

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort.....</b>	<b>v</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>ix</b>
<b>1 Entwicklungen und Trends.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation .....	1
1.2 Instandhaltung als Teil der Anlagenwirtschaft .....	2
1.3 Steigende Anforderungen an die Instandhaltung .....	3
1.4 Managementkonzepte .....	5
1.4.1 Total Productive Maintenance (TPM) .....	5
1.4.2 Lean Maintenance (Schlanke Instandhaltung).....	6
1.4.3 Total Lifecycle Cost Strategy (TLC) .....	7
1.4.4 Reliability Centered Maintenance (RCM) .....	8
1.4.5 Knowledge Based Maintenance (wissensbasierte Instandhaltung) ....	9
1.4.6 Instandhaltung in der Industrie 4.0 .....	11
1.5 Integrierte Instandhaltung im Wertschöpfungsprozess.....	13
1.6 Literatur zum Abschnitt 1 .....	14
<b>2 Grundlagen der „Integrierten Instandhaltung“ .....</b>	<b>17</b>
2.1 Gestaltungsbereich .....	17
2.1.1 Allgemeiner Instandhaltungsbegriff .....	17
2.1.2 Zum Begriff „Integrierte Instandhaltung“.....	20
2.1.3 Instandhaltung im „Ganzheitlichen Produktionssystem“ .....	22
2.2 Aspekte der integrierten Instandhaltung .....	24
2.2.1 Vernetztes Zielsystem .....	24
2.2.2 Gestaltungsbereiche .....	25
2.2.2.1 Systemdifferenzierung und Systemgestaltung.....	25
2.2.2.2 Anforderungen seitens der Wirkssysteme.....	27
2.2.3 Lösungsprinzipien und Gestaltungsalternativen .....	29
2.2.3.1 Innovationsschwerpunkte und Lösungsansätze.....	29
2.2.3.2 Lösungsprinzipien und Verfahren .....	30

2.2.4 Vorgehensweise bei systemorientierter Planung .....	31
2.2.5 Ressourcen .....	33
<b>2.3 Allgemeiner Problemlösungsprozess .....</b>	<b>34</b>
2.3.1 Vorbereitung der Planung .....	35
2.3.1.1 Systemumfang definieren .....	35
2.3.1.2 Projektteam benennen .....	36
2.3.1.3 Arbeitsweise festlegen.....	37
2.3.2 Untersuchung der Ausgangssituation .....	38
2.3.2.1 Planungsdaten ermitteln .....	38
2.3.2.2 Kennzahlen erarbeiten.....	39
2.3.2.3 Anforderungen ableiten .....	40
2.3.3 Erarbeitung von Gestaltungsalternativen.....	41
2.3.3.1 Sub- und Teilsysteme bilden .....	41
2.3.3.2 Alternativen bilden und reduzieren .....	41
2.3.3.3 Bewertung von Alternativen.....	41
<b>2.4 Vorgehensmodelle der Instandhaltungsplanung .....</b>	<b>46</b>
2.4.1 Vorgehensrichtung Top-down oder Bottom-up.....	46
2.4.2 Planungsphasen .....	46
2.4.3 Darstellungsformen der Planungssystematik .....	48
2.4.4 Mitarbeiterbeteiligung bei Instandhaltungsprojekten .....	49
<b>2.5 Literatur zum Abschnitt 2 .....</b>	<b>53</b>
<b>3 Ziel- und Kennzahlensystem.....</b>	<b>55</b>
3.1 Unternehmens- und Instandhaltungsziele .....	55
3.1.1 Verfügbarkeit .....	56
3.1.2 Zuverlässigkeit.....	58
3.1.3 Lebenszykluskosten (Life-Cycle-Costs LCC) .....	58
3.2 Kosten der Instandhaltung .....	59
3.2.1 Kostenrechnung in der Instandhaltung .....	60
3.2.2 Gliederung der Instandhaltungskosten.....	60
3.2.3 Kostenstruktur .....	62
3.2.3.1 Direkte Instandhaltungskosten .....	62
3.2.3.2 Indirekte Instandhaltungskosten.....	68
3.2.4 Ausfallkosten .....	69
3.2.4.1 Arten von Anlagenausfällen .....	69
3.2.4.2 Anlagenausfallkosten .....	70
3.2.4.3 Kostenauswirkungen eines Anlagenausfalls .....	71
3.3 Entwicklung eines Zielsystems .....	73
3.3.1 Erstellung eines Zielkataloges .....	73
3.3.2 Durchführung der Zielbewertung.....	75
3.3.2.1 Festlegung der Zielgewichte.....	75
3.3.2.2 Bestimmung von Abhängigkeitskorrekturfaktoren .....	76
3.3.2.3 Ermittlung einer Zielhierarchie .....	77
3.3.3 Beurteilung des Zielsystems .....	77

3.4 Kennzahlen als Entscheidungsinstrument .....	78
3.4.1 Anforderungen und Basisdaten für Kennzahlen .....	78
3.4.2 Gliederung der Kennzahlen .....	79
3.4.3 Bildung von Kennzahlen.....	80
3.4.4 Kennzahlen zur Schwachstellenermittlung .....	82
3.4.4.1 Strategische Beurteilung der Instandhaltung .....	83
3.4.4.2 Operative Beurteilung der Instandhaltung.....	86
3.4.5 Kennzahlensystem der Anlageneffizienz.....	86
3.4.6 Kennzahlensystem der Gesamtanlageneffektivität .....	88
3.4.7 Kennzahlensystem und Balanced Scorecard (BSC) .....	89
3.4.7.1 Perspektiven der Kennzahlen und Abhängigkeiten.....	89
3.4.7.2 Kennzahlen und Instandhaltungshierarchie .....	92
3.4.7.3 Kennzahlenbaum .....	93
3.4.7.4 Balanced Scorcards für die Instandhaltung .....	94
3.4.8 Kennzahlenbeispiele .....	94
3.5 Ermittlung von Verbesserungspotenzialen .....	96
3.5.1 Potenzialbereiche und Potenzialfelder .....	96
3.5.2 Methodische Ansätze .....	97
3.5.2.1 Kennzahlenbildung.....	97
3.5.2.2 Potenzialanalyseverfahren .....	99
3.5.3 Schritte zur Potenzialermittlung.....	101
3.5.3.1 Grobanalyse .....	101
3.5.3.2 Feinanalyse .....	103
3.5.3.3 Quantifizierung der Potenziale .....	106
3.6 Literatur zum Abschnitt 3 .....	109
<b>4 Instandhaltungsprozesse .....</b>	<b>111</b>
4.1 Gestaltungsbereich .....	111
4.2 Analyse der Ist-Situation.....	113
4.2.1 Zielsetzung .....	113
4.2.2 Analyse der Anlagenstruktur .....	113
4.2.2.1 Klassifizierung der Anlagen .....	115
4.2.2.2 Ermittlung zu untersuchender Anlagen .....	117
4.3 Entwicklung der Stör- und Schadenserfassung.....	120
4.3.1 Schwachstellenidentifizierung .....	120
4.3.2 Ausfalleffektanalyse.....	121
4.3.3 Schadenscodierung.....	122
4.3.3.1 Schadensinformationen .....	126
4.3.3.2 Manuelle Datenerfassung .....	125
4.3.3.3 Datenerfassung mittels Scanner-Technologie .....	127
4.3.3.4 Datenerfassung und Speicherung mittels RFID .....	131
4.3.4 Regelkreis zur Schadensvermeidung .....	135
4.4 Analyse instandhaltungsbedingter Schwachstellen .....	137
4.4.1 Arten der Schwachstellenermittlung.....	137
4.4.2 Schwachstellenpotenziale in der Instandhaltung .....	139

4.4.3 Instrumente der Schwachstellenermittlung.....	141
4.4.3.1 ABC-Analyse .....	141
4.4.3.2 Soll/Ist-Vergleiche.....	142
4.4.3.3 Kennzahlen .....	147
4.5 Entwicklung eines Controllingskonzeptes .....	148
4.5.1 Ziele des Instandhaltungscontrolling .....	148
4.5.2 Datenerfassung und Auswertung .....	149
4.5.2.1 Bestimmung der Datenbasis .....	150
4.5.2.2 Datenerfassung .....	150
4.5.2.3 Datenverwaltung.....	152
4.5.2.4 Datenverarbeitung .....	152
4.5.2.5 Regelkreis des Instandhaltungsmanagements .....	153
4.6 Maschinendiagnose .....	154
4.6.1 Technische Diagnose .....	154
4.6.1.1 Inspektion einzelner Komponenten.....	154
4.6.1.2 Diagnosearten .....	155
4.6.1.3 Auswahl eines Diagnosesystems .....	157
4.6.1.4 Schwierigkeiten bei komplexen Anlagen.....	160
4.6.2 Condition Monitoring .....	160
4.6.2.1 Überwachung gesamter Anlagen.....	160
4.6.2.2 Nutzen des Condition Monitoring Systems.....	161
4.6.2.3 Aufbau eines CM-Systems .....	163
4.6.2.4 Einsatzgebiete für CM-Systeme .....	164
4.6.2.5 Hemmnisse bei der Einführung .....	165
4.6.2.6 Einführung eines CM-Systems.....	166
4.7 Differenzierung der Instandhaltungsstrategien .....	171
4.7.1 Instandhaltungsstrategien.....	171
4.7.1.1 Definition von Instandhaltungsstrategien.....	171
4.7.1.2 Strategieplanung innerhalb der Instandhaltung .....	172
4.7.1.3 Grundstrategien .....	173
4.7.1.4 Aspekte zur Strategieauswahl.....	176
4.7.2 Risikobasierte Bewertung des Anlagenzustands.....	179
4.7.2.1 Risikobegriff.....	179
4.7.2.2 Risikobasierte Instandhaltung .....	180
4.7.2.3 Risikobasierte Schwachstellenanalyse .....	182
4.7.2.4 Schwachstellenpotenziale.....	185
4.7.2.5 Bestimmung des Instandsetzungsumfangs .....	186
4.7.3 Wissensbasierte Auswahl der Instandhaltungsstrategien.....	188
4.7.3.1 Entscheidungsbaum zur Strategieauswahl .....	188
4.7.3.2 Komponentenbezogene Systematik.....	192
4.7.3.3 Wissensbasierte Strategieauswahl .....	193
4.7.3.4 Bewertung des Risikos .....	194
4.7.3.5 Risikoberücksichtigung in anderen Entscheidungsknoten.	195
4.7.4 Beispiel einer wissensbasierten Instandhaltung.....	197
4.7.4.1 Das System „Kesselspeisepumpe“ .....	197

4.7.4.2 Anwendung der risikobasierten Instandhaltung .....	199
4.7.4.3 Strategieauswahl.....	200
4.7.4.4 Festlegung der Instandsetzungszeitpunkte und Umfänge ..	202
4.8 Literatur zum Abschnitt 4 .....	204
<b>5 Instandhaltungsorganisation .....</b>	<b>211</b>
5.1 Gestaltungsbereich .....	211
5.1.1 Ansätze zur Gestaltung .....	211
5.1.2 Aufbauorganisation.....	213
5.1.2.1 Einordnung in die Unternehmensorganisation .....	214
5.1.2.2 Organisationsformen der Instandhaltungswerkstätten.....	218
5.1.3 Ablauforganisation.....	222
5.1.3.1 Ablauforganisatorische Voraussetzung .....	223
5.1.3.2 Instandhaltungsplanung.....	224
5.1.3.3 Instandhaltungssteuerung .....	227
5.1.3.4 Maßnahmendurchführung .....	229
5.1.3.5 Instandhaltungsanalyse.....	229
5.2 Analyse der Ist-Situation.....	230
5.2.1 Methoden zur Erfassung der Ist-Situation .....	231
5.2.2 Eingliederung der Instandhaltung im Unternehmen .....	233
5.2.3 Analyse der Aufgabenstruktur .....	235
5.2.3.1 Erfassung der Tätigkeiten.....	236
5.2.3.2 Klassifizierung der Tätigkeiten .....	236
5.2.3.3 Verteilung der Tätigkeiten.....	239
5.3 Verteilung der Instandhaltungsaufgaben.....	240
5.3.1 Vorbereitung der Aufgabenverteilung .....	240
5.3.1.1 Bewertung der Instandhaltungseignung .....	240
5.3.1.2 Planung der Instandhaltungsaufgaben .....	243
5.3.1.3 Steuerung der Instandhaltungsaufgaben .....	246
5.3.1.4 Prioritäten der Auftragsverteilung .....	250
5.3.2 Analyse der Tätigkeitsinhalte.....	252
5.3.2.1 Erstellung von Anforderungsprofilen.....	252
5.3.2.2 Instandhaltungsaufgabenbezogene Auswahlkriterien .....	260
5.3.2.3 Erstellung und Bewertung von Qualifikationsprofilen.....	261
5.3.2.4 Anforderungs- und Qualifikationsmatrix .....	265
5.3.3 Kapazitätsabgleich und Lösungsalternativen.....	265
5.4 Fremdvergabe.....	265
5.4.1 Fremdleistungen im Instandhaltungsbereich .....	271
5.4.2 Bewertung von Eigen- und Fremdleistungen.....	273
5.5 Festlegung der Organisationsform .....	276
5.5.1 Festlegung der Aufbauorganisation .....	276
5.5.2 Festlegung der Ablauforganisation .....	277
5.5.3 Abschätzung von Rationalisierungspotenzialen .....	278
5.6 Störungsmanagement .....	279

5.6.1 Zeitnahe Erfassung und Koordination .....	279
5.6.2 Funktionsweise .....	279
5.6.3 OSM-Einführung .....	283
5.7 Literatur zum Abschnitt 5 .....	284
<b>6 Ersatzteillogistik.....</b>	<b>289</b>
6.1 Gestaltungsbereiche .....	289
6.1.1 Ansätze zur Gestaltung .....	289
6.1.2 Ersatzteilbedarf .....	291
6.1.3 Integrierte Ersatzteillogistik .....	293
6.2 Analyse der Ist-Situation.....	295
6.2.1 Analyse der Teilestruktur.....	295
6.2.1.1 Vorgehensweise der Ersatzteilanalyse .....	295
6.2.1.2 Artikelanalyse .....	296
6.2.1.3 Erstellung einer Langsamdreherliste .....	298
6.2.2 Prozesskettenanalyse.....	300
6.2.2.1 Prozessketten im Bereich Beschaffung bzw. Einkauf.....	301
6.2.2.2 Prozessketten der Einlagerung .....	301
6.2.2.3 Prozesskette der Ersatzteilebereitstellung .....	304
6.2.2.4 Bewertung der Prozessketten im Ist-Zustand .....	304
6.2.3 Anforderungen an die Ersatzteillogistik .....	305
6.3 Differenzierung der Logistikstrategien .....	307
6.3.1 Integriertes Ersatzteillogistik-Modell .....	307
6.3.2 Logistikstrategien für Ersatzteile .....	308
6.3.2.1 Beschaffungsstrategien.....	308
6.3.2.2 Lagerhaltungsstrategien.....	312
6.3.2.3 Bereitstellungsstrategien.....	315
6.3.2.4 Strategiekombinationen.....	317
6.3.3 Strategiedifferenzierung und Ablauforganisation.....	319
6.3.3.1 Analyse der Informationsflusssstrukturen .....	319
6.3.3.2 Ablaufschema der Ersatzteilwirtschaft .....	319
6.3.3.3 Strategiedifferenzierte Ablauforganisation .....	320
6.3.4 Teile- und anlagendifferenzierte Bestandsanalyse.....	323
6.3.4.1 ABC- und XYZ-Analyse.....	323
6.3.4.2 Lagerbewegungsmatrix .....	325
6.3.4.3 Analyse der Beschaffungswege und -zeiten.....	326
6.3.4.4 Spezialisierungsgrad von Anlagen und Ersatzteilen .....	326
6.3.4.5 Stellung der Anlagen im Produktionsprozess.....	327
6.4 Durchführung der Teiledifferenzierung .....	328
6.4.1 Entscheidungsmodell zur Strategiefindung .....	328
6.4.2 Aufbau von Strategieprofilen.....	331
6.4.2.1 Festlegung von Differenzierungsmerkmalen .....	331
6.4.2.2 Quantifizierung der Anforderungsprofile.....	332
6.4.2.3 Zuordnung von Teilen zu Logistikstrategien .....	334
6.4.3 Potenzialanalyse auf Basis der Teiledifferenzierung .....	337

6.4.3.1 Potenzialabschätzung.....	337
6.4.3.2 Ergebnis der Potenzialabschätzung .....	341
6.5 Soll-Prozessketten.....	342
6.5.1 Alternative Logistikstrategien.....	342
6.5.1.1 Bestandsbezogene Beschaffung .....	342
6.5.1.2 Lieferantenauffüllung .....	343
6.5.1.3 Beschaffung durch Kostenstellenabruf.....	344
6.5.1.4 Deterministische Beschaffung .....	345
6.5.1.5 Abrufbeschaffung .....	346
6.5.2 Vergleich der Soll- und Ist-Abläufe .....	347
6.5.3 Quantifizierung der Verbesserungspotenziale .....	347
6.5.3.1 Potenziale durch Realisierung der Soll-Prozessketten .....	347
6.5.3.2 Potenziale durch Reduzierung der Ersatzteilbestände.....	349
6.5.3.3 Bestandswirkungen durch die Teiledifferenzierung.....	353
6.5.3.4 Potenziale bezüglich Prozessketten und Beständen .....	353
6.6 Prognose des Ersatzteilbedarfs.....	354
6.6.1 Einflussfaktoren für die Bedarfsprognose.....	355
6.6.2 Zeitreihenorientierte Klassifizierung von Ersatzteilen .....	357
6.6.3 Prognoseverfahren für regelmäßige Bedarfsverläufe .....	359
6.6.4 Prognoseverfahren für unregelmäßige Bedarfsverläufe .....	360
6.6.5 Bewertung der Prognosegüte .....	362
6.6.6 Ermittlung eines Prognoseverfahrens .....	364
6.6.7 Potenziale durch Wahl geeigneter Prognoseverfahren .....	369
6.7 Literatur zum Abschnitt 6 .....	368
<b>7 Planung der Instandhaltung .....</b>	<b>371</b>
7.1 Vorplanung.....	371
7.1.1 Aufgabe der Vorplanung.....	371
7.1.2 Festlegung der Projektorganisation.....	375
7.1.3 Grobe Darstellung der Ist-Situation .....	377
7.1.4 Ableitung der Anforderungen .....	378
7.1.5 Lösungsansätze .....	378
7.1.6 Maßnahmenplan.....	379
7.2 Konzeptplanung .....	381
7.2.1 Aufgabe der Konzeptplanung .....	381
7.2.2 Erfassung und Analyse der Ist-Situation.....	384
7.2.3 Anforderungen an eine integrierte Instandhaltung.....	385
7.2.4 Entwicklung der Teilkonzepte .....	386
7.2.4.1 Teilkonzept „Instandhaltungsprozesse .....	387
7.2.4.2 Teilkonzept „Instandhaltungsorganisation .....	388
7.2.4.3 Teilkonzept „Ersatzteillogistik“ .....	388
7.2.5 Gesamtkonzept.....	391
7.2.6 Maßnahmenplan.....	393
7.3 Detail- und Ausführungsplanung .....	396
7.4 Planungsinstrumente und Tools .....	398

7.4.1 Notwendigkeit und Anforderungen .....	398
7.4.2 EDV-Programme als Planungshilfsmittel.....	400
7.4.2.1 Differenzierung von Instandhaltungsstrategien (DIS).....	400
7.4.2.2 Neuverteilung von Instandhaltungsaufgaben .....	404
7.4.2.3 Teiledifferenzierte Logistikoptimierung (TDL) .....	400
7.4.2.4 Prognose von Ersatzteilen .....	404
7.4.3 Methoden-Management-System MEPORT .....	411
7.5 Literatur zum Abschnitt 7 .....	417
<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>421</b>