

Inhalt

1	Gegenstand, Ziele und Entwicklung betrieblicher Instandhaltung	1
1.1	Stand und Entwicklungsaspekte der Instandhaltung	1
1.1.1	Grundsätzliches	1
1.1.2	Arbeitsgegenstand der Instandhaltung	2
1.1.3	Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Instandhaltung	4
1.1.4	Die unternehmensbezogene Bedeutung der Instandhaltung	7
1.1.5	Veränderungstreiber in der Instandhaltung	9
1.2	Aufgaben und Funktionsbereiche der Instandhaltung	11
1.2.1	Situationsanalyse	11
1.2.2	Aufgaben der Instandhaltung	13
1.2.3	Funktionen, Verantwortungsbereiche und Tätigkeitsschwerpunkte	14
1.3	Produktionsfunktion der Instandhaltung	17
1.4	Zielgrößen, Zielfunktionen und Zielkonflikte der Instandhaltung	19
1.4.1	Allgemeines	19
1.4.2	Zielgrößen	20
1.4.3	Zielkonzepte	23
1.5	Methoden und Hilfsmittel	24
1.6	Qualitätsmanagement und Instandhaltung	24
1.7	Entwicklung der Instandhaltung	27
1.8	Zusammenfassung	31
1.9	Übungs- und Kontrollfragen	32
	Quellenverzeichnis	34
2	Die Elemente betrieblicher Instandhaltung	37
2.1	Begriffe	37
2.2	Grundlegende Strategien zur Produktion von Abnutzungsvorrat	37
2.3	Aufgabenbereiche der Instandhaltung	41
2.4	Wartung, Pflege, Inspektion und Instandsetzung	42
2.4.1	Allgemeine Grundsätze der Wartung und Pflege	42
2.4.2	Allgemeine Wartungs- und Pflegemaßnahmen	44

2.4.3	Filterpflege	45
2.4.4	Abstellen	46
2.5	Wartungs- und Inspektionsplanung	46
2.5.1	Grundbegriffe	46
2.5.2	Allgemeine Aspekte	47
2.5.3	Schritte zur Erstellung eines Wartungs- und Inspektionsplans (VDI 2890)	51
2.5.4	Schmierstoffe	53
2.6	Instandsetzung	67
2.6.1	Begriffe und Definitionen	67
2.6.2	Instandhaltungsgrundstrategien	69
2.7	Verbesserung	69
2.8	Anforderungen an eine instandhaltungsgerechte Konstruktion	72
2.8.1	Allgemeine Vorbemerkungen	72
2.8.2	Bewertungsgrundlagen	72
2.8.3	Grundbegriffe instandhaltungsgerechter Konstruktion	75
2.8.4	Instandhaltbarkeit und Produktsicherheit	76
2.8.5	Instandhaltbarkeit und Umweltverträglichkeit	76
2.8.6	Instandhaltbarkeit und Wirtschaftlichkeit	78
2.8.7	Instandhaltungsstrategien und -ebenen	78
2.8.8	Gestaltungsrichtlinien	79
2.8.9	Kennzahlen in der Instandhaltung	80
2.8.10	Instandhaltbarkeitsnachweis	85
2.8.11	Instandhaltbarkeitsdatensysteme	86
2.8.12	Vertragliche Regelungen	87
2.8.13	Zusammenfassung	87
2.9	Übungs- und Kontrollfragen	88
	Quellenverzeichnis	91
3	Schadensanalyse und Schwachstellenbeseitigung	95
3.1	Begriffe	95
3.2	Grundlagen der Tribologie und der Theorie der Schädigung	96
3.2.1	Tribotechnische Systeme	96
3.2.2	Gebrauchswertmindernde Prozesse	99
3.3	Abnutzungseffekte	100
3.3.1	Allgemeiner Überblick	100
3.3.2	Tribologische Beanspruchungen	101
3.3.3	Reibung	106
3.3.4	Verschleiß	112
3.3.5	Korrosion	122
3.4	Schadensanalyse (Instandhaltungsorientierte Analyse der Schädigung)	151
3.4.1	Bedeutung der Schadensanalyse	151
3.4.2	Ziel und Inhalt der instandhaltungsorientierten Schadensanalyse	152

3.4.3	Durchführung der Schadensanalyse	153
3.4.4	Schwachstellenermittlung und Schadensbeseitigung	157
3.4.5	Methodik zur optimalen tribotechnischen Werkstoffauswahl, dargestellt an einem Beispiel	164
3.5	Übungs- und Kontrollfragen	170
	Quellenverzeichnis	174
4	Arbeitssicherheit und Umweltverträglichkeit als Instandhaltungsziele	177
4.1	Rechtsbeziehungen zum Instandhaltungsobjekt	177
4.2	Gefahren- und Sicherheitsanalyse für Arbeitsplätze in der Anlageninstandhaltung	183
4.3	Sicherheits- und Umweltschutzmanagement als Aufgabe der Integrierten add Instandhaltung.	186
4.4	Sicherheitsmanagement in Dienstleistungsverträgen	191
4.5	Übungs- und Kontrollfragen	192
	Quellenverzeichnis	194
5	Grundlagen der Zuverlässigkeitstheorie	197
5.1	Einführung	197
5.1.1	Wahrscheinlichkeitsfunktion und Wahrscheinlichkeitsdichte	197
5.1.2	Definitionen und Grundbegriffe des Ausfallgeschehens	199
5.1.3	Bewertung von Ausfällen	201
5.1.4	Grundmodell der induktiven Statistik	203
5.1.5	Klassifizierung von Merkmalen	203
5.1.6	Klassifizierung von Verteilungen	205
5.1.7	Definition des Vertrauensbereichs	206
5.1.8	Definition des Zufallsstrebereichs	207
5.1.9	Aufgabe der Wahrscheinlichkeitsfunktion	207
5.1.10	Statistische Kenngrößen	208
5.1.11	Lebensdauerstatistiken, Bestimmung und Kennwerte des Ausfallverhaltens	219
5.2	Wichtige Verteilungen	220
5.2.1	Diskrete Verteilungen	220
5.2.2	Wichtige kontinuierliche Verteilungen	225
5.3	Verteilungsfreie Korrelationsrechnung	241
5.4	Quantitative Zuverlässigkeitskenngrößen	245
5.4.1	Ausfallwahrscheinlichkeit	245
5.4.2	Überlebenswahrscheinlichkeit (Zuverlässigkeit)	247
5.4.3	Ausfallhäufigkeitsdichte der Lebensdauer	250
5.4.4	Ausfallrate	250
5.4.5	Verfügbarkeit	252
5.5	Eigenschaften und Berechnung der Zuverlässigkeit	253
5.5.1	Eigenschaften der Zuverlässigkeit	253
5.5.2	Ausfallarten	254

5.6	Erneuerungsprozesse	254
5.6.1	Zuverlässigkeitsprozess mit und ohne Erneuerung	254
5.6.2	Arten von Erneuerungsprozessen	256
5.6.3	Herleitung der Erneuerungsgleichung	259
5.6.4	Spezielle Erneuerungsfunktionen	260
5.6.5	Charakteristische Funktionen	262
5.7	Systemzuverlässigkeits- und Schwachstellenermittlung von Produktionssystemen	266
5.7.1	Problemstellung	266
5.7.2	Zuverlässigkeitsanalysen für Systeme	266
5.7.3	Zuverlässigkeitstheoretische Grundstrukturen	268
5.7.4	Möglichkeiten der Schwachstellenermittlung	269
5.7.5	Berechnungsvorschriften zur Ermittlung der Systemzuverlässigkeit	269
5.7.6	Ermittlung von Schwachstellen	272
5.8	Zuverlässigkeit und Redundanz	275
5.9	Übungs- und Kontrollfragen	277
5.10	Übungsaufgaben	279
	Quellenverzeichnis	289
6	Planung und Optimierung von Instandhaltungsstrategien für Elemente und Systeme	291
6.1	Grundlagen der Strategieentwicklung	291
6.1.1	Festlegung des Untersuchungsbereichs	291
6.1.2	Grundsätzliche Methoden der Instandhaltung	293
6.1.3	Instandhaltungsstrategische Begriffe und Definitionen	294
6.1.4	Grundstrategien	294
6.1.5	Vor- und Nachteile geplanter Instandhaltung	296
6.2	Bestimmung der optimalen Instandhaltungsmethode für Elemente	301
6.2.1	Planung der Instandhaltung für eine Betrachtungseinheit (Einzelteil oder Baugruppe)	301
6.2.2	Bestimmung der Weibull-Parameter	309
6.2.3	Verfahren zur Ermittlung der Parameter der Weibull-Verteilung	312
6.2.4	Bestimmung der Anpassungsgüte m. H. parameterfreier stastistischer Tests	343
6.3	Instandhaltungsmodelle	348
6.3.1	Definition der Planungsbasis	348
6.3.2	Ermittlung der Instandhaltungskosten	359
6.3.3	Bestimmung optimaler Instandhaltungsstrategien für Elemente von Produktionssystemen	362
6.3.4	Planung und Optimierung von Instandhaltungsstrategien für Maschinen bzw. Anlagensysteme	389
6.4	Übungs- und Kontrollfragen	395

6.5 Übungsaufgaben	400
Quellenverzeichnis	406
7 Strukturierung und Dimensionierung von Instandhaltungswerkstätten	409
7.1 Planungsgrundsätze	409
7.2 Flexibilität von Instandhaltungswerkstätten als Gestaltungsaufgabe	411
7.3 Strukturansatz für Instandhaltungswerkstätten	419
7.3.1 Definition	419
7.3.2 Funktionsbestimmung	419
7.3.3 Morphologie von Instandhaltungswerkstätten	420
7.4 Planungsansätze zur Dimensionierung von Instandhaltungswerkstätten	423
7.4.1 Definition	423
7.4.2 Deterministische Ansätze	424
7.4.3 Bedienungstheoretische Ansätze	428
7.5 Simulation versus analytische Modellierung	435
7.5.1 Simulationsmodelle	435
7.5.2 Analytische Modelle	436
7.6 Dimensionierung von Instandhaltungswerkstätten add m. H. bedienungstheoretischer Modelle	436
7.6.1 Markov-Ketten zur Abbildung von Geburts- und Todesprozessen	436
7.6.2 Grundsätzliche Einteilung	438
7.6.3 Modellierung von Werkstätten als offene Bedienungssysteme	439
7.6.4 Instandhaltungswerkstätten als geschlossene Wartesysteme	461
7.7 Strukturierung von Instandhaltungswerkstätten	475
7.7.1 Grundlegendes	475
7.7.2 Ermittlung des Ausrüstungsbedarfs	476
7.7.3 Einkauf von Werkstattbedarf	477
7.8 Gestaltung	478
7.8.1 Die Kompetenzzone als Denkansatz	479
7.8.2 Instandhaltungswerkstatt als Kompetenzzone	482
7.8.3 Layout-Planung	483
7.9 Ressourcenplanung von externen Instandhaltungsstrukturen add in Produktionsnetzwerken	499
7.9.1 Dimensionierungsproblematik	499
7.9.2 Lösungsansatz	504
7.10 Grundlagen der Gestaltung von Instandhaltungsarbeitsplätzen	509
7.10.1 Gefährdungs- und Belastungsfaktoren mit instandhaltungstypischen Ursachen	509
7.10.2 Ergonomische Anforderungen	513
7.10.3 Arbeitsplatzanforderungen	514

7.10.4 Probleme von Alleinarbeit bei der Instandhaltung, Wartung und Inspektion	520
7.10.5 Umweltschutz für Instandhaltungswerkstätten	525
7.11 Übungs- und Kontrollfragen	529
7.12 Übungsaufgaben	531
Quellenverzeichnis	532
8 Organisationsstrukturen von Instandhaltungsbereichen im Unternehmen	539
8.1 Ziele und Prinzipien der Organisationsgestaltung in der Instandhaltung	539
8.1.1 Ziel der Aufbauorganisation	539
8.1.2 Prinzipien einer effizienten Instandhaltungsaufbauorganisation	540
8.1.3 Organisationsmodelle	541
8.1.4 Ablauforganisation	545
8.2 Fremdvergabe	546
8.3 Make-or-Buy-Entscheidungen	547
8.4 Anforderungen an eine zweckmäßige Organisationsstruktur in der Instandhaltung	551
8.4.1 Lösungsansätze in den KMU	551
8.4.2 Übertragung von Instandhaltungsaufgaben an Produktionsteams	554
8.4.3 Gestaltung von Dienstleistungsverträgen	555
8.5 Planung und Abrechnung von Instandhaltungsprojekten	559
8.5.1 Grundsätze für die Instandhaltungsplanung	559
8.5.2 Vorbereitungsmanagement von Instandhaltungsprojekten ...	561
8.5.3 Abrechnung von Instandhaltungsprojekten im Unternehmen	562
8.5.4 Personalmanagement in Instandhaltungsprojekten	563
8.6 Vergleichende Betrachtung der Organisationsformen	565
8.7 Übungs- und Kontrollfragen	565
Quellenverzeichnis	568
9 Ersatzteilmanagement	569
9.1 Grundlagen	569
9.1.1 Definitionen	569
9.1.2 Aufgabe und Zielstellung des Ersatzteilmanagements	570
9.1.3 Leistungsebenen im Rahmen des Ersatzteilmanagements ...	572
9.1.4 Grundproblem der Ersatzteillogistik	573
9.1.5 Ersatzteilypisierung	574
9.2 Ersatzteilorganisation	575
9.2.1 Verantwortlichkeiten und Voraussetzungen	575
9.2.2 Ersatzteilmanagement	576
9.2.3 Klassifizierung von Ersatzteilen	585

9.2.4	Ersatzteilverzeichnisse	585
9.2.5	Ersatzteillisten	586
9.2.6	Ersatzteilverwendungsnachweis	586
9.3	Ersatzteilplanung	587
9.3.1	Informationen der Ersatzteilewirtschaft zum Ausfallverhalten als Entscheidungsgrundlage	587
9.3.2	Informationsbasis	589
9.4	Ersatzteilebewirtschaftung	591
9.4.1	Lagerhaltungssysteme	591
9.4.2	Bestellmengenverfahren zur logistischen Ersatzteilebewirtschaftung	596
9.5	Ersatzteilewirtschaftliche Analyseinstrumente und Effektivitätsmaße	612
9.5.1	Algorithmus zur Ersatzteilbewirtschaftung	612
9.5.2	Randbedingungen	612
9.5.3	Berechnung von Effektivitätskenngrößen	614
9.5.4	Kennziffern zur Erfolgsmessung	617
9.6	Übungs- und Kontrollfragen	619
9.7	Übungsaufgaben	619
	Quellenverzeichnis	620
10	Kennzahlen zur Beurteilung der Instandhaltung	623
10.1	Ausgangssituation	623
10.2	Aufgabencluster der Instandhaltung	624
10.2.1	Die Instandhaltung als Wertschöpfungsintegrator	624
10.2.2	Die Instandhaltung als technischer Dienstleister an der Wertkette mit Modernisierungs- und Anpassungsfunktion ...	625
10.2.3	Die Instandhaltung als proaktiv agierende Wertschöpfungsstruktur	627
10.2.4	Die Instandhaltung als integrierte Wertschöpfungsstruktur	628
10.2.5	Die Instandhaltung als Reparaturbereich	628
10.3	Geeignete Kennzahlen zur Beurteilung der Instandhaltung	630
10.3.1	Gesamtanlageneffektivität	630
10.3.2	Instandhaltungskenngrößen	637
10.3.3	Wirtschaftliche Kennziffern	641
10.4	Methoden zur Erschließung von Verschwendungspotenzialen	651
10.5	Übungs- und Kontrollfragen	655
10.6	Übungsaufgaben	656
	Quellenverzeichnis	658
Anhang		659
Sachverzeichnis		707