

HANSER



Leseprobe

zu

„Instandhaltungslogistik“

von Kurt Matyas

ISBN (Buch): 978-3-446-45762-1

ISBN (E-Book): 978-3-446-45763-8

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<https://www.hanser-fachbuch.de/buch/Instandhaltungslogistik/9783446457621>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Inhalt

Vorwort zur 7. Auflage	1
1 Logistik	3
1.1 Begriffsabgrenzung, Geschichte	3
1.2 Logistik, heute	4
1.3 Funktionsbereiche der Logistik	5
1.4 Logistik und Instandhaltung	7
1.5 Logistikkosten	11
1.5.1 Gesamtkostendenken in der Logistik	11
1.5.2 Zielkonflikt	12
1.6 Supply Chain Management	13
1.6.1 Traditionelle Supply Chain	14
1.6.2 Integrierte Supply Chain	14
1.6.2.1 Partnerschaftliche, unternehmensübergreifende Kooperation	16
1.6.2.2 Re-Design der Kernprozesse	17
1.6.2.3 IT-System	17
1.6.3 Supply Chain vs. Supply Network	17
1.6.4 Logistik-Prozessentwicklung anhand von Referenzmodellen am Beispiel des SCOR-Modells	18
1.6.4.1 Aufbau des SCOR-Modells	18
1.6.4.2 Prozesstypen im SCOR-Modell	19
1.6.4.3 Prozessebenen	20
1.7 Der Beitrag der Logistik zur Erreichung der Unternehmensziele	23
2 Instandhaltung	27
2.1 Kosten und Nutzen der Instandhaltung	27
2.2 Instandhaltung im Wandel	29
2.3 Ziele der Instandhaltung	32

2.4	Begriffe der Instandhaltung	33
2.4.1	Inspektion	35
2.4.2	Wartung	38
2.4.3	Instandsetzung	39
2.4.4	Verbesserung	40
2.5	Ausfallrate	42
2.5.1	Badewannenkurve	42
2.5.2	Ausfallrate bei komplexen Anlagen	43
2.5.3	Ausfallursachen	45
2.6	Kostenminimierung durch Instandhaltung	48
2.6.1	Bestimmung der optimalen Instandhaltungsintensität	49
2.6.2	Berücksichtigung der Instandhaltungskosten beim Anlagenkauf ..	49
2.6.3	Ermittlung und Budgetierung des Instandhaltungsaufwands	50
2.6.4	Produktionsausfallkosten	53
2.6.5	Ermittlung der Eigeninstandhaltungskosten mit Hilfe der Prozesskostenrechnung	55
2.6.5.1	Grundlagen der Prozesskostenrechnung	55
2.6.5.2	Vorteile der Prozesskostenrechnung	57
2.6.6	Ermittlung und Darstellung der Instandhaltungsprozesse	58
2.6.6.1	Grundgedanken zur Prozessorientierung	58
2.6.6.2	Merkmale eines Prozesses	58
2.6.6.3	Darstellungsformen von Prozessen	59
2.6.6.4	Vorgangsweise bei der Prozessdefinition	60
2.6.6.5	Ermittlung der Prozesszeiten	61
2.6.6.6	Prozesskosten als Basis für Verbesserungen oder Outsourcingentscheidungen	62
3	Instandhaltungsmanagement	63
3.1	Organisation der Instandhaltung	63
3.1.1	Aufbauorganisation der Instandhaltung	64
3.1.1.1	Linienorganisation	65
3.1.1.2	Stab-Linienorganisation	66
3.1.1.3	Matrix-Organisation	66
3.1.1.4	Kombination der Organisationsformen	67
3.1.2	Prozessorientiertes Instandhaltungsmanagement	68
3.1.2.1	Prozessorientierung und Prozessmanagement	68
3.1.2.2	Prozessorientiertes Anlagen- und Instandhaltungs- management	71
3.1.3	Ablauforganisation	71
3.2	Die Organisation der Instandhaltung im Wandel	74

3.3	Zentrale/Dezentrale Instandhaltung	76
3.4	Outsourcing oder Re-Insourcing?	78
3.4.1	Outsourcing in der Instandhaltung	78
3.4.2	Gründe für das Outsourcing von Instandhaltungstätigkeiten	80
3.4.3	Voraussetzungen im eigenen Unternehmen	81
3.4.4	Mögliche Risiken durch das Outsourcing	81
3.4.5	Kriterien für die Auswahl von Dienstleistungsunternehmen	81
3.4.6	Durchführung eines Instandhaltungs-Outsourcingprojekts	83
3.5	Make-or-Buy? Ermittlung der Kerneigenleistungstiefe der Instandhaltung	83
3.5.1	Konzentration auf Kernkompetenzen	83
3.5.2	Verfahrensbeschreibung	85
3.5.2.1	Verfahrensziel	85
3.5.2.2	Erster Schritt: Erfassung der Rahmenbedingungen	86
3.5.2.3	Zweiter Schritt: Erfassung eines unternehmens- spezifischen Anforderungsprofils	86
3.5.2.4	Darstellung möglicher Leistungsklassen und Bestimmung der sicheren Fremdleistung	87
3.5.2.5	Dritter Schritt: Bestimmung des Leistungsindex	88
3.5.2.6	Vierter Schritt: Bestimmung des Anlagenindex	90
3.5.2.7	Fünfter Schritt: Bestimmung der Kerneigenleistungstiefe: Einordnung der Einzelleistungen je Anlage und Visualisierung im Portfolio	91
3.5.3	Zusammenfassung und Ausblick	93
3.6	Zusammenarbeit mit Dienstleistern – Instandhaltungsnetzwerke	94
4	Kennzahlen und Controlling in der Instandhaltung	97
4.1	Kennzahlen in der Instandhaltung	97
4.1.1	Nutzen und Gefahren der Kennzahlenanwendung	97
4.1.2	Von Kennzahlen zu Kennzahlensystemen	98
4.1.3	Kategorien von Kennzahlen in der Instandhaltung	99
4.2	Die Balanced Scorecard in der Instandhaltung	103
4.3	Instandhaltungs-Controlling	105
4.3.1	Instandhaltungs-Controlling-System	105
4.3.2	Fehlerquellen	106
4.3.3	Erstellung von Instandhaltungsbudgets	107
4.4	Benchmarking in der Instandhaltung	108
4.4.1	Was ist Benchmarking?	108
4.4.2	Benchmarking-Definitionen	109
4.4.3	Arten des Benchmarking	110

4.4.4	Allgemeine Vorgangsweise beim Benchmarking	112
4.4.5	Benchmarkingprojekt in der Instandhaltung	115
5	Instandhaltungsstrategien	119
5.1	Instandhaltung als „Verteidigungssystem gegen Schäden“	119
5.2	Arten von Instandhaltungsstrategien	120
5.3	Ausfallbehebung	121
5.4	Zeitgesteuerte periodische Instandhaltung	122
5.4.1	Mittlere Zeit zwischen zwei Schäden (Mean Time Between Failures – MTBF)	123
5.4.2	Streuung der Nutzungsdauer	123
5.4.3	Schadensdokumentation	123
5.4.4	Unzureichende statistische Erfahrung	124
5.5	Zustandsorientierte Instandhaltung	124
5.5.1	Condition Monitoring (Zustandsüberwachung)	128
5.5.1.1	Zustandsüberwachung durch den Menschen	128
5.5.1.2	Condition Monitoring mit Sensoren	128
5.5.1.3	Online und Offline-Überwachung	129
5.5.1.4	Einflussgrößen auf den Anlagenzustand	130
5.5.2	Einführung eines Condition Monitoring-Systems	131
5.5.3	Techniken für die Zustandsüberwachung	132
5.5.3.1	Dynamische Effekte	133
5.5.3.2	Temperatureffekte	133
5.5.3.3	Chemische Effekte	133
5.5.3.4	Physikalische Effekte	133
5.5.3.5	Elektrische Effekte	134
5.5.3.6	Partikeleffekte	134
5.5.4	Ferndiagnose von Werkzeugmaschinen	134
5.5.4.1	Ferndiagnose und Ferninstandhaltung	134
5.5.4.2	Videodiagnose in der Instandhaltung	135
5.6	Vorausschauende Instandhaltung	136
5.7	Instandhaltung 4.0 – „Smart Maintenance“	138
5.7.1	Industrie 4.0	138
5.7.2	Mit „SmartMaintenance“ zur antizipativen Qualitäts- und Instandhaltungsplanung	139
5.7.3	Unterstützung durch Data-Mining	143
5.7.4	Nutzen der „Smart Maintenance“	143
5.8	Welche Strategie ist die Richtige? – Methode der risikoorientierten Strategieauswahl	144

5.8.1	Rahmenbedingungen	144
5.8.2	5-Schritte-Analyse der Anlagen	145
5.8.3	Schritt 1: Vergleich der Anforderungen an die Anlage mit den möglichen Leistungen	147
5.8.4	Schritt 2: Klassifizierung kritischer Anlagen durch Bewertung der Ausfallwirkungen (Wertstromfokus)	148
5.8.5	Schritt 3: Erfassung der Schadensmöglichkeiten an den kritischen Anlagen	150
5.8.6	Schritt 4: Risikobewertung der kritischen Anlagen – Quantifizierung der Ausfallwirkungen durch Berechnung des Risikos mittels der SMEA	151
5.8.6.1	Definition des Begriffs Risiko	152
5.8.6.2	Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit	152
5.8.6.3	Systematisches Durchführen einer Risikoanalyse	152
5.8.6.4	SMEA (Schadensmöglichkeits- und Einflussanalyse) zur risikobasierten Strategieauswahl	156
5.8.7	Schritt 5: Systematische Verringerung des Risikos durch richtige Strategieauswahl	157
5.8.8	Ausblick	158
6	Softwareeinsatz in der Instandhaltung	159
6.1	Schnittstellen der Instandhaltungs-Software	160
6.2	Aufgaben und Funktionsweise von IPS-Systemen	162
6.3	Auswahl und Einführung einer Softwarelösung für die Instandhaltung	166
6.4	Instandhaltungs-Standard-Softwarepakete	171
7	Instandhaltungslogistik	175
7.1	Verknüpfung der Logistik- und Instandhaltungsprozesse	175
7.2	Aufgaben und Ziele der Instandhaltungslogistik	177
7.3	Ersatzteilbewirtschaftung zur Verfügbarkeitssicherung	179
7.3.1	Ersatzteilorganisation als Querschnittsfunktion zwischen Logistik und Instandhaltung	179
7.3.2	Aufgaben und Ziele der Ersatzteilbewirtschaftung	180
7.3.3	Ersatzteil-Management	181
7.3.4	Definition des Ersatzteils	182
7.3.5	Ersatzteilauswahl	182
7.3.6	Vorgangsweise für eine effiziente Ersatzteilbewirtschaftung beim Abnehmer	184
7.3.7	Unternehmensmodelle der Ersatzteillogistik	185
7.3.8	Arten der Ersatzteilbevorratung	185

7.4	Dimensionierung der Ersatzteillager	188
7.4.1	Ersatzteilbedarfsermittlung	188
7.4.2	Instrumente zur Bestandsführung	188
7.4.2.1	ABC-Analyse	189
7.4.2.2	XYZ-Analyse	190
7.4.2.3	Kombination von XYZ-Analyse und ABC-Analyse	190
7.4.3	Komponenten des Lagerbestandes	191
7.4.4	Lagerkennzahlen und -begriffe	193
7.4.4.1	Kennzahlen des Lagermanagements	193
7.4.5	Lagerdurchlaufdiagramm	193
7.4.6	Gesamtkosten der Lagerhaltung	194
7.4.6.1	Beschaffungskosten	195
7.4.6.2	Lagerkosten	195
7.4.6.3	Fehlmengenkosten	196
7.4.7	Stochastisches Modell – Lagerhaltungsstrategien	196
7.4.7.1	Strategien mit Bestellbestand	197
7.4.7.2	Strategien mit Bestellzyklus	197
8	Lean Maintenance	199
8.1	„Lean Production“ als Zustand	199
8.1.1	Grundlagen	199
8.1.2	Vermeidung von Verschwendung	200
8.2	Wie wird meine Instandhaltung „lean“?	201
8.3	Verschwendung in der Instandhaltung	202
8.3.1	Interpretation der 7 Arten der Verschwendung im Instandhaltungsbereich	203
8.3.1.1	Überproduktion und Blindleistung	203
8.3.1.2	Wartezeiten	203
8.3.1.3	Unnötiger Transport	203
8.3.1.4	Nicht sachgerechter Technologieeinsatz oder nicht sachgerechter Arbeitsprozess	203
8.3.1.5	Bestände	204
8.3.1.6	Unnötige Bewegung	204
8.3.1.7	Mängel	204
8.3.2	„Lean Thinking“ im Instandhaltungsbereich	204
8.4	Standardisierung von Instandhaltungsprozessen	205
8.4.1	Instandhaltung in 8 Schritten	205
8.4.1.1	Auslöser	207
8.4.1.2	AV-Planung	207
8.4.1.3	AV-Durchführung	207
8.4.1.4	Manuelle Durchführung	207

8.4.1.5	Wiederinbetriebnahme	208
8.4.1.6	Funktionscheck	208
8.4.1.7	Freigabe	208
8.4.1.8	Abschluss	208
8.4.2	Vorteile der Standardisierung	210
8.5	Optimierung der Instandhaltungsprozesse durch Wertstromdesign	210
8.5.1	Auswahl des Wertstroms	211
8.5.2	Zeichnung des Ist-Zustandes	212
8.5.3	Vorgehensweise bei der Zeichnung des Soll-Zustandes	218
8.5.4	Umsetzungsprojekte	219
8.6	Vorteile des Wertstromdesigns für Instandhaltungsprozesse	219
9	Total Productive Management (TPM)	221
9.1	Von Total Productive Maintenance zu Total Productive Management	221
9.1.1	Definition und Kennzeichen	221
9.1.2	Geschichte von TPM	221
9.1.3	Der TPM-Award	223
9.2	Erhöhung der Gesamtanlageneffizienz (OEE-Analyse)	224
9.2.1	Die 6 großen Verluste	224
9.2.2	Erkennen von Verlusten – Grafische Aufbereitung der OEE	226
9.2.3	Wie beeinflusst man die OEE positiv?	229
9.3	Säulen und Leitlinien von TPM	232
9.3.1	Säule 1: Beseitigung von Schwerpunktproblemen – Anlagenmanagement	233
9.3.2	Säule 2: Autonome Instandhaltung	234
9.3.3	Säule 3: Geplantes Instandhaltungsprogramm	236
9.3.4	Säule 4: Instandhaltungsprävention	237
9.3.5	Säule 5: Schulung und Training	237
9.4	Einführung und Organisation von TPM	238
9.4.1	Die 4 Phasen der TPM-Einführung	238
9.4.2	TPM auf der Managementseite	240
9.4.3	TPM auf der Maschinenarbeiterseite – Die 6 Schritte zu TPM	243
9.4.4	TPM auf der Anlagenseite	248
9.5	Auswirkungen von TPM	250
10	Weitere Methoden zur Erhöhung von Produktivität und Anlagenverfügbarkeit	251
10.1	Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit durch Rüstzeit-Minimierung	251
10.1.1	Grundsätzliche Vorgangsweise beim Rüsten	251

10.1.2	Was ist SMED?	252
10.1.3	Einführung von SMED	253
10.2	Konstruktion und Instandhaltung	257
10.2.1	Die Bedeutung der Konstruktion für die Instandhaltung	257
10.2.2	Instandhaltungsarme Konstruktion	257
10.2.3	Instandhaltungsgerechte Konstruktion	258
10.2.4	Berücksichtigung der Lebenszykluskosten	259
10.2.5	Simultaneous Engineering	262
11	Qualitäts- und Prozessmanagement	263
11.1	Qualitätsmanagement und Instandhaltung	263
11.2	Die prozessorientierte Sichtweise	265
11.3	Der Begriff „Qualität“	266
11.4	Qualitätsmanagement	268
11.4.1	Der prozessorientierte Ansatz	268
11.4.2	Das Prozessmodell der ISO 9001:2008	269
11.5	Bedeutung der TS 16949 für die Instandhaltung	270
11.5.1	Aufbau der TS 16949	271
11.6	Prozessmanagement	272
11.6.1	Prozessmanagement-System	272
11.6.2	Prozess-Lifecycle – Lebensweg eines Prozesses	273
11.6.2.1	Prozessaufnahme in die Prozesslandschaft	273
11.6.2.2	Prozessdefinition	274
11.6.2.3	Prozessausführung/-regelung	274
11.6.2.4	Prozessmonitoring	274
11.6.2.5	Prozesse außer Betrieb nehmen	275
11.7	Total Quality Management – TQM	275
11.8	Excellence	278
11.8.1	Begriffsbestimmungen	278
11.8.2	Das EFQM-Modell für Excellence [26]	279
11.8.3	RADAR-Logik	280
11.9	Der Unternehmerische Regelkreis	281
11.10	Resümee	283
12	Abnahme und Qualifikation von Fertigungseinrichtungen	285
12.1	Einleitung	285
12.2	Geometrische Prüfverfahren	286
12.2.1	Geradheit	287

12.2.2	Ebenheit	287
12.2.3	Parallelität und Rechtwinkligkeit von Führungen und Achsen ..	288
12.2.4	Rundlauf	288
12.2.5	Spezialprüfungen	288
12.3	Prüfverfahren mit Musterwerkstücken	289
12.4	Fähigkeitsuntersuchungen	290
12.4.1	Was bedeuten Maschinenfähigkeit und Prozessfähigkeit?	290
12.4.1.1	Maschinenfähigkeit	291
12.4.1.2	Prozessfähigkeit	291
12.4.1.3	Fähigkeitsindizes	292
12.4.1.4	Vorgangsweise für Fähigkeitsuntersuchungen	293
12.4.2	Gültigkeit und Einflussgrößen der Fähigkeitsuntersuchungen ...	295
12.4.2.1	Gültigkeit der Untersuchungen	295
12.4.2.2	Randbedingungen	295
12.4.2.3	Messmittelfähigkeit	295
12.4.2.4	Einheitliche Richtlinien	296
12.5	Maßnahmen zur Erhöhung der Maschinenfähigkeit und der Prozessfähigkeit	296
12.6	Zusammenfassung	297
13	Digitale Transformation in der Instandhaltung	299
13.1	Innovative Trends und Technologien im Bereich Instandhaltungsplanung	299
13.1.1	Überblick zu aktuellen Trends in der Instandhaltung	299
13.1.2	Internet of Things (IoT)	302
13.1.3	Mixed & Virtual Augmented Reality	305
13.1.4	Digital Twin in der Instandhaltung	310
13.1.5	Datengetriebene Instandhaltungsplanung	313
13.2	Knowledge based Maintenance	318
13.2.1	Charakteristik der Problemlösung in der Instandhaltung: Der Rubik's Würfel der Instandhaltung	319
13.2.2	Wissensgenerierung aus Big Data: Sind Daten das Öl der Zukunft?	321
13.2.3	Instandhaltung vor dem Hintergrund der Industrie 4.0: Ist die Öl-Gewinnung ausreichend?	324
13.2.4	Wissensbasierte Instandhaltung: Anforderungen an die Instandhaltung der Zukunft	326
13.2.5	Präskriptives Instandhaltungs-Model (PRIMA)	331
13.2.6	Anwendungsbeispiel für Knowledge based Maintenance in der industriellen Praxis	334

13.2.6.1	Problemstellung und Methodisches Vorgehen	334
13.2.6.2	Anforderungsspezifikation und Definition des Prognoseproblems	335
13.2.6.3	Bereitstellung und Harmonisierung der Daten	336
13.2.6.4	Explorative Daten- und Korrelationsanalyse	337
13.2.6.5	Modellierung und Evaluierung des Prognosemodells	338
13.2.6.6	Überführen der Prognoseergebnisse in die Instandhaltungsplanung	340
13.2.6.7	Tools und Werkzeuge zur Anwendung von maschinellen Lernalgorithmen im Bereich Instandhaltung	341
13.2.7	Zukünftige Herausforderungen der Wissensbasierten Instandhaltung	342
14	Verzeichnisse	343
14.1	Glossar	343
14.2	Abbildungsverzeichnis	344
14.3	Tabellen	350
14.4	Checklisten	350
14.5	Leitfäden	351
14.6	Literaturverzeichnis	352
14.7	Stichwortverzeichnis	359
14.8	Autor	361

Vorwort zur 7. Auflage

Ich freue mich über die seit der Erstauflage vor schon beinahe 20 Jahren konstant hohe Nachfrage nach dem Buch „Instandhaltungslogistik“. Das zeigt mir, dass die Themen und das Leitbild des Buches – Qualität und Produktivität steigern – nach wie vor sehr aktuell sind.

In dieser bereits 7. Auflage werden nach dem Einzug der aktuellen Themen „Industrie 4.0“ und „Smart Maintenance“ in der letzten Auflage diesmal die beiden Kapitel „Innovative Trends und Technologien im Bereich Instandhaltungsplanung“ und das Kapitel „Knowledge Based Maintenance“ näher betrachtet. Sie befassen sich mit der rasanten Entwicklung der Digitalisierung, durch die Verbesserungen und neue Perspektiven in der Instandhaltung bereits heute möglich geworden sind. Außerdem werden hier aktuelle Forschungsvorhaben vorgestellt und mögliche Zukunftsentwicklungen aufgezeigt.

Das Ziel dieses Buches ist es nach wie vor, dazu beizutragen, die Instandhaltung als strategischen Unternehmensbestandteil der Produktionsunternehmen zu sehen. Sie nimmt eine Schlüsselrolle im Hinblick auf den effizienten Umgang mit Ressourcen ein. Die richtige Instandhaltungsstrategie birgt für Unternehmen große Potenziale wie Effizienzsteigerung der Anlagen, Ressourcenschonung bei Material und Energie, Wirtschaftlichkeitsverbesserung und Sicherung der Produktqualität. Das bedeutet, dass die Instandhaltung in verstärktem Ausmaß dazu beitragen wird, die Arbeitsplätze der Zukunft zu sichern.

Instandhaltungsleiter stehen nach wie vor im Spannungsfeld „Kosteneinsparung versus Verfügbarkeitssicherung“ und unter dem Druck, die Leistung der Instandhaltung intern zu „verkaufen“. Die in diesem Buch vorgestellten Methoden, Anleitungen und Checklisten sollen Instandhaltungsmitarbeiter, Ingenieure und Manager dabei unterstützen.

Außerdem vermittelt dieses Buch ein umfassendes Wissen über die Zusammenhänge und Hintergründe des Instandhaltungsmanagements und der zugehörigen Methoden und richtet sich somit auch an Studierende des Maschinenbaus und des Wirtschaftsingenieurwesens bzw. ähnlicher technischer Universitäts- und Fachhochschulstudiengänge.

Ich danke meinen Kolleginnen und Kollegen, die mich bei der Erstellung des Buches durch ihre Arbeit im Forschungsteam massiv unterstützt haben und das Thema Instandhaltung zu einem wichtigen Eckpfeiler unseres Forschungsbereichs gemacht haben. In dieser Auflage hat dieses Team bestehend aus Fazel Ansari, Robert Glawar und Tanja Nemeth als Autoren der oben erwähnten beiden neuen Kapitel die Ergebnisse unserer Forschungs- und Kooperationsprojekte mit unseren Industriepartnern beschrieben und den Nutzen für die industrielle Anwendung aufgezeigt.

Vor allem aber danke ich den wichtigsten Menschen in meinem Leben, die schon seit vielen Jahren mein Rückhalt und meine Inspiration sind, mich in allen Lebenslagen verständnisvoll unterstützen und ohne deren Liebe, Unterstützung und Geduld ich niemals so viel erreicht hätte: meiner Frau Sabine und meinen Töchtern Nina und Marie.

Wien, im Oktober 2018

Kurt Matyas

Vorwort zur 7. Auflage

Ich freue mich über die seit der Erstauflage vor schon beinahe 20 Jahren konstant hohe Nachfrage nach dem Buch „Instandhaltungslogistik“. Das zeigt mir, dass die Themen und das Leitbild des Buches – Qualität und Produktivität steigern – nach wie vor sehr aktuell sind.

In dieser bereits 7. Auflage werden nach dem Einzug der aktuellen Themen „Industrie 4.0“ und „Smart Maintenance“ in der letzten Auflage diesmal die beiden Kapitel „Innovative Trends und Technologien im Bereich Instandhaltungsplanung“ und das Kapitel „Knowledge Based Maintenance“ näher betrachtet. Sie befassen sich mit der rasanten Entwicklung der Digitalisierung, durch die Verbesserungen und neue Perspektiven in der Instandhaltung bereits heute möglich geworden sind. Außerdem werden hier aktuelle Forschungsvorhaben vorgestellt und mögliche Zukunftsentwicklungen aufgezeigt.

Das Ziel dieses Buches ist es nach wie vor, dazu beizutragen, die Instandhaltung als strategischen Unternehmensbestandteil der Produktionsunternehmen zu sehen. Sie nimmt eine Schlüsselrolle im Hinblick auf den effizienten Umgang mit Ressourcen ein. Die richtige Instandhaltungsstrategie birgt für Unternehmen große Potenziale wie Effizienzsteigerung der Anlagen, Ressourcenschonung bei Material und Energie, Wirtschaftlichkeitsverbesserung und Sicherung der Produktqualität. Das bedeutet, dass die Instandhaltung in verstärktem Ausmaß dazu beitragen wird, die Arbeitsplätze der Zukunft zu sichern.

Instandhaltungsleiter stehen nach wie vor im Spannungsfeld „Kosteneinsparung versus Verfügbarkeitssicherung“ und unter dem Druck, die Leistung der Instandhaltung intern zu „verkaufen“. Die in diesem Buch vorgestellten Methoden, Anleitungen und Checklisten sollen Instandhaltungsmitarbeiter, Ingenieure und Manager dabei unterstützen.

Außerdem vermittelt dieses Buch ein umfassendes Wissen über die Zusammenhänge und Hintergründe des Instandhaltungsmanagements und der zugehörigen Methoden und richtet sich somit auch an Studierende des Maschinenbaus und des Wirtschaftsingenieurwesens bzw. ähnlicher technischer Universitäts- und Fachhochschulstudiengänge.

Ich danke meinen Kolleginnen und Kollegen, die mich bei der Erstellung des Buches durch ihre Arbeit im Forschungsteam massiv unterstützt haben und das Thema Instandhaltung zu einem wichtigen Eckpfeiler unseres Forschungsbereichs gemacht haben. In dieser Auflage hat dieses Team bestehend aus Fazel Ansari, Robert Glawar und Tanja Nemeth als Autoren der oben erwähnten beiden neuen Kapitel die Ergebnisse unserer Forschungs- und Kooperationsprojekte mit unseren Industriepartnern beschrieben und den Nutzen für die industrielle Anwendung aufgezeigt.

Vor allem aber danke ich den wichtigsten Menschen in meinem Leben, die schon seit vielen Jahren mein Rückhalt und meine Inspiration sind, mich in allen Lebenslagen verständnisvoll unterstützen und ohne deren Liebe, Unterstützung und Geduld ich niemals so viel erreicht hätte: meiner Frau Sabine und meinen Töchtern Nina und Marie.

Wien, im Oktober 2018

Kurt Matyas

7

Instandhaltungslogistik

■ 7.1 Verknüpfung der Logistik- und Instandhaltungsprozesse

In der betrieblichen Praxis dominiert noch vielfach die ungeplante anstelle der geplanten Instandhaltung. Die Ersatzteilwirtschaft wird vergangenheitsorientiert betrieben. Wartung und Inspektion werden vernachlässigt. Die Störungserfassung wie auch die Schwachstellenanalyse und -behebung fehlen oftmals völlig. Das Auftragsystem wird ineffizient und unvollkommen gehandhabt. Die Informationsschnittstellen zwischen Instandhaltung und betrieblichen Bereichen sowie Prozessen werden nicht genutzt.

Viele der gerade genannten Schwächen sind auf die unzureichende Unterstützung der Instandhaltung durch die Logistik, ergänzt durch die modernen Informations- und Kommunikationstechniken, zurückzuführen.

So gibt es, wenn überhaupt, viele Einzelsysteme als Insellösungen und keine zusammenhängende Konzeption für das Instandhaltungsmanagement. Die Integration der Instandhaltungsinformationen in das unternehmensweite Logistiksystem fehlt ebenfalls.

Die folgenden vier Punkte sollen zeigen, wie eng verknüpft die Bereiche Logistik und Instandhaltung sind [45].

1. Die Prozessdauern werden durch zunehmende Produktivität der Prozesse immer kürzer. Das kann nur von äußerst komplexen Anlagen erreicht werden. Aufgrund dieser Komplexität nimmt die Ausfallwahrscheinlichkeit zu und durch die hohe Produktivität haben Anlagenstillstände auch entsprechend schwerwiegende Folgen. Hinzu kommt noch, dass durch die schnell laufenden Arbeitsprozesse und den beschleunigten Materialfluss weniger Zeit für Instandhaltungs- oder Anlagenverbesserungsmaßnahmen zur Verfügung steht.

2. Je exakter geplant wird und je mehr Details schon in der Planungsphase festgelegt werden, desto schwerwiegender wirken sich Zufallsausfälle aus, und machen genaue langfristige Planungen zunichte.
3. Viele Ausfälle, Kostensteigerungen und Terminüberschreitungen werden durch mangelhafte Instandhaltung und/oder das Fehlen benötigter Informationen und Materialien hervorgerufen.
4. Früher erfolgte die Absicherung gegen die vielen Risiken primär durch eine Erhöhung der Bestände und Kapazitäten und nicht durch eine Straffung der Prozesse und Sicherung der Verfügbarkeit bei reduzierten Beständen.

Heutzutage kann sich kein Betrieb mehr hohe Bestände zur Reduzierung der Risiken leisten. Hier kommen vollkommen neue Herausforderungen auf die Logistik und die Instandhaltung zu, was eine kombinierte Betrachtungsweise unter dem Titel „Instandhaltungslogistik“ nahe legt.

Unter Berücksichtigung der Produktionsziele muss zunächst eine Gesamtlösung für die Instandhaltung und die Ersatzteillogistik ausgearbeitet werden, wobei die Ziele wie Kostensenkung und Verfügbarkeitssteigerung scheinbar in einem Widerspruch zueinander stehen.

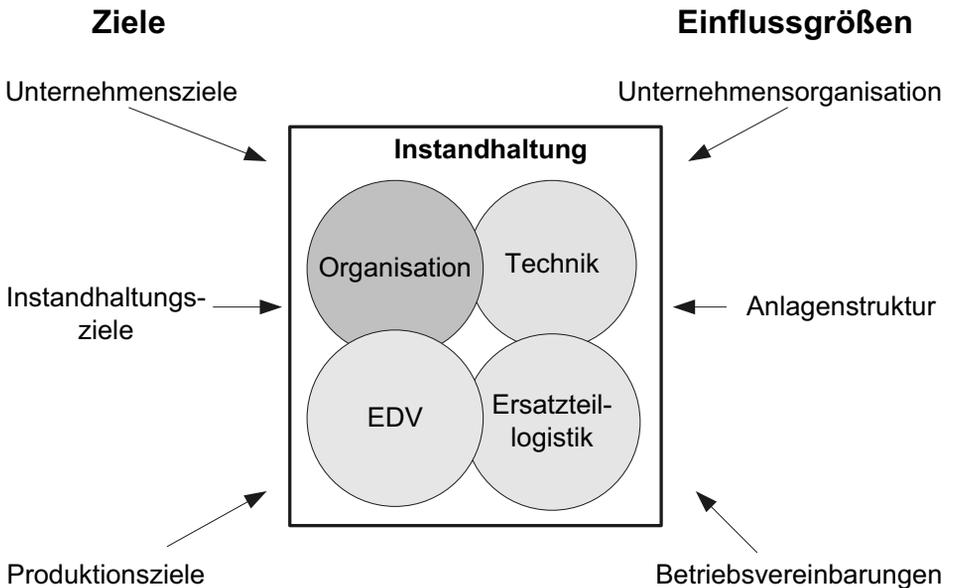


Bild 7.1 Einflussgrößen und Schnittmengen in einem Instandhaltungskonzept [66]

Die in Bild 7.1 gezeigten Teilbereiche der Instandhaltung sind voneinander abhängig und dürfen weder bei der Planung noch bei der Realisierung isoliert betrachtet werden. Die hohen Rationalisierungspotenziale der Teilbereiche können nur dann

ausgeschöpft werden, wenn bereits die Konzeptentwicklung auf einer integrierten Betrachtungsweise basiert.

■ 7.2 Aufgaben und Ziele der Instandhaltungslogistik

Das Hauptziel der Instandhaltungslogistik ist die Planung, Herstellung und Erhaltung der Verfügbarkeit der Informationen, des Personals und der Anlagen. Alle Einzelleistungen der Logistik und der Instandhaltung sollten die Erreichung dieser Ziele unterstützen. Für jede Anlage ist individuell zu ermitteln, welche Einzelleistungen aus den Bereichen Logistik und Instandhaltung erbracht werden müssen, damit ein optimaler Einsatz möglich wird.

Die Optimierung berücksichtigt alle wesentlichen Kosten und deren voraussichtlichen Verlauf während der gesamten Nutzungsdauer einer Anlage, damit die geplante Verfügbarkeit mit minimalem wirtschaftlichem Einsatz erfolgt [3].

- Beschaffungskosten der Anlage
- Kosten der vorbeugenden Instandhaltung
- Kosten ungeplanter Ausfallbehebungen
- Kosten der Ersatzteilbevorratung
- Kosten von Produktionsausfällen
- Stilllegungs- und Entsorgungskosten der Anlage

Durch die Komplexität der Anlagen, dem technischen Fortschritt, die kürzeren Produktlebenszyklen und die neuen Anforderungen an Produktivität und Flexibilität einer Anlage, haben sich die Aufgaben der Logistik und der Instandhaltung ebenfalls geändert.

Um die Logistik- und Instandhaltungskosten durch Strategien, die ohne Rücksicht auf die jeweilige individuelle Anlagensituation auf alle Anlagen angewendet werden, nicht unnötig zu erhöhen, ist jede Instandhaltungsmaßnahme individuell zu planen und erfordert eine spezielle Kombination von Material, Testgeräten, Werkzeugen, Maschinen und Personal.

Für jedes Instandhaltungsobjekt müssen Faktoren wie Sicherheits- und Umweltanforderungen, Abnutzung, Erkennbarkeit von Schäden, Verlauf der Ausfallrate etc. berücksichtigt werden.

Eine Erfassung der Logistik- und Instandhaltungsdaten im Rahmen einer Betriebsdatenerfassung ist daher im Hinblick auf die Optimierung der Logistik und der Instandhaltung unerlässlich. Bild 7.2 zeigt einen ganzheitlichen Ansatz einer

systematischen Instandhaltungslogistik. Das oberste Ziel aller logistischen Aktivitäten besteht darin, das zugrunde gelegte Produktionsprogramm sicher, kostenminimal und in der geforderten Qualität zu gewährleisten. Die Randbedingungen sind die verfügbare Technologie, das gegebene Betriebsumfeld und die Leistungsanforderungen.

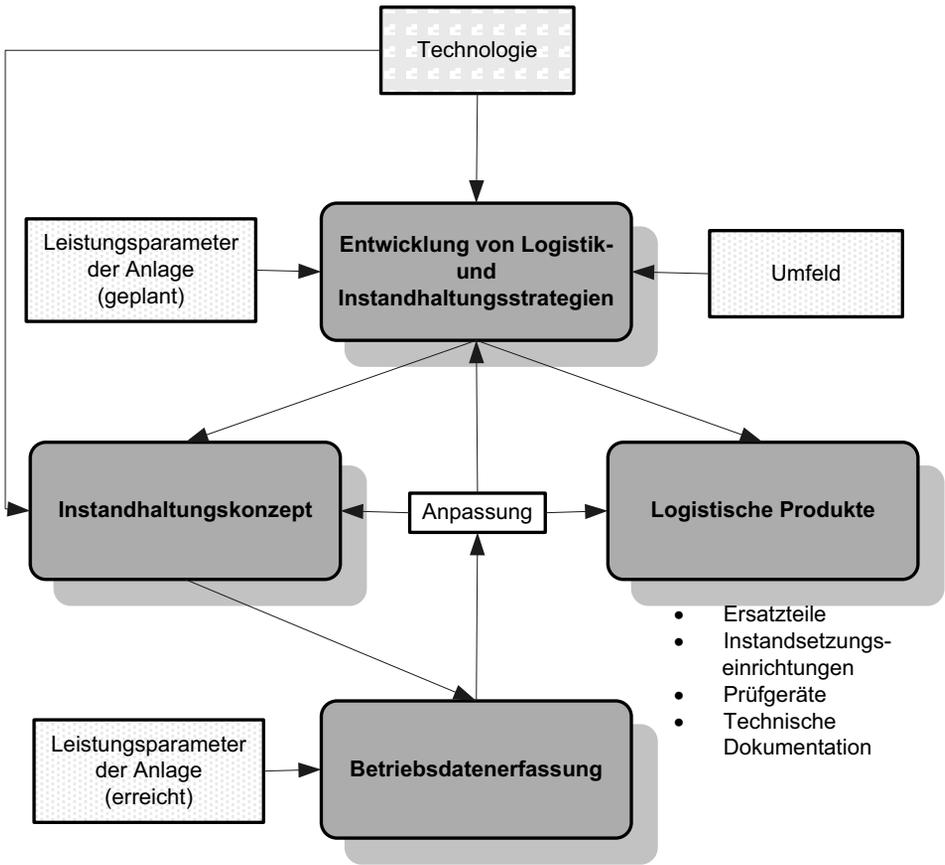


Bild 7.2 Systematische Instandhaltungslogistik (nach [3])

■ 7.3 Ersatzteilbewirtschaftung zur Verfügbarkeitssicherung

7.3.1 Ersatzteilorganisation als Querschnittsfunktion zwischen Logistik und Instandhaltung

Der Begriff Ersatzteilorganisation umfasst die Gesamtheit aller Regelungen, welche die Aufbau- und Ablaufstrukturen des Ersatzteilwesens betreffen. In Produktionsbetrieben sind die Bereiche Beschaffung, Produktion, Instandhaltung und Absatz eng in die Ersatzteilbewirtschaftung involviert. Die Logistik stellt ähnlich wie das Finanzwesen eine Querschnittsfunktion innerhalb eines Betriebes dar.

Auf Grund der vielen wechselseitigen Beziehungen zwischen den logistischen Entscheidungen, ist die Erreichung eines Kostenminimums eine bereichsübergreifende Aufgabe. Die logistische Leitungsfunktion hat die Aufgabe alle betrieblichen Materialflüsse genauso wie die damit verbundenen Informationsflüsse auf das Ziel des Gesamtkostenminimums auszurichten.

Sowohl die Instandhaltung als auch die Ersatzteillogistik umfassen technische Dienstleistungen zum Erhalt der Verfügbarkeit. Die Ersatzteillogistik bildet die Verknüpfung zwischen der Instandhaltung und den Ersatzteilen. [49]

Tabelle 7.1 Zusammenhang Instandhaltung/Ersatzteillogistik/Ersatzteil [49]

Instandhaltung	Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes Feststellung und Beurteilung des Istzustandes
Ersatzteillogistik	Bereitstellung, Zusammenführen von Ersatzteilen mit Investitionsgut
Ersatzteil	Ersatz für beschädigte, verschlissene oder fehlerhafte Komponenten Ersatzteile sind für die Instandhaltung erforderlich

Ein ganzheitlicher Ansatz, der die Instandhaltung zusammen mit der Ersatzteillogistik und den Ersatzteilen betrachtet, führt zu einem effektiven System.

In Bild 7.3 wird ein schematischer Überblick über die logistische Gesamtaufgabe gegeben. Die Rolle der Instandhaltung ist dabei eng mit der Zusammenarbeit mit Lieferanten verbunden. EDV-Unterstützung kommt in der Darstellung auch eine erhöhte Bedeutung zu.

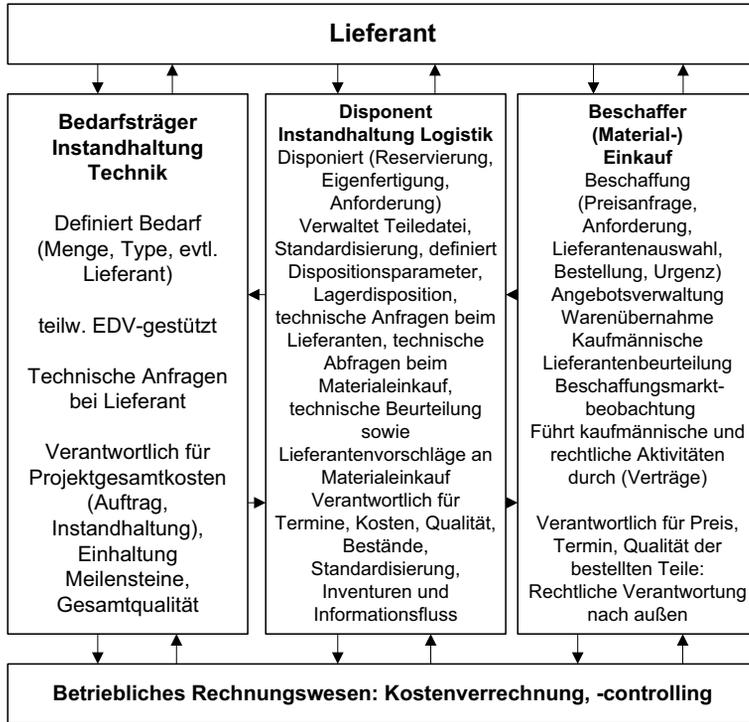


Bild 7.3 Organisationsspezifische Teilaufgaben und Informationsbeziehungen [7]

7.3.2 Aufgaben und Ziele der Ersatzteilbewirtschaftung

Die Ausfallszeitpunkte für Maschinen und Anlagen lassen sich nur in begrenztem Maße voraussagen. In vielen Bereichen besteht die Tendenz, diese Unsicherheit durch eine überhöhte Ersatzteilbevorratung aufzufangen, dabei werden jedoch meistens die dadurch verursachten hohen Lagerkosten unterschätzt. Eine optimale Ersatzteilversorgung ist nur dann gegeben, wenn ein Minimum an Gesamtkosten, bestehend aus Lagerhaltungskosten und Betriebsausfallkosten, erreicht werden kann. Diese Zielsetzung kann zu zwei gegenläufigen Einflussgrößen führen:

- Eine Verminderung von Ausfallzeiten durch erhöhte Ersatzteilbevorratung führt durch die größere Kapitalbindung zu steigenden Kosten.
- Eine nicht risikogerechte Verminderung der Ersatzteilbevorratung führt zu längeren Ausfallzeiten; die Kosten der Betriebsausfälle steigen.

Eine effektive Organisation des Ersatzteilwesens soll helfen, diese gegenläufigen Einflussgrößen auszugleichen und ein Optimum zwischen Bevorratungskosten und Lieferbereitschaft zu erzielen.

Wie schon in der Definition der Logistik allgemein, gilt auch für die Ersatzteillogistik, dass jene für die Instandhaltung von Anlagen und Betriebsmitteln benötigten

Ersatzteile in der erforderlichen Art und Menge beim entsprechenden Instandhaltungsobjekt (Anlage, Maschine) zum richtigen Zeitpunkt kostenminimal bereitgestellt werden [7].

Die Lösung dieser globalen Zielsetzung erfordert eine Vielzahl von komplexen Planungs- und Dispositionstätigkeiten. Folgende Parameter müssen dabei festgelegt werden:

- Art der Bewirtschaftung und Bestandsüberwachung
- Ersatzteilbedarf
- Sicherheitsbestände
- Zweckmäßige Art der Lagerung
- Innerbetrieblicher Transport
- Bestimmung nicht mehr benötigter Ersatzteile

Die Bedarfsermittlung funktioniert analog zum Materialbedarf aufgrund der Fertigung.

7.3.3 Ersatzteil-Management

Das Ersatzteilmanagement gehört einerseits zu den Aufgaben des technischen Services des Anlagenherstellers, andererseits muss der Betreiber der Anlage für die Instandhaltung Ersatzteile bevorraten, um die Nutzungsbereitschaft zu sichern. Im Folgenden soll diese unterschiedliche Aufgabenverteilung im Rahmen der logistischen Kette von der Ersatzteilproduktion bis zur Ersatzteilbevorratung und Instandsetzung näher betrachtet werden.

Die Ersatzteilwirtschaft hat die Aufgabe, die für die Instandhaltung von Anlagen benötigten Ersatzteile in der erforderlichen Menge und Art beim Bedarfsträger zur rechten Zeit kostenminimal bereitzustellen.

Die **Ersatzteilwirtschaft des Anbieters** umschließt alle Aktionen, die mit der Planung, Steuerung und Kontrolle der Versorgung der externen Bedarfsträger befasst sind. Dazu zählen alle absatzseitigen Aktivitäten wie Auftragsabwicklung, Vertrieb, Reklamationsbearbeitung, aber auch logistische Tätigkeiten wie Transport, eigene Ersatzteilbeschaffung und Lagerhaltung.

Die **Ersatzteilwirtschaft des Abnehmers** befasst sich mit der Planung, Realisierung und Kontrolle der Versorgung, mit den benötigten Ersatzteilen, der internen Bedarfsstellen. Dazu gehören u. a. die Bedarfsplanung, Beschaffung der Ersatzteile, die Lagerhaltung, Versorgung der internen Bedarfsträger sowie das ersatzteilwirtschaftliche Controlling. Die Folgekosten die durch nicht rechtzeitig verfügbare Ersatzteile entstehen können das Hundert- bis Tausendfache des Teilewertes übersteigen. Ersatzteile müssen also in den richtigen Mengen im Lager liegen und kurzfristig zur Verfügung stehen. Die richtige Disposition von Ersatzteilen führt zu geringerem Kapitaleinsatz.

7.3.4 Definition des Ersatzteils

Ersatzteile

sind alle Einzelteile, Baugruppen und Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind, fehlende, beschädigte oder verschlissene Teile, Baugruppen oder Erzeugnisse zu ersetzen (nach DIN 24420).

Vereinfacht kann unter einem Ersatzteil auch folgende Definition verstanden werden. Es sind dies austauschbare Komponenten eines aus mehreren Komponenten bestehenden technischen Systems. Das technische System wird als Primärprodukt bezeichnet. Die Funktionstüchtigkeit dieses wird dabei durch den Austausch einer oder mehrerer Komponenten mit Ersatzteilen erhalten bzw. wiederhergestellt. [vgl. M02 gefunden in M2 S. 462]

Unter dem in weiterer Folge verwendeten Überbegriff **Ersatzteil** versteht man Reserveteile, Verbrauchsteile und Kleinteile [7].

Reserveteile

sind Ersatzteile, die meist sehr teuer sind, und nur in einer oder sehr wenigen Anlagen zum Einsatz kommen. Kennzeichen der Reserveteile ist eine geringe Bestandsmenge und ein hoher Bestandwert.

Verbrauchsteile

sind Ersatzteile, die aufgrund ihrer Konzeption bei der Nutzung aufgebraucht werden. Die Lebensdauer lässt sich mit ziemlicher Genauigkeit vorhersagen (im Gegensatz zu den Reserveteilen).

Beispiele: Dichtungen, Wälzlager, Keilriemen, etc.

Kleinteile

sind Ersatzteile, die allgemein verwendbar, vorwiegend genormt und von geringem Wert sind. Kennzeichen der Kleinteile ist im Gegensatz zu den Reserveteilen eine hohe Bestandsmenge und ein geringer Bestandwert.

Beispiele: Schrauben, Federn, etc.

7.3.5 Ersatzteilauswahl

Bei der Ersatzteilversorgung geht es nicht nur um die Frage „wie viele“, sondern auch darum, „welche“ Ersatzteile benötigt werden. Die Auswahl der richtigen Ersatzteile ist von entscheidender Bedeutung für den effizienten Betrieb einer technischen Anlage.

Als Ersatzteile kommen nur solche Einheiten in Frage, die mit Hilfe der betriebs-eigenen technischen und personellen Ausstattung, der jeweiligen Instandhaltungs-organisation ausgetauscht werden können. Ferner muss ein Ausfall dieser Einheit mit einem hohen Grad an Zuverlässigkeit auch an der jeweiligen Stelle diagnosti-ziert werden.

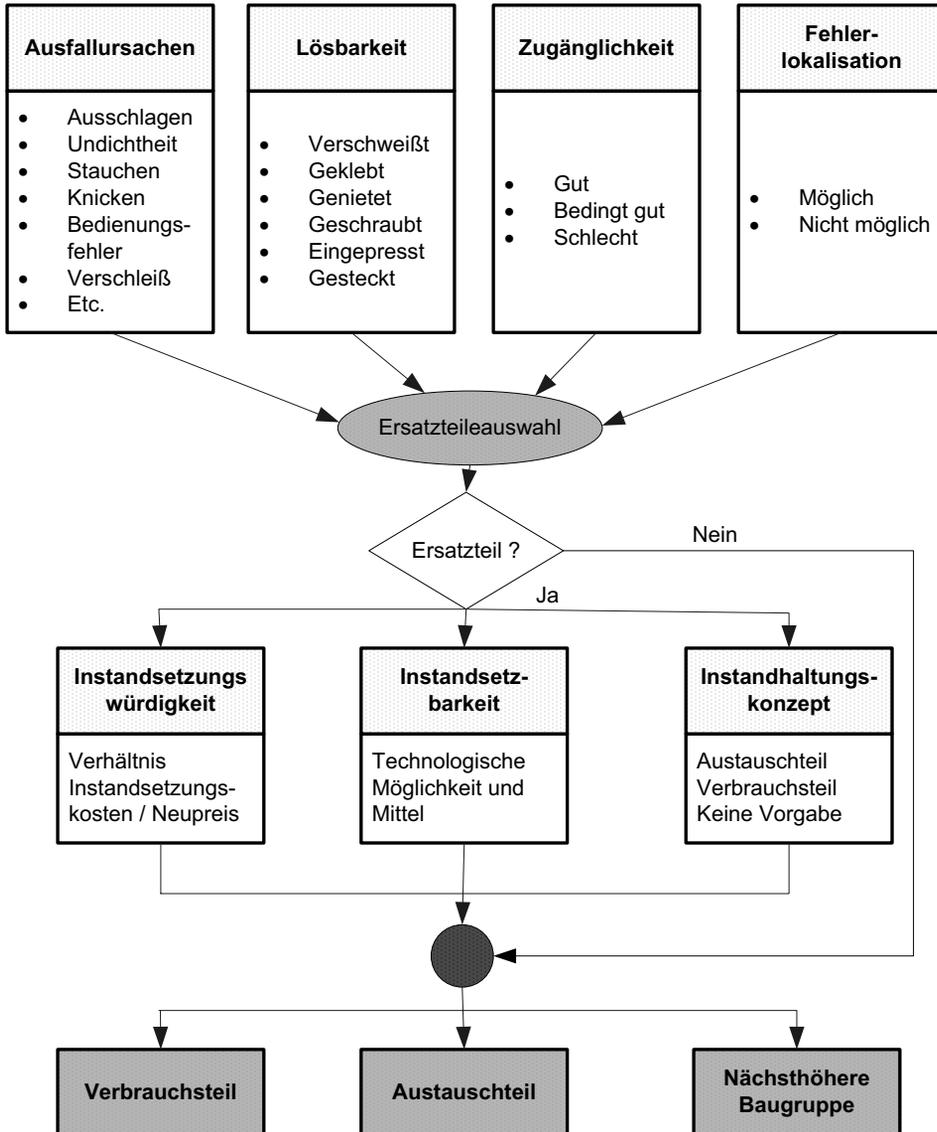


Bild 7.4 Verfahrensschema zur Ersatzteileauswahl

Zunächst wird anhand der Bewertung

- möglicher Ausfallursachen,
- der Austauschbarkeit,
- der Zugänglichkeit und
- der Möglichkeit der Fehlerlokalisierung

geprüft, ob eine betrachtete Einheit grundsätzlich als Ersatzteil definiert werden soll oder ob stattdessen die nächst höhere Baugruppe in Betracht kommt.

In Bild 7.4 sind schematisch die Auswahlkriterien für Ersatzteile wiedergegeben.

7.3.6 Vorgangsweise für eine effiziente Ersatzteilbewirtschaftung beim Abnehmer

Das Ziel der Erreichung einer effizienten Ersatzteilbewirtschaftung kann durch die integrierte Betrachtung von Logistik und Instandhaltung unterstützt werden. Bild 7.5 zeigt die Informationsbeziehungen zwischen der Instandhaltungsplanung und -steuerung (IPS) und der Ersatzteilbewirtschaftung.

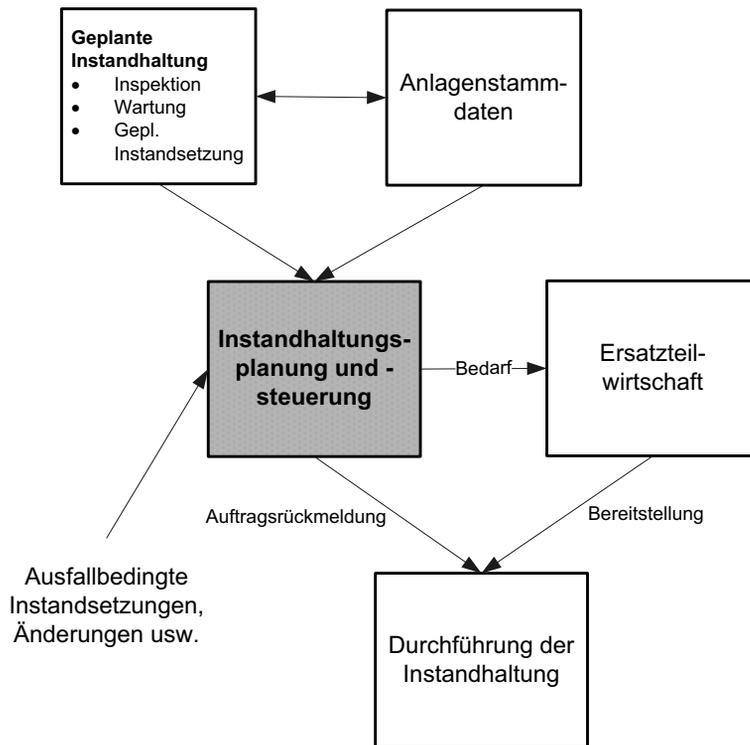


Bild 7.5 Logistikbeziehungen zwischen IPS und Ersatzteilwirtschaft (nach [6])

7.3.7 Unternehmensmodelle der Ersatzteillogistik

Es gibt unterschiedliche Unternehmensmodelle, wie die technischen Dienstleistungen der Ersatzteillogistik auf Hersteller und Betreiber verteilt werden können. Die Sicherstellung des Primärproduktbetriebes ist allen Modellen gemein, jedoch sind die Vor- und Nachteile unterschiedlich. Im Folgenden werden 3 verschiedene Arten näher betrachtet [49].

■ Hersteller-Ersatzteillogistik

Der Hersteller kümmert sich um die Ersatzteillogistik. Die Hintergründe hierzu sind zum einen die Mehrwertleistung, um den Absatz des Primärproduktes zu steigern und zum anderen ein Verkaufsargument um sich vom Mitbewerber abheben zu können. Als Vorteile können, durch die Anbindung an den Hersteller, die Verfügbarkeit und Sicherstellung von Ersatzteilen genannt werden. In diesem Modell ist die höhere Abhängigkeit des Betreibers vom Hersteller zu erwähnen, was Preis und Marketingkonzepte des OEMs (Original-Equipment-Manufacturer bzw. Erstausrüster) betrifft.

■ Betreiber-Ersatzteillogistik

Dadurch sich der Betreiber selbst um die Ersatzteillogistik kümmert, ist eine individuelle und spezielle Anpassung des Logistiksystems möglich. Jedoch kann man nur schwer von Erfahrungen anderen Betreiber derselben Anlagen profitieren, es sei denn es bestehen Kooperationen zum Mitbewerber. Effizienz- und Effektivitätsverluste können die Folge sein.

■ Unabhängiger Ersatzteillogistik-Dienstleister

Hier sind klare Verträge und Beziehungen zwischen den 3 beteiligten Firmen (Hersteller, Betreiber und Dienstleister) zu treffen. Durch Kennzahlen und Leistungsbeschreibungen ist eine Messung der Dienstleister simpel möglich. Dies führt zu einer ständigen Optimierung des Dienstleisters und damit zu einem wirtschaftlichen Wertschöpfungsprozess. Als negativ an diesem Konzept, kann die starke Abhängigkeit der 3 Parteien zueinander gesehen werden.

7.3.8 Arten der Ersatzteilbevorratung

Für die Wettbewerbssituation der Unternehmen ist es maßgeblich, dass die instand zu haltenden Anlagen und die Ersatzteilversorgung nicht getrennt voneinander betrachtet werden. Betreiber von Anlagen kaufen *die Funktionsfähigkeit einer Maschine*. Das bedeutet, dass auch die technische Beratung und die Ersatzteilversorgung „mitgekauft“ wird.

Die verschiedenen Arten der Ersatzteilbevorratung sind in Bild 7.6 dargestellt. Das Bestreben des Anlagenbetreibers ist ein möglichst kleines Ersatzteillager bei einer maximalen Verfügbarkeit der Anlagen zu erreichen.

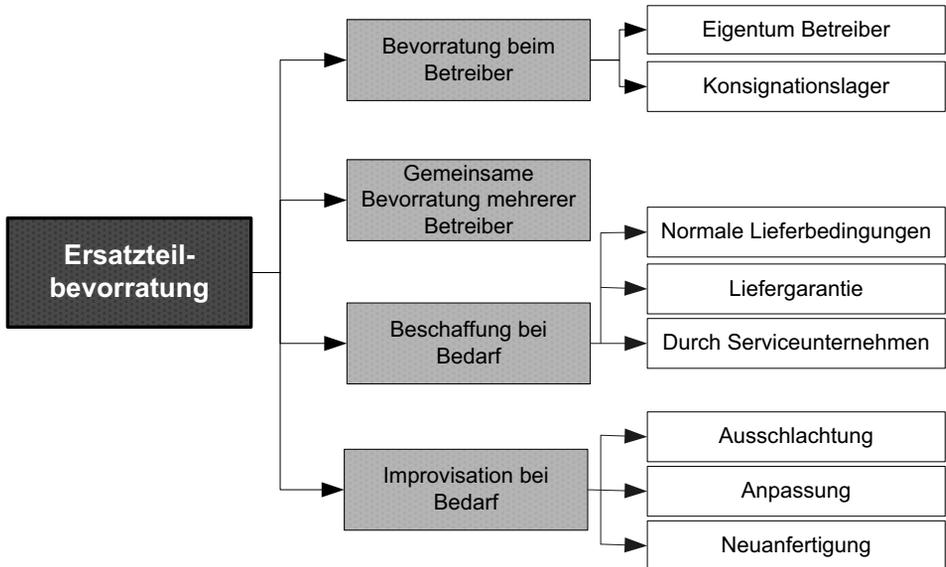


Bild 7.6 Arten der Ersatzteilbevorratung bei der Instandhaltung (nach [35])

Bevorratung beim Betreiber – klassisch

Die am häufigsten praktizierte Form der Ersatzteilbevorratung ist die Bevorratung beim Betreiber, da die Ersatzteile bei Ausfällen sofort zur Verfügung stehen. Normalerweise befinden sich die bevorrateten Teile auch im Eigentum des Betreibers. Bei dieser Variante bedeutet ein hoher Ersatzteillagerstand auch hohe Lagerkosten (vorwiegend Kapitalkosten) für den Betreiber.

Bevorratung beim Betreiber – Konsignationslager

Es gibt allerdings auch die Variante des *Konsignationslagers*. Bei dieser Form der Ersatzteilbevorratung bleiben die Ersatzteile im Eigentum des Maschinenherstellers oder Ersatzteilproduzenten und werden vom Betreiber erst bei Einbau des betreffenden Teils bezahlt, was für den Betreiber zwei Vorteile bringt:



Vorteile eines Konsignationslagers für den Anlagenbetreiber

- Hohe Verfügbarkeit der Teile
- Keine Lagerkosten durch hohen Ersatzteillagerbestand

Beim Neuanlagenkauf im Sinne des *Kaufs der Funktionsfähigkeit der Maschine* und der Konkurrenzsituation bei den Anlagenherstellern hat der Anlagenbetreiber auch die Möglichkeit die Servicepolitik der Anbieter zu vergleichen. Ob die Ersatzteilversorgung in Form von Liefergarantien oder in Form von Konsignationslagern

beim Betreiber gewährleistet wird, muss bei der Vertragsgestaltung des Anlagenkaufs festgelegt werden.

Gemeinsame Bevorratung mehrerer Betreiber

Diese Möglichkeit wird nur selten wahrgenommen, da die Wahrscheinlichkeit gering ist, dass die Betreiber ähnlicher oder gleicher Anlagen geographisch so günstig liegen, dass eine gemeinsame Bevorratung praktiziert werden kann. Hinzu kommen noch die organisatorischen Probleme einer gemeinsamen Bevorratung. Dieses Konzept der Ersatzteillagerhaltung ist bspw. gut in Lieferantenparks anwendbar, diese sind vorwiegend in der Automobil-, Chemie- und Luftfahrtindustrie zu finden.

Die gemeinsame Bevorratung kann von einem Instandhaltungs-Dienstleister durchgeführt werden.

Beschaffung bei Bedarf

Die Beschaffung bei Bedarf hat den Vorteil, dass durch ein kleines oder nicht vorhandenes Ersatzteillager geringe oder keine Lagerkosten (Kapitalkosten) anfallen. Der offensichtliche Nachteil der längeren Maschinenstillstandszeit kann durch entsprechende Liefergarantien des Ersatzteilherstellers oder durch Serviceunternehmen abgeschwächt werden.

Somit ist eine gute Kooperation der beteiligten Partner Voraussetzung für ein reibungsloses Funktionieren der gesamten logistischen Kette. Die Reaktionsfähigkeit des Betreibers auf Betriebsunterbrechungen ist entscheidend vom Lagerbestand des Herstellers und gegebenenfalls von der Durchlaufzeit zur Neuproduktion eines Ersatzteils abhängig.

Improvisation bei Bedarf

Diese Möglichkeit wird wahrgenommen, wenn ein Ersatzteil im eigenen Ersatzteillager nicht vorhanden ist und eine oder mehrere der folgenden Varianten auftreten: Es sind keine Ersatzteile mehr lieferbar; die Lieferzeit ist zu lang; die Ersatzteile sind zu teuer, etc.

K

KAIZEN 264
Kerneigenleistungstiefe 83
KET 83
Konsignationslager 186
Konstruktion 257
KVP 264

L

Lagerhaltungsstrategien 196
Lagerkosten 194
Lean Thinking 204
Lebenszykluskosten 259
Leistungsindex 88, 231
Logistikkosten 11
Logistiksystem 12

M

Machbarkeitsstudie 238
Maschinenfähigkeit 290

O

OEE 224
OEE-Balkenmodell 226
Outsourcing 78
Overall Equipment Efficiency 226

P

Präskriptive Instandhaltung 331
Produktionsausfallkosten 53
Prozessfähigkeit 290
Prozesskosten 55
Prozesskostenrechnung 55
Prozessmanagement 263

Q

Qualitätsmanagement 263
Qualitätsrate 231

R

Reinigung 243, 244, 245
Reliability Centered Maintenance. Siehe RCM 144
Reparatur. Siehe Instandsetzung 39
Risikoanalyse 152
Risikoorientierte Analyse 145
Rüstzeit-Minimierung 251

S

Schwachstellenanalyse 164
SCOR-Modell 18
Service-Support-System 136
Simultaneous Engineering 262
SMEA 156
SMED 252

T

Total Productive Maintenance 221
TPM 77, 265
TPM-Award 223
TPM-Einführung 238
TPM-Kennzahlensystem 225

V

Verbesserung 33
Verfügbarkeit 9, 185

W

Wartung 33, 38
Wertschöpfungskette 5
Wertstrom-Analyse 217
Wertstromdesign 210

Z

Ziele 240, 241
Zufallsausfälle 43
Zustandsüberwachung 128