

Professionelles Instandhaltungs- management

Strategie – Organisation – Kooperation

*Mit Online-Analysetool
Quick-Maintenance-Check*

Von

Prof. Dr.-Ing. Andreas Weißenbach

ERICH SCHMIDT VERLAG

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Weitere Informationen zu diesem Titel finden Sie im Internet unter

[ESV.info/978 3 503 17190 3](http://ESV.info/9783503171903)

Gedrucktes Werk: ISBN 978 3 503 17190 3

eBook: ISBN 978 3 503 17191 0

Alle Rechte vorbehalten

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2017

www.ESV.info

Dieses Papier erfüllt die Frankfurter Forderungen der Deutschen Bibliothek und der Gesellschaft für das Buch bezüglich der Alterungsbeständigkeit und entspricht sowohl den strengen Bestimmungen der US Norm Ansi/Niso Z 39.48-1992 als auch der ISO-Norm 9706.

Druck und Bindung: Hubert & Co., Göttingen

Geleitwort

„Dort, wo Automatisierung wirtschaftlich ist und ohne Einbuße an Flexibilität machbar, wird sie sich durchsetzen. Dies ist ein langfristiger Trend.“

Wer wollte dieser Aussage angesichts der aktuellen Aussagen zum Einsatz von Robotern oder den permanenten Hinweisen zu Industrie 4.0 widersprechen. Wird jedoch in diesem Zusammenhang die menschenleere Fabrik beschworen oder gar die aus dem 3-D-Drucker kommenden Ersatzteile herbeigeredet, so sollte dem heftig widersprochen werden. Das ist Science Fiction!

In der absehbaren Zukunft wird es dies nicht geben. Ausnahmen bestätigen möglicherweise die Regel! Es wird weniger Menschen geben, die körperliche Arbeit ausführen. Dafür wird der Mensch aber erheblich stärker für die Planung gefordert werden, den Betrieb an sich ständig verändernde Anforderungen anzupassen und nicht zuletzt auch der Instandhaltung. Dies predige ich seit über 30 Jahren. Ob dies aber von den Entscheidern zur Kenntnis genommen wird?

Damit sind wir bei diesem Buch. Das Wort „Instandhaltung“ wird (wieder) häufiger verwendet. In jedem Lehrbuch zur Planung von Anlagen, zur Optimierung betrieblicher Prozesse findet sich dazu etwas. Häufig wird dann so getan, als ließen sich aus dem Katalog möglicher Verschleißprozesse und deren Indikatoren beliebig viele Maßnahmen zusammenstellen. Die durch Ausfall gefährdete technische Einheit meldet sich dann per Kurznachricht über das Mobiltelefon beim Instandhalter, teilt den voraussichtlichen Ausfallzeitpunkt mit, hat schon das Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS) hinsichtlich erforderlicher Maßnahmen zur Umplanung der Produktion informiert und die Bereitstellung notwendiger Verschleiß- und Reserve- teile veranlasst. Fehlt nur noch, dass wir statt „Instandhalter“ vom Instandhaltungs- roboter sprechen. Dann sind wir aber erneut bei Science Fiction. Wir sind aber auch bei unseren Wünschen und Visionen.

Durch ständig sich verkürzende Lieferzeiten, auch durch erhebliche Schwankungen der betrieblichen Auslastung, werden die Folgen aus ungeplanten Störungen und Ausfällen gravierender. Dem widerspricht nicht, dass die Zuverlässigkeit unserer technischen Einheiten zunimmt.

Wie soll der Praktiker mit dieser Problematik umgehen? Er möchte auf dem aktuellen Stand der Instandhaltungstheorie gehalten werden, vor allem verstehen, was davon für ihn von Relevanz ist und wie er diese in der Praxis anwenden soll. Dabei

steht er beständig im Konflikt zwischen einer möglichen Maximierung der Verfügbarkeit seiner technischen Einheiten, beispielsweise durch Einbau von Redundanzen, Vorhalten von Ersatzteilen und vor allem geeignetem Personal und zudem dem Gebot der Wirtschaftlichkeit. Ein Zuviel kann für den Betrieb ebenso fatal sein, wie ein Zuwenig!

Und dann gibt es ja auch noch unterschiedliche Betriebsgrößen, schwer erreichbare Standorte und viele Randbedingungen mehr, die in der Theorie keine Rolle spielen – in der Praxis aber durchaus schon. Oder glauben Sie, dass nach gewitterbedingtem Ausfall von Computern und Steuerungen das kleinste und am weitesten entfernte Unternehmen als erster vom Service des wichtigsten Lieferanten bedient wird?

Das vorliegende Buch wendet sich hauptsächlich an den Praktiker, also den betrieblichen Instandhalter. Es richtet sich aber auch an Lehrende und Lernende unterschiedlichster Berufs-, Fach- und Hochschulen sowie Universitäten. Es vermittelt hauptsächlich die Grundlagen der betrieblichen Instandhaltung. Vor allem ist es aber auch die Brücke von der Theorie in die Praxis. Neben der ausführlich erläuterten Instandhaltungstheorie bietet es auch in Form eines Analysetools beispielsweise dem Praktiker die Möglichkeit zur Einschätzung seiner eigenen Instandhaltung, um etwa folgende Fragen klären zu können: Wie sollte das Wissen angewendet werden, was ist die für die jeweiligen betrieblichen Belange angemessene Organisation der Instandhaltung? Wo liegen mögliche Potenziale für die Instandhaltung? Wie lassen sich Schwächen vermeiden oder gar durch neue überbetriebliche Kooperationen scheinbar vorhandene Schwächen zu Stärken gestalten? Dies alles auch im Hinblick auf den Einsatz erforderlicher Spezialisten in kürzester Zeit zu niedrigen Kosten.

Beschreiten Sie diese Brücke zur angemessenen Praxis der betrieblichen Instandhaltung. Einen anderen Weg gibt es derzeit nicht!

Erfurt, im Januar 2017

Prof. Dr.-Ing. Wolf-Michael Scheid

Vorwort

Die betriebliche Instandhaltung ist als integrale Querschnittsfunktion in einem Unternehmen für die Sicherstellung einer betriebspezifisch erforderlichen Verfügbarkeit und zuverlässigen Funktions- und Leistungsfähigkeit von technischen Einheiten verantwortlich. Nicht alle Unternehmen erkennen diesen Zusammenhang und so wird häufig der betrieblichen Instandhaltung nur wenig Beachtung geschenkt. Eine Vernachlässigung von technischen Einheiten wird in Kauf genommen, auch wenn sich dadurch die Unternehmen vielfach in eine missliche Lage bringen.

Diesen – oft verkannten – Sachverhalt konnte ich schon während meiner Tätigkeit als Serviceleiter bei einem weltweit führenden Werkzeugmaschinenhersteller feststellen. Durch meine späteren Erfahrungen als Projektleiter in einem international agierenden Beratungsunternehmen für Produktions- und Logistikorganisation wurde diese Feststellung noch einmal bestätigt. Diese Gegebenheit machte mich jedoch neugierig, wodurch mir aber auch immer mehr bewusst wurde, dass oft die notwendigen Kompetenzen, also die Fähigkeiten und Fertigkeiten, das Wissen und die Erfahrungen, das Können und die Methodenkenntnisse, in Bezug auf die betriebliche Instandhaltung fehlten oder nur ansatzweise vorhanden waren.

Erste Überlegungen zu einem Buch entstanden, die zunächst aber wieder verworfen wurden. Erst nach einiger Zeit, und aufgrund zahlreicher Gespräche, reifte der Entschluss, die zuvor angestellten Überlegungen noch einmal aufzunehmen und ein Grundlagenbuch zur betrieblichen Instandhaltung zu verfassen. Da vielen Unternehmen aber der tatsächliche Zustand ihrer eigenen betrieblichen Instandhaltung oft gar nicht bewusst ist bzw. nicht transparent vorliegt, folgten weitere Überlegungen. Im Ergebnis war aber schnell klar, dass ein brauchbares Analysetool zur schnellen Aufnahme und anschaulichen Darstellung der IST-Situation einer betrieblichen Instandhaltung notwendig ist. Die Entwicklung des Quick-Maintenance-Check begann.

Das vorliegende Buch soll nun dem geneigten Leser die Möglichkeit bieten, sich zunächst in einem Teil A mit den allgemeinen Grundlagen bzw. mit der *Bestimmung der betrieblichen Instandhaltung* vertraut zu machen. Hierbei werden nicht nur die theoretischen Kenntnisse zum Themenkomplex der Instandhaltung auf Basis der aktuellen Normen und Richtlinien erörtert, sondern auch aktuelle (Forschungs-)Ansätze zu möglichen organisatorischen Vorgehensweisen vermittelt. Anschließend wird dem Leser in einem Teil B des Buches das Analysetool *Quick-Maintenance-Check* erläutert. Dessen Anwendung soll möglichst objektive Informationen zum tatsächlichen Zustand einer untersuchten betrieblichen Instandhaltung liefern, sodass

im Anschluss daran eventuell notwendige (Verbesserungs-)Maßnahmen abgeleitet werden können. Diese wären dann ein wichtiger Schritt auf dem Weg hin zu einem verantwortungsvollen und professionellen Instandhaltungs-management in der Praxis.

An dieser Stelle möchte ich noch gerne all den Unterstützern danken, die mich bei der Erstellung dieses Buches und des Quick-Maintenance-Check hilfreich begleitet haben. Insbesondere möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Wolf-Michael Scheid für sein Geleitwort danken. Ebenso möchte ich Frau Inge Platz sowie Herrn Christoph Landgraf von Seiten des Erich Schmidt Verlags danken. Herr Landgraf, der im Übrigen auch den finalen Anstoß zu diesem Buch geliefert hat, stand mir während der Erstellungsphase mit sehr viel Geduld und jederzeit mit Rat und Tat zur Seite. Frau Platz unterstützte mich insbesondere bei der Formatierung des Buches sehr professionell und auch sie stand mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite.

Wertach, im Januar 2017

Prof. Dr.-Ing. Andreas Weissenbach

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	XIII
Symbolverzeichnis	XV
Abbildungsverzeichnis	XVII
Tabellenverzeichnis	XIX
1 Einleitung	1
Teil A: Grundlagen der Instandhaltung	11
2 Bestimmung der betrieblichen Instandhaltung	13
2.1 Definition und Grundmaßnahmen	13
2.2 Begriffe und Kenngrößen.....	16
2.2.1 Abnutzung und Abnutzungsvorrat	16
2.2.2 Ersatzteile	18
2.2.3 Instandhaltbarkeit	19
2.2.4 Instandhaltungsvermögen	20
2.2.5 Instandhaltungsrate	20
2.2.6 Zuverlässigkeit	21
2.2.6.1 Zuverlässigkeitskenngrößen	21
2.2.6.2 Methoden zur Zuverlässigkeitsermittlung	26
2.2.6.3 Redundanz	30
2.2.6.4 Ausfallratenmodelle.....	34
2.2.7 Verfügbarkeit	38
2.2.7.1 Begriffe der Verfügbarkeit	38
2.2.7.2 Verfügbarkeitskenngrößen	39
2.2.7.3 Berechnungsbeispiel für Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit.....	40
2.3 Instandhaltungsmanagement.....	42
2.3.1 Strategisches Instandhaltungsmanagement.....	42
2.3.1.1 Ziele der Instandhaltung	43
2.3.1.2 Systematik der Instandhaltungsdurchführung	44
2.3.1.3 Klassische Instandhaltungsstrategien	46
2.3.1.4 Moderne Instandhaltungskonzepte	51
2.3.2 Operatives Instandhaltungsmanagement	65
2.3.2.1 Aufbauorganisation der Instandhaltung.....	66
2.3.2.2 Ablauforganisation der Instandhaltung	71
2.3.2.3 Örtliche Verteilung der Instandhaltung	76
2.3.2.4 Personelle Verteilung der Instandhaltung.....	78
2.3.2.5 Allgemeines Grundschema der Instandhaltung.....	85

2.3.3	Kooperative Instandhaltung	86
2.3.3.1	Gestaltungskriterien kooperativer Instandhaltung	87
2.3.3.2	Komplementäre Instandhaltungskooperation	97
2.3.3.3	Kooperatives Instandhaltungsnetzwerk	99
2.3.3.4	Horizontale Instandhaltungskooperation	102
2.4	Instandhaltungskosten	105
2.4.1	Direkte Instandhaltungskosten	106
2.4.2	Indirekte Instandhaltungskosten	107
2.4.2.1	Stillstandskosten	107
2.4.2.2	Entgangene Deckungsbeiträge	108
2.4.2.3	Ausfallfolgekosten	109
2.4.3	Idealtypische Kostenverlaufskurve	112
Teil B: Analyse der Instandhaltung		115
3	Analysetool: Quick-Maintenance-Check	117
3.1	Struktur des Quick-Maintenance-Check	118
3.2	Bewertung und Gewichtung innerhalb des Quick-Maintenance-Check	122
3.2.1	Bewertungssystem	122
3.2.2	Gewichtung der Kategorien	126
3.3	Datenaufnahme mit dem Quick-Maintenance-Check	127
3.3.1	Stammdaten des Unternehmens	127
3.3.2	Instandhaltungsobjekte	128
3.3.3	Management	129
3.3.4	Organisation	134
3.3.5	Mitarbeiter	140
3.3.6	Instandhaltungscontrolling	142
3.3.7	Fremdinstandhaltung	147
3.3.8	Materialwirtschaft	150
3.4	Ergebnis des Quick-Maintenance-Check	155
3.4.1	Zielerreichungsgrade der betrieblichen Instandhaltung	155
3.4.2	Grafische Darstellung der Ergebnisse	156
3.4.3	Vorschläge zur Verbesserung der betrieblichen Instandhaltung	157
Anhang: Komponenten des Quick-Maintenance-Check		159
4	Bestandteile des Quick-Maintenance-Check	161
4.1	Fragen des Quick-Maintenance-Check	161
4.2	Bewertungssystem des Quick-Maintenance-Check	185
4.3	Optimaler Zustand einer betrieblichen Instandhaltung	187
4.4	Gewichtung der Kategorien des Quick-Maintenance-Checks	190

Literaturverzeichnis.....	197
Stichwortverzeichnis	207
Autorenportrait.....	211

Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
CBM	Condition Based Maintenance (dt. zustandsabhängige Instandhaltung)
DIN	Deutsche Industrie Norm
dt.	deutsch
e.V.	eingetragener Verein
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EN	Europäische Norm
engl.	englisch
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis (dt. Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse)
FMECA	Failure Modes Effects and Criticality Analysis (dt. Fehlzustandsart-, -auswirkungs- und -kritizitätsanalyse)
franz.	Französisch
FTA	Fault Tree Analysis (dt. Fehlerbaumanalyse)
griech.	griechisch
h	hour(s) (dt. Stunde(n))
IH	Instandhaltung(s-)
inkl.	inklusive
IPS	Instandhaltungsplanung und -steuerung
JIT	Just-in-time (dt. rechtzeitige, bedarfssynchrone Produktion)
km	Kilometer
KMU	Kleinstunternehmen, kleine und mittlere Unternehmen
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
lat.	latainisch
MDT	Mean Down Time (dt. mittlere Zeitspanne der Störungsdauer)
min	Minute(n)
MTBF	Mean Time Between Failures (dt. mittlere Zeitspanne bis zum nächsten Ausfall)
MTTF	Mean Time To Failure (dt. mittlere Zeitspanne bis zum Ausfall)
MTTFF	Mean Time To First Failure (dt. mittlere Zeitspanne bis zum ersten Ausfall)
MTTR	Mean Time To Recovery (dt. mittlere Zeitspanne bis zur Wiederherstellung)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (dt. Gesamtanlageneffektivität)
Pkt.	Punkt(e)

PM	Preventive Maintenance (dt. vorbeugende Instandhaltung)
PPS	Produktionsplanungs- und Steuerung
QCM	Quick-Maintenance-Check
RBM	Risk Based Maintenance (dt. risikoabhängige Instandhaltung)
RCM	Reliability Centered Maintenance (dt. zuverlässigkeitsabhängige Instandhaltung)
RM	Reactive Maintenance (dt. reaktive Instandhaltung)
S.	Seite(n)
Stk.	Stück, Anzahl
TBF	Time Between Failures (dt. Zeitspanne bis zum nächsten Ausfall)
TPM	Total Productive Maintenance (dt. ganzheitlich integrierte Instandhaltung)
TTR	Time To Recovery (dt. Zeitspanne bis zur Wiederherstellung)
TÜV	Technischer Überwachungsverein e.V.
u.	und
u. a.	und andere
usw.	und so weiter
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

Symbolverzeichnis

A_{alle}	Anzahl aller Aufträge
A_{negativ}	Anzahl der Aufträge mit negativem Ergebnis
A_{positiv}	Anzahl der Aufträge mit positivem Ergebnis
$E(T)$	Erwartungswert der Lebensdauer
$F(t)$	Ausfallwahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt t
$f(t)$	Ausfalldichte zum Zeitpunkt t
i	Laufvariable
L	Leistungsgrad
MDT	Mean Down Time (dt. mittlere Zeitspanne der Störungsdauer)
$MTBF$	Mean Time Between Failure (dt. mittlere Zeitspanne bis zum nächsten Ausfall)
$MTTF$	Mean Time To Failure (dt. mittlere Zeitspanne bis zum Ausfall)
$MTTFF$	Mean Time To First Failure (dt. mittlere Zeitspanne bis zum ersten Ausfall)
$MTTR$	Mean Time To Recovery (dt. mittlere Zeitspanne bis zur Wiederherstellung)
n	Anzahl n (n -te Anzahl)
OEE	Overall Equipment Effectiveness (dt. Gesamtanlageneffektivität)
P	Wahrscheinlichkeit
Q	Qualitätsrate
R	Zuverlässigkeit der Einheit i
$R(t)$	Überlebenswahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt t
T	Lebensdauer
t	Zeit
TBF	Time Between Failures (dt. Zeitspanne bis zum nächsten Ausfall)
TTR	Time To Recovery (dt. Zeitspanne bis zur Wiederherstellung)
U_n	Unternehmen n (n -tes Unternehmen)
U_A	Unternehmen A
U_B	Unternehmen B
U_C	Unternehmen C
U_D	Unternehmen D
U_E	Unternehmen E
U_F	Unternehmen F
$U(t)$	Unverfügbarkeit zum Zeitpunkt t
V	Verfügbarkeit
$\bar{V}(t)$	Nichtverfügbarkeit zum Zeitpunkt t

W_i	<i>Gewichtung der Kategorie i</i>
Z	<i>Zustandsabweichung</i>
$z(t)$	<i>Bool'sche Variable zum Zeitpunkt t</i>
ZG_{Gesamt}	<i>Gesamtzielerreichungsgrad</i>
ZG_i	<i>Zielerreichungsgrad der Kategorie i</i>
€	<i>Euro</i>
$\lambda(t)$	<i>Ausfallrate zum Zeitpunkt t</i>
μ	<i>Instandhaltungsrate</i>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Haupt- und Nebengeschäftsprozesse eines Produktionsunternehmens	3
Abbildung 1.2:	Entwicklung der Instandhaltung.....	7
Abbildung 2.1:	Grundmaßnahmen der Instandhaltung	16
Abbildung 2.2:	Verlauf des Abnutzungsvorrats.....	18
Abbildung 2.3:	Zustandsänderung einer technischen Einheit ohne Instandsetzung	22
Abbildung 2.4:	Verlauf der Ausfallwahrscheinlichkeit $F(t)$	23
Abbildung 2.5:	Verlauf der Überlebenswahrscheinlichkeit $R(t)$	24
Abbildung 2.6:	Beschreibung der Ausfalldichte $f(t)$	25
Abbildung 2.7:	Ablaufdiagramm der Fehlerzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA)	28
Abbildung 2.8:	Beispiel zum Aufbau eines Fehlerbaums	30
Abbildung 2.9:	Arten der Redundanz.....	31
Abbildung 2.10:	System ohne Redundanz	32
Abbildung 2.11:	System mit Redundanz.....	33
Abbildung 2.12:	Ausfallratenmodell „Badewannenkurve“	34
Abbildung 2.13:	Verschiedene Ausfallratenmodelle	36
Abbildung 2.14:	Aufgaben des strategischen Instandhaltungsmanagements	43
Abbildung 2.15:	Systematik der Instandhaltungsdurchführung.....	45
Abbildung 2.16:	Risikomatrix	55
Abbildung 2.17:	Kernelemente der ganzheitlich integrierten Instandhaltung	59
Abbildung 2.18:	Gestaltung des operativen Instandhaltungsmanagements	66
Abbildung 2.19:	Funktionsorientierte Einlinien-Organisation.....	67
Abbildung 2.20:	Objektorientierte Einlinien-Organisation.....	68
Abbildung 2.21:	Funktions- und objektorientierte Stablinien-Organisation.....	69
Abbildung 2.22:	Einfache Matrix-Organisation.....	70
Abbildung 2.23:	Handlungs- und Vorgehensrahmen der Ablauforganisation der Instandhaltung	72
Abbildung 2.24:	Aufgaben des operativen Instandhaltungsmanagements	75
Abbildung 2.25:	Eignung für den Fremdbezug von Instandhaltungsleistungen.....	85
Abbildung 2.26:	Allgemeines Grundschema der Instandhaltung	86
Abbildung 2.27:	Allgemeines Grundschema der kooperativen Instandhaltung.....	96
Abbildung 2.28:	Allgemeine Grundstruktur der komplementären Instandhaltungskooperation	97

Abbildung 2.29: Spezifisches Grundschema der komplementären Instandhaltungskooperation	98
Abbildung 2.30: Allgemeine Grundstruktur eines kooperativen Instandhaltungsnetzwerkes	99
Abbildung 2.31: Spezifisches Grundschema eines kooperativen Instandhaltungsnetzwerkes	101
Abbildung 2.32: Allgemeine Grundstruktur einer horizontalen Instandhaltungskooperation	102
Abbildung 2.33: Spezifisches Grundschema einer horizontalen Instandhaltungskooperation	104
Abbildung 2.34: Abgrenzung zwischen direkten und indirekten Instandhaltungskosten	106
Abbildung 2.35: Entgangene Deckungsbeiträge durch Ausfall einer technischen Einheit	109
Abbildung 2.36: Folgen bei Ausfall von einem Element einer technischen Einheit	111
Abbildung 2.37: Idealtypische Gesamtkostenverlaufskurve der Instandhaltung ..	113
Abbildung 3.1: Einflussfaktoren auf die Instandhaltungseffizienz	119
Abbildung 3.2: Struktur der bewerteten Kategorien des Quick-Maintenance-Check	120
Abbildung 3.3: Kombinationsmöglichkeiten der Prozessfähigkeit und Prozessbeherrschtheit	123
Abbildung 3.4: Zielerreichungsgrade der jeweiligen Kategorien	156
Abbildung 3.5: Detaillierung der Zielerreichungsgrade in den Unterkategorien	157
Abbildung 3.6: Vorschlagsliste zur Verbesserung der betrieblichen Instandhaltung	158
Abbildung 4.1: Einfluss auf die Gewichtung der jeweiligen Kategorien	190
Abbildung 4.2: Einfluss auf die Gewichtung der Kategorie Management	191
Abbildung 4.3: Einfluss auf die Gewichtung der Kategorie Organisation	192
Abbildung 4.4: Einfluss auf die Gewichtung der Kategorie Mitarbeiter	193
Abbildung 4.5: Einfluss auf die Gewichtung der Kategorie Instandhaltungscontrolling	194
Abbildung 4.6: Einfluss auf die Gewichtung der Kategorie Fremdinstandhaltung	195
Abbildung 4.7: Einfluss auf die Gewichtung der Kategorie Materialwesen	196

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Beispiele für die Instandhaltungsrate.....	21
Tabelle 2.2:	Zuverlässigkeitswerte der technischen Einheiten.....	32
Tabelle 2.3:	Häufigkeit verschiedener Ausfallratenmodelle.....	37
Tabelle 2.4:	Verfügbarkeitswerte verschiedener Wirtschaftszweige und Branchen	40
Tabelle 2.5:	Kenndaten zur Ermittlung der Verfügbarkeit bzw. Nichtverfügbarkeit	41
Tabelle 2.6:	Daten zur Berechnung der Gesamtanlageneffektivität	62
Tabelle 3.1:	Angaben zu den Stammdaten und den technischen Einheiten ...	121
Tabelle 3.2:	Gewichtung der Kategorien des Quick-Maintenance-Checks.....	126
Tabelle 3.3:	Bewertung des Strategie-Mixes der Instandhaltung	132
Tabelle 3.4:	Wichtige Kennzahlen der Instandhaltung	146
Tabelle 3.5:	Gesamtzielerreichungsgrad.....	155
Tabelle 4.1:	Merkmal/Ausprägung der möglichen Zustände der Instandhaltung.....	185
Tabelle 4.2:	Optimaler Zustand einer betrieblichen Instandhaltung.....	187