfolg der Integrationsbestrebungen nehmen.

Aus Perspektive der OEMs ist wiederum die Integration mit den Kunden anzustreben. Gerade im Maschinen- und Anlagenbau sind Servicegeschäfte von großer Bedeutung, denn sie können einen wesentlichen Anteil des Umsatzes ausmachen. Von Vorteil für das ETM ist es, wenn Material- und Informationsflüsse mit den Kunden verbunden werden. Dadurch lässt sich v. a. der Lagerort selten nachgefragter und kapitalintensiver Ersatzteile zuverlässiger bestimmen. Entsprechend steht das Verständnis des Nachfrageverhaltens der Kunden im Mittelpunkt des ETMs, was je nach der Rahmenbedingung der Kundenstruktur eine Aufgabe

großer Komplexität bedeutet. Wie eng die Verzahnung zwischen Anbieter und Kunde ist, wurde in Kapitel 2.3.4 anhand der Leistungsebenen deutlich gemacht. Je höher die Leistungsebene ist, desto mehr Anstrengung muss der Anbieter unternehmen, das Leistungspaket individuell auszugestalten, denn umso enger ist die verfolgte Bindung zum Kunden. Aus beiden Perspektiven wurde immer wieder deutlich, dass insb. der Informationsaustausch einen großen Stellenwert einnimmt, um eine effektive Integration zu erreichen.

Forschungsfrage 2: *Welche Daten und Informationen liegen im (theoretischen) Idealfall für das ETM vor? Welche Entscheidungen sind dazu im Daten- und Informationsmanagement zu treffen?*

Wie in Kapitel 3.2 illustriert, sind aus Sicht der Betreiber v. a. die Daten, welche der Instandhaltung zum Instandhaltungsobjekt (Anlagestammdaten) als auch zu den durchgeführten und geplanten Instandhaltungsmaßnahmen (Bewegungsdaten) vorliegen, von großer Relevanz. Darüber hinaus sind ersatzteilspezifische Stammdaten, z. B. Verwendungsnachweise, Angaben zu den Beschaffungswegen und Lieferanten, sowie Bewegungsdaten, insb. An- und Abgänge sowie die zusätzliche Angabe der Planmäßigkeit der Bedarfe, anzuführen. Herausfordernd für das Daten- und Informationsmanagement der Betreiber ist der integrierte Informationsfluss mit der Instandhaltung, worunter die Nutzbarmachung von Instandhaltungsplänen und Ausfalldaten zu zählen ist. In der Theorie ließen sich damit Ersatzteilbedarfe zuverlässig bestimmen und die Beschaffung JIT ausgestalten, um dem Aufbau hoher Ersatzteilbestände vorzubeugen. Soll eine Echtzeitplanung erfolgen, ist vermehrt auf die Unterstützung zustandserfassender Technologien zurückzugreifen. Diese werden allerdings i. Allg. für eine effektivere Instandhaltung eingeführt, während das Informationsmanagement des ETMs dafür zuständig ist, die Daten für die Materialdisposition nutzbar zu machen. Kapitel 3.2.3 beinhaltet vielfache Verwendungsmöglichkeiten und deren Grenzen für das ETM.

Aus Perspektive der OEMs ist die Daten- und Informationserfassung auf die Kunden sowie auf die IB zu beziehen. Hierzu erfolgte eine Systematisierung der potenziell zu gewinnenden IBI in Kapitel 3.3.2. Die IBI dienen vornehmlich der Planung dispositiver Tätigkeiten. Dem IBIM kommt die Aufgabe zu, abzuschätzen, inwiefern der Aufwand der Daten- und Informationserfassung mit einem entsprechenden Nutzen einhergeht. Es konnte gezeigt werden, dass die Quellen der Informationsgewinnung vielfältig und mit unterschiedlichen Aufwänden verbunden sind. Je verteilter die IB ist, umso schwieriger ist es für das IBIM, den Überblick über die Primärprodukte zu behalten. Zudem ist nicht davon auszugehen, dass die Kunden über alle Informationen verfügen, auf die der OEM zurückgreifen will. Den Servicetechnikern kommt deshalb die besondere Aufgabe zu, in informellen Gesprächen gewonnene Informationen sorgfältig zu dokumentieren. Weiterhin ist der Einsatz von Fernüberwachung beim Kunden denkbar, um eine Echtzeitplanung zu gewährleisten. Wie bereits bei den Betreibern wurden hier Optionen genannt sowie Einschränkungen erläutert.

Forschungsfrage 3: *Wie werden Anreize zur Verbesserung übergeordneter ersatzteillogistischer Prozesse in der praxisorientierten Literatur behandelt? Welche Rolle kommt Informationsdefiziten als Hemmnis der Umsetzung zu und was sind Ursachen für deren Entstehung?*

Die nötigen theoretischen Grundlagen zur Beantwortung dieser Frage – das bedeutet genaue Definitionen und Einordnungen der Kernprozesse – lassen sich im vierten Kapitel finden. In Kapitel 5 galt es, mithilfe einer umfangreichen Literaturrecherche für jeden Kernprozess und aus jeder Perspektive heraus existente Fallstudien anhand vorher festgelegter Kriterien auszuwerten. Die Anreize zur Verbesserung erhalten innerhalb der Publikationen eine sehr differenzierte Behandlung, denn nicht immer erfahren diese überhaupt eine Erläuterung. Deshalb wurde abhängig vom praktischen Setting jeweils zwischen Fallstudien im engeren Sinne und Fallstudien im weiteren Sinne unterschieden. Die Ergebnisse der Analyse machten deutlich, dass Informationsdefizite sowohl vonseiten der Betreiber als auch der OEMs zugleich als Anreiz von Verbesserungsmaßnahmen im ETM und als Hemmnis der Umsetzung eine wichtige Rolle spielen. So fehlte es in den behandelten Fallunternehmen z. T. bereits an grundständigen Stamm- und Bewegungsdaten, wodurch einfache und grundlegende Ansätze wie die ABC-Analyse nicht realisierbar sind.

Nicht zuletzt führt dies dazu, dass in den Bereichen der Klassifizierung und Lagerhaltung schon simple wechselseitige Verbesserungen, z. B. die Zuweisung von Lagerhaltungsstrategien anhand einfacher Priorisierungen, einen signifikanten Erfolg brachten. Verfahren mit einem (leicht) erhöhten Umsetzungsaufwand, z. B. der AHP in VED-Analysen, erfahren indes eher eine Ablehnung, da sich die resultierenden Kosten schwierig in Einklang mit der gewonnenen Effizienz bringen lassen. Auch die Prognose, etwa die Einbindung von Anlagenzustandsdaten, wird nur sehr eingeschränkt untersucht. Beide Perspektiven vergleichend konnte gezeigt werden, dass ein ineffektives Informationsmanagement besonders bei der Einschätzung der Kritikalität als problematisch gilt. Die genauen Gründe und möglichen Ansätze zur Beseitigung entsprechender Informationsdefizite sind in den wissenschaftlichen Beiträgen selten auszumachen. Nur vereinzelt sind vertiefende Einblicke zu fnden, warum Instandhaltungsdaten aufgrund organisationaler Hemmnisse nicht vorliegen oder die Transparenz von Kundendaten nicht gegeben ist. So stehen eher die Symptome der Defizite im Mittelpunkt und nicht die eigentlichen Ursachen. Darüber hinaus nehmen die Forscher nur selten einen Abgleich mit einer Referenzsituation, in welcher die Akteure ihre Entscheidungen auf Basis von Erfahrungswerten und implizitem Wissen treffen, vor. Gerade dies wäre jedoch bei komplexeren Verfahren von Vorteil, um den Wert der datengetriebenen Entscheidungsunterstützung konkret zu verdeutlichen. Die Resultate des Reviews unterstrichen schließlich die Gültigkeit der Lücke zwischen Wissenschaft und Praxis.

Forschungsfrage 4: *Wie wird das Informationsmanagement in strategischen sowie übergreifenden Beiträgen behandelt und welche Aspekte bleiben unberücksichtigt? Welche offenen Fragen lassen sich somit (gemeinsam mit den Ergebnissen aus der Beantwortung von Forschungsfrage 3) ableiten?*

Die in Kapitel 5 analysierten Frameworks und empirischen Beiträge zum ETM ließen keine einheitliche Linie, insb. zur Unterstützung des Informationsmanagements, erkennen. Aus Perspektive der Betreiber konnten lediglich zwei Frameworks, welche den Zusammenhang von Planungsprozessen zum Gegenstand haben, identifiziert werden. Die Autoren gehen jeweils nicht auf unterschiedliche Unternehmenskontexte ein, obwohl diese einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Wahrnehmung der praktischen Passfähigkeit der Frameworks besitzen. Dadurch fehlen Erläuterungen zu Hemmnissen und Defiziten, die eine potenzielle Umsetzung negativ determinieren. Aus Servicesicht war ein Framework auszumachen, welches die Aufstellung einer Ersatzteilstrategie zum Gegenstand hat. Dieses lässt jedoch ebenfalls Fragen zur Umsetzung und zum Informationsmanagement offen. Weitere Veröffentlichungen, welche sich explizit mit IBI sowie dem IBIM auseinandersetzen, behandeln wiederum vornehmlich Vorteile, die mit der Verfügbarkeit von IBI einhergehen. Nur in einem Beitrag werden Konsequenzen aus Informationsdefiziten thematisiert, jedoch ohne eine Diskussion von Lösungsansätzen zu deren Beseitigung.

Darauf aufbauend konnten die eingangs erwähnten Lücken zwischen Wissenschaft und Praxis konkretisiert werden. Infolgedessen war die Implementierungslücke unter Einbeziehung von Daten- und Informationsdefiziten auf eine Umsetzungslücke zu erweitern. Als Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis treten demnach auf:

- die fehlende Einbindung impliziten Wissens in wissenschaftlichen Modellen des ETMs;
- die nur eingeschränkte Berücksichtigung von Verbesserungsanreizen und den Hemmnissen der Realisierung von Verbesserungspotenzialen;
- die fehlende Erklärung der Wissenslücke;
- das nur in Ansätzen vorhandene Verständnis hinsichtlich der Ursachen von Informationsdefiziten sowie
- die ungenügende Erörterung von Einflussfaktoren auf das Informationsmanagement, welche die Umsetzung determinieren.

So war es wiederum möglich, vier Studienfragen als Basis des Fallstudiendesigns zu definieren.

Forschungsfrage 5: *Was charakterisiert die Verbindung von Verbesserungen des ETMs und Informationsdefiziten aus Praxissicht? Welche Einflussfaktoren wirken auf das Informationsmanagement und wie lassen sich diese systematisieren?*

Insgesamt konnten 13 Unternehmen untersucht und im Großteil der Fälle mehrere Repräsentanten interviewt werden. Die übergreifende Auswertung in Kapitel 7 konzentrierte sich auf die vergleichende Analyse der sechs teilnehmenden Betreiber sowie der fünf OEMs. Aus Betreibersicht offenbarten sich annahmegemäß interne Spannungsfelder im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Instandhaltung. Die Entscheidungsgewalt der Instandhaltung und der große Stellenwert des IHMs bei drei Teilnehmern verursachten hohe Ersatzteilbestände. Das ETM selbst verfügte hier jedoch nur über eingeschränkte Möglichkeiten, auf diesen Umstand unmittelbar einzuwirken. Entsprechend waren Defizite vornehmlich in der Bestandsplanung auszumachen. Im Verlauf der Auswertung konnte eine Vielzahl an Einflussfaktoren auf das Informationsmanagement bei der Umsetzung von Verbesserungspotenzialen identifiziert werden. Diese erhielten eine Systematisierung anhand der Einflussdimensionen Mensch, Organisation, Technologie, Umwelt sowie deren Überschneidungen. Es zeigte sich, dass es für das ETM der Betreiber eher realistisch ist, auf organisationale sowie menschliche Faktoren unmittelbar einzuwirken.

Aus Perspektive der OEMs traten Spannungsfelder sowohl bei der Gewinnung von IBI bei den Kunden als auch intern bei der Zusammenarbeit mit Niederlassungen bzw. Servicegesellschaften bezogen auf die Weitergabe von Kundeninformationen auf. IBI sind für die Hersteller von besonderer Bedeutung, um proaktiv auf die Kunden zugehen zu können. Der Proaktivismus tritt entsprechend als Bereich mit dem größten Verbesserungspotenzial auf. Darüber hinaus beschäftigten sich die OEMs mit der Überwindung der Stammdatenstationarität, insb. hinsichtlich stimmiger Lieferzeiten, sowie der Spannungsfelder zwischen Organisationseinheiten. Analog zu den Betreibern war es möglich, eine Systematisierung der Einflussfaktoren vorzunehmen.

Es folgte eine übergreifende Auswertung von OEMs und Betreibern, die sich ähnelnde Ursachen und Folgen der Defizite aufwiesen. Um einen breiten Blick auf das ETM zu gewährleisten, wurden anschließend die Ergebnisse der Interviews mit zwei aufarbeitenden Unternehmen dargelegt. Es zeigte sich, dass diese in ihrem Kontext so spezifisch sind, dass kaum verlässliche Replikationen aufzubauen waren. Das Kapitel schloss mit der Vorstellung einer bereits veröffentlichten Studie mit dem Schwerpunkt auf Kooperationen auf dem Drittanbietermarkt. Die Studienergebnisse ließen sich hinsichtlich des Umgangs mit Verbesserungen auf die Analyseergebnisse übertragen, bspw. in Bezug auf die proaktive Leitkultur. Informationsunsicherheiten traten dabei als Hemmnis von Kooperationen auf, wobei solche auf der anderen Seite wiederum dazu beitragen können, ebendiese Informationsunsicherheiten zu beseitigen. Schlussendlich wurde verdeutlicht, dass es von Vorteil ist, ein systematisches ETIM anzustreben.

Forschungsfrage 6: *Wie lassen sich theoretische und praktische Erkenntnisse auf einer Meta-Ebene zusammenführen, um einen integrierten Rahmen zum Ersatzteil-Informationsmanagement zu schaffen und wie kann eine Anwendung erfolgen?*

Das achte Kapitel beinhaltete die Vorstellung des ETIM-Frameworks. Dieses ist perspektivenübergreifend für all die Unternehmen geeignet, welche sich in Grundsätzen mit dem Informationsmanagement im Rahmen des ETMs auseinanderzusetzen haben. Als Hauptbestandteile wurden die Top-Management-Unterstützung, die Ermittlung des Status quo und der Ziele des ETIMs, die Einflussfaktoren und das intern ausgerichtete ETIM sowie das extern ausgerichtete ETIM vorgestellt. Zum Test konnte das Framework in einem Fallunternehmen angewandt werden, welches als Aufarbeiter und Händler die Perspektiven der Betreiber sowie Serviceanbieter vereint. Mithilfe des Frameworks war es dem Fallunternehmen möglich, eine Agenda für das ETIM zur Unterstützung des Aufbaus eines Ersatzteilsortiments aufzustellen. Dies unterstreicht die Eignung des Rahmens für die Praxis. Die Studienergebnisse und das im Schwerpunkt auf diesen fundierte ETIM-Framework repräsentieren somit den hauptsächlichen Beitrag der Arbeit zur Schließung der Forschungslücke. Schlussendlich trägt ein effektives ETIM dazu bei, ersatzteillogistische Prozessverbesserungen voranzutreiben, sodass es Unternehmen möglich gemacht wird, wissenschaftliche Ansätze zur Klassifizierung, Prognose und Lagerhaltung von Ersatzteilen in Betracht zu ziehen und umzusetzen. Das übergeordnete Ziel der Arbeit gilt somit als erfüllt.

9.2 Kritische Würdigung

Die Limitationen der Arbeit ergeben sich zum größten Teil aus der induktiven Methodologie sowie der Wahl der qualitativen Fallstudien als hauptsächliche Forschungsmethode. Im Zuge der kritischen Würdigung ist deshalb in erster Linie zu prüfen, inwiefern die in Kapitel 6.1.1 definierten Gütekriterien, welche bereits beim Aufbau des Fallstudiendesigns Beachtung fanden, eingehalten werden konnten.[189] Daraus lassen sich zugleich unmittelbare Erweiterungsmöglichkeiten für zukünftige Forschungsvorhaben ableiten.

Zuerst ist die Konstruktvalidität auf den Prüfstand zu stellen. Es wurde sich darum bemüht, der Forderung, mehrere Erkenntnisquellen zu nutzen, zu entsprechen. Die Transkripte der Interviews stellen nichtsdestotrotz die wesentliche Quelle dar. Diese Tatsache verhält sich im Grunde kongruent zum Forschungsgegenstand, da es zu einem großen Teil darum ging, die Meinungen der Interviewten und die Wahrnehmung der Defizite abzufragen. An dieser Stelle ist außerdem anzumerken, dass die Datenerfassung hauptsächlich während der Besuche und Interviews erfolgte. Sie entspricht daher eher einer Momentaufnahme. Obwohl es Bemühungen um die Aufrechterhaltung des Kontakts mit den Interviewten gab, ist nicht davon auszugehen, dass alle getroffenen Aussagen und Zitate nach wie vor in der geschil-

[189] S. Kapitel 6.1.

derten Art und Weise Gültigkeit besitzen. Gerade hinsichtlich des technologischen Fortschritts, vornehmlich im Bereich der Zustandsdatenerfassung und Fernüberwachung, unterliegen die Rahmenbedingungen des ETMs einem stetigen Wandel.[190] In weiteren Fallstudien im engeren Sinne ist zu verdeutlichen, welche Verbesserungsschritte die Fallunternehmen tatsächlich unternehmen, welcher Aufwand hierbei im Daten- und Informationsmanagement entsteht und wie diese Kosten durch einen langfristigen Nutzen auszugleichen sind.

Dennoch sei angemerkt, dass die Studienergebnisse trotz dieser Limitierung die Gültigkeit von Einflussfaktoren, Dynamiken und Konflikten, welche in der ersatzteilbasierten Literatur bereits seit Jahrzehnten diskutiert werden, unterstrichen. Deshalb ist darauf zu schließen, dass diese das Potenzial besitzen, einen beständigen Einfluss auf das ETM auszuüben. Der zentrale Zielkonflikt zwischen ETM und IHM kommt innerhalb der wissenschaftlichen Literatur zwar häufiger zur Sprache, Ansätze zu dessen Lösung schlagen sich abseits quantitativer Modelle jedoch kaum in der fallbasierten Forschung nieder. Die Konflikte, welche sich bei den OEMs aufgrund der Datenerfassung beim Kunden und der Weitergabe von Informationen durch Vertriebsgesellschaften ergaben, sind ebenfalls nur bedingt durch die systemische Unterstützung oder einen Technologieeinsatz beim Kunden zu ändern oder zu beseitigen. Dies ist der Grund, warum sich das ETIM-Framework auf die Einflussdimensionen der Entscheidungsträger und der Organisation konzentriert.

Die Konstruktvalidität beinhaltet darüber hinaus die Maßgabe, dass sich mehrere Forscher an den Interviews beteiligen. Dem wurde nicht entsprochen. Die Sorgfalt bei der Offenlegung der Transparenz der Schlussfolgerungen in den drei Auswertungszyklen sollte diesem Defizit aber entgegenwirken, womit gleichzeitig die Reliabilität gewährleistet wird. Die Dokumentation der Vorgehensweise erfolgte stets umfangreich. Die Codings wurden aufbewahrt und die Dokumente entsprechend der Zyklen beschriftet. Die Beschreibungen in Kapitel 7 legen die Beweiskette offen. Dennoch ist nicht auszuschließen, dass andere Forscher aus dem Material abweichende Ergebnisse induzieren könnten. Obwohl sich um ein größtmögliches Maß an Objektivität bemüht wurde, unterliegen die Ableitungen schlussendlich der subjektiven Interpretation des Autors. Wie in der wissenschaftlichen Grundpositionierung dargelegt, ist dieser Umstand kaum vermeidbar, da er schon daraus resultiert, dass die Unternehmen einen persönlichen Besuch erhielten. Das extensive Review sowie die Analyse existenter Fallstudien entspricht ferner der Forderung nach der Berücksichtigung bereits bewährter Theorien und dem Aufbau der Auswertung auf bestehenden Forschungsergebnissen. Letzteres erfolgte, indem sich die Studienfragen aus dem Literaturreview ableiteten. Weiterhin befinden sich an geeigneten Stellen Hinweise zu angrenzender Literatur, d. h., die Implikationen basieren nicht allein auf Veröffentlichungen des ETMs.

[190] S. Kapitel 9.3.

Das Gütekriterium der internen Validität findet insofern Erfüllung, als dass die umfassenden theoretischen Vorüberlegungen stets die Auswertung der Fallstudien lenkten. Allgemein formulierte Aussagen konnten jeweils durch die Aussagen mehrerer Interviewter gestützt werden oder waren bereits Gegenstand der theoretischen Vorüberlegungen. Gegensätzliche Phänomene erhielten eine Inklusion, wobei Differenzen anhand der kontextuellen Faktoren zu erklären waren – so etwa geschehen am Beispiel der Betreiber der Halbleiterindustrie, die einen Kontrast zu den weiteren Unternehmen repräsentierten. Aufgrund der dargestellten Abweichungen war es überhaupt möglich, Schlussfolgerungen im Sinne der Einflussfaktoren zu ziehen. Damit wird gleichzeitig die externe Validität berührt. In dieser liegt der Schwerpunkt auf der Generalisierbarkeit von Beziehungen. Es sei hierbei wiederholt darauf verwiesen, dass die induzierten Ursache-Wirkungs-Beziehungen nur im Rahmen der betrachteten Unternehmenskontexte Gültigkeit besitzen. Die Konzentration lag auf der theoretischen Generalisierbarkeit, weshalb die Resultate nicht als übertragbar auf jede Industrie und Perspektive anzusehen sind. Aus Gründen der Erreichbarkeit beschränken sich die Studien etwa auf deutschsprachige Repräsentanten der Unternehmen, auch wenn alle OEMs und die Betreiber zu großen Teilen international agieren. Resultate für andere Kulturkreise können daher abweichen.

Mit Ausnahme der interviewten Aufarbeiter wurde die Sicht auf Unternehmen beschränkt, welche Instandhaltung und Service für Maschinen und Anlagen vornehmen. Es wäre daher interessant, ein ähnlich breit angelegtes Fallstudiendesign auf andere Industrien, z. B. im B2C-Bereich, zu übertragen und die Ergebnisse abzugleichen. Ferner gewährleisten die Interviews mit den Aufarbeitern sowie die Einbeziehung der Publikation über den Drittanbietermarkt zwar einen weiten Blick auf das ETM, hier wäre aber die Untersuchung weiterer Fälle sinnvoll, um vertiefte Einblicke zu erhalten und spezifische Einflussfaktoren abzuleiten. Dies hätte den Rahmen der Arbeit überschritten, weshalb Drittanbieter interessante Forschungsobjekte für weiterführende Studien bleiben. Die Anwendung des ETIM-Frameworks auf ein handelndes Unternehmen, dessen Ziel es ist, sich als Drittanbieter zu etablieren, unterstreicht diese Aussage.

So erfährt die Drittanbietersicht sowohl innerhalb der Grundlagen- als auch in der wissenschaftlichen Literatur zu wenig Beachtung. Es sollten noch häufiger Gemeinsamkeiten und Unterschiede mit Betreibern und OEMs untersucht werden. Dadurch ließe sich das ETIM-Framework erweitern und konkretisieren. Die hier präsentierte Anwendung stellt lediglich ein Beispiel dar. Obwohl der Rahmen allgemeiner Natur ist, ist nicht mit Sicherheit darauf zu schließen, dass er sich ohne Weiteres auf Unternehmen mit einer umfangreicheren IB sowie einer unübersichtlichen Anzahl an Kunden übertragen lässt. Generell wäre es zur Überprüfung des Modellfits von Vorteil, das Framework in weiteren Unternehmen einzusetzen. Idealerweise weisen diese unterschiedliche Entwicklungsstände und Perspektiven auf

das ETM auf, sodass Spezifika bzgl. der Machbarkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen deutlicher herauszuarbeiten sind.

Als abschließende Limitation ist die Beschränkung auf die qualitative Methodik zu nennen. Es wurde darauf verzichtet, Hypothesen zur Prüfung bzw. Falsifizierung innerhalb eines quantitativ ausgerichteten Settings aufzustellen. Eine Erweiterungsmöglichkeit wäre es daher, die Studie mithilfe der statistischen Analyse der beobachteten Zusammenhänge auf eine empirisch-deduktive Forschung zu erweitern. Dafür eigneten sich v. a. die in Kapitel 7.3.1 getroffenen Aussagen, denn diese weisen am ehesten einen generalisierenden Charakter auf. Die Ergebnisse sind dazu – evtl. differenziert nach Perspektiven – im Optimalfall mit Resultaten weiterer qualitativer Fallstudien aus anderen Branchen zusammenzubringen, abzugleichen und übergreifende Hypothesen aufzustellen, um so auf eine größere Grundgesamtheit schließen zu können.

Neben den sich unmittelbar aus den Limitationen dieser Arbeit ergebenden Optionen einer weiterführenden Forschung sind noch weitere Ansätze und Themen zu nennen, die in Zukunft mehr Beachtung finden sollten oder für das ETM von zunehmender Relevanz sind. Diesen widmet sich der sich anschließende Ausblick.

9.3 Ausblick

Das Ziel praktisch orientierter wissenschaftlicher Bemühungen sollte es sein, dass sich Unternehmen ohne große Transferanstrengungen in den geschilderten Verbesserungspotenzialen und vorgestellten Ansätzen wiederfinden können. Die nachweislich bestehende Umsetzungslücke deutet aber darauf hin, dass die Kernprozesse in der Wissenschaft nicht im Sinne der in der Praxis präsenten Planungsumgebungen behandelt werden. Die Auswahl von Wahrscheinlichkeitsverteilungen zur Repräsentation der Nachfrage während der (möglicherweise unklaren) Wiederbeschaffungszeit zur Bedarfsprognose ist bspw. von geringerer Bedeutung als das Verfügen über Informationen zur Entstehung der Ersatzteilbedarfe. An dieser Stelle lassen sich die Frameworks zur Auswahl von Entscheidungsunterstützungsmodellen ausbauen und auf weitere kontextuelle Faktoren beziehen. Auch die Ausprägungen von Informationsdefiziten und deren Konsequenzen können eine Inklusion erfahren. Um Kollaborationen zwischen Akteuren des Ersatzteilmarkts voranzubringen, erscheinen Fallstudien sinnhaft, welche die Analyse von Ersatzteil-Supply-Chains zur Herausarbeitung von Erfolgsfaktoren für die Zusammenarbeit und den effektiven Informationsaustausch zum Gegenstand haben. Hierbei sind nicht nur Betreiber und Primärproduktthersteller, sondern auch Zulieferer und Drittanbieter einzubeziehen.

Noch umfassender ist zu ergründen, inwiefern Investitionen in die Informationsbeschaffung zu praktisch quantifizierbaren Resultaten im ETM führen, etwa durch umfangreiche Ansätze, welche für verschiedene Ausgangssituationen Orientierungsmöglichkeiten liefern. Es ist zu untersuchen, welche Überlegungen dabei durch die Entscheidungsträger anzustellen

sind. Speziell bezogen auf OEMs stellt sich die Frage, welcher Umfang an IBI abhängig von der Struktur der IB sowie der Kunden notwendig wäre, um deutliche Effekte für die Effizienz der Lagerhaltung zu erzielen und skalierbare Servicekonzepte entwerfen zu können. Das Thema Pricing von ersatzteilbasierten Leistungen wird ebenfalls noch nicht detailliert behandelt, bietet den Serviceanbietern jedoch große Potenziale, Aufwände auszugleichen und in belastbare Business-Cases zu integrieren.

Die Vorteile technologischer Möglichkeiten, die in der Theorie weithin bekannt sind, werden wiederum nur selten mit Blick auf das ETM diskutiert. So finden auf der einen Seite die ZOI sowie die prädiktive Instandhaltung kaum Beachtung in der fallbasierten Literatur zum ETM. Auf der anderen Seite macht die Instandhaltung 4.0, wobei auch von Smart Maintenance zu sprechen ist (Matyas, 2016, S. 138f.), große Fortschritte. Gesondert hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die präskriptive Instandhaltungsstrategie. Seit wenigen Jahren erfolgen hier immer mehr Veröffentlichungen.[191] Die präskriptive Instandhaltung basiert auf cyber-physischen Systemen und stellt eine Weiterentwicklung der prädiktiven Instandhaltung dar. Während sich Letztere auf die Erfassung von Zustandsdaten zur Ableitung von Anomalien konzentriert, um Ausfallzeitpunkte zu prognostizieren, beinhaltet die präskriptive Instandhaltung gleichzeitig die Planung, Überwachung und das Controlling der Instandhaltungsaktivitäten. Sie tritt daher noch stärker wissensbasiert und datengetrieben auf. Durch kontinuierliches Lernen lassen sich unvorhergesehene Vorkommnisse schnell in Produktionsplänen berücksichtigen und Aktionen der Instandhaltung durch Einbindung passender Entscheidungsunterstützungsmodelle komplett automatisieren. Da der Zeitpunkt der Instandhaltung bekannt ist, hat dies einen positiven Effekt auf die Ressourcenplanung und damit auf das Beschaffungsmanagement von Ersatzteilen. Die Ersatzteilplanung ist somit nicht mehr auf Vergangenheitsdaten angewiesen (Ansari et al., 2019, S. 482f., 492ff.). Allerdings kommt das ETM innerhalb der Publikationen noch zu kurz und wird nur am Rande erwähnt (Matyas et al., 2017, S. 463; Nemeth et al., 2018, S. 1043). Die Anwendung der Instandhaltungsstrategie erfolgt zudem eher exemplarisch. Es ist anzunehmen, dass eine breite Durchsetzung in unbestimmbarer Zukunft liegt. Es sollte nicht verpasst werden, ihre Konsequenzen für das ETM eingehender zu evaluieren und die Beseitigung der Defizite, die in dieser Arbeit angesprochen wurden, dabei nicht außer Acht zu lassen.

Ein Themenfeld mit für das ETM größerer unmittelbarer Relevanz ist die additive Fertigung. Diese kann sich im Zuge der Veralterung und Obsoleszenz sowie der breit gefächerten Ersatzteilsortimente als Problemlöser hinsichtlich hoher Sicherheitsbestände erweisen (Durão et al., 2017, S. 869f.). Voraussetzung dafür ist die Etablierung einer digitalisierten Wertekette, wodurch sowohl physische als auch informelle Flüsse und das integrierte Management der Produktlebenszyklen erleichtert werden. Insbesondere in Branchen, deren Bestandsmanagement im Ersatzteilbereich sehr teuer ist, bietet die additive Fertigung das Potenzial,

[191] Für ein Framework s. (Choubey et al., 2020).

Kosten nachhaltig zu senken. Im Falle einer erschwinglichen Ersatzteilbevorratung abseits dieser Branchen ist die Entscheidung nicht einfach zu treffen. Hier verursacht die additive Fertigung zusätzliche Kosten der Investition, der Installation, der Umstellung von Produktionsprozessen und des Trainings. Die Performance von entsprechenden Systemen ist mithin abhängig von den Eigenschaften der Ersatzteile, den Prozessen sowie den Strategien, die auf operativem Level gewählt werden. Eine Vorteilhaftigkeit im Vergleich zur traditionellen Lagerhaltung ist nicht universell gegeben, was v. a. auf die chargenweise Produktion zurückzuführen ist. Der Einsatz der Technologie erfordert zudem Warteschlangenmodelle. Hinzu kommt, dass mit Anwachsen der Größe des herzustellenden Ersatzteils der Fertigungsaufwand zunimmt. Die additive Produktion bietet sich daher nicht für das gesamte Ersatzteilsortiment an und ist evtl. nach wie vor mit der traditionellen Lagerhaltung zu kombinieren (Zhang et al., 2019, S. 473ff.). In der Folge beschäftigen sich bereits einige Fallstudien im engeren Sinne damit, welche Ersatzteile bestehender Sortimente sich am besten eignen.[192] Es ist damit zu rechnen, dass die Forschungsbeiträge in diesem Bereich zunehmen werden.

Im Verlaufe dieser Arbeit konnte deutlich gemacht werden, dass der Ursprung von Informationsdefiziten im ETM nicht gänzlich in dem Umstand, dass Daten nicht in nutzbare Informationen umgewandelt werden können, zu suchen ist. Die mangelnde Verfügbarkeit der Daten und Informationen infolge von Defiziten bei ihrer Weitergabe und beim Informationsaustausch spielen ebenfalls eine wichtige Rolle. Da Daten und Informationen i. Allg. die unabdingbare Basis der Einführung fortschrittlicher Ersatzteilplanungsmodelle bilden, lässt sich die Lücke zwischen Wissenschaft und Praxis dann aber nicht schließen. Insbesondere die Überwindung organisationaler Hürden ist u. U. mit tiefen Eingriffen in die Unternehmenskultur verbunden. Die gestaltende Rolle des ETMs wird vor diesem Hintergrund sowohl in der Theorie als auch in der Praxis bisher nicht ausreichend gewürdigt. Die geschilderten Erkenntnisse sollen dabei helfen, diesem Problem beizukommen. Dem ETM ist eine wichtigere Position in der Diskussion von daten- und informationsgetriebenen Verbesserungen sowie Innovationen einzuräumen, damit sich Wissenschaft und Praxis nicht noch weiter voneinander entfernen.

[192] S. bspw. (Heinen & Hoberg, 2019), (den Boer et al., 2020) und (Chaudhuri et al., 2021).

Literaturverzeichnis

Abernethy, M., Horne, M., Lillis, A. M., Malina, M. & Selto, F. H. (2005). A multi-method approach to building causal performance maps from expert knowledge. *Management Accounting Research*, *16*(2), 135–155.

Aboelmaged, M. G. (2014). Predicting e-readiness at firm-level: An analysis of technological, organizational and environmental (TOE) effects on e-maintenance readiness in manufacturing firms. *International Journal of Information Management*, *34*(5), 639–651.

Ahonen, T., Reunanen, M., Kunttu, S., Hanski, J. & Välisalo, T. (2011). Customer needs and knowledge in product-service systems development. *Proceedings of the 24th International Congress on Condition Monitoring and Diagnostics Engineering Management*, 1–10.

Akçalı, E., Davis, M., Hamlin, R. D., Mccullough, T., Teyner, T. & Uzsoy, R. (2001). A Decision Support System for Spare Parts Management in a Wafer Fabrication Facility. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, *14*(1), 76–78.

Ala-Risku, T. (2009). *Installed Base Information: Ensuring Customer Value and Profitability after the Sale*. Helsinki University of Technology, Department of Industrial Engineering and Management doctoral dissertation series.

Alghisi, A. & Saccani, N. (2015). Internal and external alignment in the servitization journey – overcoming the challenges. *Production Planning & Control*, *26*(14–15), 1219–1232.

Alsyouf, I. (2006). Measuring maintenance performance using a balanced scorecard approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *12*(2), 133–149.

Alvarado-Valencia, J. A. & Barrero, L. H. (2014). Reliance, trust and heuristics in judgmental forecasting. *Computers in Human Behavior*, *36*, 102–113.

Amann, W. (2006). Optimierung des After-Sales-Servicegrads auf Basis innovativer Planungslösungen. In: Barkawi, K., Baader, A. & Montanus, S. (Hrsg.), *Erfolgreich mit After Sales Services: Geschäftsstrategien für Servicemanagement und Ersatzteillogistik* (S. 359–370). Berlin, Heidelberg u.a.: Springer.

Andersson, J. & Jonsson, P. (2018). Big data in spare parts supply chains: The potential of using product-in-use data in aftermarket demand planning. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, *48*(5), 524–544.

Ansari, F., Glawar, R. & Nemeth, T. (2019). PriMa: a prescriptive maintenance model for cyber-physical production systems. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, *32*(4–5), 482–503.

Antosz, K. & Ratnayake, R. M. C. (2019). Spare parts' criticality assessment and prioritization for enhancing manufacturing systems' availability and reliability. *Journal of Manufacturing Systems*, *50*(February), 212–225.

Aronis, K. P., Magou, I., Dekker, R. & Tagaras, G. (2004). Inventory control of spare parts using a Bayesian approach: A case study. *European Journal of Operational Research*, *154*(3), 730–739.

Ashurst, C. & Doherty, N. F. (2003). Towards the Formulation of a 'Best Practice' Framework for Benefits Realisation in IT Projects. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, *6*, 1–10.

Astley, W. G. & Van de Ven, A. H. (1983). Central Perspectives and Debates in Organization Theory. *Administrative Science Quarterly*, *28*, 245–273.

Atteslander, P. & Cromm, J. (2010). *Methoden der empirischen Sozialforschung* (13. Auflage). Berlin: Schmidt.

Auramo, J. & Ala-Risku, T. (2005). Challenges for going downstream. *International Journal of Logistics: Reseach and Applications*, *8*(4), 333–345.

Ayu Nariswari, N. P., Bamford, D. & Dehe, B. (2019). Testing an AHP model for aircraft spare parts. *Production Planning and Control*, *30*(4), 329–344.

Azar, O. H. (2014). The default heuristic in strategic decision making: When is it optimal to choose the default without investing in information search? *Journal of Business Research*, *67*(8), 1744–1748.

Baader, A., Montanus, S. & Sfat, R. (2006). After Sales Service - mit produktbegleitenden Dienstleistungen profitabel wachsen. In: Barkawi, K., Baader, A. & Montanus, S. (Hrsg.), *Erfolgreich mit After Sales Services: Geschäftsstrategien für Servicemanagement und Ersatzteillogistik* (S. 3–14). Berlin, Heidelberg u.a.: Springer.

Bacchetti, A., Perona, M. & Saccani, N. (2009). Spare parts inventory and demand management. Comparing theoretical approaches with managerial practice. *Time*, (JUNE), 1–13.

Bacchetti, A., Plebani, F., Saccani, N. & Syntetos, A. A. (2013). Empirically-driven hierarchical classification of stock keeping units. *International Journal of Production Economics*, *143*(2), 263–274.

Bacchetti, A. & Saccani, N. (2012). Spare parts classification and demand forecasting for stock control: Investigating the gap between research and practice. *Omega*, *40*(6), 722–737.

Backhaus, K. & Voeth, M. (2010). *Industriegütermarketing* (9. Auflage). München: Vahlen.

Bähring, K., Hauff, S., Sossdorf, M. & Thommes, K. (2008). Methodologische Grundlagen und Besonderheiten der qualitativen Befragung von Experten in Unternehmen : Ein Leitfaden. *Die Unternehmung*, *62*(1), 89–111.

Bandow, G. (2008). Instandhaltungslogistik. In: Arnold, D., Isermann, H., Kuhn, A., Tempelmeier, H. & Furmans, K. (Hrsg.), *Handbuch Logistik* (3. Auflage, S. 534–547). Berlin, Heidelberg: Springer.

Barabadi, A. (2012). Reliability and spare parts provision considering operational environment: A case study. *International Journal of Performability Engineering*, *8*(5), 497–506.

Barabadi, A., Barabady, J. & Markeset, T. (2014). Application of reliability models with covariates in spare part prediction and optimization - A case study. *Reliability Engineering and System Safety*, *123*, 1–7.

Barabadi, A., Ghodrati, B., Barabady, J. & Markeset, T. (2012). Reliability and spare parts estimation taking into consideration the operational environment - A case study. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1924–1929.

Barberá, L., Crespo, A., Viveros, P. & Stegmaier, R. (2012). Advanced model for maintenance management in a continuous improvement cycle: integration into the business strategy. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, *3*(1), 47–63.

Barratt, M., Choi, T. Y. & Li, M. (2011). Qualitative case studies in operations management: Trends, research outcomes, and future research implications. *Journal of Operations Management*, *29*(4), 329–342.

Basten, R. J. I., van der Heijden, M. C., Schutten, J. M. J. & Kutanoglu, E. (2015). An

approximate approach for the joint problem of level of repair analysis and spare parts stocking. *Annals of Operations Research*, *224*(1), 121–145.

Basten, R. J. I. & van Houtum, G. J. (2014). System-oriented inventory models for spare parts. *Surveys in Operations Research and Management Science*, *19*(1), 34–55.

Basten, R. J. I., Van Wingerden, E., Dekker, R. & Rustenburg, W. D. (2014). More grip on inventory control through improved forecasting: A comparative study at three companies. *International Journal of Production Economics*, *157*, 220–237.

Bauer, A. & Schmidt, T. (2011). Ersatzteillogistik. In Koether, R. & Augustin, S. (Hrsg.), *Taschenbuch der Logistik* (4. Auflage, S. 461–470). München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.

Baumbach, M. (2004). *After-Sales-Management im Maschinen- und Anlagenbau* (2. Auflage). Regensburg: Transfer-Verlag.

Baumbach, M. & Stampfl, A. T. (2002). *After Sales Management: Marketing, Logistik, Organisation* (Pocket-Pow). München, Wien: Hanser.

Baune, R. & Westphal, T. (2006). Optimierte Ersatzteillogistik durch Forecasting und flexibles Kapazitätsmanagement. In: Barkawi, K., Baader, A. & Montanus, S. (Hrsg.), *Erfolgreich mit After Sales Services: Geschäftsstrategien für Servicemanagement und Ersatzteillogistik* (S. 241–249). Berlin, Heidelberg u.a.: Springer.

Baykasoglu, A., Subulan, K. & Karaslan, F. S. (2016). A new fuzzy linear assignment method for multi-attribute decision making with an application to spare parts inventory classification. *Applied Soft Computing Journal*, *42*, 1–17.

Beckmann, H. (2004). Supply Chain Management: Grundlagen, Konzept und Strategien. In: Beckmann, H. (Hrsg.), *Supply Chain Management* (S. 1–97). Berlin, Heidelberg: Springer.

Belvedere, V., Grando, A. & Bielli, P. (2013). A quantitative investigation of the role of information and communication technologies in the implementation of a product-service system. *International Journal of Production Research*, *51*(2), 410–426.

Berglund, M. & Karltun, J. (2007). Human, technological and organizational aspects influencing the production scheduling process. *International Journal of Production Economics*, *110*(1–2), 160–174.

Biedermann, H. (2008). *Ersatzteilmanagement: Effiziente Ersatzteillogistik für Industrieunternehmen* (2. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer.

Bijvank, M., Koole, G. & Vis, I. F. A. (2010). Optimising a general repair kit problem with a service constraint. *European Journal of Operational Research*, *204*(1), 76–85.

Bivona, E. & Montemaggiore, G. B. (2010). Understanding short- and long-term implications of "myopic " fleet maintenance policies: a system dynamics application to a city bus company. *System Dynamics Review*, *26*(3), 195–215.

Bleicher, K. & Abegglen, C. (2017). *Das Konzept Integriertes Management* (9. Auflage). Frankfurt a. M.: Campus Verlag.

Block, J., Ahmadi, A., Tyrberg, T. & Söderholm, P. (2014). Part-out-based spares provisioning management: A military aviation maintenance case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *20*(1), 76–95.

Bodendorf, F. (2003). *Daten- und Wissensmanagement*. Berlin, Heidelberg u.a.: Springer.

Boone, C. A., Skipper, J. B. & Hazen, B. T. (2017). A framework for investigating the role of big data in service parts management. *Journal of Cleaner Production*, *153*, 687–691.

Borchardt, A. & Göthlich, S. E. (2009). Erkenntnisgewinnung durch Fallstudien. In: Albers,

S, Klapper, D., Konradt, U., Walter, A. & Wolf, J. (Hrsg.), *Methodik der empirischen Forschung* (3. Auflage, S. 33–48). Wiesbaden: Gabler.

Borchers, H. W. & Karandikar, H. (2007). A data warehouse approach for estimating and characterizing the installed base of industrial products. *Proceedings - ICSSSM'06: 2006 International Conference on Service Systems and Service Management*, *1*, 53–59.

Bothe, T. (2003). *Planung und Steuerung der Ersatzteilversorgung nach Ende der Serienfertigung*. Aachen: Shaker; Hochschulschrift: Zugl.: Braunschweig, Univ., Diss.

Botter, R. & Fortuin, L. (2000). Stocking strategy for service parts - a case study. *International Journal of Operations & Production Management*, *20*(6), 656–674.

Boylan, J. E. & Syntetos, A. A. (2007). The accuracy of a Modified Croston procedure. *International Journal of Production Economics*, *107*, 511–517.

Boylan, J. E. & Syntetos, A. A. (2010). Spare parts management: A review of forecasting research and extensions. *IMA Journal of Management Mathematics*, *21*(3), 227–237.

Boylan, J. E. & Syntetos, A. A. (2016). Commentary: It Takes Two to Tango. *Foresight: International Journal of Applied Forecasting*, *42*, 26–29.

Boylan, J. E., Syntetos, A. A. & Karakostas, G. C. (2008). Classification for forecasting and stock control: A case study. *Journal of the Operational Research Society*, *59*(4), 473–481.

Braglia, M., Grassi, A. & Montanari, R. (2004). Multi-attribute classification method for spare parts inventory management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *10*(1), 55–65.

Bridgman, M. S. & Mount-Campbell, C. A. (1993). Determining the number of spares in an inventory/repair system which supports equipment with scheduled usage. *International Journal of Production Economics*, *30–31*(C), 501–518.

Buriánek, F. (2009). *Vertragsgestaltung bei hybriden Leistungsangeboten: Eine ökonomische Betrachtung*. Wiesbaden: Gabler.

Cavalieri, S., Garetti, M., Macchi, M. & Pinto, R. (2008). A decision-making framework for managing maintenance spare parts. *Production Planning & Control*, *19*(4), 379–396.

Cavaye, A. L. M. (1996). Case study research: a multi-faceted research approach for IS. *Information Systems Journal*, *6*(3), 227–247.

Chaudhuri, A., Gerlich, H. A., Jayaram, J., Ghadge, A., Shack, J., Brix, B. H., Hoffbeck, L. H. & Ulriksen, N. (2021). Selecting spare parts suitable for additive manufacturing: a design science approach. *Production Planning and Control*, *32*(8), 1–18.

Chen, F. L., Chen, Y. C. & Kuo, J. Y. (2010). Applying Moving back-propagation neural network and Moving fuzzy-neuron network to predict the requirement of critical spare parts. *Expert Systems with Applications*, *37*(9), 6695–6704.

Chen, H., Daugherty, P. J. & Landry, T. D. (2009a). Supply Chain Process Integration: A Theoretical Framework. *Journal of Business Logistics*, *30*(2), 27–46.

Chen, M.-C., Chen, K.-Y., Hsu, M.-F. & Yeh, C.-T. (2009b). A Web Services-Based Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR) Framework for Managing Spare Parts of Semiconductor Equipment. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, *22*(4), 596–600.

Chen, Y., Li, K. W., Kilgour, D. M. & Hipel, K. W. (2008). A case-based distance model for multiple criteria ABC analysis. *Computers & Operations Research*, *35*, 776–796.

Cheng, Y. H. & Tsao, H. L. (2010). Rolling stock maintenance strategy selection, spare parts' estimation, and replacements' interval calculation. *International Journal of*

Production Economics, *128*(1), 404–412.

Choubey, S., Benton, R. G. & Johnsten, T. (2020). A Holistic End-to-End Prescriptive Maintenance Framework. *Data-Enabled Discovery and Applications*, *4*(1).

Chu, C. W., Liang, G. S. & Liao, C. T. (2008). Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification. *Computers and Industrial Engineering*, *55*(4), 841–851.

Cobbaert, K. & Van Oudheusden, D. (1996). Inventory models for fast moving spare parts subject to „sudden death" obsolescence. *International Journal of Production Economics*, *44*(3), 239–248.

Cooper, H. M. (1986). Organizing Knowledge Syntheses: A Taxonomy of Literature Reviews. *Knowledge in Society*, *1*(1), 104–126.

Cordes, A.-K. (2018). *Prozesse, Prognose und Planung in Ersatzteil-Supply-Chains für die zustandsorientierte Instandhaltung: Entwicklung eines Referenzprozessmodells, eines Nachfrageprognoseverfahrens und eines integrierten Planungsmodells am Beispiel der Maschinenbauindustrie*. Berlin: Logos Verlag Berlin GmbH.

Cordes, A.-K. & Hellingrath, B. (2014). Conceptual Approach for Integrating Tactical Spare Parts Inventory Management and Transport Planning. *Industrial Informatics (INDIN), 2014 12th IEEE International Conference on. IEEE, 2014*, 548–553.

Corsten, D. & Gabriel, C. (2004). *Supply Chain Management erfolgreich umsetzen* (2. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer.

Corsten, H. & Corsten, M. (2014). *Betriebswirtschaftslehre*. Konstanz: UVK Verlaggesellschaft.

Croston, J. D. (1972). Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands. *Journal of the Operational Research Society*, *23*(3), 289–303.

Davenport, T. H. (1993). *Process innovation: reengineering work through information technology*. Boston: Harvard Business School Press.

de Castro, D. A. (2006). Use the system approach to spare parts management. *Hydro-carbon Processing*, *85*(2), 115–117.

Dekker, R., Pinçe, Ç., Zuidwijk, R. & Jalil, M. N. (2013). On the use of installed base information for spare parts logistics: A review of ideas and industry practice. *International Journal of Production Economics*, *143*, 536–545.

den Boer, J., Lambrechts, W. & Krikke, H. (2020). Additive manufacturing in military and humanitarian missions: Advantages and challenges in the spare parts supply chain. *Journal of Cleaner Production*, *257*(February).

Deshpande, V., Cohen, M. & Donohue, K. (2003). An Empirical Study of Service Differentiation for Weapon System Service Parts. *Operations Research*, *51*(4), 518–530.

Deutsches Institut für Normung e. V. (1976). *DIN 24420, Teil 1: Ersatzteillisten* (S. 1–4).

Deutsches Institut für Normung e. V. (2013). *DIN 6789: Dokumentationssystematik - Verfälschungssicherheit und Qualitätskriterien für die Freigabe digitaler Produktdaten* (S. 1–12).

Deutsches Institut für Normung e. V. (2018). *DIN EN 13306: Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung* (S. 1–93).

Deutsches Institut für Normung e. V. (2019). *DIN 31051: Grundlagen der Instandhaltung* (S. 1–13).

Dhakar, T. S., Schimidt, C. P. & Miller, D. M. (1994). Basestock level determination for

high cost low demand critical repairable spares. *Computer and Operations Research*, *21*(4), 411–420.

Diallo, C., Ait-Kadi, D. & Chelbi, A. (2009). Integrated Spare Parts Management. In: Ben-Daya, M., Duffuaa, S., Raouf, A., Knezevic, J. & Ait-Kadi, D. (Hrsg.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (S. 191–222). London: Springer.

Dombrowski, U. & Bothe, T. (2001). Ersatzteilmanagement - Strategien für die Ersatzteilversorgung nach Ende der Serienproduktion. *wt Werkstattstechnik online*, *91*(12), 792–796.

Dombrowski, U. & Quantschnig, M. (2009). Komponenten der Versorgungsstrategie Wiederinstandsetzung im OEM-Ersatzteilmanagement. *Zeitschrift für den wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, *104*(2009), 379–384.

Dombrowski, U. & Schulze, S. (2008). Lebenszyklusorientiertes Ersatzteilmanagement: Neue Herausforderungen durch innovationsstarke Bauteile in langlebigen Primärprodukten. In: Nyhuis, P. (Hrsg.), *Beiträge zu einer Theorie der Logistik* (S. 439–462). Berlin, Heidelberg: Springer.

Donnelly, J. M. (2013). The Case for Managing MRO Inventory. *Supply Chain Management Review*, *17*(2), 18–24.

Downing, M., Chipulu, M., Ojiako, U. & Kaparis, D. (2014). Advanced inventory planning and forecasting solutions: A case study of the UKTLCS Chinook maintenance programme. *Production Planning and Control*, *25*(1), 73–90.

Dragomir, O. E., Gouriveau, R., Dragomir, F., Minca, E. & Zerhouni, N. (2009). Review of prognostic problem in condition-based maintenance. *2009 European Control Conference (ECC)*, 1587–1592.

Drechsler, S., Bodenstein, B. & Lasch, R. (2019a). Der Faktor Unsicherheit bei ersatzteillogistischen Kooperationen auf dem Drittanbietermarkt. In: Bode, C., Bogaschewsky, R., Eßig, M., Lasch, R. & Stölzle, W. (Hrsg.), *Supply Chain Management Research: Aktuelle Forschungsergebnisse 2018* (S. 217–233). Wiesbaden: Springer Gabler.

Drechsler, S., Knieps, L. & Lasch, R. (2019b). Framework zur Umsetzung von Performance-Based-Contracting auf dem Industriegütermarkt. In: Schröder, M. & Wegner, K. (Hrsg.), *Logistik im Wandel der Zeit – Von der Produktionssteuerung zu vernetzten Supply Chains* (S. 323–344). Wiesbaden: Springer Gabler.

Driessen, M., Arts, J., van Houtum, G.-J., Rustenburg, J. W. & Huisman, B. (2015). Maintenance spare parts planning and control: a framework for control and agenda for future research. *Production Planning & Control*, *26*(5), 407–426.

Duchessi, P., Tayi, G. K. & Levy, J. B. (1988). A Conceptual Approach for Managing of Spare Parts. *International Journal of Product Development*, *18*, 8–15.

Duran, O., Roda, I. & Macchi, M. (2016). Linking the Spare Parts Management with the Total Costs of Ownership: An Agenda for Future Research. *Journal of Industrial Engineering and Management*, *9*(5), 991–1002.

Durão, L. F. C. S., Christ, A., Zancul, E. & Schützer, K. (2017). Additive manufacturing scenarios for distributed production of spare parts. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *93*(1–4), 869–880.

Durugbo, C. (2013). Competitive product-service systems: lessons from a multicase study. *International Journal of Production Research*, *51*(19), 5671–5682.

Durugbo, C. & Erkoyuncu, J. A. (2016). Mitigating uncertainty for industrial service operations: a multi case study. In *International Journal of Operations & Production*

Management (Bd. 36).

Eaves, A. H. C. & Kingsman, B. G. (2004). Forecasting for the ordering and stock-holding of spare parts. *Journal of the Operational Research Society*, *55*(4), 431–437.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, *14*(4), 532–550.

Eisenhardt, K. M. & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, *50*(1), 25–32.

Eisenhawer, S. W., Bott, T. F. & Jackson, J. W. (2002). Prioritizing the Purchase of Spare Parts Using an Approximate Reasoning Model. *PROCEEDINGS OF THE ANNUAL RELIABILITY AND MAINTAINABILITY SYMPOSIUM, Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 20–25.

Ellram, L. M. (1996). The use of the case study method in logistics research. *Journal of Business Logistics*, *17*(2), 93–138.

Emmanouilidis, C., Liyanage, J. P. & Jantunen, E. (2009). Mobile solutions for engineering asset and maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *15*(1), 92–105.

Eppler, M. J. (2010). *Managing Information Quality: Increasing the Value of Information in Knowldge-intensive Products and Processes*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Eriksson, P. & Kovalainen, A. (2008). *Qualitative Methods in Business Research*. Los Angeles u.a.: Sage.

Espíndola, D., Frazzon, E. M., Hellingrath, B. & Pereira, C. E. (2012). Integrating Intelligent Maintenance Systems and Spare Parts Supply Chains. *IFAC Proceedings Volumes*, *45*(6), 1017–1022.

Faccio, M., Persona, A., Sgarbossa, F. & Zanin, G. (2014). Industrial maintenance policy development: A quantitative framework. *International Journal of Production Economics*, *147*(PART A), 85–93.

Feldman, K., Jazouli, T. & Sandborn, P. (2009). A methodology for determining the return on investment associated with prognostics and health management. *IEEE Transactions on Reliability*, *58*(2), 305–316.

Fettke, P. (2006). State-of-the-art des State-of-the-Art: Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik*, *48*(4), 257–266.

Fildes, R., Goodwin, P., Lawrence, M. & Nikolopoulos, K. (2009). Effective forecasting and judgmental adjustments: an empirical evaluation and strategies for improvement in supply-chain planning. *International Journal of Forecasting*, *25*(1), 3–23.

Fitzsimmons, J. A. & Fitzsimmons, M. J. (2011). *Service Management: Operations, Strategy, Information Technology* (7. Auflage). Boston: Mc Graw Hill.

Fleischmann, B. (2008). Begriffliche Grundlagen. In: Arnold, D., Isermann, H., Kuhn, A., Tempelmeier, H. & Furmans, K. (Hrsg.), *Handbuch Logistik* (3. Auflage, S. 3–12). Berlin, Heidelberg: Springer.

Flores, B. E. & Whybark, D. C. (1986). Multiple criteria ABC analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, *6*(3), 38–46.

Foote, B. L. (1995). On the implementation of a control-based forecasting system for aircraft spare parts procurement. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, *27*(2), 210–216.

Fortuin, L. (1984). Initial supply and re-order level of new service parts. *European Journal*

of Operational Research, *15*(3), 310–319.

Fortuin, L. & Martin, H. (1999). Control of service parts. *International Journal of Operations & Production Management*, *19*(9), 950–971.

Franco, L. A. & Hämäläinen, R. P. (2015). Behavioural operational research : Returning to the roots of the OR profession. *European Journal of Operational Research*, *249*(3), 791–795.

Franken, R. & Franken, S. (2011). *Integriertes Wissens- und Informationsmanagement*. Wiesbaden: Gabler.

Franses, P. H. & Legerstee, R. (2013). Do statistical forecasting models for SKU-level data benefit from including past expert knowledge? *International Journal of Forecasting*, *29*(1), 80–87.

Frazzon, E. M., Israel, E., Albrecht, A., Pereira, C. E. & Hellingrath, B. (2014). Spare parts supply chains' operational planning using technical condition information from intelligent maintenance systems. *Annual Reviews in Control*, *38*(1), 147–154.

Frese, E. & Heppner, K. (1995). *Ersatzteilversorgung: Strategie und Organisation*. München: Transfer-Centrum Verlag.

Gajpal, P. P., Ganesh, L. S. & Rajendran, C. (1994). Criticality analysis of spare parts using the analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics*, *35*, 293–297.

Galar, D., Palo, M., Van Horenbeek, A. & Pintelon, L. (2012). Integration of disparate data sources to perform maintenance prognosis and optimal decision making. *Insight: Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*, *54*(8), 440–445.

García-Peñalvo, F. J. & Conde, M. Á. (2014). Using informal learning for business decision making and knowledge management. *Journal of Business Research*, *67*(5), 686–691.

Gausmann, O. (2008). *Kundenindividuelle Wertschöpfungsnetze: Gestaltungsempfehlungen unter Berücksichtigung einer auftragsorientierten Produktindividualisierung*. Wiesbaden: Gabler Edition Wissenschaft; Hochschulschrift: Zugl.: Augsburg, Univ., Diss.

Ghobbar, A. A. & Friend, C. H. (2002). Sources of intermittent demand for aircraft spare parts within airline operations. *Journal of Air Transport Management*, *8*(4), 221–231.

Ghobbar, A. A. & Friend, C. H. (2003). Evaluation of forecasting methods for intermittent parts demand in the field of aviation: A predictive model. *Computers and Operations Research*, *30*(14), 2097–2114.

Ghodrati, B., Ahmadi, A. & Galar, D. (2013). Spare Parts Estimation for Machine Availability Improvement Addressing Its Reliability and Operating Environment - Case Study. *International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering*, *20*(03), 1–15.

Ghodrati, B., Akersten, P.-A. & Kumar, U. (2007). Spare parts estimation and risk assessment conducted at Choghart Iron Ore Mine: A case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *13*(4), 353–363.

Ghodrati, B., Banjevic, D. & Jardine, A. K. S. (2009). Optimizing product support (spare parts procurement) strategy by considering system operating environment - A case study. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, *13*(PART 1), 1322–1327.

Ghodrati, B., Benjevic, D. & Jardine, A. (2012). Product support improvement by considering system operating environment: A case study on spare parts procurement. *International Journal of Quality and Reliability Management*, *29*(4), 436–450.

Ghodrati, B. & Kumar, U. (2005). Reliability and operating environment-based spare parts

estimation approach: A case study in Kiruna Mine, Sweden. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *11*(2), 169–184.

Gladen, W. (2014). *Performance Measurement: Controlling mit Kennzahlen* (6. Auflage). Wiesbaden: Springer Gabler.

Gläser, J., & Laudel, G. (2010). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse* (4. Auflage). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Godoy, D. R., Pascual, R. & Knights, P. (2014). A decision-making framework to integrate maintenance contract conditions with critical spares management. *Reliability Engineering and System Safety*, *131*, 102–108.

González Díaz, V., Gómez Fernández, J. & Crespo Márquez, A. (2011). Practical application of an Analytic Hierarchy Process for the improvement of the warranty management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *17*(2), 163–182.

Goodwin, P. (2002). Integrating management judgment and statistical methods to improve short-term forecasts. *Omega*, *30*(2), 127–135.

Graf, R. (2005). *Erweitertes Supply Chain Management zur Ersatzteilversorgung*. Essen: Vulkan-Verlag; Hochschulschrift: Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss.

Grant, K., Alefantos, T., Meyer, M. & Edgar, D. (2013). Capturing and measuring technology based service innovation-A case analysis within theory and practice. *International Journal of Information Management*, *33*(5), 899–905.

Green, M. H., Davies, P. & Ng, I. C. L. (2017). Two strands of servitization: A thematic analysis of traditional and customer co-created servitization and future research directions. *International Journal of Production Economics*, *192*, 40–53.

Greenough, R. M. & Grubic, T. (2011). Modelling condition-based maintenance to deliver a service to machine tool users. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *52*(9–12), 1117–1132.

Gregersen, N. G. & Hansen, Z. N. L. (2018). Inventory centralization decision framework for spare parts. *Production Engineering*, *12*(3–4), 353–365.

Grondys, K., Kadlubek, M. & Starostka-Patyk, M. (2014). The management of the inventories of facturing equipment spare parts in Polish industrial enterprises. *2014 International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT)*, 195–200.

Grubic, T. & Jennions, I. (2018). Remote monitoring technology and servitised strategies–factors characterising the organisational application. *International Journal of Production Research*, *56*(6), 2133–2149.

Guajardo, M., Rönnqvist, M., Halvorsen, A. M. & Kallevik, S. I. (2015). Inventory management of spare parts in an energy company Inventory management of spare parts in an energy company. *Journal of the Operational Research Society*, *66*(2), 331–341.

Gudehus, T. (2000). *Logistik 1*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Gutierrez, R. S., Solis, A. O. & Mukhopadhyay, S. (2008). Lumpy demand forecasting using neural networks. *International Journal of Production Economics*, *111*, 409–420.

Hafenbrädl, S., Waeger, D., Marewski, J. N. & Gigerenzer, G. (2016). Applied Decision Making With Fast-and-Frugal Heuristics. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, *5*(2), 215–231.

Handfield, R. & Melnyk, S. A. (1998). The scientific theory-building process: a primer using the case of TQM. *Journal of Operations Management*, *16*(4), 321–339.

Hänsch, K. & Endig, M. (2010). Informationsmanagement in der Instandhaltung. In M. Schenk (Hrsg.), *Instandhaltung technischer Systeme* (S. 231–287). Berlin, Heidelberg:

Springer.

Hanski, J., Reunanen, M., Kunttu, S., Karppi, E., Lintala, M. & Nieminen, H. (2014). Customer observation as a source of latent customer needs and radical new ideas for product-service systems. In *Engineering Asset Management 2011* (S. 395–407). London: Springer.

Härdler, J. (1999). *Material-Management: Grundlagen - Instrumentarien - Teilfunktion*. München, Wien: Hanser.

Hariharan, R. & Zipkin, P. (1995). Customer-order Information, Leadtimes, and Inventories. *Management Science*, *41*(10), 1599–1607.

Hartmann, H. (2002). *Materialwirtschaft: Organisation, Planung, Durchführung, Kontrolle* (8. Auflage). Gernsbach: Dt. Betriebswirte-Verlag.

Haug, S. (2004). Wissenschaftstheoretische Problembereiche empirischer Wirtschafts- und Sozialforschung. Induktive Forschungslogik, naiver Realismus, Instrumentalismus, Relativismus. In: Frank, U. (Hrsg.), *Wissenschaftstheorie in Ökonomie und Wirtschaftsinformatik* (S. 85–107). Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.

Hauschildt, J., Salomo, S., Schultz, C. & Kock, A. (2016). *Innovationsmanagement* (6. Auflage). München: Verlag Franz Vahlen.

Heinen, J. J. & Hoberg, K. (2019). Assessing the potential of additive manufacturing for the provision of spare parts. *Journal of Operations Management*, *65*(8), 810–826.

Heinrich, L. J., Riedl, R. & Stelzer, D. (2014). *Informationsmanagement: Grundlagen, Aufgaben, Methoden* (11. Auflag). Berlin u.a.: De Gruyter Oldenbourg.

Hellingrath, B. & Cordes, A. (2015). Approach for integrating condition monitoring information and forecasting methods to enhance spare parts supply chain planning. *Production & Manufacturing Research*, *1*(1), 725–737.

Hellingrath, B., Pereira, C. E., Espíndola, D., Frazzon, E. M., Cordes, A., Saalmann, P. & Zuccolotto, M. (2015). On the Integration of Intelligent Maintenance and Spare Parts Supply Chain Management. *IFAC-PapersOnLine*, *48*(3), 983–988.

Herterich, M. M., Peters, C., Uebernickel, F., Brenner, W. & Neff, A. A. (2015). Mobile Work Support for Field Service: A Literature Review and Directions for Future Research. *Wirtschaftsinformatik*, 134–148.

Hill, A. V., Giard, V. & Mabert, V. A. (1989). A decision support system for determining optimal retention stocks for service parts inventories. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, *21*(3), 221–229.

Ho, W. (2008). Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review. *European Journal of Operational Research*, *186*(1), 211–228.

Holmström, J., Främling, K. & Ala-Risku, T. (2010). The uses of tracking in operations management: Synthesis of a research program. *International Journal of Production Economics*, *126*(2), 267–275.

Hong, J. S. I. K., Koo, H., Lee, C. & Ahn, J. (2008). Forecasting service parts demand for a discontinued product. *IIE Transactions*, *40*(7), 640–649.

Howard, C., Marklund, J., Tan, T. & Reijnen, I. (2015). Inventory Control in a Spare Parts Distribution System with Emergency Stocks and Pipeline Information Inventory Control in a Spare Parts Distribution System with Emergency Stocks and Pipeline Information. *Manufacturing & Service Operations Management*, *107*(2), 142–156.

Hu, Q., Bai, Y., Zhao, J. & Cao, W. (2015). Modeling Spare Parts Demands Forecast under Two-Dimensional Preventive Maintenance Policy. *Mathematical Problems in Engineering*, *2015*, 1–9.

Hu, Q., Boylan, J. E., Chen, H. & Labib, A. (2018). OR in spare parts management: A review. *European Journal of Operational Research*, *266*(2), 395–414.

Hu, Q., Chakhar, S., Siraj, S. & Labib, A. (2017). Spare parts classification in industrial manufacturing using the dominance-based rough set approach. *European Journal of Operational Research*, *262*(3), 1136–1163.

Hua, Z. S., Zhang, B., Yang, J. & Tan, D. S. (2007). A new approach of forecasting intermittent demand for spare parts inventories in the process industries. *Journal of the Operational Research Society*, *58*(1), 52–61.

Hua, Z., Yang, J., Huang, F. & Xu, X. (2009). A static-dynamic strategy for spare part inventory systems with nonstationary stochastic demand. *Journal of the Operational Research Society*, *60*(9), 1254–1263.

Hua, Z. & Zhang, B. (2006). A hybrid support vector machines and logistic regression approach for forecasting intermittent demand of spare parts. *Applied Mathematics and Computation*, *181*(2), 1035–1048.

Hug, W. (1986). *Optimale Ersatzteilwirtschaft: Beitrag zum technisch-wirtschaftlichen Bestände-Controlling*. Köln: Verlag TÜV Rheinland.

Huiskonen, J. (2001). Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices. *International Journal of Production Economics*, *71*, 125–133.

Huysman, M. & de Wit, D. (2004). Practices of managing knowledge sharing: towards a second wave of knowledge management. *Knowledge and Process Management*, *11*(2), 81–92.

Ihde, G. B., Lukas, G., Merkel, H. & Neubauer, H. (1988). *Ersatzteillogistik: Theoretische Grundlagen und praktische Handhabung* (2. Auflage). München: Hussverlag.

Ilgin, M. A. & Gupta, S. M. (2010). Comparison of economic benefits of sensor embedded products and conventional products in a multi-product disassembly line. *Computers and Industrial Engineering*, *59*(4), 748–763.

Inderfurth, K. & Mukherjee, K. (2008). Decision support for spare parts acquisition in post product life cycle. *Central European Journal of Operations Research*, *16*(1), 17–42.

Ivert, L. K. & Jonsson, P. (2014). When should advanced planning and scheduling systems be used in sales and operations planning? *International Journal of Operations & Production Management*, *34*(10), 1338–1362.

Jardine, A. K. S., Lin, D. & Banjevic, D. (2006). A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance. *Mechanical Systems and Signal Processing*, *20*(7), 1483–1510.

Johnston, W. J., Leach, M. P. M. & Liu, A. H. (1999). Theory testing using case studies in business-to-business research. *Industrial Marketing Management*, *213*(3), 201–213.

Jou, Y.-T., Wee, H.-M., Chen, H.-C., Hsieh, Y.-H. & Wang, L. (2009). A neural network forecasting model for consumable parts in semiconductor manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *20*(3), 404–412.

Jouni, P., Huiskonen, J. & Pirttilä, T. (2011). Improving global spare parts distribution chain performance through part categorization: A case study. *International Journal of Production Economics*, *133*(1), 164–171.

Jung, H. (2006). *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre* (10. Auflage). München, Wien: Oldenbourg.

Kajko-Mattsson, M., Karim, R. & Mirjamdotter, A. (2011). Essential Components of e-Maintenance. *International Journal of Performability Engineering*, *7*(6), 555–571.

Kalchschmidt, M., Zotteri, G. & Verganti, R. (2003). Inventory management in a multi-echelon spare parts supply chain. *International Journal of Production Economics*, *81–82*, 397–413.

Känel, S. (2018). *Betriebswirtschaftslehre: Eine Einführung*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Karsten, F. & Basten, R. J. I. (2014). Pooling of spare parts between multiple users: How to share the benefits? *European Journal of Operational Research*, *233*(1), 94–104.

Kennedy, W. J., Wayne Patterson, J. & Fredendall, L. D. (2002). An overview of recent literature on spare parts inventories. *International Journal of Production Economics*, *76*(2), 201–215.

Khalak, A. & Tierno, J. (2006). Influence of prognostic health management on logistic supply chain. *2006 American Control Conference*, 3737–3742.

Kim, T. Y., Dekker, R. & Heij, C. (2017). Spare part demand forecasting for consumer goods using installed base information. *Computers & Industrial Engineering*, *103*, 201–215.

Knotts, R. M. H. (1999). Civil aircraft maintenance and support Fault diagnosis from a business perspective. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *5*(4), 335–348.

Koçağa, Y. L. & Şen, A. (2007). Spare parts inventory management with demand lead times and rationing. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, *39*(9), 879–898.

Koch, S. (2004). *Lebenszyklus Ersatzteillogistik in Hersteller-Anwender-Kooperationen*. Hamburg: Kovac; Hochschulschrift: Zugl.: Bremen, Univ., Diss.

Kornmeier, M. (2007). *Wissenschaftstheorie und wissenschaftliches Arbeiten: Eine Einführung für Wirtschaftswissenschaftler*. Heidelberg: Physica-Verlag.

Kranenburg, A. A. & Van Houtum, G. J. (2007). Effect of commonality on spare parts provisioning costs for capital goods. *International Journal of Production Economics*, *108*(1–2), 221–227.

Kranenburg, A. A. & Van Houtum, G. J. (2008). Service differentiation in spare parts inventory management. *Journal of the Operational Research Society*, *59*(7), 946–955.

Krcmar, H. (2015). *Einführung in das Informationsmanagement* (2. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.

Krikke, H. & van der Laan, E. (2011). Last Time Buy and control policies with phase-out returns: a case study in plant control systems. *International Journal of Production Research*, *49*(17), 5183–5206.

Kromrey, H. (2006). *Empirische Sozialforschung* (11. Auflage). Stuttgart: Lucius & Lucius.

Kuckartz, U. (2010). *Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten* (3. Auflage). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kuhn, A. & Hellingrath, B. (2002). *Supply Chain Management*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Kuhn, A., Schuh, G. & Stahl, B. (2006). *Nachhaltige Instandhaltung: Trends, Potenziale und Handlungsfelder nachhaltiger Instandhaltung*. Frankfurt am Main: VDMA-Verlag.

Kumar, K. S. & Muthuvelayutham, C. (2014). A value based strategic knowledge framework to enable effective decision making. *Human Systems Management*, *33*, 71–77.

Kumar, R., Panesar, S. S. & Markeset, T. (2009). Development of technical integrity management services – a concept. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *15*(3), 271–284.

Laine, T., Paranko, J. & Suomala, P. (2010). Downstream shift at a machinery manufacturer: the case of the remote technologies. *Management Research Review*, *33*(10), 980–993.

Lasch, R. (2017). *Strategisches und operatives Logistikmanagement: Beschaffung*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Lasch, R. (2021). *Strategisches und operatives Logistikmanagement: Prozesse* (3. Auflage). Wiesbaden: Springer Gabler.

Lawrence, M., Goodwin, P., O'Connor, M. & Önkal, D. (2006). Judgmental forecasting: A review of progress over the last 25 years. *International Journal of Forecasting*, *22*(3), 493–518.

Lay, G. & Schröter, M. (2006). Mit Services zu neuen Geschäftsmodellen - ökonomische Potenziale identifizieren. In: Barkawi, K., Baader, A. & Montanus, S. (Hrsg.), *Erfolgreich mit After Sales Services: Geschäftsstrategien für Servicemanagement und Ersatzteillogistik* (S. 333–347). Berlin, Heidelberg u.a.: Springer.

Lee, J., Ni, J., Djurdjanovic, D., Qiu, H. & Liao, H. (2006). Intelligent prognostics tools and e-maintenance. *Computers in Industry*, *57*(6), 476–489.

Lehmann, G. (2004). *Das Interview: Erheben von Fakten und Meinungen im Unternehmen* (2. Auflage). Renningen: expert verlag.

Lehtonen, O., Ala-Risku, T. & Holmström, J. (2012). Enhancing field-service delivery: the role of information. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *18*(2), 125–140.

Leidinger, B. (2017). *Wertorientierte Instandhaltung: Kosten senken, Verfügbarkeit erhalten* (2. Auflage). Wiesbaden: Springer Gabler.

Levén, E. & Segerstedt, A. (2004). Inventory control with a modified Croston procedure and Erlang distribution. *International Journal of Production Economics*, *90*, 361–367.

Lin, A. C. (1998). Bridging Positivist and Interpretivist Approaches to Qualitative Methods. *Policy Studies Journal*, *26*(I), 162–180.

Lin, C.-H., Hwang, S.-L. & Wang, E. M.-Y. (2007). A reappraisal on advanced planning and scheduling systems. *Industrial Management & Data Systems*, *107*(8), 1212–1226.

Lin, S., Gao, J. & Koronios, A. (2006). The Need for a Data Quality Framework in Asset Management. *Australian Workshop on Information Quality*, 1–14.

Lipol, L. S. & Haq, J. (2011). Risk analysis method : FMEA / FMECA in the organizations. *International Journal of Basic & Applied Sciences*, *11*(5), 74–82.

Louit, D., Pascual, R., Banjevic, D. & Jardine, A. K. S. (2011). Condition-based spares ordering for critical components. *Mechanical Systems and Signal Processing*, *25*(5), 1837–1848.

Loukmidis, G. & Luczak, H. (2006). Lebenszyklusorientierte Planungsstrategie für den Ersatzteilbedarf. In: Barkawi, K., Baader, A. & Montanus, S. (Hrsg.), *Erfolgreich mit After Sales Services: Geschäftsstrategien für Servicemanagement und Ersatzteillogistik* (S. 251–270). Berlin, Heidelberg u.a.: Springer.

Luoto, S. (2013). Understanding the aspects of collecting installed base information in manufacturing context - Towards a future research agenda. *Procedia CIRP*, *11*, 416–419.

Luther, F. (2009). Der Weg von einer produktionsintegrierten Instandhaltung zum erfolgreichen, outgesourcten Dienstleister. In: Reichel, J., Müller, G. & Mandelartz, J. (Hrsg.), *Betriebliche Instandhaltung* (S. 13–28). Berlin, Heidelberg: Springer.

Lynch, P., Adendorff, K., Yadavalli, V. S. S. & Adetunji, O. (2013). Optimal spares and preventive maintenance frequencies for constrained industrial systems. *Computers & Industrial Engineering*, *65*(3), 378–387.

Macchi, M., Gerosa, M., Fumagalli, L. & Garetti, M. (2007). Simulation of logistical support

for the engineering of spare parts management in multi site contexts. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Bd. 1).

Madenas, N., Tiwari, A., Turner, C. J. & Woodward, J. (2014). Information flow in supply chain management: A review across the product lifecycle. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, *7*(4), 335–346.

Manikas, I., Sundarakani, B. & Iakimenko, V. (2019). Time-based responsive logistics for a maintenance service network: A case study of an automated teller manufacturer. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *25*(4), 589–611.

Márquez, A. C. (2007). *The maintenance management framework: models and methods for complex maintenance*. London: Springer.

Martin, H., Syntetos, A. A., Parodi, A., Polychronakis, Y. E. & Pintelon, L. (2010). Integrating the spare parts supply chain: an inter-disciplinary account. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *21*(2), 226–245.

Matyas, K. (2016). *Instandhaltungslogistik: Qualität und Produktivität steigern* (6. Auflage). München: Hanser.

Matyas, K., Nemeth, T., Kovacs, K. & Glawar, R. (2017). A procedural approach for realizing prescriptive maintenance planning in manufacturing industries. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, *66*(1), 461–464.

Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse* (11. Auflage). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

McIver, D., Lengnick-Hall, C. A., Lengnick-Hall, M. L. & Ramachandran, I. (2013). Understanding work and knowledge management from a knowledge-in-practice perspective. *Academy of Management Review*, *38*(4), 597–620.

Mehdizadeh, M. (2020). Integrating ABC analysis and rough set theory to control the inventories of distributor in the supply chain of auto spare parts. *Computers & Industrial Engineering*, *139*, 105673.

Menden, C., Mehringer, J., Martin, A. & Amberg, M. (2019). Vorhersage von Ersatzteilbedarfen mit Hilfe von Clusteringverfahren. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 1–17.

Mentzer, J. T. & Kahn, K. B. (1995). A Framework of Logistics Research. *Journal of Business Logistics*, *16*(1), 231–251.

Miles, M. B., Huberman, A. M. & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: a methods sourcebook* (3. Aufl.). Los Angeles et al.: Sage.

Minner, S. (2011). Forecasting and inventory management for spare parts: An installed base approach. In *Service Parts Management, Springer London* (S. 157–169).

Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance* (2. Auflage). Elsevier.

Moharana, U. C., Sarmah, S. P. & Rathore, P. K. (2019). Application of data mining for spare parts information in maintenance schedule: a case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *30*(7), 1055–1072.

Molenaers, A., Baets, H., Pintelon, L. & Waeyenbergh, G. (2012). Criticality classification of spare parts: A case study. *International Journal of Production Economics*, *140*(2), 570–578.

Moon, S., Simpson, A. & Hicks, C. (2013). The development of a classification model for predicting the performance of forecasting methods for naval spare parts demand. *International Journal of Production Economics*, *143*(2), 449–454.

Moubray, J. (1996). *RCM: Die hohe Schule der Zuverlässigkeit von Produkten und*

Systemen. Landsberg: Verlag Moderne Industrie.

Mukherjee, N. & Dey, P. K. (2008). Decision Support System for Spare Parts Warehousing. *Cost Engineering*, *50*(5), 24–34.

Muller, A., Crespo Marquez, A. & Iung, B. (2008). On the concept of e-maintenance: Review and current research. *Reliability Engineering and System Safety*, *93*, 1165–1187.

Murphy, G. D. (2009). Improving the quality of manually acquired data: Applying the theory of planned behaviour to data quality. *Reliability Engineering and System Safety*, *94*(12), 1881–1886.

Murthy, D. N. P., Karim, M. R. & Ahmadi, A. (2015). Data management in maintenance outsourcing. *Reliability Engineering and System Safety*, *142*, 100–110.

Nebl, T. & Prüß, H. (2006). *Anlagenwirtschaft*. München, Wien: Oldenbourg.

Nemeth, T., Ansari, F., Sihn, W., Haslhofer, B. & Schindler, A. (2018). PriMa-X: A reference model for realizing prescriptive maintenance and assessing its maturity enhanced by machine learning. *Procedia CIRP*, *72*, 1039–1044.

Nouri Qarahasanlou, A., Barabadi, A., Ataei, M. & Einian, V. (2019). Spare part requirement prediction under different maintenance strategies. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, *33*(3), 169–182.

Okhuysen, G. A., Lepak, D., Ashcraft, K. L., Labianca, G., Smith, V. & Steensma, H. K. (2013). Theories of work and working today. *Academy of Management Review*, *38*(4), 491–502.

Oliva, R. & Kallenberg, R. (2003). Managing the transition from products to services. *International Journal of Service Industry Management*, *14*(2), 160–172.

Östlin, J., Sundin, E. & Björkman, M. (2008). Importance of closed-loop supply chain relationships for product remanufacturing. *International Journal of Production Economics*, *115*(2), 336–348.

Panesar, S. S. & Markeset, T. (2008). Industrial service innovation through improved contractual relationship. *International Journal of Services Technology and Management*, *11*(3), 290–305.

Parida, A., Kumar, U., Galar, D. & Stenström, C. (2015). Performance measurement and management for maintenance: a literature review. In *Journal of Quality in Maintenance Engineering* (Bd. 21).

Partovi, F. Y. & Anandarajan, M. (2002). Classifying inventory using an artificial neural network approach. *Computers & Industrial Engineering*, *41*(4), 389–404.

Partovi, F. Y. & Burton, J. (1993). Using the Analytic Hierarchy Process for ABC Analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, *13*(9), 29–44.

Paterson, C., Kiesmüller, G., Teunter, R. & Glazebrook, K. (2011). Inventory models with lateral transshipments: A review. *European Journal of Operational Research*, Bd. 210, S. 125–136.

Pawellek, G. (2016). *Integrierte Instandhaltung und Ersatzteillogistik: Vorgehensweisen, Methoden, Tools* (2. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

Perminova-Harikoski, O., Tiihonen, J., Öhman, M., Finne, M. & Kuusela, J. (2015). Installed base information utilisation in industrial service development and operations. In Martinsuo, M., Perminova-Harikoski, O. & Turunen, T. (Hrsg.), *Strategic Change towards Future Industrial Service Business* (S. 6–21).

Persona, A., Regattieri, A., Pham, H. & Battini, D. (2007). Remote control and maintenance

outsourcing networks and its applications in supply chain management. *Journal of Operations Management*, *25*(6), 1275–1291.

Pfohl, H.-C. (2004). *Logistikmanagement* (2. Auflage). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Pfohl, H.-C. (2018). *Logistiksysteme* (9. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

Picot, A. (1988). Die Planung der Unternehmensressource „Information". *2. Internationales Management-Symposium „Erfolgsfaktor Information"*, 223–250.

Pires, M. C., Frazzon, E. M., Silva, L. de S., Holtz, T. H., Hellingrath, B. & Saalmann, P. (2018). Collaborative Distributed Operational Planning for Spare Parts Supply Chains. *International Conference on Dynamics in Logistics*, 95–101.

Poll, D. (2019). Smart Maintenance in der Produktion noch nicht angekommen. *Produktion*, (24), 6–7.

Popper, K. (1963). *Conjectures and Refutations* (7. Auflage). London: Routledge and Kegan Paul.

Porras, E. & Dekker, R. (2008). An inventory control system for spare parts at a refinery: An empirical comparison of different re-order point methods. *European Journal of Operational Research*, *184*, 101–132.

Pratt, M. G. (2009). For the lack of a boilerplate: tips on writing up (and reviewing) qualitative research. *Academy of Management Journal*, *52*(5), 856–862.

Puurunen, A., Majava, J. & Kess, P. (2014). Exploring incomplete information in maintenance materials inventory optimization. *Industrial Management & Data Systems*, *114*(1), 144–158.

Quantschnig, M. (2010). *Planungsmodell kostenoptimierter Versorgungsstrategien im OEM-Ersatzteilmanagement*. Aachen: Shaker; Hochschulschrift: Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss.

Rai, A. & Sambamurthy, V. (2006). Editorial notes-the growth of interest in services management: Opportunities for information systems scholars. *Information Systems Research*, *17*(4), 327–331.

Ramanathan, R. (2006). ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. *Computers & Operations Research*, *33*(3), 695–700.

Rämänen, J., Mahlamäki, K., Borgman, J. & Nieminen, M. (2013). Human role in industrial installed base information gathering. *Procedia CIRP*, *11*, 406–411.

Rasch, A. A. (2000). *Erfolgspotential Instandhaltung: Theoretische Untersuchgung und Entwurf eines ganzheitlichen Instndhaltungsmanagements*. Berlin: Erich Schmidt; Hochschulschrift: Zugl.: Duisburg, Univ., Diss.

Rintala, A. & Huiskonen, J. (2015). Revising inventory management policies for spare parts: a case study. *International Journal of Management Practice*, *8*(1), 21–42.

Roda, I., Macchi, M., Fumagalli, L. & Viveros, P. (2012). On the classification of spare parts with a multi-criteria perspective. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, *45*(31), 19–24.

Roda, I., Macchi, M., Fumagalli, L. & Viveros, P. (2014). A review of multi-criteria classification of spare parts: From literature analysis to industrial evidences. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *25*(4), 528–549.

Romeijnders, W., Teunter, R. & van Jaarsveld, W. (2012). A two-step method for forecasting spare parts demand using information on component repairs. *European Journal of Operational Research*, *220*(2), 386–393.

Rosienkiewicz, M., Chlebus, E. & Detyna, J. (2017). A hybrid spares demand forecasting method dedicated to mining industry. *Applied Mathematical Modelling*, *49*, 87–107.

Rubino, S., Mossa, G. & Digiesi, S. (2010). Spare parts inventory reduction: A multi-attribute approach. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, *1*(PART 1), 62–67.

Ryll, F. & Freund, C. (2010). Grundlagen der Instandhaltung: Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs. In Schenk, M. (Hrsg.), *Instandhaltung technischer Systeme* (S. 23–102). Berlin, Heidelberg: Springer.

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, *48*, 9–26.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, *1*(1), 83.

Saccani, N., Alghisi, A. & Borgman, J. (2013). The value and management practices of installed base information in Product-service systems. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, *398*(PART 2), 415–421.

Saccani, N., Visintin, F., Mansini, R. & Colombi, M. (2017). Improving spare parts management for field services: A model and a case study for the repair kit problem. *IMA Journal of Management Mathematics*, *28*(2), 185–204.

Sahin, M., Kizilaslan, R. & Demirel, Ö. F. (2013). Forecasting Aviation Spare Parts Demand Using Croston Based Methods and Artificial Neural Networks. *Journal of Economic and Social Research*, *15*(2), 1–21.

Sanders, N. R. & Ritzman, L. P. (2006). Integrating judgmental and quantitative forecasts: methodologies for pooling marketing and operations information. *International Journal of Operations & Production Management*, *24*(5), 514–529.

Sarmah, S. P. & Moharana, U. C. (2015). Multi-criteria classification of spare parts inventories - A web based approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *21*(4), 456–477.

Sato, Y. & Jauhari, W. A. (2019). Managing critical spare part inventories in an oil drilling company using an economic ordering quantity (EOQ) method. *AIP Conference Proceedings*, *2097*(April).

Scala, N. M., Rajgopal, J. & Needy, K. L. (2014). Managing nuclear spare parts inventories: A data driven methodology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *61*(1), 28–37.

Schallmo, D. R. A. & Brecht, L. (2017). *Prozessinnovation erfolgreich anwenden* (2. Auflage).

Schlatt, A. (2016). Smart Maintenance - Instandhaltung in Zeiten der Digitalisierung. *Genios WirtschaftsWissen*, (11), 7–10.

Schneider, U. (1990). *Kulturbewußtes Informationsmanagement*. München u.a.: Oldenbourg.

Schröter, M. (2006). *Strategisches Ersatzteilmanagement in Closed-Loop Supply Chains: Ein systemdynamischer Ansatz*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag; Hochschulschrift: Zugl.: Braunschweig, Techn. Univ., Diss.

Schuh, G., Stich, V. & Wienholdt, H. (2013). Ersatzteillogistik. In: G. Schuh & V. Stich (Hrsg.), *Handbuch Produktion und Management 6: Logistikmanagement* (2. Auflage, S. 165–207). Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

Schulte, C. (2013). *Logistik: Wege zur Optimierung der Supply Chain* (6. Auflage). München: Vahlen.

Schütte, R. (1998). *Grundsätze ordnungsgemäßer Referenzmodellierung*. Wiesbaden: Gabler.

Schweitzer, M. (2009). Aufgabenbereiche der Betriebswirtschaftslehre. In: Bea, F. X. & Schweitzer, M. (Hrsg.), *Alllgemeine Betriebswirtschaftslehre* (10. Auflage, S. 67–80). Stuttgart: Lucius & Lucius.

Shanteau, J., Weiss, D. J., Thomas, R. P. & Pounds, J. C. (2002). Performance-based assessment of expertise: How to decide if someone is an expert or not. *European Journal of Operational Research*, *136*(2), 253–263.

Si, X.-S., Zhang, Z.-X. & Hu, C.-H. (2017). *Data-Driven Remaining Useful Life Prognosis Techniques*.

Silver, E. A., Pyke, D. F. & Peterson, R. (1998). *Inventory management and production planning and scheduling* (3. Auflage). New York, Weinheim u.a.: Wiley.

Simões, A., Viegas, J. M., Farinha, J. T. & Fonseca, I. (2017). The State of the Art of Hidden Markov Models for Predictive Maintenance of Diesel Engines. *Quality and Reliability Engineering International*, *33*(8), 2765–2779.

Song, W., Ming, X., Han, Y., Xu, Z. & Wu, Z. (2014). An integrative framework for innovation management of product–service system. *International Journal of Production Research*, *53*(8), 2252–2268.

Sousa, R. & Voss, C. A. (2008). Contingency research in operations management practices. *Journal of Operations Management*, *26*(6), 697–713.

Stoll, J., Kopf, R., Schneider, J. & Lanza, G. (2015). Criticality analysis of spare parts management: a multi-criteria classification regarding a cross-plant central warehouse strategy. *Production Engineering*, *9*(2), 225–235.

Strijbosch, L., Heuts, R. & van der Schoot, E. (2000). A combined forecast-inventory control procedure for spare parts. *Journal of the Operational Research Society*, *51*(10), 1184–1192.

Strunz, M. (2012). *Instandhaltung: Grundlagen - Strategien - Werkstätten*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

Stuart, I., McCutcheon, D., Handfield, R., McLachlin, R. & Samson, D. (2002). Effective case research in operations management: A process perspective. *Journal of Operations Management*, *20*(5), 419–433.

Sturm, R. (2006). *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. München, Wien: Oldenbourg.

Sun, B., Zeng, S., Kang, R. & Pecht, M. G. (2012). Benefits and challenges of system prognostics. *IEEE Transactions on Reliability*, *61*(2), 323–335.

Syntetos, A. A., Babai, Z., Boylan, J. E., Kolassa, S. & Nikolopoulos, K. (2016). Supply chain forecasting: Theory, practice, their gap and the future. *European Journal of Operational Research*, *252*(1), 1–26.

Syntetos, A. A. & Boylan, J. E. (2005). The accuracy of intermittent demand estimates. *International Journal of Forecasting*, *21*, 303–314.

Syntetos, A. A., Boylan, J. E. & Croston, J. D. (2005). On the categorization of demand patterns. *Journal of the Operational Research Society*, *56*(5), 495–503.

Syntetos, A. A., Nikolopoulos, K., Boylan, J. E., Fildes, R. & Goodwin, P. (2009a). The effects of integrating management judgement into intermittent demand forecasts. *International Journal of Production Economics*, *118*, 72–81.

Syntetos, A. A., Zied Babai, M. & Gardner, E. S. (2015). Forecasting intermittent inventory demands: Simple parametric methods vs. bootstrapping. *Journal of Business Research*,

68(8), 1746–1752.

Syntetos, A., Keyes, M. & Babai, M. (2009b). Demand categorisation in a European spare parts logistics network. *International Journal of Operations & Production Management*, *29*(3), 292–316.

Teixeira, C., Lopes, I. & Figueiredo, M. (2017). Multi-criteria Classification for Spare Parts Management: A Case Study. *Procedia Manufacturing*, *11*(June), 1560–1567.

Teunter, R. H. & Fortuin, L. (1998). End-of-life service : A case study. *European Journal of Operational Research*, *107*, 19–34.

Teunter, R. H., Syntetos, A. A. & Babai, M. Z. (2011). Intermittent demand: Linking forecasting to inventory obsolescence. *European Journal of Operational Research*, *214*(3), 606–615.

Thonemann, U. W., Brown, A. O. & Hausman, W. H. (2002). Easy Quantification of Improved Spare Parts Inventory Policies. *Management Science*, *48*(9), 1213–1225.

Thormann, M. (2015). Integration of Real-Time Demand Information and Spare Parts Distribution Planning for the Optimization of Spare Parts Supply in After-Sales Service Networks. *Operations and Supply Chain Management*, *8*(1), 1–10.

Trapero, J. R., Kourentzes, N. & Fildes, R. (2012). Impact of information exchange on supplier forecasting performance. *Omega*, *40*(6), 738–747.

Trappey, A. J. C., Trappey, C. V., Ma, L. & Chang, J. C. M. (2015). Intelligent engineering asset management system for power transformer maintenance decision supports under various operating conditions. *Computers & Industrial Engineering*, *84*, 3–11.

Tsakatikas, D., Diplaris, S. & Sfantsikopoulos, M. (2008). Spare parts criticality for unplanned maintenance of industrial systems. *European J. of Industrial Engineering*, *2*(1), 94–107.

Tsang, A. H. C. (2002). Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *8*(1), 7–39.

Tsang, A. H. C., Yeung, W. K., Jardine, A. K. S. & Leung, B. P. K. (2006). Data management for CBM optimization. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *12*, 37–51.

Tysseland, B. E. (2009). Spare parts optimization process and results. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *39*(1), 8–27.

Ulrich, P. & Hill, W. (1979). Wissenschaftstheoretische Aspekte ausgewählter betriebswirtschaftlicher Konzeptionen. In: Raffée, H. & Abel, B. (Hrsg.), *Wissenschaftstheoretische Grundfragen der Wirtschaftswissenschaften* (S. 161–190). München: Verlag Franz Vahlen.

Uusipaavalniemi, S. & Juga, J. (2009). Information integration in maintenance services. *International Journal of Productivity and Performance Management*, *58*(1), 92–110.

Vahrenkamp, R. & Kotzab, H. (2012). *Logistik: Management und Strategien* (7. Auflage). München: Oldenbourg.

Vaidya, O. S. & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, *169*(1), 1–29.

van den Berg, D., van der Heijden, M. C. & Schuur, P. C. (2016). Allocating service parts in two-echelon networks at a utility company. *International Journal of Production Economics*, *181*, 58–67.

Van der Auweraer, S., Boute, R. N. & Syntetos, A. A. (2019). Forecasting spare part demand with installed base information: A review. *International Journal of Forecasting*, *35*(1), 181–196.

van der Westhuizen, J. P. & West, M. (2016). Cross-Functional Maintenance And Logistics Business Process Integration: Lessons From A Large Oil And Gas Company. *The Journal of Applied Business Research*, *32*(2), 401–416.

Van Horenbeek, A., Buré, J., Cattrysse, D., Pintelon, L. & Vansteenwegen, P. (2013). Joint maintenance and inventory optimization systems: A review. *International Journal of Production Economics*, *143*, 499–508.

Van Horenbeek, A., Pintelon, L. & Muchiri, P. (2011). Maintenance optimization models and criteria. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, *1*(3), 189–200.

van Jaarsveld, W. & Dekker, R. (2011). Estimating obsolescence risk from demand data to enhance inventory control - A case study. *International Journal of Production Economics*, *133*(1), 423–431.

van Jaarsveld, W., Dollevoet, T. & Dekker, R. (2015). Improving spare parts inventory control at a repair shop. *Omega (United Kingdom)*, *57*, 217–229.

van Kampen, T. J., Akkerman, R. & van Donk, D. P. (2012). SKU classification: a literature review and conceptual framework. *International Journal of Operations & Production Management*, *32*(7), 850–876.

Van Volkenburg, C., Montgomery, N., Banjevic, D. & Jardine, A. (2014). The Effect Of Deterioration On Spare Parts Holding. *Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), 2014 Annual*, 1–6.

Veldman, J., Klingenberg, W. & Wortmann, H. (2011). Managing condition-based maintenance technology: A multiple case study in the process industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *17*(1), 40–62.

Verein Deutscher Ingenieure. (1996). *VDI 2898: DV-Einsatz in der Instandhaltung* (S. 1–11). S. 1–11.

Verein Deutscher Ingenieure. (2006). *VDI 2892: Ersatzteilwesen der Instandhaltung* (S. 1–42). S. 1–42.

Verein Deutscher Ingenieure. (2012). *VDI 2895: Organisation der Instandhaltung* (S. 1–36). S. 1–36.

Völker, R., Thome, C. & Schaaf, H. (2012). *Innovationsmanagement*. Stuttgart: Kohlhammer.

vom Brocke, J., Simons, A., Niehaves, B., Niehaves, B., Reimer, K., Plattfaut, R. & Cleven, A. (2009). Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. *17th European Conference on Information Systems*, 2206–2217.

Voss, H. (2006). *Life Cycle Logistics: Der Weg zur produktlebenszyklusorientierten Ersatzteillogistik*. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt; Hochschulschrift: Zugl.: Nürnberg, Univ., Diss.

Waeyenbergh, G. & Pintelon, L. (2002). A framework for maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*, *77*(3), 299–313.

Wagner, S. M., Jönke, R. & Eisingerich, A. B. (2012). A Strategic Framework for Spare Parts Logistics. *California Management Review*, *54*(4), 69–92.

Wagner, S. M. & Lindemann, E. (2008). A case study-based analysis of spare parts management in the engineering industry. *Production Planning & Control*, *19*(4), 397–407.

Wald, G. (2003). *Prozessorientiertes Instandhaltungsmanagement*. Aachen: Shaker, Hochschulschrift: Zugl.: Hannover, Univ., Diss.

Wall, F. (2006). *Informationsmanagement: Eine ökonomische Integration von Controlling und Wirtschaftsinformatik*. München: Vahlen.

Wallin Blair, C., Rungtusanatham, M., Rabinovich, E., Hwang, Y. & Money, R. B. (2020). Managing Critical Spare Parts within a Buyer–Supplier Dyad: Buyer Preferences for Ownership and Placement. *Journal of Business Logistics*, *41*(2), 111–128.

Wang, W. & Syntetos, A. A. (2011). Spare parts demand: Linking forecasting to equipment maintenance. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *47*(6), 1194–1209.

Wannenwetsch, H. (2014). *Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung* (5. Auflage). Berlin, Heidel: Springer Vieweg.

Whetten, D. A. (1989). What Constitutes a Theoretical Contribution? *Academy of Management Review*, *14*(4), 490–495.

Willemain, T. R., Smart, C. N. & Schwarz, H. F. (2004). A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories. *International Journal of Forecasting*, *20*(3), 375–387.

Wong, H., Van Oudheusden, D. & Cattrysse, D. (2007). Cost allocation in spare parts inventory pooling. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *43*(4), 370–386.

Yamashina, H. (1989). The service parts control problem. *Engineering Costs and Production Economics*, *16*(3), 195–208.

Yang, X., Moore, P. & Chong, S. K. (2009). Intelligent products: From lifecycle data acquisition to enabling product-related services. *Computers in Industry*, *60*(3), 184–194.

Yin, R. K. (2009). *Case Study Research* (4. Auflage). Los Angeles u.a.: Sage.

Zhang, Y., Jedeck, S., Yang, L. & Bai, L. (2019). Modeling and analysis of the on-demand spare parts supply using additive manufacturing. *Rapid Prototyping Journal*, *25*(3), 473–487.

Zomerdijk, L. G. & De Vries, J. (2003). An organizational perspective on inventory control: Theory and a case study. *International Journal of Production Economics*, *81–82*, 173–183.

Anhang

A.1 Suchstränge und Treffer

Datenbank			(categor* OR cod* OR class*)		(forecast* OR prediction)		(iventor* OR stock* OR provision*)	
			Treffer (jeweils Academic Journals)	Nach Titel und Stichworten	Treffer	Nach Titel und Stichworten	Treffer	Nach Titel und Stichworten
EBSCO Academic Search Complete & Business Source Complete & EconLit	**("spare part*" OR "service part*" OR "maintenance part*" OR "replacement part*")**	AND	250	17	85	24	230	25
Emerald			336	13	176	3	216	5
Science Direct			801	54	768	47	1143	43
Web of Science			481	36	196	8	710	36

Tabelle A - 1: Suchbegriffe und Trefferanzahl (September 2018)

A.2 Untergeordnete Studienfragen

S1:	**Wie und warum bedingen bzw. beeinflussen sich die Wahrnehmung von Informationsdefiziten und die Einschätzung der Effizienz sowie Effektivität von ETM-Prozessen?**
U1:	Welche Probleme im ETM entstehen durch Informationsdefizite?
U2:	Welche Umstände führen zur Entstehung der Defizite und welche Potenziale, diese zu beseitigen, werden gesehen?
U3:	Welche (unterschiedlichen) Kontexte beeinflussen die Wahrnehmung von Informationsdefiziten?
S2:	**Welchen Einfluss nimmt diese Einschätzung wiederum auf die Offenheit und Bereitschaft der Anpassung dieser Prozesse?**
U4:	Wie wirken sich die Probleme und Informationsdefizite auf die Kernprozesse der ETL aus?
U5:	Welche Anreize für die Verbesserung entsprechender Prozesse bestehen von der Managementseite aus? Welche Bereitschaft zur Anpassung liegt vor?
U6:	Welcher Natur sind diese Verbesserungen und wie tragen sie zur Beseitigung der Informationsdefizite bei?
S3:	**Welche Faktoren beeinflussen das Informationsmanagement bei der Umsetzung von Verbesserungen?**
U7:	Welche Faktoren beeinflussen die Realisierung der Verbesserungspotenziale?
U8:	Wie lassen sich die Faktoren systematisieren?
S4:	**Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede lassen sich zwischen Akteuren finden und wie sind diese hinsichtlich der Untersuchungsgegenstände miteinander verbunden?**
U9:	Lassen sich Zusammenhänge zwischen den Akteuren feststellen?
U10:	Welche Spezifika gelten für den Informationsfluss zwischen Kunden und Serviceanbietern sowie intern zwischen den Abteilungen / Organisationseinheiten (v. a. bei den Betreibern)?

Tabelle A - 2: Studien- und Unterfragen

A.3 Den Studien zugrundegelegte Annahmen

Planungsmethoden und deren Wert	Planungsmodelle, -methoden und -ansätze sollten die Entscheidungseffektivität und -effizienz in der ETL verbessern. Der wahrgenommene Wert ist jedoch umso geringer, je komplexer diese sind. Der Wert bzw. Nutzen wird mit dem Aufwand abgewägt. Der tatsächliche Wert lässt sich schwierig ermitteln, weshalb der subjektive Wert in der Praxis präsenter ist.
	Es besteht ein Zusammenhang zwischen Planungsmethoden und der Informationsbeschaffung und -nutzung.
	Der wahrgenommene Wert ist abhängig von dem Input, der wiederum von den zur Durchführung geforderten Informationen abhängt. Der Output des Modells bedingt den Nutzen des Inputs.
	Solange der wahrgenommene Wert geringer ausfällt als der mit der Verbesserung in Verbindung stehende Aufwand, tritt keine Änderung ein. Ein Vorher-Nachher-Vergleich ist schwierig umzusetzen, wenn die Situation nach einer Verbesserung nicht bekannt ist bzw. nicht eingeschätzt werden kann.
	Die Offenheit gegenüber neuen Verfahren der Entscheidungsunterstützung wird davon beeinflusst, ob wissenschaftliche Methoden und Modelle bereits spezifisch verwendet werden. Eine Implementierung von Insellösungen ist unattraktiver, je eher bereits erfolgreich mit ERP-Systemen gearbeitet wird. Generell werden einfache Planungstools im ETM bevorzugt.
	Die wenige praxisorientierte Forschung, die auf eine tatsächliche Umsetzung schließen lässt, hat zur Folge, dass bei Praktikern der Eindruck entsteht, dass die Wissenschaft keinen großen Beitrag im Bereich des ETMs leistet oder nur wenig Forschung vorliegt.
	Der Kernprozess Prognose hat in der Praxis weniger unmittelbare Relevanz für die Planung als in der wissenschaftlichen Literatur.
Verbesserungsanreize	Ein Vorher-Nachher-Vergleich zur Ermittlung des Nutzens aus einer Verbesserung ist einfacher umzusetzen, wenn auf Kennzahlen zurückgegriffen werden kann. Eine monetäre Abbildung wird bevorzugt.
	Anreize zur Verbesserung ergeben sich aus einer schlechten Performance des ETMs. Je umfrangreicher die Performancemessung ist, umso eher entsteht eine Motivation zur Verbesserung.
	Je formalisierter ein ETM bereits aufgebaut ist, umso weniger Anreiz besteht, neue Planungsansätze anzuwenden. Signifikante Verbesserung können schon durch kleine Veränderungen erzielt werden.
	Informationen treten sowohl als Treiber als auch Hemmnis von Verbesserungen im ETM auf. Welche Rolle sie einnehmen, wird an dem wahrgenommenen Potenzial der Informationsbeschaffung festgemacht.
	Infolge der Ähnlichkeit der ETL-Planung bei den Akteuren (im Hinblick auf die Kernprozesse) kommt es zu ähnlich gearteten Problemen, die Ausprägungen und Einflussfaktoren unterscheiden sich aber.

Informationsmanagement im ETM	Je fortgeschrittener das strategische ETM, umso fortgeschrittener ist auch das Management von Informationen.
	Das Management von IBI (und IBD) beim OEM gestaltet sich komplexer als das Management von Instandhaltungsdaten beim Betreiber.
	Die Zufriedenheit mit den derzeitigen Informations- und Kommunikationssystemen tritt als determinierender Faktor sowohl in der Informationsbeschaffung und -analyse als auch bei der Nutzung von ersatzteilspezifischen EUS auf.
	Technologische Weiterentwicklungen hinsichtlich des Monitorings sowie Maßnahmen der Predictive Analytics bieten zwar Vorteile für die Lagerhaltung von Ersatzteilen, der große Effekt auf das ETM bleibt aber aus.
	Automatisierungsbestrebungen und Innovationen sowie Verbesserungen der Entscheidungsunterstützung sind nicht erfolgreich, wenn diese nicht von den Mitarbeitern gestützt werden.
	Der Wert zusätzlicher Informationen zur Entscheidungsunterstützung wird geringer eingeschätzt, wenn Mitarbeiter der Meinung sind, Entscheidungen auch ohne diese treffen zu können.
Implizites Wissen	Erfahrungswissen und Intuition haben trotz der Verbreitung von ERP-Systemen einen signifikanten Anteil am ETM. Das Maß an geforderter Subjektivität beeinflusst die Wahrnehmung des Werts von Innovationen und Verbesserungen, auch von zusätzlichen EUS.
	Implizites Wissen lässt sich umso weniger effektiv anwenden, je umfassender das Ersatzteilsortiment ist und je komplexer die Entscheidungen, die damit einhergehen, sind.
	Qualitätsunterschiede in den Entscheidungen treten in Abhängigkeit von den Entscheidungsträgern und deren Informationsgefälle auf, v. a. hinsichtlich des Zielkonflikts. Involviert sind insb. die Ersatzteildisposition und die Instandhaltung beim Betreiber sowie die Servicetechnik und das Kundenmagement bei den Serviceanbietern.

Tabelle A - 3: Annahmen

A.4 Interviewleitfaden

Exemplarischer Leitfaden für ein Interview mit einem Betreiber:

Block A: Rahmenbedingungen, Kontext und Versorgungsnetzwerk

Allgemeines

1. Wie definieren Sie Ersatzteile bzw. die Ersatzteillogistik?
2. Was sind nach Ihrem Befinden die Besonderheiten des Unternehmens im Hinblick auf die Ersatzteilversorgung (Instandhaltung und Prozesssicherheit)?
3. Wäre die Prozesssicherheit bei einem geringen Servicegrad (bzw. geringer Ersatzteileverfügbarkeit) gefährdet?
4. Wie lässt sich die Lieferantenstruktur bzw. die Beziehung zu den Lieferanten beschreiben? Welche Kanäle werden zum Ersatzteilebezug genutzt und wie hoch ist der jeweilige Anteil? Wie lässt sich die Zusammenarbeit mit den Lieferanten / den OEMs beschreiben?
5. Wie eng verzahnt arbeiten Organisationseinheiten zusammen?
6. Was macht die Lagerhaltung aus?
7. Wie ist die derzeitige Situation zu bewerten?

Allgemeines zum Informationsaustausch

8. Würden Sie diesen Informationsaustausch als effizient sowie effektiv bezeichnen? Bekommen Sie alle Informationen, die Sie benötigen bzw. geben Sie gezielt die Informationen weiter, die an anderer Stelle hilfreich sind?
9. Fördert Ihrer Meinung nach eher eine hierarchische oder eine heterarchische Organisationsstruktur den regen Austausch? Sind noch weiterführende kollaborative Lösungen erforderlich, um diesen Austausch zu fördern?
10. Greifen genutzte Informationssysteme ineinander und lassen sich daher als integriert bezeichnen oder präferieren Sie Insellösungen?
11. Auf welches ERP-System wird zurückgegriffen?

Block B: Prozesse in der Ersatzteillogistik

Allgemeines

1. Welche operativen Entscheidungen zählen Sie zur Ersatzteillogistik (und zur Instandhaltung)?
2. Welche strategischen und taktischen Planungsaufgaben lassen sich in diesem Zusammenhang identifizieren? In welchen Abständen werden hierbei entsprechende Entscheidungen getroffen?
3. Gibt es Serviceverträge? Für wie viele Maschinen / Komponenten / in welchem Verhältnis?
4. Welche Instandhaltungsstrategien werden wann warum angestrebt? Welcher Zusammenhang wird mit der Lagerhaltung der Ersatzteile hergestellt (nur Betreiber)?
5. Inwiefern spielt Condition Monitoring eine Rolle? Welche Sensoren werden wie wo genutzt?
6. Welche Lagerstrategien liegen für Ersatzteile vor? Wie sind diese mit der Instandhaltung verbunden?

7. Wie wird die Ersatzteileverfügbarkeit eingeschätzt (Kennzahl)?
8. Welche Verbesserungspotenziale werden wo gesehen? Welche Schritte müssten hierfür eingeleitet werden?

Entscheidungsunterstützung

9. Werden vom Gefühl her genau die richtigen Entscheidungsunterstützungsmodelle (Modelle/Verfahren/Systemunterstützung) genutzt? Welche sind hierbei zu identifizieren?
10. Werden Ersatzteile prognostiziert? Wenn ja, welche und wie? Würden Sie auch Prognosen abseits von vergangenheitsbasierten Daten nutzen? Sind Sie sich in diesem Zusammenhang über die notwendige Informationsbasis im Klaren?
11. Klassifizieren Sie Ersatzteile? Welche Kategorien / Klassen sind zu identifizieren und welche Auswirkungen haben diese auf das Verfahren mit den Teilen?
12. Sind diese Entscheidungsunterstützungsmodelle ausreichend integriert?
13. Wie könnte der Auswahlprozess dieser Modelle verbessert werden? Was wären konkrete Indikatoren, an denen sich die Auswahl orientieren muss?
14. Treten Hemmnisse auf, welche die Einführung von Neuerungen in der Ersatzteillogistik erschweren?

Block C: Nutzen und Performance

Langfristige Entscheidungen

1. Welche langfristigen Entscheidungen basieren auf konkreten Nutzenüberlegungen und wie sehen diese aus? Gibt es Beispiele?
2. Werden die Geschäftsprozesse in der Ersatzteillogistik häufiger geändert? Wie groß sind diese Veränderungen bzw. wird nach stetiger Verbesserung gestrebt?
3. Gibt es Verfahren, auf die zurückgegriffen werden sollte, sodass es einen Nutzenwert zu ermitteln gibt oder ist das zentralisiert?
4. Wird hierzu auf bestehende Ansätze zurückgegriffen oder basieren Entscheidungen eher auf Erfahrungswerten?
5. Welche Schritte werden im Change Management eingeleitet?
6. Sehen Sie „generische“ und monetäre Nutzenwerte überhaupt als sinnvoll an? Welche Struktur / welche Eigenschaften müssen diese Werte bzw. Nutzwertsysteme aufweisen?

Performance Measurement

7. Werden bereits KPIs in Bezug auf die Instandhaltung und v. a. Ersatzteillogistik genutzt und wie sind diese (wenn vorhanden) ins bestehende Performance-Management-System einzugliedern? Welche sind das?
8. Werden die zur Erfassung der KPIs notwendigen Daten konsequent gepflegt und sind damit immer verfügbar, wenn sie benötigt werden?
9. Wie sinnvoll sehen die Performancemessung in diesem Bereich an?
10. Sollte die Nutzenermittlung mit dem Performance-Measurement-System verbunden werden?

11. Wie wichtig werden nicht-monetäre Kennzahlen im Vergleich zu monetären Kennzahlen gesehen?
12. Würden eher alte Metriken weiter verwendet oder neue angepasst werden?
13. Steigen Anforderungen an die Metriken zur Performance-Messung, steigt auch die Notwendigkeit und die Komplexität der Datenerfassung und -analyse. Kann das bestätigt werden?
14. Werden in diesem Zusammenhang Maßnahmen zur Überprüfung der Daten- und Informationsqualität ergriffen?

Block D: Daten und Informationsgehalt

Datenerfassung

1. Woher bestimmt sich die Datennachfrage, insbesondere an „neuen", bisher nicht erhobenen Daten? Ist es überhaupt notwendig, noch mehr Daten zu erfassen oder eher sinnvoll, erst einmal mehr aus den bereits vorhandenen zu machen?
2. Fehlen häufiger elementare Informationen? Worauf ist dies zurückzuführen und wie ließe sich dies vermeiden / verbessern?
3. Ist abzuschätzen, wie viel Potenzial durch die Nichtbeachtung von Daten verloren geht? Wurden bereits obsolete Daten erfasst, die dann zu unnötigen Operational Costs geführt haben? Wie wurden diese Kosten dann eingeschätzt?
4. Wie würden Sie den Informationsgehalt der Daten (allgemein und speziell) bewerten?
5. Welche Daten zur Unterstützung / Verbesserung der Instandhaltung und Ersatzteillogistik werden erfasst und auf welche (besonderen oder nicht gewöhnlichen) Weisen erfolgt die Erfassung?
6. Ist die Datenversorgung von außen als befriedigend zu beurteilen? Wie steht es um die interne Verarbeitung und Weitergabe?
7. Als wie bedeutend wird weiterhin die manuelle / durch das Personal durchgeführte Informationsverwendung eingeschätzt?
8. Wo liegen noch nicht ergriffene Potenziale, d. h., welche Informationen könnten noch dazu beitragen, ersatzteillogistische Prozesse zu erleichtern / zu verbessern? Was fördert und hemmt die Ergreifung dieser Potenziale?
9. Sollte sich die Datenbeschaffung an bereits vorhandenen Prozessen ausrichten oder anders herum die Prozesse eine gezielte Anpassung erfahren, wenn die Informationsversorgung verbessert wird?

Innovationen

10. Wurden in den letzten Jahren gezielt Innovationen eingesetzt, um die Datenerhebung und Datenanalyse zu vereinfachen?
11. Sind Investitionen in Innovationen jeglicher Art vor allem vom Wettbewerbsdruck abhängig?
12. Lassen sich Technologien als Auslöser für Prozessinnovationen sehen oder lediglich als Begleiterscheinung?
13. Wie kann die Kompensation der dadurch verursachten zusätzlichen Kosten gemessen werden? Was muss eine solche Messung beinhalten?

14. Wo werden Grenzen in den vorhandenen Möglichkeiten gesehen? Wo liegen noch nicht ergriffene Potenziale verborgen? Warum wurden diese bisher noch nicht ergriffen?
15. Werden Benchmarkings durchgeführt? Ist klar, auf welcher Entwicklungsstufe sich die Firmen gerade befinden?

Quantität und Qualität

16. Welche Maßnahmen werden zur Überprüfung der Daten- und Informationsqualität ergriffen?

Block E: Erfahrungs- und Expertenwissen

1. Welchen Stellenwert messen Sie Erfahrungs- und Expertenwissen bei und in welchem Umfang wird dieses im Rahmen der angesprochenen Planungsprozesse angewandt?
2. Wie wichtig wird Erfahrungs- und Expertenwissen im Gegensatz zur formalen / systemischen Entscheidungsunterstützung eingeschätzt?
3. Bewerten Sie bitte die folgende Aussage: Der Nutzen von Informationen sollte sich kontinuierlich auch daran bestimmen, ob Expertenwissen zu gleichen oder besseren Ergebnissen führt. Hierzu sollte die Effektivität der Expertenentscheidungen bewertet werden.
4. Steht dieses Wissen in unbedingtem Gegensatz zur Informationsbeschaffung oder wird es eher als ergänzend gesehen?
5. Sind den Mitarbeitern, welche die Entscheidungen (operativ) ausführen, die Zusammenhänge zwischen Entscheidungsebenen klar?
6. Denken Sie, dass Management Judgment unmittelbar in die Entscheidungsunterstützungsmodelle eingebunden werden sollte? Wie könnte dies aussehen?
7. Wie bedeutend wird der Wissenstransfer von erfahrenen Mitarbeitern im Unternehmen eingeschätzt und was wird dafür getan, diesen zu fördern?
8. Wird die Bedeutung von Expertenwissen wegen der Potenziale und der Komplexität von Informationen bzw. IT-Systemen abnehmen?
9. Sollte Subjektivität bei der Performance- und Nutzen-Messung um jeden Preis vermieden werden? Kann diese nicht auch hilfreich sein?
10. Wird etwas gegen die Entstehung so genannter Wissenssilos getan?

A.5 Transkriptionsregeln

1. Es erfolgt eine wörtliche Transkription ohne Lautsprache. Zusammenfassungen werden nur dann akzeptiert, wenn dies der Anonymisierung der Inhalte dient und den eigentlichen Inhalt nicht verfremdet oder verkürzt. Es wird nicht interpretiert.
2. Wortverschleifungen in Kombination mit „es“ (z. B. „wird’s“, „hat’s“ usw.) werden beibehalten, alle anderen werden möglichst ausgeschrieben.
3. Satzformen werden beibehalten, auch wenn Sie grammatikalisch keine Sätze darstellen. Satzpunkte werden gesetzt, wenn der Inhalt und / oder die Aussprache des Interviewten dies impliziert. Somit können auch einzelne Wörter Sätze sein.
4. Wortdopplungen werden nur dann aufgenommen, wenn der Interviewte dies zur Verstärkung seiner Aussage nutzte. Kleine Versprecher innerhalb eines Satzes werden nicht transkribiert.
5. Halbsätze und abgebrochene Aussagen werden transkribiert und mit einem „/“ verdeutlicht.
6. Überlappungen werden durch „ ┗“ und „┛ “ gekennzeichnet.
7. Ist ein Zusammenhang noch nicht beendet, wird eher ein Komma als ein Punkt gesetzt. Punkte werden nichtsdestotrotz immer dann gesetzt, wenn der Interviewte seine Stimme senkt.
8. Erkennbare bzw. hörbare (Denk-)Pausen bis 5 Sekunden werden durch (…) gekennzeichnet. Ab 5 Sekunden wird die genaue Zeitangabe und bei besonders langen Pausen ein Grund hinzugefügt.
9. „\mhm“ wird dann aufgenommen, wenn dies Teil der Antwort (oder die alleinige Antwort) darstellt. Sollte aus dem Kontext nicht herzuleiten sein, wie diese Reaktion zu interpretieren ist, wird ein (bejahend) oder (verneinend) hinzugefügt. Kurzes Lachen wird durch „@.@“ gekennzeichnet, ein längeres Lachen durch „((lacht))“.
10. Sollten Interviewer oder Interviewte Wörter besonders betonen, wird dies durch Großschreibung kenntlich gemacht.
11. Der Interviewer wird im Transkript immer durch „I:“ gekennzeichnet, die Interviewten durch ein jeweiliges Kürzel. Nach einer Aussage / einem Absatz folgt eine Leerzeile. Hinter jeder Aussage / jedem Absatz steht die Zeitmarke, welche mit einem # eingeleitet wird.

12. Emotionale Äußerungen werden nicht transkribiert. Zwischenäußerungen des Interviewenden, die den Interviewten lediglich verdeutlichen, dass ihren Aussagen gedanklich gefolgt wird, werden nicht transkribiert, es sei denn, eine Aussage des Interviewten kommt so zum Abschluss.
13. Unverständliche Wörter erhalten ein „(unv.)“. Sollten längere Passagen undeutlich sein, wird ein Grund in Klammern ergänzt. Sollte es sich um eine Schätzung einer Aussage / eines Wortes handelt, wird das Wort in eckige Klammern gesetzt.
14. Ersetzungen und Auslassungen, die der Anonymisierung dienen, werden ebenfalls in eckige Klammern gesetzt.
15. Sollten Explikationen zum Verständnis notwendig sein, werden diese in Klammern und mit kursiver Schrift (Zusatz *Anm.:*) ergänzt.
16. Zahlen ab zwölf werden als Ziffer geschrieben. Zahlen von eins bis zwölf werden dann als Ziffer geschrieben, wenn sich dies aus dem Inhalt ergibt (feste Konventionen, z. B. Systemname OS/2).
17. Es wird keine wörtliche Rede verwendet. Sollten Aussagen innerhalb einer Aussage kenntlich gemacht werden, wird dies durch ein „:“ verdeutlicht.
18. Allgemein gelten die Regeln der deutschen Rechtschreibung, es sei denn, die Aussagen des Interviewten schließen dies aus (z. B. mal statt einmal).
19. Die Dateinamen ergeben sich aus der Reihenfolge der aufgezeichneten Interviews und werden durch eine fortlaufende Nummerierung ausgedrückt.

A.6 Kodierschemata

A.6.1 Verbildlichte Darstellung des Kodierschemas aus Zyklus Z1

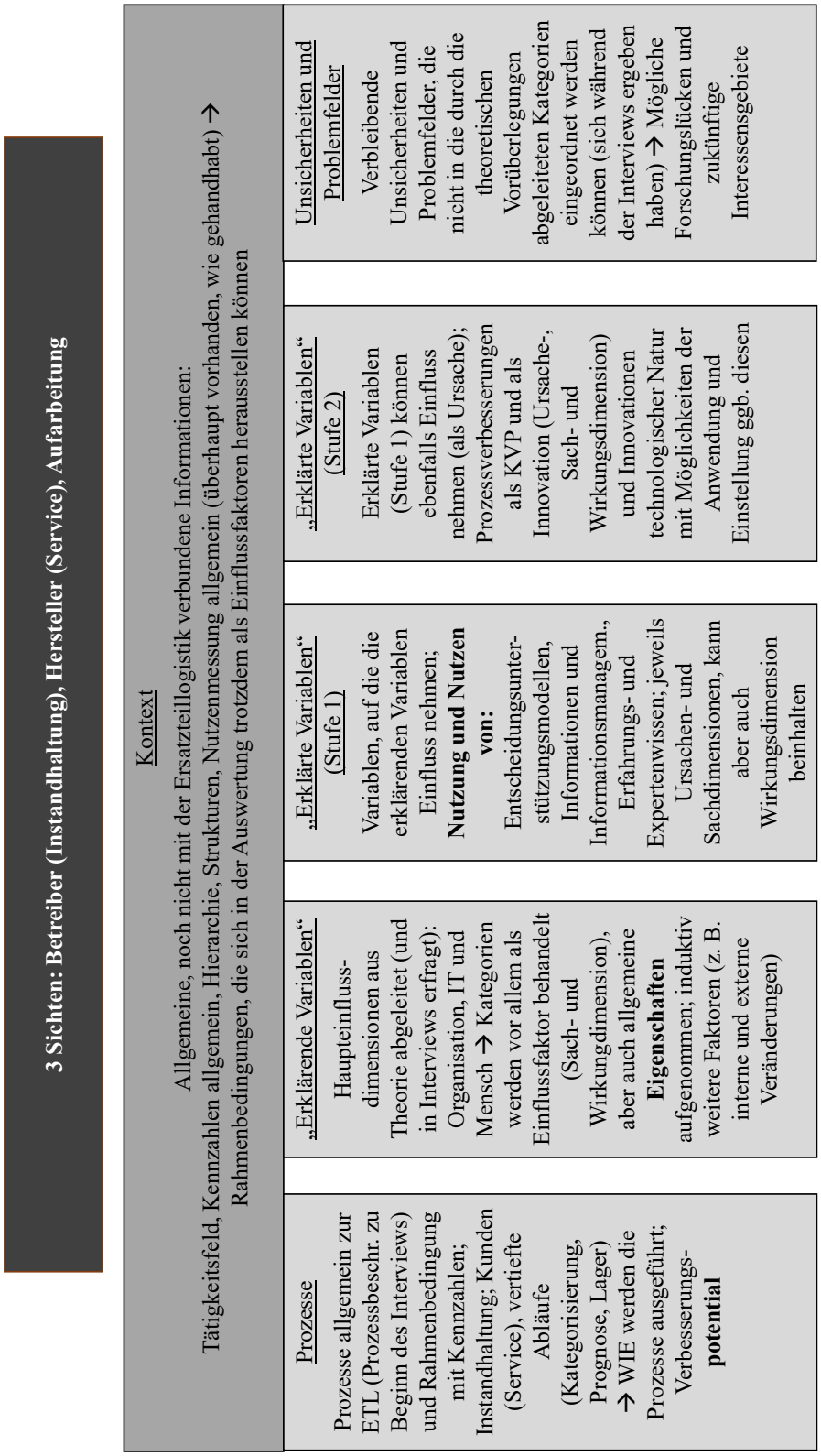

Abbildung A - 1: Kodierschema Zyklus Z1

A.6.2 Kodierschema aus Zyklus Z2

Informationen & Verbesserung				
	Informationsmangel als Trigger			
		Ausgelesene Sensordaten		
			Auswertung	
		Kunde		
			Umsätze	
			Wartungspläne	
				Wirkung
			Wer ist Kunde?	
				Wirkung
		Anlagenpark		
		Liefertermin		
			Wirkung	
		Vorgehen Schwesterfirmen		
			Wirkung	
		Ausfallwahrscheinlichkeit		
			Sach	
			Wirkung	
		Risiko		
			Sach	
			Wirkung	
		Informationen zum Kunden		
			Sach	
		Ursache für Prozessstillstände		
			Wirkung	
		Ungeplante Instandhaltung		
			Sach	
			Wirkung	
		Einschätzung Ersatzteileverfügbarkeit		
			Ursache	
			Sach	
			Wirkung	
		Fehlende Inf. zum Lieferanten		
			Ursache	
			Wirkung	
		Ersatzteilspezifische Informationen		
			Wiederbeschaffungszeiten	
			Stammdaten	
			Praktikable Lösung	
			Lifetime	
			Ursache	
				Organisationsstrukturen
			Wirkung	

				Ersatzteilempfehlungslisten unvollständig	
				Strategie für Phase-out fehlt	
				Kategorisierung fehlt	
					Wirkung
		Kennzahlen			
			Gegenbeispiel		
			Ursache		
			Wirkung		
		Allgemeine Ursachen			
			Informationen nicht erfasst		
			Prozessintegration		
			Zusammenarbeit mit dem Lieferanten		
			Kapazität		
			Tätigkeitsfeld		
			Schlechte Systemintegration		
			Erfassungsziel nicht klar		
			Organisatorische Veränderungen		
			Veraltete Prozesse		
			Veränderungswille als Grund für Bewusstwerden		
			Falsche Ziele?		
	Weitere Trigger				
		Wirtschaftlichkeit			
		Geschäftsleitung			
		Lieferpünktlichkeit			
		Kennzahlen			
		Benchmarks			
		Lagerbestandsreduzierung			
		Kunden			
		Lieferantenmacht			
		Zusammenarbeit mit Hochschulen			
		Umstände des Unternehmens			
		Innovationsdruck			
		Veralterung / Phase-out			
		Neues Software-Tool			
		Umzug			
	Angestrebte Verbesserungen				
		Kundendaten			
			Lebensakte		
			Empfehlungspaket		
			Termine		
			Auftrag		
		Bessere Kategorisierung			
		Verbesserung Kommunikation mit dem Lieferanten			

		Bessere Kennzahlen	
		Nutzung von Instandhaltungsplänen und Terminen	
			Wirkung
		Einschätzung Kritikalität	
			Wirkung
		Umsetzungshemmnisse	
			Kosten
			Kundenstruktur
			Organisationsstrukturen
			Systeme
			Veralterung
			Nutzen
			Führungsstrukturen
			Befürchtungen
			Mitarbeiter
			Bewusstsein
			Zeit
			Aufwand
			Ziele
		Systeme zur Verbesserung der Datengrundlage	
		Verbesserung Kommunikation mit Instandhaltung	
			systemisch / Pflichtfelder
		Teilautomatisierung	
		Bessere Prognose	
			Voraussetzung
			Sensoren
			Simulation
		Prozessanpassung	
	Sonstige Änderungen		
		Ursache	
		Sach	
	Umstände der Umsetzung		
		Digitalisierung	
		Mitarbeiter & Kapazität	
		Pflichtfelder	
		ERP-System	
		Integration (Standorte)	
		Change Management	
		Prozessklarheit	
		Nutzen für IT	
		Nutzen generell	
Prozesse: Modelle, Erfahrung & Experten			
	Entscheidungsunterstützung		
		Statik	
		Wertschöpfung	

		Motivation für Nutzung?		
		Anpassung für Ersatzteile		
		Offenheit		
	Knowledge			
		Experience		
			Reparatur	
			Klassifizierung	
			Kritikalität	
			Grenzen für Predictive Maintenance	
			Kennzahlen (Zusammenhänge)	
			Disposition	
			Prognose	
			Nachverfolgung Falschlieferung	
			Lagerhaltige Ersatzteile	
				Beim Kunden
			Innovationen	
			End of Life	
			Lieferanten	
			Mengen	
			Auswertungen (strategisch)	
			Erstbeschaffungen	
				Liste Hersteller
			Nutzenbetrachtung	
		Experten		
			negativ: schlechte Erfahrung	
			negativ: Befürchtungen	
			negativ: Nachprüfbarkeit	
			Innovationen	
			Herausbildung	
			positiv: Etablierung Modell	
			positiv: technisch / Instandhaltung	
			negativ: Kommunikation mit OEM	
			Fachwissen	
			Bestellung	
			Weitergabe des Wissens	
			negativ: Reorder-Point	
	Zusammenspiel			
		Kritikalität		
		Wartungsplanung		
		Bestände		
		Voraussetzungen		
		Kategorisierung		
		Prognose		
		Allgemein		

		Lieferanten	
	Determinanten		
		Umfang der Entscheidung	
		Kundenstruktur	
		Prozessstandards	
		Firmenstruktur	
		Planung beim Kunden	
		Wissen	
		Altersstruktur Mitarbeiter	
		Mehrere Standorte	
		Angebot am Markt (Systeme)	
		Nutzen	
		Systeme & Tools	
		Planende Mitarbeiter	
		Informationsaustausch	
			Prozessdenken
		Datenmanagement	
		Instandhaltung	
		Firmenphilosophie & Unternehmenskultur	
		Beziehung zum Lieferanten	
		Mutterhäuser	
		Teilesortiment	
	Entscheidungen		
		Disposition	
		Instandhaltungsstrategie	
		Final Order	
		Prognose	
		Kategorisierung	
		Festlegung Mengen	
		Erstbeschaffungen	
			Ersatzteilliste Hersteller
		Lieferanten	
		Nutzenbetrachtung	

Tabelle A - 4: Kodierschema Zyklus Z2

A.7 Auszüge aus den Interviewtranskripten

A.7.1 Betreiber

Betreiber B1

Passage B1.1
B1I: Da fällt mir ein, eine kleine (*Anm.: Kategorisierung*) haben wir schon gemacht. Also wir haben zum Beispiel eine Kategorie Verbrauchsmaterialien. Also wir haben alles, was so niedrigeren Wert hat, haben wir komplett aus unserer Lagerbestandsführung heraus genommen. Dort betreiben wir das Lager halt im Moment über ein Kanban-Prinzip.

Passage B1.2
I: […] Haben Sie die (*Anm.: Ersatzteile*) eingeteilt nach bestimmten Kategorien?
B1I: Überhaupt nicht, das ist unser Problem. Das wurde auch total verpasst oder es wurde nicht konsequent umgesetzt. Also es waren immer mal Ansätze da, die wurden aber nicht konsequent weiterverfolgt.

Passage B1.3
B1I: Also für uns ist / Vielleicht so als Hintergrund, die Zuordnung zum Einkauf ist jetzt erst vor zweieinhalb Jahren erfolgt, dass der Einkauf das Ersatzteillager übernommen hat. Und mit der Übernahme damals, war auch eine Diplomarbeit damit verbunden, sind uns halt viele Schwachstellen aufgefallen, dass wir halt weder wissen, warum wir bestimmte Ersatzteile vorhalten / Also uns fehlt vor allem der ganze Datenhintergrund und das wurde auch total verpasst mit aufzunehmen, also an Informationen, für welche Maschinen sind welche Ersatzteile im Lager. Also wir haben ein riesiges Ersatzteilelager, wissen aber, sobald das Teil eingestockt ist, also bei uns Bestand ist, nicht mehr, für welche Maschine das irgendwann mal eingekauft wurde.

Passage B1.4
B1I: Also wir hatten gerade am Anfang, wo wir diesen Prozess übernommen haben vom Ersatzteil(unv.), haben wir auch viele Prozesse neu etabliert, einfach, um eine größere Prozesssicherheit zu erreichen. Also wir haben dann / Zum Beispiel vorher konnte jeder den Safety Stock und Reorder-Punkt einfach auf Zuruf ändern, also man ist einfach dorthin gegangen zum Lager und hat gesagt: mach jetzt mal sechs. Wo ich gesagt hab: Das geht gar nicht, es muss sich ja irgendwie jemand sich vorher angucken. Und da haben wir auch ein Formblatt installiert, wo wir dann auch sagen, das muss mal jemand gegenzeichnen und auch vom Einkauf einfach nochmal prüfen: Ist das jetzt gerechtfertigt oder war jetzt der Mangel halt aus einem einmaligen Hintergrund irgendwo entstanden?

Passage B1.5
B1I: Also wir wollen dort auf jeden Fall weiter gehen. Also im Moment ist es (*Anm.: das Aus- und Einfassen von Ersatzteilen*) sehr manuelllastig und jetzt beim Umzug wollen wir es erstmal noch nicht umstellen, aber unser Ziel ist dann langfristig wirklich schon, dass es über Scannersysteme mit Barcodesystem ist, dass man halt auch dort eine bessere Überwachung kriegt, dass man da wirklich auch diese Zusammenhänge nach und nach besser zusammen bekommt.

Passage B1.6
B1I: Um was es uns jetzt erstmal geht, dass wir jetzt eigentlich erstmal hinbekommen, dass wir die Maschinen wissen, dass wir die Maschinennummern, also dann auch mehr die verwandten Teilenummern stärker erfassen, um dort halt auch flexibler zu werden, weil wir halt / Unser Hauptproblem ist, dass wir manchmal halt uns bei der Lieferantenauswahl sehr schwer tun und auch von vielen Lieferanten nicht das komplette Sortiment kennen. Wissen. Also, dass wir jetzt sagen, ein Schwerpunkt soll sein, wir kriegen eine Datenbank bei uns hin, dass wir mehr Informationen vom Lieferanten sammeln, dass wir der ihr Portfolio besser einschätzen können und andererseits, dass wir halt

auch unsere Ersatzteile mehr Grundwissen dafür haben: Sind es hydraulische Teile, elektrische Teile? Also ganz klare Spezifizierung, weil das hilft dann wieder bei der Lieferantenauswahl.

Passage B1.7
B1I: Nein, SAP haben wir abgewählt. Also wir haben uns letztes Jahr mit einem neuen / Also wir müssen unser System erneuern, weil der Support ist abgelaufen und wir werden mit JD Edwards weiterarbeiten, werden aber auf die neueste Version wechseln und erhoffen uns da eigentlich schon neue Potenziale, an die wir uns dann auch so Stück für Stück rantasten werden. Also Ziel ist es, das System nächstes Jahr einzuführen, also auch erstmal eins zu eins zum jetzigen einzuführen, und danach auch die neuen / Also da gibt es auch bessere Module oder noch bessere Auswertungsmöglichkeiten, Lagerbetreuungsmöglichkeiten, also dass man da auch mehr Kennzahlen, Zahlen, die einem helfen, das Lager zu steuern, mit hinterlegen kann, aber da wollen wir uns dann Stück für Stück herantasten.

Passage B1.8
B1I: Ja dort (*Anm.: bei der Ersatzteilprognose*) sind wir ja eigentlich noch so in den Kinderschuhen. Also unser grobes Ziel ist, dass wir eigentlich wissen wollen, in welcher Maschine welches Ersatzteil benötigt wird, dass wir dann die Informationen eigentlich von unserer PC-Abteilung haben, wie oft die Maschinen laufen und anhand dieser Laufzeiten könnte man ja dann auch ungefähr eine Ersatzteilprognose geben, wenn man dann halt weiß, welche Haltbarkeiten. Also meistens gibt ja der Lieferant so ungefähr so und so viele Stunden oder so kann so eine Maschine oder so ein Teil laufen. Das ist unser Ziel, dafür brauchen wir aber ein gutes Datenmanagementsystem. Und das steckt zurzeit halt auch noch in den Kinderschuhen. @(.)@

Passage B1.9
B1I: Na wir sind gewachsen, wir sind jetzt auch mehr Mitarbeiter. Und ich hab auch gezielt Mitarbeiter halt gesucht, also, die / Also einerseits die Diplomarbeit, die ich damals betreut hab, wo sich wirklich ein Logistiker mit diesen ganzen Themen beschäftigt hat und seine Arbeit dazu geschrieben hat. Parallel dazu habe ich einen Ingenieur eingestellt, der einfach auch technische Betrachtungen durchführen kann, also, dass auch mehr technischer Einkauf erfolgen kann. Und dann hab ich halt noch jemanden, der halt schon immer mit dabei ist und eigentlich auch durch die vorherige Abteilungsstruktur auch mehr ausgebremst wurde, wo schon viele Fragen hoch gekommen sind, aber die nicht weiter bearbeitet wurden. Also die Themen waren nicht unbekannt, also wir haben auch nicht unbedingt neue Themen aufgeworfen. Die Themen waren schon bekannt, aber wurden halt nicht angegangen oder auch bearbeitet.

Betreiber B2

Passage B2.1
B2I3: Also die Grobklassifizierung erstmal, bevor wir auf diese Normteile gehen, sind natürlich: Ist es ein Verschleißteil oder ist es ein Ersatzteil? Verschleißt das regelmäßig, dann sehe ich das auch am Verbrauch und wenn das nur Ersatzteil ist, was halt nur / was halt nicht planbar ist, dann habe ich das Ersatzteil und da weiß ich schon, das sind meistens die preisintensiveren Teile und dann haben wir natürlich / versuchen wir natürlich, die auch gleich so im System zu pflegen, dass das ein preisintensives Teil ist. Also da gibt es ABC-Analysen, wo dann halt geschaut wird: Kapitalbindung von diesen 20 Teilen macht 80 Prozent [Kosten] aus, und da sehe ich das sofort im System, dass das jetzt ein preisintensives Teil ist.

Passage B2.2

B2I1: Es gibt Focus-Parts, sei es durch End of Life oder durch andere Themen, das wird gepflegt, ja, in SAP.

I: Im SAP nutzen Sie das, okay.

B2I1: Da stehen uns verschiede Möglichkeiten zur Verfügung.

I: Und dass Sie selber dort Anregungen geben, wie sich die Kritikalität bestimmt von Ihnen aus, dass das immer / das eher nicht?

B2I1: Nein.

B2I2: [Bereich.]

B2I1: Auch nicht. Entweder, du kriegst es aus der Erfahrung mit, oder es ist eher so, dass ein Lieferant schlecht performt und dann trifft man entsprechende Maßnahmen […].

Passage B2.3

B2I3: Das ist ja genau der Punkt, wo wir sagen, das Risiko würde man schon gern mal bewerten, wie wenn man da die Zahl mal nach unten nimmt, was das da / Aktuell kann man das nur bewerten, was das vielleicht für eine Kapitalbindungsreduzierung hervorwirkt, aber wir wissen nicht / ⌞

B2I2: Der Gegenwert fehlt.

B2I3: Der Gegenwert ist da halt ⌟ das Problem, genau.

Passage B2.4

B2I1: Auch Lifetime-Tracking, das ist auch etwas, das noch nicht im SAP ist. Wo man sagt, der Heater oder der Chuck hat eine bestimmte Lifetime. Wenn ich das eben weiß, kann ich ja letztendlich auch Ableitungen treffen. Und das sind die Dinge, wo man wirklich noch Zeit brauchen wird, erst einmal alle Daten zu erheben, weil ich denke, das Modell ist dann das Schnellste. Da haben wir letztendlich auch Partner. Aber erstmal geht es darum, die Daten zu erheben und möglichst alles im SAP zu haben, weil das ist unsere Wunschvorstellung. Wir arbeiten sehr gerne und sehr gut mit SAP und dort kann man einfach jegliche Themen abbilden.

Passage B2.5

B2I2: Wie es [B2I1] schon sagte, wenn es um die Lifetime-Cycles von Teilen geht, dass ich natürlich den Teileloop reduzieren kann, wenn ich genau weiß, wie lange so ein Teil hält. Dass ich immer genau weiß, WO welches Teil eingebaut war in welche Maschine, dass ich damit Rückschlüsse ziehen kann, wenn vielleicht Prozessunterschiede auf den Maschinen sind, dass die ein wie auch immer gearteten Einfluss auf die Lifetime haben, all solche Dinge. Und das haben wir uns im Vorhinein angeschaut. Was wollen wir für Daten haben? Was wollen wir mit diesen Daten machen? Und daraus das Konzept, was muss ins SAP implementiert werden, damit ich diese Daten bereitgestellt bekomme?

I: Okay, gut. (...) Ist diese Entscheidung, die getroffen wird, eher hierarchisch oder heterarchisch? Also ist das top down vorgegeben oder entscheiden Sie das gemeinsam?

B2I2: Definitiv. Materialmanagement und wir haben eine mittlerweile gut funktionierende Maintenance-Community über die Bereiche hinweg und solche Themen werden dort vorgestellt, diskutiert und zum Beschluss gebracht.

I: Und Sie würden dadurch auch sagen, dass eine heterarchische Struktur / ⌞

B2I2: In jedem Fall.

I: Zielführender ist ⌟, okay. (...)

B2I2: Es gibt Dinge, wo man einfach hierarchisch sagt: So ist es. Die wird es immer geben. Aber gerade, wenn es um solche Innovationsthemen geht, dann ist die Kraft viel größer, wenn ich so vorgehe.

Passage B2.6
B2I3: Naja, das ist halt der Punkt. Wenn wir die Möglichkeit haben, die geplanten Maintenance-Maßnahmen in ein Modell zu bringen und daraus halt zu ermitteln, dass man einen Planbedarf im System dadurch erzeugt, weil ich genau / Es wird eine Zeit festgelegt, wann diese Maßnahme stattfindet und da kann ich natürlich auch dem System sagen: wenn diese Maßnahme da stattfinden soll, dann soll möglichst zu dem Zeitpunkt auch die und die Ersatzteile in der Menge da sein. Dann wäre das jetzt so der Punkt, wo man vielleicht mit einem Modell arbeiten könnte. Wo man sagt, man bringt die geplanten Bedarfe, die man weiß aufgrund dieser Maßnahme, die stattfindet, ins System, dann habe ich die Möglichkeit, die Bestände vielleicht noch zu reduzieren. Weil aktuell liegen die Bestände da, weil ich brauche zu der Maßnahme die Menge, aber die liegen schon viel länger da, bevor die Maßnahme stattfindet. Da kann ich natürlich die Bestellzyklen nicht nach hinten schieben, weil man weiß, man braucht es eigentlich erst später.

Passage B2.7
B2I1: Wir lösen das letztendlich über eine wirklich enge Zusammenarbeit letztendlich mit Universitäten, mit verschiedensten Hochschulen, mit externen Partnern, ob das jetzt [Institut X] ist oder so, um eigentlich genau das zu tun. Wir haben einen Innovationsbereich, der wirklich eine Dienststelle, die nichts anderes macht, als sich um Innovationen zu kümmern. Wir haben direkt jetzt wieder eine Veranstaltung standortübergreifend, wo auch der Vorstand kommt, wo es nur um Innovationen geht. Also da haben WIR sag ich mal nicht die Bedenken, dass wir uns festfahren. Das ist dann eher, dass man alles bewältigen kann.

Passage B2.8
B2I1: Im Bereich der Prognose nein, das hoffen sich die Hersteller oft von uns, dass wir die Prognosen abgeben.

B2I2: Dünnes Feld. ((lacht))

B2I1: Ja, das hatten wir jetzt erst wieder, wo wir sagen, wir würden eigentlich eher auf die Prognose hoffen, weil ja der Hersteller weltweit vertreibt und eigentlich ein viel besseres System hat.

B2I2: Der OEM sollte einen viel höheren Durchblick haben aufgrund einer viel besseren Datenlage als wir als einzelner Punkt.

B2I1: Aber darauf können wir nicht zugreifen.

Passage B2.9
B2I3: Das kann ja letztendlich nur Hand in Hand funktionieren, weil der Instandhalter hat eine andere Zielvorgabe, der hat eine 100 Prozent Verfügbarkeit der Anlagen und hier haben wir natürlich die Zielvorgabe, die Kapitalbindung im Blick zu haben. Und in dem Moment, wo der einen Bedarf anmeldet, hat der vielleicht noch gar nicht die Kosten, die dadurch entstehen, im Blick, weil der vielleicht auch gar nicht weiß, wie viel das ist. Und da sind wir natürlich im engen Kontakt und sagen: Hier sind wir an einem Punkt, wo der Verbrauch, den du uns vorgibst, das vielleicht nicht rechtfertigen lässt. Da ist man natürlich immer in Diskussion: Wollen wir nicht den alternativen Beschaffungsweg der Emergency Order in dem Fall nutzen? Also da gibt es auch verschiedene Wege, dass man die Kapitalbindung im Rahmen hält.

Passage B2.10
B2I1: Beispielsweise, wir hatten jetzt einen Change Request, der spielt sich im SAP ab. Wir haben ja für ein Material im besten Fall mehrere Lieferanten mit unterschiedlichen Preisen. Damit habe ich eine höhere Versorgungssicherheit, weil ich kann ausweichen, wenn einer nicht performt und ich habe natürlich immer das Thema Kostenvergleich. Und wir arbeiten natürlich auch mit Regellieferanten, das heißt, wir pflegen den Lieferanten, den wir aktuell nutzen, um in Materialkrisen auf Knopfdruck sagen zu können: die Materialien sind dann betroffen. So, und jetzt ist ein Change Request im SAP, da ist praktisch ist es so, dass wenn man einen Regellieferanten pflegt, zeigt es den nur als Bezugsquelle an. Also der SAP / der Auftrag als solches bietet erstmal nur die eine Quelle,

wir wollen aber alle sehen. Und dann macht man eine Abschätzung: Was habe ich davon, wenn ich alle Quellen sehe, den Kostencheck machen kann?

Passage B2.11
B2I3: Dann sind wir wieder an dem Punkt: Wie bekommen wir das standardisiert, über alle Standorte die gleiche Daten? Und dann haben wir wieder diesen Change Request, der natürlich dann / Bei einem Change Request ist es mittlerweile so, dass halt schon gefragt wird: Wenn, dann machen wir das an allen Standorten, aus dem Grund keine Insellösung. Sondern es wird dann schon versucht, dass es halt auch eine standardisierte Lösung ist, damit wir genau das vermeiden, dass wir an einzelnen Standorten Insellösungen generieren. Alles, was im SAP gemacht wird, sollte auch weltweit für das SAP dann auch gängig sein.

Passage B2.12
B2I2: In der Mehrheit gab es irgendwelche In-House-Lösungen für irgendwelche Checklisten, Trackingsysteme und dergleichen. Wir arbeiten in der Instandhaltung, auch in der Linie mittlerweile papierlos, bis auf die Kits, da gibt es noch eine Kit-Liste da drin. Ansonsten, wenn eine geplante Instandhaltungsmaßnahme durchgeführt wird, hat der Instandhalter halt einen Laptop dabei, es gibt eine Checkliste, wo er dann die Punkte abarbeitet. Erstmal die Punkte bekommt, die er machen muss und die er dann auch abhakt, wenn er sie erledigt hat und dort sind wir zum Beispiel nicht standardisiert über die gesamte Instandhaltung. Ist mir aber jetzt ich will nicht sagen unwichtig, aber ist jetzt auch nicht lebensnotwendig. Wichtig ist, dass die Methodik stimmt, dass die Funktionalität da ist. Also, dass jeder Instandhalter weiß, WAS er zu tun hat, und dass ich im Nachgang auch nochmal sehen kann: Hat er wirklich alle Punkte der Instandhaltungsmaßnahme erledigt oder nicht. Wo wir zum Beispiel wieder standardisiert sind, egal, was für ein System ich für diese Checklisten nutze. Wir haben jetzt den Fall, dass wir sagen, wenn die Checkliste nicht zu 100 Prozent ausgefüllt ist, gibt's einen direkten Link zur Maschine. So lange nicht der letzte Haken gesetzt ist, kann ich die Maschine nicht produktiv setzen, geht einfach nicht, ist verriegelt softwaretechnisch. Und das ist mir wichtiger dann. Natürlich wäre es schön, wenn alle immer überall dasselbe nutzen würden, auch wenn mal ein Instandhalter wechselt von einen in den anderen Bereich, würde er alles gleich sehen und dem ist halt nicht so. Aber ich denke, dass ist in einem Maße, mit dem man leben kann.

Betreiber B3

Passage B3.1
B3I: Wie gesagt, für die / XYZ ist in dem Sinne vorhanden, klar, [auf] sporadische Teile bezogen, saisonale Schwankungen haben wir eher nicht, aber den Standardfall. Also sprich den normalen Bedarf, der täglich gleich bleibend ist, den gibt es auch und der wird entsprechend dann nach den Teilen wird auch eine Klassifizierung / Also es gibt ABC und XY oder XZ in dem Fall kann man fast sagen. Diese Analyse existiert, ja.

Passage B3.2
B3I: Das liegt dann eher weniger an den Ersatzteilen. Ich sag mal, diese Analyse in dem Sinne ist glaub ich noch nicht gemacht worden: wie hoch der Anteil an Verfügbarkeitsverlust durch Nichtvorhandensein von Ersatzteilen / auf Nichtvorhandensein von Ersatzteilen zurückzuführen ist. Eine Anlage kann auch sag ich jetzt mal rausgehen, weil der Prozess halt schlecht ist, der Produktionsprozess. Und das muss ja nicht mit den Ersatzteilen im Zusammenhang stehen, das kann ja durchaus auch die Anlage selbst sein und dann ist natürlich die Verfügbarkeit der Anlage trotzdem schlecht, obwohl die Ersatzteile nicht dran Schuld sind. Also wie gesagt, das ist auch wieder relativ schwierig, DAS genau zu identifizieren: Wie hoch ist der Anteil an der Verfügbarkeit durch Nichtvorhandensein von Ersatzteilen?

I: Aber ließe sich das nicht erfassen? Könnte man das nicht zurückführen, wenn eine Anlage down geht und die Downtime / Ich könnte mir vorstellen, das könnte man erfassen: Das liegt jetzt daran, dass das Ersatzteil einfach nicht da ist oder die Lieferzeit da jetzt lang ist oder das lag jetzt auf Lager /

B3I: Ja, das könnte man theoretisch machen, ja, wenn man jetzt wirklich die Zeit genau identifiziert und sagt: So, die Anlage bleibt jetzt down, weil das Teil nicht da ist und dann, wenn die Anlage wieder in Produktion geht, habe ich den Zeitstempel. Klar, man könnte daraufhin eine Auswertung vornehmen, es ist theoretisch möglich. Aber es ist bislang noch nicht so umgesetzt worden / praktiziert worden an der Stelle.

Passage B3.3

B3I: Naja, ich sag mal gerade solche Kennzahlen OEE (*Anm.: Overall Equipment Effectiveness*), Verfügbarkeiten spielen eine sehr große Rolle und werden auch regelmäßig erfasst. Es gibt auch dazu Meetings, die durchgeführt werden, wo dann auch Maßnahmen eingeleitet werden zur Verbesserung, wenn entsprechend Probleme bestehen. Und Equipment-Ingenieure werden natürlich dann auch nach den Daten gemessen, das heißt, sie sind daran interessiert, ihre Overall Equipment [Effectiveness] beispielsweise zu verbessern, weil es eben auch in ihren Zielen steht. Also insofern gibt es dort schon auch Ansätze des Performance Measurements. Sicherlich könnte man, wenn man ein System hätte, was gleich auch die Ursache mit aufzeigen würde, und dann eben auch nicht, dass man noch ewig recherchieren muss, warum ist denn jetzt meine Verfügbarkeit schlecht, zum Beispiel, dass man dann gleich auch schon ein System an der Hand hat, das auch gleich zeigen könnte: Ja, das ist dort auch ein integratives System zu haben, wäre ganz sinnvoll. Das ist momentan auch noch nicht da.

Passage B3.4

B3I: Nein, es gibt dort keine konkrete Vorgabe, wie sie (*Anm.: die Leiter der Module*) es machen. Das ist / Ich hab es mal selber in einem Modul gemacht, ich hatte meine eigenen Modelle da entwickelt und es war zwar alles excelbasiert. Durchaus gibt es da auch Potenzial, dass man dort Software irgendwie zur Verfügung stellt, um die Planungsmöglichkeiten zu verbessern. Allerdings halte ich das für schwierig, weil eben die Anforderungen sehr verschieden sind, also sehr heterogen sind. Also insofern ist das schon sag ich mal dort schon das erste Potenzial zu finden, dass man dort die Planung wesentlich erleichtert, aber die / also in der Problematik her ist es von den Anforderungen, von den unterschiedlichen Anforderungen kaum zu bewältigen aus meiner Sicht. Schon alleine in der einen Firma schon, um alles auf einen Tisch zu bekommen.

Betreiber B4

Passage B4.1

B4I2: Also mein Bild ist ein paar Jahre alt, deswegen muss [B4I1] was zur Ist-Situation sagen. Also wir haben uns mit dem Thema vor Jahren sehr intensiv beschäftigt, also was ist Kritikalität, was ist (...) mit AZ-Material und was muss ich machen mit irgendwie CX-Materialien und sowas. Da gibt es ja verschiedene Handlungsoptionen je nach zutreffendem Kriterium. Aber wie es jetzt ist, muss [B4I1] sagen, weiß ich nicht.

B4I1: Also es ist wie oftmals, wie in vielen Bereichen eigentlich, dass zyklisch nach einigen Jahren immer was wiederkehrt. Es wird ja immer wieder versucht, was Besseres zu / was Kostengünstigeres, was zu erfinden. Gerade in dem Bereich erfinden wir das Rad gerade wieder neu. Also es gibt schon seit / Also die letzte Auswertung war 2012, also vor meiner Zeit im Zentrallager, da ging es darum, produktionskritische Materialien zu benennen (*Anm.: mithilfe einer Unternehmensberatung*). […]

Passage B4.2

B4I1: Na in der Vergangenheit, das ist relativ schwierig. Ich habe das letzte Mal gemacht (*Anm: Bestände nachvollzogen*) bis rückwirkend Mitte 2014 und die Ergebnisse waren schon recht eindeu-

tig, aber nicht sehr exakt, weil das SAP-System kann mir genau sagen, welche Materialien in welchem Monat aufgenommen wurden, aber kann mir den (...) Bestandswert nur von heute sagen, aber nicht von damals. Deswegen ist es ein bisschen ungenau.

Passage B4.3

B4I2: Also wenn ich sage, ich habe eine präventive Wartung und ich habe eine Stückliste und die Stückliste […], die wird aller zwei Monate aller acht Wochen dienstags benötigt, da habe ich immer eine Konstante, da kann ich disponieren. Da kann ich mich / in fünf Minuten ist das Ding durch, weil immer die Konstante da ist und die Wiederholbarkeit. Aber die Unbekannte ist ja immer der jeweilige Zustand. Und in der Regel auch das Thema zyklische Wartung wird ja recht wenig gemacht, dass man sagt, ich mach das unabhängig vom Zustand einmal komplett den Falzapparat zum Beispiel, das interessiert mich nicht, ich guck nicht hin, ich mach das einmal. Das passiert ja in den seltensten Fällen, denn präventiv in Verbindung mit zustandsorientiert, da haben Sie die vollkommene Unbekannte.

Passage B4.4

B4I1: Leider zu viel (*Anm.: Lagerneuaufnahmen*). Zu viel im Augenblick. Wir haben, obwohl unser Maschinenpark doch ein bisschen älter ist, haben wir doch Technologieänderung in der Rotation, in der Weiterverarbeitung. Ja, das sind dann doch einige Pakete, die ausgelöst wurden so im Monatstakt, wo man sagen kann, es kam zu einer stetigen Lagerbestandserhöhung. Und das sieht man ja nicht so gern. Deswegen versuchen wir jetzt gerade aktuell an verschiedenen Schräublein zu drehen, sei es eben mit Verschrottung zu fahren oder eben Lagerneuaufnahmen gab es jetzt erst aktuell eine Zusammenkunft, wo wir dort etwas eingerichtet haben, um erstmal Daten zu sammeln. Man kann ja jedes Material aus dem SAP rausziehen, was monatlich neu aufgenommen wurde, das ist alles nicht das Problem. Wir haben ja auch diesen automatischen Workflow, diesen Genehmigungsprozess, aber man wird / Ich kann mir nicht vorstellen, dass schon mal ein Material abgelehnt wurde. Ich denke mal einfach nicht. Oder ein Einkäufer bemerkt, das gibt es ja schon, das haben wir ja schon auf Lager unter einer anderen Bezeichnung oder so was, also eine so genannte Dubletten. Dublette kann ja bei uns im Lager sein oder zwischen verschiedenen Lägern, also dass Materialien mit verschiedenen Materialnummern existieren an den Standorten, das ist ja auch noch so ein / wo man beständig eigentlich dran arbeitet, diesen Abgleich zwischen den Standorten. Einheitliche Materialnummern. Und ich denke mal, da sind wir auch sehr sehr weit mittlerweile. Aber auch bei uns im Lager werden ständig immer wieder Dubletten gefunden. Also wie gesagt, mit den Lagerneuaufnahmen, wir müssen dort auch was tun. Aber schwer, was (...) was zu tun. Also wir MÜSSEN was tun, das ist aktuell so ein Thema. Also wir haben jetzt, kann man ja auch sagen, wir haben jetzt installiert in dem Genehmigungsverfahren einen Stopp, der einmal die Woche ausgewertet wird.

Passage B4.5

B4I1: Das ist schon ein schwieriges Thema, ja. Wir hatten ja auch schon die Idee, das auszu / Es gibt ja konzernweit ein Tool für vorbeugende Wartung und Instandsetzung, dass man im Vorfeld die Teile bestellt direkt für die Wartung. Aber wie gesagt, wenn Sie dann nicht gebraucht werden, irgendwo müssen sie dann wieder hin. (...) Ein Tool gibt's und direkt eine Datenbank, ist auch eine Schnittstelle geschaffen worden, und ansonsten mangelt es ja eigentlich an Verfügbarkeit. Oder beziehungsweise wir dürfen die Verfügbarkeit der Maschinen nicht zugunsten einer Wartung beeinflussen oder negativ. Also wir haben kaum Maschinenstillstände, die das erlauben würden.

Passage B4.6

B4I1: Also bei mir ist es sicherlich, wie gesagt, ich bin / vom kaufmännischen Bereich hab ich da gar keine Ahnung, aus finanziellen auch nicht. […] Mir fehlen da sicherlich ein paar, also einige Informationen, um eben verschiedene Kennzahlen genau genug zu durchleuchten. Das ist erst in den letzten sag ich mal in dem letzten halben Jahr verstärkt, dass ich mich damit auch beschäftige. Ja,

aber wir haben grundsätzlich immer genügend Daten vorhanden, aber wir brauchen die Denkanstöße, um die so auszuwerten, dass es für uns auch mal einen Nutzen bringt.

Passage B4.7
B4I1: Also ich würde an der Stelle sagen, da gibt es zu wenig Wissende. Zu wenig Wissende, die mit diesen mächtigen Werkzeugen auch ordentlich was anfangen können. Das ist ja in etwa so ungefähr, jeder nutzt Word und Excel, aber wer geht tiefer als nur an der Oberfläche lang? Also denke ich schon, also man könnte dort auf alle Fälle noch viel viel mehr rausholen.

Betreiber B5

Passage B5.1
B5I: Wie gesagt, das sind aus Erfahrungen heraus oder aus Angaben der Hersteller, wenn wir jetzt Dinge haben, wo die einem sagen: Ihr müsst davon so und so viel liegen haben, damit im Fall der Fälle. Und da unterscheiden wir dann auch über Langläufer, die wir dann haben, solche Dinge, Kurzläufer, die wir haben. Danach richtet sich auch der Bestand unter anderem, wie viele Teile wir haben sollen oder haben müssen. Legen aber die Bereiche rein für sich selber fest.

Passage B5.2
B5I: […] Die Schlosser, die jetzt an den Anlagen etwas reparieren, die Meister und Vorarbeiter, die kommen auch mit Vorstellungen, wie müsste das Teil jetzt aussehen. Die geben uns auch dann die Vorschläge oder geben Forderungen ab: So hier, jetzt haben wir es so und so gemacht, hat sich nicht bewährt, können wir doch gern so machen oder so machen. Das kommt aber auch wieder direkt aus den Bereichen. Die sagen dann, was sie da haben wollen. Dann haben wir zur Digitalisierung, wir haben bei uns ein Archiv, das hat man ein bisschen vernachlässigt, ist jetzt aber seit fast drei Jahren wieder besetzt mit einem Mitarbeiter, der da Ordnung schafft. Wir haben aussortiert: Was haben wir eigentlich noch für Anlagen? Was ist denn da? Da haben wir uns sogar Senioren rangeholt und gesagt: Hier, du kennst dich an der Anlage aus, was ist denn da jetzt?

Passage B5.3
B5I: Also es hat noch keiner hinterfragt die Menge. Da bin ich der einzige bisher, der da immer sagt: Leute hier, es wird zu viel. Hinterfragt das, brauchen wir das wirklich? Es steht immer der Grundsatz dahinter: Was ist, wenn die Anlage ausfällt? Was ist wenn die ausfällt?

I: Ja. @(.)@ Na da kommt man schlecht gegen an.

B5I: Ja, das ist ein richtiges Totschlagargument. Und dann ist ja der Ball zum nächsten Vorgesetzten geworfen. So, Geschäftsführer. Soll ich jetzt noch oder soll ich nicht? Oder vom Instandhaltungsleiter zum Betriebsleiter. Soll ich oder soll ich nicht?

I: Aber dann wäre es ja am Betriebsleiter zu sagen: Naja, achtet mal lieber drauf, ein bisschen weniger zu haben und wirklich mal rational zu überlegen, ob das / Aber wenn derjenige, der es entscheidet, eins auf den Deckel kriegt, wenn es dann ausfällt, dann ist halt wie gesagt / dann ist es blöd.

B5I: Ja, das ist eine Frage der Unternehmenskultur. Wieso haben Sie (*Anm.: der potenziell Verantwortliche*) gesagt, wir brauchen vier anstatt sechs?

Passage B5.4
B5I: So, wenn wir sie dann mal auf Lager liegen haben, da fangen wir jetzt an, einen Barcode einzuführen. […] Im Moment ist es so bei den Ersatzteilen, da liegt eine Lagerfachkarte dabei und die Mitarbeiter des Lagers sind ja nicht immer da im Magazin. Die sind von um sechs bis halb vier ist dort jemand da und dann ist keiner mehr da, aber der Schlosser braucht ja sein Ersatzteil bekanntermaßen um vier. ((lacht))

Passage B5.5
B5I: Ja, wir sind bemüht, dort was zu optimieren. Wir gucken jetzt auch, wir haben bei uns eine technische Einkaufs- und Lieferbedingungen mal erstellt, wo alle jetzt mal angekreuzt haben, was

sie denn überhaupt kaufen sollen, wollen. Das ist ja wie gesagt immer bisschen der Einkauf. Da haben wir das aufgeführt, dass wir meinetwegen Pneumatik von der und der Firma kaufen, dass wir Elektromotoren von der und der und der Firma kaufen, auch nach Standorten nochmal aufgeteilt, dass wir das auch schon immer reduzieren wollen. Das haben wir vor drei, vier Jahren auch mal angeschoben, jeder kauft hier irgendwas, keiner sagt, was ihr eigentlich haben wollt und ja, musst du dir das nächste Ersatzteil hinlegen. Das haben wir jetzt mal gemacht. Und nun tun sich alle noch bisschen schwer mit, aber ich denke, das ist eine Zeitfrage und dann läuft das auch. Wir übergeben das den Firmen dann, da gibt es auch ein Formblatt, wo dann gesagt wird: Das haben wir dir damals gegeben und wenn du das nicht einbauen willst, musst du mir sagen, warum du das nicht einbauen willst, kann ja objektive Gründe geben. Das ist eigentlich das Ziel, dass wir bei der Maschinenabgabe dann sagen: So, füll den Zettel aus, eingebaut, nicht eingebaut, nicht relevant, Bemerkung und unter der Bemerkung steht: Mit Schreiben vom 15. irgendwas haben wir Ihnen mitgeteilt, dass, wenn wir nicht Steuerung einbauen, das ganze Projekt gefährdet ist. Zum Beispiel [Lieferant S] geht nicht. Dann müsste aber auch einer von uns sagen, ja okay, dann mach es.

A.7.2 Original Equipment Manufacturer

OEM H1

Passage H1.1
H1I1: Genau, weil ich gesagt hab: bei einem Teil, was ich die nächsten zwei Jahre im Schnitt viermal brauche, nehme ich mal unstetigen Bedarf an. Und alles, was vier und größer ist nehme ich als Bedarf an, der für mich relevant ist, also klassifiziere ich's unter dem. Also das ist eine etwas einfachere Variante und einfacher eigentlich ein Unding, aber es ist eigentlich genau das.

Passage H1.2
H1I1: Wobei, was ich mir so immer sage, ich weiß nicht, ob das in die Richtung geht, aber es ist immer so die Diskussion, ja in dem / Also, wie kritisch ist der Ausfall eines Teils, das wäre eigentlich die Traumvorstellung. So, und wenn ich jetzt sage / Ich kenne eine Methode, wo das mit einer Prozentangabe betrachtet wird. Und das würde mir natürlich schon helfen, wenn ich sagen würde, ich habe das Ding und brauche das im Schnitt nur zweimal im Jahr, bekomme aber im Grunde andere Rechnungen, Faktor eins Komma vier und alles, was größer als eins ist, sag ich ist hoch kritisch, also nehme ich es auch schon. Also ich würde mir zukünftig wünschen, ein weiteres Kriterium zu haben, wo ich sag: Okay, was unter vier ist, was kann ich eher in einen kritischen Bereich reinsetzen und was kann ich in den unkritischen Bereich reinsetzen. Es gibt Möglichkeiten, aber das wäre meiner Ansicht nach Aufgabe meiner Entwicklung quasi eigentlich schon, wie gesagt, Mehr-Ort und Ein-Ort-Teile / Momentan wird da immer gesagt: für ein Mehr-Ort-Teil können wir auf keinen Fall sagen, will ich einen kritischen Ausfall wählen. Also wenn ich schon mal sagen würde, zumindest in EINER Anwendung ist es kritisch, dann geb ich dem vielleicht einen Faktor von null Komma, also da könnte man was tun.

I: Könnte man was machen. Hat ja auch wieder mit Kundenzufriedenheit zu tun am Ende.

H1I1: Also wie gesagt, der untere Bereich ist für mich / Wir haben natürlich Erfahrungen, wir bekommen manchmal vom Techniker: du, leg das Teil mal bitte auf Lager aus den und den Gründen. Aber es ist / Und wir versuchen aber die Information in den Stammdaten zu hinterlegen: das Teil ist jetzt nicht aufgrund des Verbrauchs Ablage, sondern aufgrund anderer Kriterien. Aber da sind wir jetzt ganz langsam dran, sprich auch diese Masse unter vier Bedarfe mehr zu strukturieren.

Passage H1.3
H1I1: Mir würden teilweise einfache Mittelwerte reichen. @(.)@ Der monatlich berechnet wird, würde uns schon brutal helfen. Und das ganze Thema Dynamisierung ist auch ein Thema. Informationsstatik, Statik, Stammdatenstatik ist bei uns ganz extrem. Die Teile werden einmal gepflegt, wenn wir sie in Maschinen bauen. Kann sein, in drei Jahren hab ich ganz andere Verbräuche und wundere

mich, warum ich dauernd die Teile nicht da habe. Also mir würden deswegen teilweise schon einfache Mittelwerte helfen, um zu sagen: Ok, die Ampel geht jetzt auf gelb, deine Werte passen nicht mehr. So viel zu dem Thema Statistik.

Passage H1.4

H1I2: Die Schwierigkeit ist ja / Wir hatten auch schon früher irgendwelche Workshops. Da wurde dann immer das Ergebnis in der Regel wurde versucht das zu bewerten in irgendeiner Form. Und wenn man, so ging es mir zumindest, krampfhaft versucht, das zu bewerten, die Glaubwürdigkeit geht in die Knie. Wo ich sag: ja, die zwei Minuten, die man beim Klicken spart, das ist in Ordnung. Wenn ich in den zwei Minuten was anderes mach und würd ich mir einfach mehr Zeit lassen, da habe ich das, was sich rausrechnet, habe ich nicht erlöst. Und in der Regel ist es ja so, das kam aber nicht raus. Das war wohl ein Nutzen, da waren wir nicht ehrlich genug zu sagen: Wir sind einfach jetzt schneller, besser, der Kunde ist zufriedener, man kann es aber nicht greifen. In viel wird mit aller Gewalt eine Bewertung / Und deshalb, wenn es Sinn macht, wenn es etwas benötigt, eine Investition, da kommen Sie nicht drum herum. Das ist selbst seit diesem Jahr so, wenn Sie einen Mitarbeiter beantragen, müssen Sie eine ROI-Rechnung aufstellen, in irgendeiner Form. Ohne geht das nicht durch, fertig. Also einfach zu sagen, der Kunde wäre zufriedener, das geht da nicht.

H1I1: Nein, das ist richtig.

H1I2: Also da sind wir nicht ganz konsequent. Wo ich sag: Ja aber ich brauch jemanden, weil wir sind schon gewachsen seit x Jahren bei gleicher Kapazität, das reicht noch nicht aus. Man muss es dann rechnen. Und es geht mir auch so, wo ich sag: Ja ich brauch den, sonst würde ich keinen beantragen. Und ich suche mir dann irgendwas, was ich rechnen kann.

I: Das ist ja das. Wenn Sie sagen, das sind ja Kapazitäten, da bräuchte man einen, der das alles auswertet, wenn viel mehr Informationen sind, da braucht man ja eine ROI-Rechnung. Da MUSS man es ja an was fest machen.

H1I2: Genau und jetzt bei mir oder beim Monteur, kann man sagen: wenn der Monteur pro Tag eine Inspektion von 1.000 Euro macht, leicht zu rechnen. Aber was mach ich mit einem Kollegen, der terminiert oder disponiert? Das rechnet sich NIE. Im Prinzip will ich das ja gar nicht, aber ich brauch's einfach. Aber das zu rechnen, dass wir das Teil zwei Tage früher gekriegt haben im Schnitt, da sind wir bei der Kundenzufriedenheit, wie rechnen wir die?

Passage H1.5

H1I2: Genau, das CRM wäre das. Ausreißer gibt's, es gibt Monteure mit ihren Excel-Listen, die haben das schon seit 20 Jahren, da passt man an. Anstatt zwei Schrauben schickt man drei raus, das schiebt man rein. Da ist es auch schwer, gegenzusteuern, weil's immer noch relativ schlank ist. Wir kommen mit der Doku nicht ganz so nach, wie wir das gern möchten. Aber da musst du wissen, kommst du mit der Doku nach, dann kostet es halt mehr Zeit. Wenn sie die nicht bereitstellen, müssen sie es halt akzeptieren. Und so haben wir das CRM und die Felder da sind: was für Teile möchte er, wann will er's, ist spezielle Dringlichkeit dahinter usw. So, also das soweit so gut für ein Drittel unserer Aufträge. Wenn die Felder aber nicht befüllt werden, dann sind die halt auch einfach leer. Und dann sind wir schon bei Pflichtfeldern und da standen wir uns gefühlt selbst im Weg. Wir hätten sie definieren können, Pflichtfelder. Dann ist der Spagat, vielleicht liegt es an der Flughöhe, ja, Pflichtfelder, da braucht man wieder mehr Zeit. Wo ich sag: ja, wenn man das Feld möchte, dann brauchen wir die Zeit eh. Ob ich / Wenn ich ein Pflichtfeld draus mache, dann beachten sie es halt mehr. Ja, sehe ich genau so. Wenn ich was will, dann ist es ein Bekenntnis und eine politische Entscheidung und dann macht man eins draus.

Passage H1.6

H1I1: Und was man halt merkt, wenn man beide Seiten kennt: Was ist die Welt für einen? Also für uns unten CRM, also gerade das Costumer Relationship Management, das ist das System, das macht bei uns gerade mal ein Drittel aller Aufträge am Tag aus. Wir haben gerade gesagt, wir nehmen sehr

viele Onlinebestellungen, sprich, wir sind sehr stark auf Masse getrimmt. Da kommt wirklich richtig was durch, die Kunden bestellen, die ganzen Asiaten bestellen, da kommen richtige Lieferungen durch. Das bekommen die Kollegen hier oben gar nicht mit, weil die halt mit diesem einen Drittel arbeiten. Klar, da ist ja auch Beratungsaufwand dahinter. Aber diese ein Drittel ist für sie 100 Prozent. Und dann ist so dieses / Ist auch sehr interessant, wenn man dann nicht versteht: Ja, warum habt ihr denn nicht? Das ist halt nicht das Ganze, das ist bei uns ein Teil unserer Aufgaben, das ist spannend.

Passage H1.7
H1I1: Ist ja aber auch der Natur der Sache. Die Mitarbeiter, die hier sitzen, sind ja wirklich teilweise technisch ABSOLUT top. Die waren früher draußen, die wissen ALLES über diese Maschinen. Eigentlich die würden am liebsten mit einem Zettel irgendwo reichen. Die Key-Aufgabe ist es, quasi die Probleme zu lösen, zu identifizieren und sie weiterzugeben. Denen wäre es am liebsten, sie könnten auf einen Zettel drauf schreiben, was sie wollen. Also das ist wirklich so, die sind fachlich absolut over the top, aber haben halt gerade das Thema Systeme, das verstehen sie teilweise nicht. Nicht böse gemeint.

Passage H1.8
H1I1: […] Wir haben in irgendwelchen Texten hinterlegt: ja von dem Aggregat sind die vier Teile, gehören die dazu. Ich kann das weder auf eine Empfehlungsliste rausbringen noch kann ich sauber die Stammdaten wieder hinterlegen. Und ich möchte eigentlich sauber in die Stammdaten als Ersatzteilstückliste hinterlegt haben, um das in die Vorrangstrategie mit einzubeziehen und und und. Das sind Themen, wo wir dringend ALLES in die Stammdaten rein / Also da bin ich extrem, weil wie gesagt, das Expertenwissen bricht peu à peu weg, die Leute werden auch, was nicht schlecht ist, tendenziell zu Generalisten. Die Dokumentation muss auch von den Maschinen besser werden, damit sich Expertenwissen schon rechnet, aber es muss ja möglich sein, mit einer gewissen Erfahrung einen etwas breiteren Bereich abzudecken. Da ist auch die Tendenz da aufgrund besserer Dokumentation bei den Maschinen / Aufgrund besserer Dokumentationen von Maschinen muss da auch eine Generalisierung erfolgen. Also wäre wünschenswert.

Passage H1.9
H1I1: […] Unsere Gruppe hat 5.000 unterschiedliche Kunden. Das ist natürlich anders, wie wenn ich ein Maschinenbauer bin, der 50 Großkonzerne als Kunden hat, kann ich ganz andere Ersatzteilplanung machen, kann ich auch ganze Informationskanäle mir aufbauen. Die kann ich standardisieren. Das ist bei 5.000 Kunden um den Globus recht schwer. Dazu haben wir dann eben den [Kleinkunden] um die Ecke, der ist wirklich 150 m weiter vorn und dann haben wir [einen Großkunden] in Asien. Also das sind so die Extreme, in der wir uns aber tagtäglich bewegen.

Passage H1.10
H1I1: […] das wäre ja der Wunsch, können so kommunizieren: Hör zu, Stand heute sind das und das die Teile, die und die sind Standard oder sind bei dir sonderverbaut und wenn du eine Verfügbarkeit von so und so viel willst, brauchst du das Paket eins, zwei oder drei und das und das können wir dir dann in der und der Zeit liefern. Bei solchen Dingen, DA haben wir noch extrem Potenzial. Momentan ist es so, selbst wenn der Kunde / wenn das Teil verkauft worden ist, da wird dem Kunden gesagt: Hör zu, das Teil kriegst du bei uns in vier Wochen erst.

<u>OEM H2</u>

Passage H2.1
I: Und regelmäßig heißt bei Ersatzteilen in dem Fall? Weil Ersatzteile haben ja meistens einen eher unregelmäßigen Nachfrageverlauf.

H2I2: Wir haben es mal so definiert: wenn das Bauteil vier bis fünfmal pro Jahr bestellt wurde.

Passage H2.2
H2I2: Ja, aber sagen wir mal, was uns die meisten Probleme bereitet, sind ohnehin die Exoten. Sag ich mal die gängigen Teile, klar, wenn es hochgeht, müssen wir auch schauen, dass wir die Menge dann kurzfristig beschaffen. Aber wo wir halt das Thema haben, das sind Kaufteile, die nicht lagerhaltig sind, die man nur sehr selten braucht. Weil da sind natürlich dann die Lieferzeiten, die Wiederbeschaffungszeiten extrem lang. Dann stimmen teilweise auch die Wiederbeschaffungszeiten im System nicht mehr. Warum? Die kommen natürlich noch aus einer Zeit, wo das Teil regelmäßig lief. So, dann hat man vielleicht zwei, drei Jahre das Teil nicht mehr nachgefragt, der Wert im SAP bleibt natürlich gleich, weil wie soll der sich ändern und dann bestellen wir es beim Lieferanten und dann sagt der: Ha, das habe ich vor drei Jahren zum letzten Mal gefertigt, das dauert jetzt aber was weiß ich 20 Tage länger. So, bis dahin kann aber der Ersatzteilverkauf die alte Wiederbeschaffungszeit Richtung Kunde bestätigt. Und das sind die, wo wir eigentlich jede Woche / Also wir haben so Abstimmungsrunden, wo wir immer die Probleme haben. (...) Aber da sind wir halt voll im stochastischen Bereich, das können Sie an sich nicht prognostizieren.

Passage H2.3
H2I1: Ja, also was wir momentan da aufsetzen, das ist unser Lifecycle-Model beziehungsweise unsere Anlagenlebensakte. Wir wollen im Prinzip wissen, also klar, der Ursprungszustand, wenn wir eine Anlage ausliefern, welche Teile sind da drin enthalten. Dann gibt's Umbauten, die sollen dann zukünftig da auch mit reinfließen, d. h., dass wir dann wirklich im Endeffekt genau wissen, wenn wir jetzt eine Anlagenlebensakte des Kunden xyz öffnen mit der Anlage, dass wir genau wissen: Was ist da drin verbaut? Was hat an Umbauten stattgefunden? Und auch sag ich mal, wir wollen einen Soll-Ist-Vergleich machen, nach dem Motto: Was gerade ist, was er kauft, das wissen wir und das Soll sag ich jetzt mal das legen wir fest im Prinzip, indem wir sagen, das Bauteil hat eine Lebensdauer von sag ich jetzt mal durchschnittlich zwei Jahren. Er hat jetzt so viele Bauteile eingebaut, müsste theoretisch sag ich jetzt mal x Bauteile pro Jahr kaufen und kauft aber bloß, ja, ein Stück oder keins oder wie auch immer. Und dass wir da im Prinzip sehen: Stimmen unsere Lebensdauerangaben, die wir dann sag ich mal hinterlegen wollen beziehungsweise kauft der Kunde vielleicht beim Wettbewerber oder was auch immer? Also wir wollen da / Wir wollen mehr über die Anlage wissen sag ich jetzt mal beziehungsweise wissen, was eingebaut ist, wie der Stand ist, auch in Bezug auf Umbauten zum Beispiel. Wir geben ja in unserer Dokumentation geben wir vor, dass ich sag ich jetzt mal zum Beispiel jedes Jahr die Schläuche durch die Handachse, also das Flanschpaket, dass das getauscht werden sollte, weil da ist starke Torsion und Bewegung drin. Nicht, dass die Schläuche aufscheuern oder knicken und dass wir im Prinzip dann auch dem Kunden sagen können: Kunde, jetzt wird es Zeit, deine Anlage ist jetzt ein Jahr im Betrieb, man sollte jetzt mal diese oder diese Wartung durchführen. Können wir das für dich machen oder machst du das selber, also dass wir einfach ein bisschen mehr da dahinter her sind sag ich jetzt mal.

Passage H2.4
H2I1: Fernservice bieten wir auch an, aber natürlich nur bei Kunden, die das auch wünschen sag ich jetzt mal. Da müssen Sie immer irgendwo ein Modem einbauen in der Anlage und das mit den Fernzugriffen, das ist immer so bisschen eine schwierige Sache, weil der Kunde ja eigentlich sag ich mal, er möchte autark sein, er möchte sich nicht von irgendjemandem in sein Netzwerk schauen lassen und / Aber klar, manche Kunden möchten das und da machen wir dann auch. Ferndiagnose.

<u>OEM H3</u>

Passage H3.1
H3I: Ja, es muss ja eine Win-Win-Situation werden. Weil auch das kostet Geld. Es kostet alles Geld. Nochmal, weil Sie sagen, ich könnte jetzt statt so riesen Softwarealgorithmen einzuführen, mehrere Hunderttausend. Kannst du doch auch einfach hinlegen, da weiß ich, was ich hab. Ja, tut mir leid, da haben wir ziemlich viel Bestände in der Kette und Obsoleszenzrisiko ist auch da, aber da kennen wir

uns aus seit / Also DA meine ich, jeder Anlagensteller weiß: ja, Obsoleszenz ist so und so hoch, wenn ich das und das habe ich die und die Schwierigkeit. Wenn so ein IT-Thema schief geht, und da gibt es genügend IT-Themen, die schief gehen, oder die nach einem halben Jahr abgeschaltet werden, weil Geschäftsumfeld hat sich geändert und die Maschine kann nicht umprogrammiert werden oder hat jetzt keinen Nutzen mehr. Aber, was ich anfasse, habe ich da. Ob ich es mit der Hand transportieren muss oder konventionell, du kannst also auch Ersatzteilverfügbarkeit mit ganz konventionellen Mitteln sicherstellen. Es liegt einfach da. Sie haben heute Kapitalkosten gegen Null, das heißt also das Thema, wie viel Lagerhaltung habe ich, wie viel Geld liegt da drin, das ist nicht mehr da. Zumindest nicht in den nächsten Jahren. Zinsen werden nicht mehr steigen. […] Gut, wir bezahlen jetzt auch nicht Null, aber dieses Thema, was wir vorhin hatten, Bestände senken und dafür in intelligente Systeme zu investieren: Heute haben Sie einen ganz anderen Business Case. Sie kriegen gar nicht mehr das Geld zusammen, wenn Sie den Business Case rechnen. Bestände runter, halbieren, interessiert heute gar keinen mehr. Weil es gibt keine Kapitalkosten, Sie haben höchstens das Lager und die Miete, aber früher war's ja so: Sie haben eine Million Euro Bestände, also haben Sie 80.000 oder 120.000 Euro Kosten jedes Jahr, weil das ja rumliegt, weil Sie ja keine Opportunitätskosten haben.

Passage H3.2

H3I: […] Also stochastisch vorgehen, sich das anzugucken, einen gewissen Schwellenwert setzen und sagen: wenn ich also auf 15 Monate in die Vergangenheit sechs Abverkäufe habe, ist es ein Kandidat. Wenn ich zwölf Abverkäufe habe, ist es generell hoch interessant, weil ich damit weiß, dass der Kunde super zufrieden ist, wenn ich das Teil schnell liefern kann.

Passage H3.3

H3I: Kritikalität von eins bis fünf, können Sie mit FMEA machen, Verschleißteil ist 100 Prozent. Also das ist ein Verschleißteil, weil der Verschleiß ist gegeben. Und bei allen anderen können Sie sagen: Kritikalität beim Ersatzteil, wenn es vier hat, dann ist es ein Lagerartikel, weil der Impact / Also laut FMEA, wenn das / Also es kann passieren, wir bemerken es nicht, also der von der Turbopumpe die Rotation kann sich verändern, ja. Auftretenswahrscheinlichkeit ist da, vielleicht Mittelmaß fünf, Entdeckungswahrscheinlichkeit naja, wenn ich das nicht ablese, sehr unwahrscheinlich, wir hatten früher keinen Controller dran, und Impact sehr hoch. Und dann bist du bei kritisch, hast ein kritisches Ersatzteil. So jetzt sind wir beim wunden Punkt. Können wir das? Nein, wir können das nicht. Wir können das nicht, das sind alles Erfahrungswerte. Wenn Sie uns jetzt die Pistole auf die Brust setzen und sagen: Hier für das, was hier immer mal ausfällt, wir sehen das hier im Service. Also (unv.) stochastisch. Wir haben Frequenzumrichter, wir haben Turbopumpen, wir haben Vorpumpen, wir haben Power Supply, wir haben Messröhren und so weiter, stauchen alle auf. Hätten wir das mit Kritikalitäteinschätzungen vorbeugend rausgekriegt? Nein, KEINE Chance. Sie können die Leute fragen, die werden ihnen ja auch eine Antwort geben. Ist immer falsch. Die ist falsch. Das tritt nicht ein. Und wir können nur heute aufgrund unserer Vergangenheitsdaten sagen: Alles klar, eine Turbopumpe, da muss ich mit dem Hersteller darüber reden, dass der eine hat. Das Thema ist halt, da muss ich nicht mal selbst Kritikalität einschätzen, sondern ich nehme einfach das Resultat meiner Beobachtungen, gehe zum Lieferanten und der sagt: Das haben andere Kunden auch von uns. Damit haben Sie Kritikalität ohne FMEA eingeschätzt, rumms haben Sie die Punkte dort drin. Das ist wirklich schwierig. Auch FMEA, wenn wir schon bei dem Thema sind Kritikalität und Impact. Sie können FMEA / Also hier wird FMEA vorwiegend im Bereich Sicherheitskonzepte eingesetzt. Viel mehr Zeit haben Sie nicht. Das ist ein ewig / Das sind Dutzende von Stunden, wenn Sie Sicherheitskonzept der Anlage erstellen. Wie viel Geld wollen Sie eigentlich ausgeben für solche Themen, wenn Sie mit chinesischen Wettbewerbern zu tun haben? KEINE Chance, Sie kriegen das gar nicht hin. Sie kriegen das NICHT hin. Und eine FMEA kommt häufig zur Anwendung, Na gut, häufig wäre jetzt wieder falsch, kommt zur Anwendung, wenn wir jetzt eine Fehlermeldung hätten gehäuft über eine hochwertige Baugruppe. Da müssen die eine / Da MÜSSEN die das abschätzen, die MÜS-

SEN das abschätzen. Die müssen sagen: Was passiert, wenn ich das jetzt ändere, wenn ich die Baugruppe an sich ändere? Welche Fehler können auftreten? Fehlermodi und so weiter und so fort. Aber diese FMEA aufgrund weil hier so ein hohes Spektrum an verbauten Materialien haben. Im elektrischen Bereich und im mechanischen Bereich sind diese Einschätzungen allesamt so subjektiv, dass ICH, ich behaupte das mal, ich überzeichne das mal, sind alle falsch. Die sind ALLE falsch. Das geht nicht, das können Sie nicht machen. Immer bei der FMEA mit den Beispielen, Fahrrad, Mikrowelle und so weiter, alles (unv.)produkte. Die machen keine FMEA, wo die sich hinsetzen und sich sagen: Na Impact hm. Die haben auch alle Vergangenheitsdaten. Die wissen schon, wenn ich die Leiterplatte für die Steuerung der Mikrowelle ändere, dann wissen die schon, dass das kritisch ist, weil die wissen, dass in der Vergangenheit eine durchdrehende Mikrowelle dumme Folgen hat. Also diese Einschätzung von eins bis zehn beruht bei denen auch auf Vergangenheitswerten. Aber sehr sehr komprimiert. Die wissen schon, dass die ein Problem haben. Und weil ich die FMEA an sich als sehr gutes Instrument ansehe, aber nur, wenn du ausreichend Assoziationen herstellen kannst. Du kannst aus der Kalten kannst du keine FMEA machen, da kommen nur Bauchgefühle raus und die sind falsch.

Passage H3.4

H3I: Da würde ich auch nochmal kurz drauf eingehen. Also wir können / Wir haben natürlich / In allen Geschäftsprozessen ist EDV involviert. Und was Sie gerade erwähnen, ist ein sehr guter Gedanke, Sie können antizipieren, dann bauen Sie eine Software, die alle Daten trennt und auswertbar macht. Und jetzt haben wir mal das Extrem, Sie geben jede Information in ein unterschiedliches Feld ein, so, dass es für die Maschine auswertbar ist. Andere Ende des Extrems ist, Sie schreiben alles in Word runter. So, wenn Sie mit Word ankommen, macht es der Mitarbeiter, weil er sagt: Gut, geht schnell, ich verstehe, ihr braucht die Information, mach ich. Wenn Sie mit einem anderen System ankommen, braucht der zehn Mal länger. Da muss er sich vorher Gedanken machen: ist das richtig, manchmal hat er sogar Auswahlfelder, das wird RICHTIG gut durchstrukturiert. Akzeptanz des letzteren Systems geht gegen Null. Das geht gegen Null. Und dann fangen nämlich die Mitarbeiter an, das System mit Schrott zu füttern. Da wird nicht mehr drauf geachtet, ob ich das richtig ausgewählt habe. Wenn ich ZEHN Auswahlfelder habe, nur, um den einen Geschäftsprozess loszutreten, können Sie sich sicher sein, dass acht von zehn Felder falsch ausgefüllt sind. Machen Sie es zu Pflichtfeldern, wird es noch schneller passieren.

Passage H3.5

H3I: […] Ich gebe Ihnen mal ein Beispiel. Ein großer Kunde von uns, der hat über sein SAP ein weiteres System gesetzt, um in der Lage zu sein, Ersatzteile vorzucasten, also einen Forecast auszuspucken. Praktisch vom reaktiven „oh, das Ersatzteil, ich brauch das nächste Woche“ zum „in zehn Monaten habe ich 15 Wartungen, ich brauche dafür diese Materialien“. Und da gibt der uns schon aufgrund dieser gemeldeten Wiederbeschaffungszeit die Bestellung, lassen Sie es eine Baugruppe sein, 76 Tage Lieferzeit, gibt der uns 76 Tage / Also Wiederbeschaffungszeit 76 Tage bis nach Amerika, gibt der uns aufgrund der hinterlegten Daten 80 Tage vorher die PO. Das hätte der sonst nie gekonnt. Ich gehe davon aus, […] dass der Kunde / Also der Kunde hat zwei bis drei Jahre gebraucht, um das System einzuführen und ich nehme an, dass der locker mehrere Millionen dafür ausgegeben hat. Könnten wir das auch? Könnten wir gar nicht, hier wäre überhaupt kein Return on Investment. Wir haben mal versucht, ich verstehe, das sind wahrscheinlich die ganzen Algorithmen, die Sie auch kennen, so und aber, wenn das System so teuer ist, das kriegen Sie überhaupt nicht mehr bezahlt. Das kriegen Sie überhaupt nicht mehr bezahlt. Dieser große Kunde, der hat das tun können, weil er tatsächlich auf dem Standpunkt war, er braucht / Für ihn ist das Wert, dass das Ersatzteil in Time da ist, weil er die Maschine rund um die Uhr laufen lässt und jedes Prozent produktive Time ist dem so und so viel Euro wert. Heißt also, er hat ein Produkt, das er relativ gut herstellen kann bei 24/7. Er weiß aber auch, wenn von den 165 Stunden was weggeht, dann macht er den Umsatz nicht oder schafft seine Ziele nicht. Also kann der das aufgrund, dass der einen riesigen Maschinenpark hat,

also knapp 100 Maschinen, kann der auch sagen, ich kann jetzt weltweit / ich kann jetzt ein paar Millionen in die Hand nehmen, um das Wait for Repair im OEE / […] um einen OEE für ungefähr 100 Maschinen einen Prozent rauszuholen, kann der viele Millionen in die Hand nehmen, um genau dieses Prozent Wait for Repair oder Verschieben von Wartungsaufträgen, um das wettzumachen. Das kann der machen. Und trotzdem dauert das bei dem zwei Jahre und das System ist immer noch nicht ganz tricky und muss PERMANENT gewartet werden. Aus meiner Sicht muss es so stark gewartet werden wie SAP. SAP mit der Einführung ist ja nie zu Ende. Die Hauptkosten entstehen beim Aufrechterhalten des Systems und beim Anpassen des Systems an geänderte Geschäftsbedingungen, Geschäftssituationen.

Passage H3.6

H3I: Also, wir haben / Gute Frage. Nehmen wir mal an, ich hätte den Wartungsplan von einem Kunden. Dann würde ich dem Kunden sagen, wenn er zu bestimmten Wartungsstopps Leute braucht, entweder, weil er generell weniger hat oder weil er durch Urlaub, Krankheit / dann würde ich ihm sagen: Pass auf, ruf mich an zu diesem Wartungsstopp, zu diesem Wartungsblock, wir können dir Leute bereitstellen, ich brauch das bloß zeitiger. Wir könnten dem Kunden auch proaktiv das tun, wir sagen: alles klar, mit dem Kunden abgesprochen. Bist du ja schon in einer Informationspolitik mit dem Kunden, wo du schon viel mehr Informationen / auch weiterdenkst, sagst: Alles klar, wie wär's denn, wenn du die Pumpe zu uns schickst oder wir haben hier eine Austauschpumpe, da ist deine Wartung kürzer. Also schon, wenn ich über den Wartungsplan rüber schaue, kann ich ihm Empfehlungen aussprechen. Punkt A Servicebereich, Serviceprodukte entwickeln. Ich könnte auch sagen, wenn ich jetzt nicht nur bei einem Kunden, sondern bei mehreren Kunden von derselben Plattform diese Wartungspläne hätte, dann hab ich einen Informationsvorteil. Dann fange ich nämlich an, mit dem Kunden A über was zu sprechen und die Erfahrungen, die ich habe, mit dem Kunden B zu verifizieren. Und kann Impulse geben, weil ich mich natürlich auch frage: Warum wartet der in diesem Maße und der in diesem Maße? Ich krieg also einen Informationsgewinn, wo ich auf einmal mehr Informationen habe als der einzelne Kunde jemals sammeln könnte. Ich bin also in einem Vorteil drin in Bezug auf das, was hier mit unserer Maschine passiert. Das wäre ja auch unser Ziel als Anlagenhersteller. Es würde ja nicht nur nach unten in unsere Firma ausstrahlen, sondern es würde uns ja auch nutzen, wenn wir mit anderen Kunden bei der ähnlichen Plattform reden. Und C und jetzt kommen wir zur Ersatzteillogistik, wenn die Wartungsplanung auch die Materialien enthält, was natürlich immer unser Ziel ist, Wartungsaktivität, Material und deren Einsatzwahrscheinlichkeit. Verschleißteile 100 Prozent und bei Ersatzteilen, wenn du zum Beispiel nur noch eine Kontrolle fährst, du kontrollierst die Turbopumpen, du musst auf den Controller musst du gucken, was die für (...) was die Schwingung macht, also die Gleichmäßigkeit der Drehung. Also wir wissen von den Herstellern der Turbopumpen, dass die Controller messen das, Rotationsgenauigkeit. Wenn die Spiel kriegt, dann können die Hersteller heute sagen: das Ding ist noch vier Wochen und dann steht die Pumpe. Also müssen die die Controller kontrollieren oder auslesen und dann wird die Rotationsgenauigkeit ausgelesen und dann kann man bei dieser Kontrolle dahinter schreiben, dass eine Wahrscheinlichkeit von fünf Prozent existiert, dass die Turbopumpe getauscht werden muss. Muss man mit Wahrscheinlichkeiten sprechen bei Ersatzteilen. So und nehmen wir mal an, wir hätten diese Liste und ich wüsste, dass der Kunde diese Pitstops fährt mit diesen Wartungsaktivitäten, dann kann ich dem vier Wochen vorher sagen: Das wäre übrigens das Ersatzteilpaket, was wir dir für diese Wartung anbieten. Ich habe ein Paket, ich mach dem einen Sonderpreis. Ich war dort, wo Sie waren, letztens bei dem einen Unternehmen, und der Kunde sagt: Wow ist cool, hat der die Information und bietet mir Wartung. Und jetzt fängt der auch an zu überlegen: Das ist aber cool, da brauche ich mich gar nicht mehr kümmern, mein Disponent, der NIEMALS auf Wartungspläne guckt, sondern immer nur auf Verbräuche, der fährt ein ganz anderes Modell. Ich diskutiere den Wartungsplan und die Einsatzmaterialien nur noch mit dem Hersteller und der liefert eine Woche vorher das für die War-

tung notwendige Paket. Und dann würde ich sogar den Kunden anbieten: Alles, was du nicht verbraucht hast, nehmen wir wieder zurück und ich mach dir eine Gutschrift auf die Bestellung. Ich bin also in einem komplett anderen Modus. Und das ist es.

Passage H3.7
H3I: […] Aus meiner Sicht ist die beste Vorgehensweise iterativ und nicht zu versuchen, die 100 Prozent zu schaffen, sondern Sie versuchen, die Wartungen herauszuarbeiten, die dem Kunden am meisten Geld kosten. Okay, und wenn Sie an der Stelle sind, haben Sie aus meiner Sicht schon 80 Prozent aller so Beschäftigungen weg. Sie gehen wirklich immer iterativ vor. Es wird kein Konzept geben, wo ich sage, dann schaffe ich mit dieser Vorgehensweise kriege ich 80 Prozent der Wartungsaktivitäten gedeckt, das muss anders laufen. Ich muss gucken, was dem Kunden weh tut, welche Wartungen zu häufig sind, zu lang dauern, zu viel Geld kosten vom Materialeinsatz und die nehme ich auseinander genau mit der Methodik, die man so hat. Datenblätter, Lebensdauer.

Passage H3.8
H3I: Dann hätte ich einen Geschäftsfall. Wenn ich nur irgendwie Kundenanforderung oder Kundeninteresse signalisiert wäre und das, ja, wir haben ja ständig Kundenkontakt, dann wäre das ein schlagendes Argument, weil wir natürlich nur Dinge tun wollen, die Kundenanforderungen erfüllen. Wir werden uns ja nicht mit uns selbst beschäftigen. Ist vielleicht auch so ein großes Thema. Es gibt natürlich Firmen, die können sich leisten, da mal bisschen innovativ zu sein. Bei uns geht die Innovation IMMER von einer Kundenanfrage oder einem Kundennutzen oder von einer Markt / Man kann ja auch ganz generell sagen Marktbeobachtung. Trends erkennen. Wir würden jetzt nicht selbst von uns sagen: Machen wir jetzt mal, hier sind fünf Millionen, mach das mal. Ein halbes Jahr später kommt der dann und sagt: Wir sind fertig. Und dann sage ich als Service oder als Maschinenvertriebler: Wir haben vom Kunden gar nichts gehört. Ah nein, das haben wir so entwickelt. Da sag ich: Na gut, wie soll ich es dem Kunden denn verkaufen? Wo ist denn der Business Case und so weiter? Wir hatten in der Vergangenheit auch solche Themen, wo sich heute Leute hingesetzt haben und geglaubt haben, dass das gut ist, aber es war nicht verkaufbar. Und wir sind jetzt schon / hat sich schon geändert. Also man darf da nicht immer / Manchmal ist es gut, bisschen Bauchgefühl, aber wenn man so gar nichts vom Markt hört zu dem Thema oder vom Kunden direkt oder eine Analyse durchgeführt hat und sich nur auf Artikel und selber Interesse haben beruht, dann sollte man das Thema / also sollte man das einer Firma nicht aufbürden, dafür Geld zu bezahlen. Also das heißt, nehmen wir doch mal, was der (...) Bundesverband der Industrie mit der Bundesregierung ausgetüftelt hat. Industrie 4.0, das ist getriggert durch die selber. Die haben überhaupt gar keinen Busines Case, wo die sagen, die haben Analysen, die und die Kunden in den und den Branchen. Die haben das / Da gibt es aus meiner Sicht Nutznieser, irgendjemand will irgendwas verkaufen.

OEM H4

Passage H4.1
H4I1: Also ich mach die XYZ-Analyse dann noch mit rein, hochfrequent und überhaupt nicht frequent, geht einmal im Jahr nur. Und das ist aber das Gefährliche dabei. Weil im Prinzip und jetzt komm ich zur Innovation schon, wäre ideal herzugehen und zu sagen: Immer dann, wenn ein Endkunde, deswegen ist die erste Gruppe so wichtig für mich, immer wenn der was verbraucht, wenn ich das mitbekommen würde und dann ist mir mal sag ich jetzt mal die Infrastruktur, ob ich da eine Tochter dazwischen haben, also eine Subsidiary und ich als Zentrallager / Also ich fungiere als Zentrallager weltweit. Dass dann die Struktur, wie ich die aufbaue oder das direkt liefere ist eigentlich dann mal völlig egal. Das kann eine Strategie vom Unternehmen sein, wie die sich da positionieren, es kann aber auch sag ich jetzt auch mal betriebswirtschaftliche Gründe haben. Aber das ist wichtig unbedingt, weil, was wir festgestellt haben, wir haben mal so einen Test gemacht, ich könnte dort wahnsinnige Erfolge erzielen in Bezug auf die Verfügbarkeit. Draußen beim Kunden bleibt die relativ hoch, die ist bei 99 Komma und ja gut ich mein, wenn ich zum Kunden hinfahre und die Maschine

ist kaputt, dann muss ich die reparieren können. Und dann muss man / Jetzt komme ich mal zu der Historie, heute hat der Techniker wahnsinnig viele Ersatzteile bei sich. Das wird derzeit in Deutschland, nehme ich mal Deutschland, als Konsilager geführt und er wird dann aus einem dezentralen Lager versorgt. Das heißt, deswegen habe ich auch so eine hohe Verfügbarkeit vor Ort, der hat im Prinzip alles in der Garage, im Auto, wo auch immer. Der zweite Puffer ist dann in seinem Landesorganisationslager. Gibt es in Deutschland nochmal ein eigenes, dezentrales Lager. Das müssen Sie sich mal / für Deutschland. So, also den Luxus leistet sich der Konzern derzeit.

Passage H4.2

H4I1: […] Das heißt, die großen Stückzahlen, die kommen ja jetzt erst. Weil unsere Geräte, die laufen ja teilweise zehn, zwanzig Jahre. So, die vor 20 Jahren, da habe ich ja noch relativ geringe Stückzahlen gehabt. Jetzt habe ich das Doppelte, das Dreifache an Stückzahlen. Wenn die jetzt auslaufen, dann explodiert mir meine Langzeitbevorratung. Also das sind die zwei Gründe, warum das auch bei uns so explosionsartig in die Höhe gegangen ist. Auch da werden wir uns / Und dazu, das muss man interessanterweise sagen, da finden Sie ja gar nichts. In der Literatur, noch sonst irgendwas.

I: Ja (sehr zögerlich).

H4I1: Suchen Sie mal beim VDI was über Langzeitbevorratung. Wie Sie eine Leiterplatte beispielsweise über zehn Jahre haltbar machen. Das sagt Ihnen keiner.

I: Nein, das schon. Wenn dann wird Ihnen / da werden Sie Modelle finden, die Ihnen errechnen, wir viel Sie bestellen sollen.

H4I1: Das bestellen ja. Aber ist das denn überhaupt haltbar?

Passage H4.3

H4I1: […] Und dann komme ich mit meinem Zentrallager. Und wir haben das mal simuliert, was wäre denn, wenn ich dieses dezentrale Lager steuern würde, wenn ich wüsste, was draußen der Techniker braucht. Also ich würde dort nie mehr dort nach wie vor die 99,9 haben, ich würde den Bestand in dem dezentralen Lager könnte ich reduzieren auf bestimmt 30, 40, 50 Prozent.

Passage H4.4

H4I1: Also ich denke halt die Schwierigkeit bei uns ist halt, dass wir sag ich jetzt mal der Produktion angegliedert sind. Das ist an der einen oder anderen Stelle manchmal wirklich ein echtes Problem. Und auf der anderen Seite wirklich sag ich jetzt mal, dass wir uns wirklich nur um die Ersatzteillogistik kümmern. Also ich weniger eigentlich mal sag ich jetzt mal bei einem Techniker draußen mit bin, wie funktioniert denn deine Welt da draußen. Das ist ein wenig so ein Schwachpunkt von unserer Abteilung derzeit meiner Ansicht nach. Und aufgrund der Größe unserer Abteilung sind wir da aber auch personell gar nicht in der Lage dazu, so etwas zu machen. Wir sind so klein, dass wir / Wir haben für 130 Länder haben wir jetzt fünf oder sechs Leute, die die betreuen. Also das ist schon / Da kann der nicht auch noch draußen rumfahren und sagt sich, ich schau mir mal die Technik an, wie macht der denn das gerade da in Österreich drüben? Das ist ein wenig ein echter Nachteil sag ich jetzt mal. Und wie gesagt, dass wir an der Produktion angesiedelt sind und trotzdem ein Großteil unserer gesamten Prozesse produktionsorientiert sind. Das widerspricht ja genau dem Gegenteil von dem, was ich gesagt hat, weil wenn Sie sich mal uns / Wenn wir uns mal selber anhören, wir sind eigentlich ausschließlich kundenorientiert. Also für mich zählt der Kunde draußen und der Kunde ist für mich der Techniker. Und wenn ich jetzt morgen meinen Chef frage, für den ist der Kunde der Service / Nein, der Service nicht, der Headquarter: für mich ist es der Endkunde das Krankenhaus, die Klinik. Der Techniker, das ist für mich der Kunde, auch wenn ich über eine Subsidiary liefere. Das ist mir eigentlich völlig egal. Die interessiert mich eigentlich gar nicht. Ich sag's jetzt mal übertrieben. Interessiert mich schon. Also das ist eine völlig andere Sichtweise und die macht uns schon manchmal zu schaffen, das muss man sagen.

Passage H4.5

H4I1: […] Eine weitere Innovation wäre beispielsweise in so einem Fall, zumindest mal für unser Geschäftsgebiet, ein Großteil / Wir unterliegen ja dem Medizinproduktegesetzt und da ist es ja so, dass ich beispielsweise an meinen Maschinen regelmäßig Wartungen durchführen muss. Diese Wartungen, die fällt ja nicht vom Himmel runter.

I: Nein, die muss man wissen.

H4I1: Das waren mal 12 Monate, jetzt sind wir glaube ich bei 24 Monaten und ich glaub bei manchen Teilen sogar bei noch weiter. Und da ist es so, wenn ich das weiß, da könnte ich meine Ersatzteilverfügbarkeit auf die Technikereinsatzplanung beispielsweise abzielen. Das heißt, wenn ich weiß, der Techniker ist morgen im Klinikum Schießmichtot und der macht zehn [Maschinen] und habe dann ein spezielles Kit für die entworfen, für jede Maschine kriegt der ein Kit, das umfasst genau die Teile, die er braucht. Das ist wie bei IKEA im Prinzip. ((lacht)) Das sind auch mal, das wollte ich damit sagen, auch mal ein O-Ring mehr dabei als Verschleißteil. Das ist nicht unbedingt jetzt, wenn ich eine neuen brauche, da sind (unv.) drin. Das macht aber gar nichts. Aber dann könnte ich beispielsweise ganz gezielt meinen Bedarf zum einen so liefern, dass der, wenn er vor Ort ist, dass er sagt, jetzt hab ich die Teile da und jetzt kann ich das liefern. Ich muss weder irgendwo bei mir einen Bestand führen, ich weiß es nicht was. Also zum Beispiel. Für Wartungen und für solche Dinge wäre das eigentlich ein ideales Tool.

Passage H4.6

H4I1: Wenn Sie heute dem Vorstand verkaufen: Ich kann damit eine Million einsparen, dann schaut der auf die eine Million. Da ist dem jetzt das Produkt erstmal egal. Der nächste kommt und sagt: ja, an der Behandlung macht das einen Cent aus. Dann wird der Vorstand nie sagen: Ja mach mal. Der eine Cent interessiert den gar nicht. Also man muss dann immer schauen, wie verkaufe ich denn das Ganze? Das ist das Entscheidende sag ich jetzt mal, so schlimm wie es ist. Und das ist das eine A, also wie ich das strategisch, Marketing, also wie ich das strategisch verkaufen kann. Das ist das erste und das zweite ist (...) ich muss dann möglicherweise noch einen super Business Case hinstellen. Wenn ich das noch hinbringe, dass ich sag, ich hab eine Amortisation in sechs Monaten. Dann zeige mir den im Vorstand, der sagt: Ich kann zwei Millionen in zwei Jahren sparen, das mach ich nicht. @(.)@ Das macht der sofort. Wenn Sie aber sagen: das ist ein Cent an der Maschine oder an der Behandlung, dann sagt der: super gemacht, Fleißarbeit. Aber Schulter klopfen und das war's. Also da kriegen Sie keine Innovation, wenn kriegt man die anders rein.

<u>OEM H5</u>

Passage H5.1

H5I: […] Und dann haben Sie eben die Teile, die Sie auf Mindestbestand fahren, das sind die, wo Sie sagen, die kommen immer wieder. Die kommen im Jahr ein- bis zweimal, die haben wir da.

Passage H5.2

H5I: Wir haben einfach Bestände erhöht, wir haben nochmal zwei Millionen Euro aufs Lager gelegt. Das ist eine reine Bestandsfrage im Endeffekt. Wenn Sie es nicht da haben / Eine Schnellfertigung, das sind so komplexe Teile, Sie haben teilweise / Sie haben Durchlaufzeiten von acht bis zehn Wochen für komplexe Teile. Und wenn Sie dort die ganzen Liegezeiten / Das sind ja Teile, die im Endeffekt in der Serie eine Durchlaufzeit von acht bis zehn Wochen haben. Haben Sie überall Liegezeiten, beim Lieferanten, hier bei uns, egal. Wer es baut im Endeffekt. Im Service rechnen wir immer, wenn wir solche Expressteile einstellen, 30 Prozent ab der Zeit, um den gewissen Druck auch in der Fertigung weiterzugeben. Das klappt nicht immer, aber das ist ungefähr so der Wert, der sich amortisiert oder der sich bestätigt hat, das sind so 30 Prozent weniger Zeit, die wir in der Serie haben im Ersatzteilbereich. Und wenn es mal wirklich ganz doll pressiert, haben wir eine Eigenfertigung hier, da geht das außerhalb vom System. Einfache Teile, mal ein einfaches Zahnrad, ein einfaches Blech,

einen Bolzen. Manchmal fehlt es wirklich an ganz simplen Teilen. Die können wir dann hier im Endeffekt schnell selbst bauen.

I: Okay. Würden Sie das in Zukunft auch sagen, das lässt sich in der Ersatzteillogistik nur über Bestände lösen die Verfügbarkeit zu erhöhen oder gäbe es andere Möglichkeiten?

H5I: Sie könnten / Ich sag mal es gibt ja verschiedene Ansätze so im 3D-Druck-Bereich und so, aber das ist für unsere komplexen Teile / Ich seh dort die Anwendung für uns noch nicht in dem Fall. Ich kann bestimmt später mal über so einen 3D-Drucker, dass ich dort sofort mir über eine 3D-Zeichnung ein einfaches Blech drucken lasse oder einen Bolzen. Aber ein komplexes Teil sehe ich dort momentan noch nicht. Das kann in fünf Jahren anders sein, wenn die Technik weiter ist. Das ist zum Beispiel ein Thema, dass wir dort im Endeffekt die Bestände reduzieren können, dass man in Echtzeit dann verschiedene Teile druckt, ausbringt. Ansonsten sehe ich nur eine Möglichkeit, wäre es, die Bestände zum Lieferanten zu verlagern. Dass man mit dem Lieferanten Verträge macht, dass er also auch vom Lieferant aus sofort liefert. Da müssen Sie aber Exklusivitäts / eine Art Exklusivitätsverträge haben mit dem Lieferanten. Die sind umstritten, dort ist kartellrechtlich eine Menge zu beachten, weil sonst geben Sie ja immer, wenn Sie / wenn der Lieferant liefert, geben Sie ja ein Stück Lieferanten-Know-how preis. Wo das herkommt das Teil. Sie könnten zwar über eine aufwendige Prozedur Lieferscheine austauschen und so weiter, aber wir haben bei unserem System / Wir haben 1.000 Lieferanten angeschlossen. Ich sag immer großer Gemischtwarenladen: 60.000 aktive Artikel, davon drehen im Jahr 22.000 und davon sind wieder 30 Prozent im nächsten Jahr nicht auffällig, da kommen zu den, es sind so um die 22, 23.000, die aktiv geliefert werden und dort ändert sich eben der Inhalt so um die 30 Prozent von Jahr zu Jahr.

I: Dreißig Prozent, okay.

H5I: Ja, sodass Sie schon / Sie könnten Bestände minimieren, indem Sie mit großen Lieferanten, die Volumenträger zum Beispiel, dort platzieren. Das bedarf aber umfangreiche Programmierarbeit, Lieferscheine austauschen. Lässt sich durchaus mit zehn großen Lieferanten denken. Also das wäre eine zukünftige Maßnahme. Zum Beispiel die Bestände von hier, vom Working Capital hier bei uns zu verlagern zum Lieferanten. Aber ich sehe für die Zukunft am Thema Bestand und Verfügbarkeit dort einfach nichts vorbei gehen.

Passage H5.3

H5I: Ja, proaktiv. Das läuft anders bei uns proaktiv. Wir haben ja eine Fernwartung für jede Maschine, wir lesen die Daten aus den Maschinen und können sofort dann eine Art Lead generieren über Salesforce. Salesforce ist unsere Plattform, die im Vertrieb läuft und jetzt kriegen wir die im Service auch. Dass wir also in der Vertretung anzeigen: okay, die Maschine in [Stadt X], die braucht eine Wartung nächste Woche anhand der Leistung, die sie auf dem Zähler hat. Damit kann der Kunde / kann die Vertretung mit dem Teilesortiment, was wir hinterlegt haben, aktiv an den Kunden rangehen und das Lead abschließen oder sagen: Kunde ist nicht interessiert, Kunde fährt auf Verschleiß, Kunde sieht es nicht notwendig, jetzt schon zu warten, Kunde hat eine andere Firma, einen Freelancer. Also dieses Ticket, was wir dort eröffnen, das muss im Endeffekt quittiert werden. Das haben wir heute nicht, also das gibt es schon jetzt mittlerweile, das geht los. Wir lesen dann weltweit / Wir haben ja 7.000 Maschinen weltweit stehen, die Masse ist über Fernwartung erreichbar und dort sehen wir anhand des Bogenzählers / Anhand des Bogenzählers, wie viel Stück solcher Blätter durchgewandert sind, sehen wir, was ist jetzt alles an der Maschine zu warten. Wir haben dort für die wichtigsten Wartungen haben wir Reparaturkits hinterlegt, Manpower hinterlegt und geben das als Wert und als Teilesortiment und als Zeitvorgabe an die Vertretungen und die müssen es umsetzen. Oder muss zumindest sagen, warum sie es nicht gemacht hat.

Passage H5.4
H5I: Ja, wie gesagt, wenn Sie die Auswertung machen, wenn Sie die Informationen kriegen, wird sie der Kunde auch haben möchten. So, wenn der jetzt sieht, wir reden heute auch mal von einem plötzlichen Ausfall, Maschine steht, Welle gebrochen. Wenn der sieht: Mensch, hier das Lager kommt jetzt [in] vier Wochen, ich muss mich kümmern, so, dann hat der schon mal eine Information und kann anfangen zu gucken: Wo bekomme ich es denn her, wer kann das einbauen? Aber das kann auch kontraproduktiv sein sag ich mal. Wir haben zwar vielleicht Bestände / Wenn es der Markt mal fordert sag ich mal wenn die Forderung vom Markt kommt / Wie es heute im Windkraftbereich ist, die großen Getriebe, die sind ja alle überwacht, das ist halt so in der Branche üblich. Wenn das bei uns auch üblich wird, was noch nicht momentan der Fall ist / Aber ich weiß auch, unser Wettbewerb, der forscht auch genau an diesem Thema Sensorik in der Maschine verbauen, die machen auch Werbung mit. Aber am Markt ist meiner Meinung nach auch noch nichts Flächendeckendes. Aber es gibt eine Mustermaschine, die sowas haben. Wenn sowas der Trend wird, dass wir uns dem nicht entziehen können / Ist ja auch oftmals, dass man sagen muss, man muss dort mit. Dann ist es wirklich auch so, dann kann der Kunde seine Daten auch besser auswerten und kann auch mehr planen. Das heißt natürlich auch, dass die plötzlichen Havarie-Einsätze, Sonderfahrt und schnell mal, dass die Bedeutung unseres Lagerbestandes sinken wird.

A.7.3 Aufarbeiter

Passage A1.1
A1I1: Also wir wollen uns bewegen in einem Korridor zwischen sechs und acht Wochen. (...) Letztendlich die reine Bearbeitungszeit pro Fahrzeug die schwankt schon ziemlich stark zwischen 20 und 70 Stunden so ungefähr und da sieht man jetzt halt, das meiste ist wirklich Stillstandszeiten im Durchlauf und von daher ist der Fahrzeugtyp gar nicht so entscheidend.