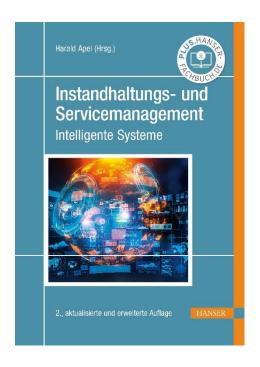
# HANSER



# Leseprobe

zu

# Instandhaltungs- und Servicemanagement

von Harald Apel (Hrsg.)

Print-ISBN: 978-3-446-47653-0 E-Book-ISBN: 978-3-446-47840-4

Weitere Informationen und Bestellungen unter <a href="https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446476530">https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446476530</a> sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

### Vorwort

### ■ Vorwort zur ersten Auflage

Die Instandhaltung hat ein neues Gesicht bekommen. Das Bild von ihr, das in den achtziger Jahren Eichler formte, hat uns inspiriert, seine Ideen aufzunehmen und in die Gegenwart und Zukunft zu übertragen. Instandhaltung bedeutet nicht mehr einfach Reparatur, auch wenn der Begriff nach wie vor zu unserem Sprachgebrauch gehört. Instandhaltung erfordert auch den Einsatz moderner Tools der Organisationslehre, des Managements. Diese und auch Hinweise zu Management-Methoden und -Systemen werden im Buch genauso vorgestellt wie betriebswirtschaftliche Aspekte des Service.

Serviceprozesse, die kaufmännische bzw. betriebswirtschaftliche Wurzeln besitzen, haben die Instandhaltung durchdrungen. Nicht allein die technische Instandhaltung ist das Ziel der Serviceaktivitäten. Sie greift vor allem auf eine komplexe Versorgung mit Informationen in Form von Wissen, unter Nutzung von Kommunikations-Instrumenten und -Technik mithilfe von Sensoren und Aktoren zurück. In Industrie 4.0 hat die Instandhaltung eine umfassende Aufgabe zu übernehmen. Der Mensch spielt dabei eine wichtige Rolle.

Dieses Fach- und Lehrbuch schafft ein neues System der Koordination beider Fachdisziplinen und stellt deren wesentliche Inhalte und Aufgaben in ihren komplexen Zusammenhängen vor. Dazu wird die Betrachtung aller technischen betroffenen Objekte wie Maschinenanlagen und Produkte mit dem universellen Begriff "technisches System" vorgenommen. Um die Zusammenhänge deutlicher als bisher zu beschreiben, werden primäre, das heißt die eigentliche Funktion erbringende, und sekundäre, d. h. die Verfügbarkeit des primären Systems sichernde, technische Systeme unterschieden. Dem Leser werden diese Zusammenhänge komplex inhaltlich vorgestellt. Dazu wurden zahlreiche neue Illustrationen zu Prozess- und Strukturübersichten geschaffen.

Nach vielen Jahren intensiver Studien, kritischer Diskussionen und aufwendiger Ausarbeitungen hat ein Team von dieser Idee inspirierter Autoren dieses Buch nunmehr fertig gestellt. Auf dem Weg zum heutigen Tag haben uns viele Frauen und Männer mit unterschiedlichen Zielen und Beiträgen begleitet. Nicht alle hatten die Möglichkeit oder die Ausdauer und Kraft, bis heute mitzuarbeiten. Es ist mir ein Bedürfnis, ihnen allen noch einmal herzlich für die Unterstützungen zu danken. Mein Dank gilt auch meinen Kolleginnen und Kollegen sowie Studentinnen und Studenten der Hochschule Magdeburg-Stendal, die ein großes Verständnis für die Umsetzung dieses Buches gezeigt haben und mit ihren Leistungen und Ideen uns wirkungsvoll unterstützten.

Als Hochschullehrer konnte ich auf eine Vielzahl von Diplom-, Bachelor-und Masterarbeiten der Fachbereiche Wirtschaft und IWID (Ingenieurwissenschaften und Industriedesign) zurückgreifen. All den vielen Absolventinnen und Absolventen und ihren Betreuern, deren Wissen aus ihren Abschlussarbeiten in dieses Buch einging, gilt mein herzlicher Dank. Es hat mich besonders gefreut, dass sich im letzten Jahr zahlreiche Fachkolleginnen und Kollegen bereitfanden, Abschnitte oder auch das ganze Buch während seiner Fertigstellung zu lesen und zu evaluieren. Ich möchte dabei ganz besonders Herrn Alexander Asmus, Herrn RA Peter Bikowski, Frau Angelina Deutsch, Herrn Sebastian Jähnke, Frau Katharina Kirmes, Frau Patricia Kirmes, Herrn Andreas Lahrius, Herrn Matthias Littig, Frau Michelle Mercier, Herrn Guido Naujoks, Herrn Mario Preis, Frau Anita Richter, Herrn Frank Schmiedel, Herrn RA Jens Siebert und natürlich alle im Buch beteiligten Autoren nennen.

Mein herzlicher Dank gilt weiterhin meiner Mitarbeiterin Frau Corinna Bunke, Herrn Johannes Bodewein, Herrn Bernd Krüger, Herrn David Chen, Herrn Prof. Holger Enge, Herrn Michael Schulz, Herrn Alexander Wagner und Herrn Jens Winkelmann. An der Bild- und Textgestaltung haben sich besonders Frau Madina Safi und Herr Marc Willecke hervor getan. Ihnen allen möchte ich ganz herzlich danken.

Es ist es mir ein großes Bedürfnis, meiner Ehefrau Beate ganz herzlich zu danken. Sie hat in den vielen Jahren alle Sorgen und Probleme mit viel Verständnis ertragen und großen Rückhalt geboten.

Danken möchte ich abschließend dem Hanser Verlag und dabei besonders Frau Ute Eckardt, die als verantwortliche Lektorin mit hohem Engagement und sehr guter Betreuung für die professionelle Umsetzung dieses Buches gesorgt hat und Frau Katrin Wulst und Frau Christin Jahn für die technische und herstellerische Betreuung.

Abschließend wünsche ich Ihnen beim Lesen viel Spaß und hoffe, dass ihnen die Ideen, Lösungen und Konzeptionen dieses Buches helfen, ihre Aufgaben in der Praxis und an Hochschulen und wiss. Einrichtungen erfolgreich zu meistern und würde mich über Anregungen und Vorschläge der Weiterentwicklung aus ihrem Kreis sehr freuen.

Schönebeck im August 2018

*Prof. Dr. Harald Apel* ius-apel@t-online.de

### Vorwort zur zweiten Auflage

Nach dem erstmaligen Erscheinen dieses Buches haben tiefgreifende gesellschaftliche Veränderungen unser Leben geprägt. Forderungen nach Ressourceneinsparungen, Nachhaltigkeit u. a. haben nicht zuletzt die Rolle und Bedeutung des Instandhaltungs- und Servicemanagements erhöht. Das Interesse am Thema und die wachsende Verantwortung des IuS schlussfolgern zu einer neuen Auflage. Sie ist geprägt durch einen tieferen Eingriff digitaler Organisationslösungen in das Arbeitsgebiet. Dabei wird der Mensch nicht wegrationalisiert, sondern vielmehr unterstützt durch umfassende Formen der Informationsbereitstellung und -verarbeitung, aber vor allem der Unterstützung bei der Entscheidungsfindung. Predictive Maintenance als aktuelle Instandhaltungsstrategie mit Zukunftspoten-

zial wird durch die aktive Einflussnahme der künstlichen Intelligenz mitgestaltet. Die Grenzen zwischen Instandhaltungs- und Serviceleistung verschmelzen zunehmend.

Wir wollen in dieser Auflage verstärkt auf die neuen Tendenzen eingehen und freuen uns, Frau Evelin Rothe und Herrn David Weigert neu in unserem Autoren-Team begrüßen zu können. Frau Rothe führt die Arbeiten Ihres leider verstorbenen Ehegatten Kurt Rothe zum IT-Management weiter. Herr Weigert zeigt uns den Weg zur Integration der künstlichen Intelligenz.

Ich darf mich auf diesem Wege ganz herzlich bei beiden neuen Autoren und allen fleißigen Helfern im Hintergrund, vor allem Frau Julia Schatt und Herrn Klaus-Jürgen Oehler, ganz herzlich für die Unterstützungen zur zügigen Bereitstellung des neuen Buchmanuskripts bedanken. Das gilt auch besonders für die Redakteurin, Frau Christina Kubiak, Editorial Services, und meinen Lektor des Verlages, Herrn Frank Katzenmayer.

Ich würde mich freuen, wenn wir Ihnen, liebe Leser, hoffentlich viele interessante Fragen zum Thema beantworten können und Sie uns darüber hinaus gern Anregungen, Fachfragen und Vieles mehr an unser E-Mail-Postfach senden.

Schönebeck im August 2023

Prof. Dr. Harald Apel ius-apel@t-online.de

Auf plus.hanser-fachbuch.de stehen ergänzende Arbeitsblätter zu den Buchinhalten zur Verfügung. Den Zugangscode finden Sie auf der ersten Seite des Buches.

- Arbeitsblatt A Umsetzung von WAVE zu Kap. 7
- Arbeitsblatt B Umsetzung von WAVE zu Kap. 8, zu Kap. 9
- Arbeitsblatt D Umsetzung von WAVE zu Kap. 10
- Arbeitsblatt E Umsetzung von WAVE zu Kap. 13

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

# Inhalt

Vorwort zur ersten Auflage	
Vorwort zur zweiten Auflage	
voi wore zur zworton riunugo	
1 Instandhaltungs- und Servicemanagement – Überblick	19
<ul> <li>1.1 Zuverlässiges Anlagen- und Betriebsmittelmanagement</li></ul>	2
<ul><li>1.3 Konsequenzen und Anforderungen</li><li>1.4 Differenzierende Einflussfaktoren und Wirkungen auf die</li></ul>	2
Leistungserbringung	
<ul><li>1.5 Bezugsbasis und Ziele des Service</li></ul>	
1.7 Kontrollfragen	
1.8 Literatur	
2 Instandhaltungs- und Serviceprozesse	4
2.1 Geschäftsprozesse	
2.2 Aufgaben des technischen Service	
2.2.1 Serviceleistungen für technische Systeme	
2.2.2 Produktbegleitender Service	
2.2.3 Produktunabhängiger Service	
2.2.4 Typische Aufgaben des technischen Service	
2.3 Aufgaben der Instandhaltung	
2.3.1 Instandhaltungsarten und Grundformen	
2.3.2 Inspektion 2.3.3 Wartung	
9	
9	
g ,	
<ul><li>2.5 Instandhaltungsmanagement im Servicesystem</li></ul>	
2.7 Literatur	

3	Funk	tionsstruktur technischer Systeme	71
3.1	Anwe	ndungen technischer Systeme in Produktion und Konsumtion	71
3.2	Funktionsstruktur technischer Systeme mit Produktfunktionen		
3.3		tionsstruktur der Informationssysteme im technischen System	74
3.4		tionsstruktur technischer Systeme mit Servicefunktionen	76
3.5		tionsstruktur technischer Systeme mit Produktionsfunktionen	79
3.6		trächtigungen der Funktionalitäten technischer Systeme	81
3.7		tionelle Einflüsse und Wirkzusammenhänge im technischen System	83
	3.7.1	Funktionale Zusammenhänge	83
	3.7.2	Zuverlässigkeit der technischen Komponenten	84
	3.7.3	Rolle des Menschen	85
	3.7.4	Organisation	85
	3.7.5	Informationssystem	85
	3.7.6	Rolle des Servicesystems – Sekundäre Ebene	86
3.8		ollfragen	87
3.9	Litera	tur	87
4	Funk	tionserfüllung und Ausfallverhalten	88
4.1	Funkt	tionserfüllung im System-Lebenszyklus und Konsequenzen	88
4.2	Zusta	ndsarten eines technischen Systems	91
	4.2.1	Zustände der Funktionserfüllung eines technischen Systems	91
	4.2.2	Rahmenbedingungen der Funktionsfähigkeit des technischen Systems	93
	4.2.3	Der Zuverlässigkeitsbegriff	95
4.3		gbarkeit technischer Systeme	96
	4.3.1	Einflussfaktoren und Bestimmung der Verfügbarkeit	96
	4.3.2	Zuverlässigkeitsmanagement und Ausfallverhalten technischer Systeme	102
	4.3.3	Sicherheit als security und safety	107
	4.3.4	Instandhaltbarkeit	108
	4.3.5	Instandhaltungsvermögen	111
	4.3.6	Verfügbarkeit von Informationssystemen	112
4.4		ollfragen	115
4.5	Litera	tur	115
5	Gebr	auchsminderungen	118
5.1	Belast	tung	118
5.2		nisse und Zustände der Betrachtungseinheiten	121
	5.2.1	Abbau von Gebrauchseigenschaften und Ausfall	121
	5.2.2	Fehler im technischen System und Fehlerarten	123
	5.2.3	Störungskausalitäten	125
	5.2.4	Funktionen des technischen Systems und ihre Zustandsarten aus	
	525	zeitlicher Sicht	126
5.3	5.2.5 Syston	Schädigungen	127 129
J.S	5.3.1	m- und Komponentenausfälle in der Wechselwirkung	129
	5.3.1	Abbau des Abnutzungsvorrates und Ausfälle der Einheit	
	J.J.Z	Abhutzungen von Komponenten und inte wirkung	131

	5.3.3	Belastungen durch Betriebsbedingungen	132
	5.3.4	Funktionsbeeinträchtigende Wirkungen auf die Zuverlässigkeit	100
	ъ	des technischen Systems	138
5.4		ss der Abnutzung und seine Wirkungen	140
	5.4.1	Gebrauchsmindernde Prozesse und Wirkungen von Schädigungen	140
	5.4.2	Mechanische Belastungen	141
	5.4.3	Tribologische Belastungen	142
	5.4.4	Chemische/elektrochemische Belastungen	143
	5.4.5	Thermische Belastung	144
	5.4.6	Elektrische Belastung	145
	5.4.7	Elektromagnetische Belastung	146
	5.4.8	Hydrostatische/hydro- und aerodynamische Belastung	147
	5.4.9	Informationsverarbeitungs-Belastung	148
		Alterung	150
5.5	Model	le des Ausfallverhaltens und Simulation	151
	5.5.1	Ausfallrate und Lebensverhalten technischer Systeme	151
	5.5.2	Zeitlicher Verlauf von Ausfallverhalten und Ursachen	153
	5.5.3	Abhängigkeiten der Teilkomponenten	154
	5.5.4	Werkzeuge (der Simulation) zur Modellierung des Ausfallverhaltens	156
5.6	Zusam	nmenfassung	158
5.7	Kontro	ollfragen	158
5.8	Literat	tur	159
6	Beeir	nflussung der Funktionserfüllung technischer Systeme	161
6.1		lussende Wirkungen in den Prozessphasen	161
6.2		sse auf die Primärfunktion	163
6.3		sse auf die Sekundärleistung	165
6.4		dere Wirkungen der Informationsbereitstellung	168
6.5	Planuı	ng von Betrieb und Nutzung technischer Systeme	169
	6.5.1	Pre-Orientierung	169
	6.5.2	Prognostizierung	170
6.6	Nutzu	ng technischer Systeme – Rolle von Prävention und Reaktion	172
	6.6.1	Gebrauchswertverhalten	172
	6.6.2	Alternativen der Vermeidung und Beseitigung	174
	6.6.3	Rolle von Prävention und Reaktion	176
6.7	Schlus	ssfolgerungen aus dem Ausfallverhalten – Postorientierung	177
6.8	Konse	quenzen der Erhaltung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit	
	des Sy	stems	177
6.9		denwissen – Technische Gestaltung und Dimensionierung	182
	6.9.1	Redundanz	182
	6.9.2	Derating	184
	6.9.3	Qualifizierungstests	184
	6.9.4	Normierungen und Standards	185
6.10		denwissen – Mitarbeitereinbeziehung	185
J.10	6.10.1	Shopfloormanagement	185
		Rüstzeitoptimierung mit SMED	187
		Arbeitsplatzgestaltung mit 5S	187
	0.10.0	ALL NOTED PARKED ON COLUMN AND ALLE ON A CALLED	10/

6.11	Metho	odenwissen – Organisatorische Einbindung	188
	6.11.1	Architekturkonzept der IT-Einbindung	189
	6.11.2	Prinzipien der Verfügbarkeit	189
	6.11.3	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	190
	6.11.4	Capability Maturity Model Integration (CMMI)	191
	6.11.5	Strukturelle und vertragliche Einbindung der Service-Dienstleister	195
		Lagerhaltungsstrategien für Ersatzteile und übrige Ressourcen	197
6.12	Kontr	ollfragen	198
6.13	Litera	tur	198
7	Das	technische System im IuS-Management	201
7.1	Einsa	tz technischer Systeme	201
	7.1.1	Typische Einsatzcharakteristiken und Rahmenbedingungen	201
	7.1.2	Systemaufbau	201
7.2		rozesse der Gestaltung und Auswahl des technischen Systems	202
	7.2.1	Entscheidungssituation	202
	7.2.2	Identifizierung und Klassifizierung der TS	203
	7.2.3	Vorgabedaten der Konstruktion und Projektierung	204
	7.2.4	Bedarfsplanung	206
	7.2.5	Beachtung der Instandhaltbarkeit	206
	7.2.6	Auswahl der Dienstleistungen aus Sicht der Serviceabsicherung	207
	7.2.7	Obsoleszenzmanagement	208
	7.2.8	Stammdaten-Erfassung	209
	7.2.9	Konfiguration der Instandhaltungs- und Servicetechnik	209
7.3		ing und Betrieb des technischen Systems	210
7.0	7.3.1	Präventive Prozesse	210
	7.3.2	Aufgaben der TS in der Nutzung	211
	7.3.3	IuS-Technik in Diagnose und Wartung	213
	7.3.4	Aufarbeitung und Nachbau in IuS-Werkstätten	216
7.4		Prozesse	219
7.1	7.4.1	Nutzung des Controllings	219
	7.4.2	Übersicht der genutzten Prozesskennzahlen	219
	7.4.3	Entsorgung	220
7.5		nmenfassung	221
7.6		ollfragen	222
7.7		tur	222
8	Insta	andhaltungs- und Serviceorganisation	224
8.1		uu- und Ablauforganisation	224
	8.1.1	Grundlagen der Organisation	224
	8.1.2	Technische und informationstechnische Rahmenbedingungen	225
	8.1.3	Aufbauorganisation	226
	8.1.4	Gestaltung der räumlichen und baulichen Struktur	228
	8.1.5	Prozessmanagement in der Ablauforganisation	230
	8.1.6	Qualitätsmanagement	231
	8.1.7	Besonderheiten der mobilen Instandhaltung	233

8.2	Pre-P	rozesse der Auswahl der Organisationsstruktur	236
	8.2.1	Entscheidungssituation	236
	8.2.2	Identifizierung und Klassifizierung der Prozesse	237
	8.2.3	Fremdvergabe von Instandhaltungs- und Serviceleistungen	238
	8.2.4	Entscheidung zur Aufbau- und Ablaufstruktur	240
	8.2.5	technische und administrative Vorbereitung	241
	8.2.6	Gefährdungsbeurteilungen und Aspekte der Arbeitssicherheit	242
8.3	Ablau	afprozesse in Funktions- und Servicebereichen	242
	8.3.1	präventive Prozesse	242
	8.3.2	Nutzung und reaktive Prozesse	246
8.4	Post-F	Prozesse der Aufbau- und Ablauforganisation und Auswertung	253
	8.4.1	Nutzung des Controllings	253
	8.4.2	Planung und Kontrolle der Prozessleistung	254
	8.4.3	Technische, organisations- und informationstechnische Konsequenzen	256
8.5	Zusar	mmenfassung mit Bewertungsgrößen/Kennziffern	256
8.6	Kontr	ollfragen	257
8.7	Litera	ıtur	258
0	Dana	assurance in the C. Managament	240
9		ourcen im luS-Management	260
9.1		tz von Ersatzteilen und Tools	260
	9.1.1	Rolle von Ersatzteilen und Tools der Ersatzteilwirtschaft	260
	9.1.2	Arten von Ersatzteilen	262
	9.1.3	Strukturierung und Charakterisierung von Ressourcen	263
	9.1.4	Ziele des Ersatzteil- und Toolmanagements	265
	9.1.5	Anforderungen aus Sicht der Hersteller	268
	9.1.6	Anforderungen aus Sicht der Betreiber	271
	9.1.7	Aufgaben und Besonderheiten des Ersatzteilmanagements	272
	9.1.8	Werkzeugmanagement und Management sonstiger Arbeitsmittel	274
9.2		rozesse des Komplettierungssystems	275
	9.2.1	Präventive technische Auslegung der Ersatzteilstruktur	275
	9.2.2	Disposition - Planung der Versorgung	279
	9.2.3	Aufgaben der Logistik und Materialwirtschaft	284
	9.2.4	Zusammenarbeit mit Serviceunternehmen und Dienstleistern	289
	9.2.5	Planung von Nachserienversorgungsstrategien	290
9.3	Proze	sse der Bereitstellung von Ersatzteilen	292
	9.3.1	Präventive Prozesse	292
	9.3.2	"Background"-Absicherung	297
	9.3.3	Bereitstellung und reaktive Prozesse	299
9.4	Post-F	Prozesse des Umgangs mit Ressourcen	302
	9.4.1	Nutzung des Controllings	302
	9.4.2	Auswertung der Lagerbestandsführung	
	9.4.3	Planung und Kontrolle der Prozessleistung	304
	9.4.4	Technisch-organisatorischer Abschluss der Prozesse des	
		Ersatzteilmanagements	305
	9.4.5	Entsorgung von Altteilen nach Austausch im Rahmen der	
		betrieblichen Abfallwirtschaft	305
9.5	Zusar	mmenfassung	307

9.6 9.7	Kontrollfragen	308 308
10	Personaleinsatz im IuS-Management	310
10.1	Planung, Qualifizierung und Einsatz von Mitarbeitern/Akteuren	310
	10.1.1 Mitarbeitereinbeziehung	310
	10.1.2 Rahmenbedingungen und beteiligte Akteure	312
	10.1.3 Einbindung der Mitarbeiter in Prozessstrukturen	313
10.2	Pre-Prozesse der Mitarbeiterrekrutierung	314
	10.2.1 Profildefinition	314
	10.2.2 Bedarfsplanung und -beschaffung	316
	10.2.3 Ausbildung und Qualifikation	318
10.3	Mitarbeitereinsatz und seine operative Planung	318
	10.3.1 Präventive Prozesse	318
	10.3.2 Mitarbeiteraufgaben im Einsatz	321
	10.3.3 Mitarbeiteraufgaben bei reaktiven Prozessen	323
	10.3.4 Begleitende Prozesse während der Leistungserbringung	324
10.4	Post-Prozesse des Mitarbeitereinsatzes	326
	10.4.1 Nutzung des Controllings	326
	10.4.2 Planung und Kontrolle der Prozessleistung	327
10.5	Zusammenfassung	328
10.6	Kontrollfragen	329
10.7	Literatur	330
11	Informationssystem im IuS-Management in der primären Ebene	
	der Funktionserbringung	331
11.1	Informationsmanagement zu Produktionssystemen, Produkten und	
	Serviceprozessen	331
	11.1.1 Das Informationssystem	331
	11.1.2 Informationsprozesse der primären Ebene	333
11.2	Pre-Prozesse des Informationsmanagements	336
	11.2.1 Wissensbereitstellung durch Aus- und Weiterbildung	336
	11.2.2 Vorgabedaten der Konstruktion, Regeln und Erfassung	337
	11.2.3 Informations- und Steuerungssysteme der Anlagen und Produkte	339
	11.2.4 Ablauforganisatorische Einbindung des Informationssystems	340
11.3	Prozesse der Informationsnutzung und -verarbeitung in	
	Produktionssystemen, Produkten und Serviceprozessen	342
	11.3.1 Präventive Prozesse	342
	11.3.2 Nutzung und reaktive Prozesse	345
11.4	Post-Prozesse und deren Auswertung	347
	11.4.1 Qualitätssicherung	347
	11.4.2 Monitoring	347
	11.4.3 Informationsaufnahme und -bearbeitung	348
	11.4.4 Informationsauswertung	348
	11.4.5 Dokumentierte Informationen	349

11.5	Zusammenfassung	352
11.6	Kontrollfragen	352
11.7	Literatur	353
12	Informationssystem im IuS-Management der Serviceprozesse	354
12.1	Informationsmanagement in Servicesystemen	354
	12.1.1 Leistungskategorien des Servicesystems in der sekundären Ebene	
	der Funktionserbringung	354
	12.1.2 Struktur und Inhalte des Servicesystems	356
	12.1.3 Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssysteme (IPS)	359
	12.1.4 Kunden Service Center – Support-Systeme	360
12.2	Pre-Prozesse der Gestaltung und Informationsversorgung des Servicesystems	362
	12.2.1 Wissensvermittlung und Qualifizierung – Zuordnung von	
	Verantwortlichkeiten	362
	12.2.2 Sondierung des Informationsbedarfs der Konfiguration	2/2
	der Servicetechnik	362 363
	<ul><li>12.2.3 Informations- und Steuerungssysteme zur Servicetechnik</li><li>12.2.4 Die ablauforganisatorische Einbindung des Servicesystems</li></ul>	365
12.3	Ablaufprozesse und Informationsnutzung und -verarbeitung	303
12.5	im Servicesystem	366
	12.3.1 Präventive Prozesse	366
	12.3.2 Nutzung und reaktive Prozesse	369
12.4	Post-Prozesse der Informationsnutzung und -verarbeitung und Auswertung	370
	12.4.1 Qualitätssicherung	370
	12.4.2 Monitoring	371
	12.4.3 Informationsaufnahme und -bearbeitung	372
	12.4.4 Informationsauswertung	372
	12.4.5 Dokumentierte Informationen	373
12.5	Zusammenfassung	376
12.6	Kontrollfragen	376
12.7	Literatur	377
13	Serviceprozesse der Funktionserbringung –	
	Informationstechnische Systeme (IT-Systeme)	378
13.1	Informationstechnische Systeme	378
	13.1.1 IT-Dienstleistungen	378
	13.1.2 IT-Grundstrukturen	383
	13.1.3 Hardwarekomponenten	386
	13.1.4 Softwarekomponenten	388
	13.1.5 Verteilte Systeme – Netzwerke	389
	13.1.6 Das Internet der Dinge (IoT)	389
	13.1.7 Informationssicherheit und IT-Risiken	390
13.2	Pre-Prozesse des Aufbaus der IT-Struktur und ihre Einflussnahme	
	auf die Serviceleistung	394
	13.2.1 Strategische Planung	394 395
	19.4.4 VOLEGOCUATOR UES ATROLUCI UNESDEUALIS - NEUUTTERIEURS MARIAVEIRERI .	(14.)

	13.2.3 Konfiguration von IT-Systemen und Netzstrukturen – Design	398
	13.2.4 Auswahl und Integration von Software	399
13.3	Prozesse der Nutzung von IT-Strukturen	402
	13.3.1 Präventive Prozesse	402
	13.3.2 Nutzung	403
	13.3.3 Reaktive Prozesse und Eskalationsmanagement	405
	13.3.4 IT-Asset-Management	406
13.4	Post-Prozesse der IT-Nutzung und -verarbeitung	406
	13.4.1 Nutzung des Controllings	406
	13.4.2 Planung und Kontrolle der Prozessleistung	407
	13.4.3 Hardwareentsorgung und Datensicherung	408
13.5	Zusammenfassung mit Bewertungsgrößen/Kennziffern	409
13.6		409
	Kontrollfragen	
13.7	Literatur	410
_		
14	Strategien des Instandhaltungs- und Servicemanagements	412
14.1	Instandhaltungsstrategien	412
	14.1.1 Strategievarianten nach DIN EN 13306	412
	14.1.2 Gestaltungsspielraum für Strategievarianten	414
14.2	Instandhaltung nach Ausfall oder korrektive Instandhaltung	417
14.3	Präventive Instandhaltung – vorausbestimmende Instandhaltung	417
14.4	Präventive Instandhaltung – zustandsorientierte Instandhaltung	419
	14.4.1 Prinzip	419
	14.4.2 Risikobasierte Instandhaltung (RBI)	422
	14.4.3 Predictive Maintenance	423
	14.4.4 Zuverlässigkeitsorientierte Instandhaltung	425
14.5		426
	Selbstregelnde Instandhaltung	
14.6	Vor- und Nachteile der Instandhaltungsstrategien	427
14.7	Auswahl der Instandhaltungsstrategie	428
14.8	Zusammenfassung	431
14.9	Kontrollfragen	431
14.10	Literatur	432
15	Instandhaltungs- und Servicemanagement	
	im Verbesserungsprozess	434
		434
15.1	Projektmanagement	434
	15.1.1 Einsatzrahmen und Ansprüche der Instandhaltungs-	
	und Serviceorganisation	434
	15.1.2 Ziele des Projektmanagements	435
	15.1.3 Methodik	436
	15.1.4 Führungsaufgaben im institutionellen Projektmanagement	438
	15.1.5 Projektphasen des funktionellen PM	441
	15.1.6 Management von Servicesystemleistungen	444
15.0	15.1.7 Störungsmanagement	448
15.2	Risikomanagement	451
	15.2.1 Einsatzrahmen	451

	15.2.2 Ziele	452
	15.2.3 Methodik	454
	15.2.4 Risikomanagement in der Instandhaltung	45
	15.2.5 FMEA in der Instandhaltung	46
15.3	Wissens- und Verbesserungsmanagement	463
	15.3.1 Bedarf an Wissen	463
	15.3.2 Ziele und Aufgaben des Wissensmanagements	464
	15.3.3 Applikationen des Wissensmanagements	46
	15.3.4 Virtuelle Modellierung	468
	15.3.5 Potenzialanalyse	469
	15.3.6 SWOT-Analyse	47
	15.3.7 Kontinuierliche Verbesserungsprozesse KVP	472
	15.3.8 Benchmarking	474
15.4	Künstliche Intelligenz	475
	15.4.1 Einsatzrahmen	47
	15.4.2 Ziele und Inhalte	47
	15.4.3 Applikationen und Architektur	480
	15.4.4 Methodik	48
	15.4.5 Industrielle Anwendungen mit KI-Lösungen	49
	15.4.6 IuS-Anwendungsfelder	494
	15.4.7 Verantwortung und Ethik im Lebenszyklus	49
15.5	Total Productive Maintenance TPM	498
	15.5.1 Einordnung des TPM	498
	15.5.2 Ziele und Aufgaben des TPM	499
	15.5.3 Einführung des TPM	50
	15.5.4 Management und Managementsysteme des TPM	502
	15.5.5 Arbeit mit TPM	500
15.6	Kontollfragen	50
15.7	Literatur	500
16	Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssysteme (IPS)	51
16.1	Struktur und Funktionalität von IPS-Systemen	51
	16.1.1 Aufgaben	51
	16.1.2 Strukturbausteine eines IPS und Funktionen	512
	16.1.3 Schnittstellen der IPS-Systeme zu anderen Applikationen	510
16.2	Pre-Prozesse – Auswahl und Implementierung von IPS-Systemen	520
	16.2.1 Ziele des Einsatzes	520
	16.2.2 Systematische Auswahl eines IPS	52
	16.2.3 Implementierung	523
16.3	Ablaufprozesse in der Nutzung von IPS-Systemen	525
10.0	16.3.1 Präventive Prozesse	525
	16.3.2 Nutzung von IPS-Systemen	528
16.4	Post-Prozesse	533
16.5	Zusammenfassung und Ausblick	538
16.6	Kontrollfragen	530
	Literatur	530
	1/11/1/11/11	

<b>17</b>	Kostenrechnung und Controlling	538
17.1	Besondere betriebswirtschaftliche Situation des Arbeitsgebietes	538 538
	17.1.2 Aufgaben des Controllings	539
	17.1.3 Kostenstrukturen in Instandhaltung und Service	540
17.2	Controlling	543
17	17.2.1 Investitionsplanung und -entscheidung	543
	17.2.2 Budgetplanung	544
	17.2.3 Beanspruchung von Serviceleistungen	544
	17.2.4 Controlling-Instrumente - Übersicht	545
	17.2.5 Kostenwirksamkeitsanalyse	546
	17.2.6 BSC Balanced Scorecard	546
	17.2.7 Umsetzung einer OEE	549
	17.2.8 Regelkreis des Controllings	549
	17.2.9 IT-Controlling	550
17.3	Das WAVE-Modell des Controllings und die Nutzung von Kennzahlen	551
	17.3.1 Stufen und Zielvorgaben der Instandhaltungs- und Servicefunktion	551
	17.3.2 Validierung und Korrekturzyklus	552
	17.3.3 Informationsbereitstellung und Dokumentation	553
	17.3.4 Informationsaufbereitung/Monitoring	555
	17.3.5 Planung und Kontrolle der Prozessleistung	556
	17.3.6 Steuerung/Korrektur	557
17.4	Zusammenfassung	558
17.5	Kontrollfragen	558
17.6	Literatur	559
18	Rechtliche Aspekte zu luS-Leistungen	560
18.1	Rechtsstrukturen	560
	18.1.1 Der rechtliche Rahmen – Überblick	560
	18.1.2 Wirkfelder der Prozesse von IuS rund um das technische System	
	und daraus abgeleitete Rechtsstrukturen	561
	18.1.3 Wirkende Rechtsformen	563
18.2	Pre-Prozesse der Rechtspflegeauswahl und ihre Einflussnahme auf die	
	Funktionserfüllung	566
	18.2.1 Beachtung rechtlicher Rahmenbedingungen in der Pre-Phase	566
	18.2.2 Vertragliche Vereinbarungen	569
	18.2.3 Gestaltung des arbeitsrechtlichen Verhältnisses	571
	18.2.4 IT-Rechtsgrundlagen	571
18.3	Ablaufprozesse in Funktions- und Servicebereichen aus rechtlicher Sicht	573
	18.3.1 Präventive Prozesse	573
	18.3.2 Nutzung und reaktive Prozesse – rechtliche Schadenswirkungen	575
18.4	Post-Prozesse	579
18.5	Zusammenfassung	581
18.6	Kontrollfragen	581
18.7	Literatur	582
_		

Instandhaltungs- und Servicemanagement – Überblick

### 1.1 Zuverlässiges Anlagen- und Betriebsmittelmanagement

Prozesse der Produktion und Wertschöpfung befinden sich in tiefgreifenden Veränderungen. So ist bedingt durch den technischen Fortschritt der Charakter der Produktionsprozesse vor allem in den führenden Industriestaaten zunehmend durch Maschineneinsatz mit modernen und vernetzten Steuerungssystemen und flexible Automatisierung gekennzeichnet. Die damit verbundene Zunahme der Anlagenkomplexität wird durch Forderungen nach intensiverer Nutzung der Betriebsmittel begleitet. Diesbezüglich liegen Reserven sowohl im technischen als auch im organisatorischen Umfeld.

Im gleichen Zusammenhang ist die Bedeutung aller vor- und nachgelagerten Prozesse auch im Sinne von Dienstleistungen gestiegen. Der Einsatz von Betriebsmitteln ist nicht mehr ausschließlich auf Produktionsprozesse konzentriert. Damit ist ein verstärkter Einsatz von Hard- und Software verbunden. Deren Integration ist mit Tendenzen der Vernetzung und Digitalisierung verbunden, die in der Konzeption von Industrie 4.0 projektiert und u.a. in der Smart Factory, einer auf einen umfassenden Informationsaustausch ausgerichteten Produktionslösung, wirksam werden.

In Abhängigkeit von dem Investitionsverhalten der Betreiber ist eine zunehmende Nachfrage nach Serviceleistungen zu verzeichnen. Ein steigender Bedarf an Engineering Services und ein Umsatzwachstum auf Seiten der Serviceanbieter sind typisch für die Situation [1]. Die Nutzer orientieren bewusst auf eine Verlängerung der Produktnutzungsdauer, die sie durch gezielte Instandhaltungsmaßnahmen erhöhen. Es ist im Interesse vieler Betreiber aber auch der marktwirtschaftliche Anreiz der Hersteller, über den gesamten Lebenszyklus von Betriebsmitteln hinweg die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der technischen Einrichtungen auf einem hohen Niveau zu halten. Dies erfordert eine komplexere Betrachtung, ein Anlagen- und Betriebsmittelmanagement, das sich am Lebenszyklus der Anlagen und ihrer Belastung orientiert und das gezielt Serviceleistungen integriert.

### Neue Rolle der Instandhaltung

Aus dieser angepassten Sichtweise leitet sich eine neue integrierte Ein- bzw. Zuordnung der **Instandhaltung (IH)** in verbundene Prozesse und vernetzte Systeme ab. Während die IH in ihrem Ursprung vorwiegend die Rolle der Schadensbeseitigung und Funktionssiche-

rung einnahm, später eine wesentliche Rolle im Betriebsmittelmanagement insbesondere durch Zunahme des Einflusses auf die Schadensvermeidung spielte bzw. spielt, so ist sie vor allem als Bestandteil einer komplexen Strategie der Optimierung technischer und organisatorischer intelligenter Systeme mit Smart Maintenance zu betrachten.

Historisch spielt die Instandhaltung der Anlagen und Maschinen in produzierenden Unternehmen eine bedeutende Rolle für den Unternehmenserfolg. Betriebsmittel unterliegen einem nutzungsbedingten Verschleiß, der fortschreitet und schließlich auch zum Ausfall des Betriebsmittels führen kann. Damit sind häufig wesentliche Störungen des Produktionsprozesses verbunden. Die Wirkung dieser Störungen hängt stark vom Vernetzungsgrad mit dem Produktionsbereich sowie der Komplexität der Anlagen ab. Der situationsbedingt noch vorhandene Abnutzungsvorrat eines Betriebsmittels, welcher vor Eintritt eines Schadens zunächst komplett aufgebraucht wird, lässt sich in vielen Fällen nicht quantifizieren. Insofern hat und wird die Instandhaltung auch in der Zukunft immer wieder mit nicht vorhersehbaren Störwirkungen zu tun haben. Die Instandhaltung sorgt dafür, dass die Produktionsanlage ihr Niveau bezüglich der Verfügbarkeit und des Leistungsvermögens halten oder möglichst noch steigern kann. Dazu nutzt sie Methoden der Prognostizierung.

### Technische Instandhaltung und Instandhaltungsmanagement

Mit dieser Strategie wandelt sich die "absolut-technisch"-orientierte Instandhaltung zu einem Instandhaltungsmanagement. Nicht allein die primär zu beherrschende technische Störung, sondern auch ihre gezielte prozessseitige Einordnung im Wechselspiel zwischen Hersteller, Servicedienstleister und Nutzer, die Sicherung und optimale Bereitstellung aller erforderlichen kapazitiven Mittel wie Werkzeuge, Energie, Ersatzteile, Logistikeinrichtungen u.a. als auch die informatorische Einbindung in Kommunikationsnetze und vieles mehr werden zu Objekten des Instandhaltungsmanagements.

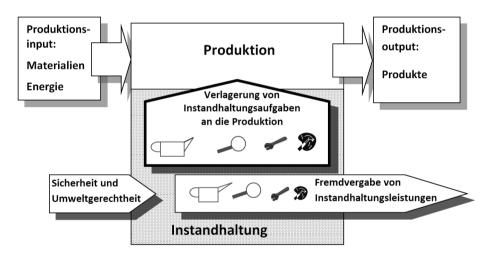
Die Organisation der Instandhaltung ist eine wichtige und nicht einfache Aufgabe. Immer wieder stellt sich aufgrund der Stetigkeit der Innovationsschübe neu die Frage, wie viel eigenes Personal mit welcher Qualifikation erforderlich und einzusetzen ist. In der Praxis existieren Lösungen von vollständiger Eigeninstandhaltung bis zur kompletten Fremdvergabe. Aussagen zum Kostenanteil der Fremdinstandhaltung variieren im Bereich von 20% bis 30% [11] und zwischen 30% und 60% [2] bezogen auf die gesamten Instandhaltungskosten. Produkte und Branchen gestatten unterschiedliche Strategien. Dabei ist zu bedenken, dass sich die Unternehmen meist so aufstellen, dass die Grundlast der Instandhaltungsaufgaben mit eigenen Mitarbeitern abgearbeitet wird. Bei ungeplanten größeren Störungen, bei Werksrevisionen oder bei Spezialaufgaben, die komplexes Fachwissen der Hersteller oder teure Messgeräte benötigen wird dann auf Fremdkräfte zugegriffen. Weitere externe Aufwendungen und die damit verbundenen Kosten fallen durch gesetzliche Auflagen an, die u.a. Prüfungen einer zugelassenen Überwachungsstelle erfordern können (z.B. wiederkehrende Prüfungen von Kesselanlagen im Hochdruckbereich).

### Betriebswirtschaftliche Aufgabe der Verbesserung

Grundsätzlich gibt es für das Management der Betriebsmittel auch die Möglichkeit bzw. Notwendigkeit, anstatt der weiteren laufenden Instandhaltung der installierten Anlage, diese durch eine neue Anlage zu ersetzen. Dies führt aufgrund des technischen Fortschrittes in den meisten Fällen zu gewünschten Produktivitätssteigerungen, hat aber den Nach-

teil der Aufwendung erheblicher Investitionsmittel. Hierzu werden Entscheidungsregeln auf Kosten- und Produktivitätsbasis benötigt.

In verschiedenen Fällen ist die Verbesserung vorhandener Anlagen eine wirkungsvolle Alternative. Dabei werden erkannte Schwachstellen der vorhandenen Betriebsmittel eliminiert, indem z.B. Bauteile oder auch komplette Baugruppen auf Basis neuer Technologien, besser geeigneter Werkstoffe oder auch konstruktiver Verbesserungen ausgetauscht werden. Die Verbesserung vorhandener Anlagen wird in der Praxis häufig durch die Instandhaltung in funktionaler Zuordnung umgesetzt. Auch bei Investitionen übernimmt die Instandhaltungsstruktur bei der Auswahl der Lieferanten, bei Aufbau und Inbetriebnahme oftmals eine führende Rolle oder zumindest eine Schlüsselfunktion. Produktions- oder Dienstleistungsprozesse bauen grundsätzlich auf die Kopplung zu Instandhaltungsprozessen. Dort bilden diese einen wesentlichen und unverzichtbaren Unterstützungsprozess zur Gewährleistung oder Verbesserung des Hauptprozesses. Dabei sind neben der klassischen Struktur auch Tendenzen der Verlagerung der Aufgaben in die Produktion oder zu Drittanbietern zu beachten (Bild 1.1).



**Bild 1.1** Einbindung der Instandhaltung in den Produktionsprozess – zwei grundlegende Tendenzen zur Übernahme von Instandhaltungsaufgaben in Anlehnung an [1]

Aktive Instandhaltung sorgt für hohe Verfügbarkeit der Betriebsmittel bei moderaten Kosten. Grundsätzlich gibt es eine Abhängigkeit zwischen Anlagenwert und Instandhaltungsbedarf wie auch zwischen Produktionsmenge und Instandhaltungsbedarf.

### Service

Aus Sicht externer Servicedienstleister bzw. der Hersteller selbst wird die Organisation von Instandhaltungsaufgaben zunehmend zur Serviceleistung. Allein im Gebrauchsgütermarkt der Bundesrepublik wurden 2019 mit Reparaturen und Serviceleistungen in über 12 Tsd. Unternehmen rund 3,5 Mrd. € Umsatz erzielt, davon in Unternehmen der Informations- und Kommunikationstechnologie allein 1,2 Mrd. € [16]. Dabei können die Verfügbarkeit oder die Bereitstellung von technischen, aber auch organisatorischen und sicher-

heitsrelevanten Informationen oder die Schulung der Mitarbeiter des Nutzers den Wert und die Bedeutung der Leistung erheblich beeinflussen. Instandhaltung wird somit durch technischen Service aufgewertet und ergänzt. Im Zusammenhang mit dem nachhaltigen Einsatz von Produkten, Fabrikanlagen und Servicesystemen wird zunehmend über deren langlebige und effiziente Nutzung nachgedacht. Die Obsoleszenz, die in der Instandhaltung keineswegs ein Fremdwort ist, gewinnt zunehmend an Bedeutung und dies sowohl aus der Intuition der Nutzer als auch als Wettbewerbsargument der Instandhaltungs- und Servicebetriebe [8]. Die Komponentenverfügbarkeit über die tendenziell längere Nutzungsdauer trotz und gerade wegen einer steigenden Anzahl von Innovationen wird zur Herausforderung für alle Beteiligten an der Wertschöpfungskette. Dabei werden diese Bestrebungen auch im Rahmen eines aktiven Risikomanagements zu unterstützen sein [8].

### Digitalisierung und künstliche Intelligenz (KI)

Klassische Instandhaltung erfolgt reaktiv oder präventiv mit bekannten Vor- und Nachteilen. Die Entscheidung dazu liegt in den Händen verantwortlicher Mitarbeiter. Das System verlangt nach angepassten Reaktionen in der Gegenwart. So steigt die Bedeutung der Informationsbereitstellung aus komplexer Sicht. Instandhaltungsprozesse sind zunehmend an die Zuführung von Informationen zu und von den Objekten der Nutzung, Produktion und Serviceerbringung sowie deren Verarbeitung gebunden. Umfassende Informationssysteme werden von einer Begleiterscheinung zu einem eindeutigen Erfordernis der organisatorischen Abläufe der Instandhaltung, die durch Serviceleistungen in Folge der Arbeitsteilung zunehmend auch an Informationsflüsse zu Dritten zu verknüpfen sind. Besonders betroffen sind aktive Reaktionen auf Ausfälle und die Ersatzteilbereitstellung.

Damit integrieren sich diese komplexen Leistungen in Tendenzen einer zunehmenden Digitalisierung, d. h. zu einem Weg, der zu automatisierten Informationsflüssen über Kanäle wie das Internet und Intranet, zu Informationsverarbeitungen mithilfe moderner IT-Technik und zu Informationserfassungen über mobile Techniken, Sensorik und Smart Objects führt. Damit sind zugleich geänderte Aufgabeninhalte und neue Informationsdienste im Rahmen von Industrie 4.0 verbunden, die übergreifende Transformationen bei stetiger Aktualisierung der Systeme und Datenquellen ermöglichen und bis zur Prognostizierung von Vorgängen reichen. Unterstützende Systeme der KI ermöglichen hierbei einen hohen Grad der Adaption der Lösungen und Lösungswege. Sie betreffen den komplexen Lebenszyklus von der Planung und Vermeidung von Störungen und Ausfällen, über die Reaktion im Ausfallzyklus bis zur komplexen bedarfsgerechten Einflussnahme im Sinne proaktiver Handlung.

### Ziele/Kennzahlen

Die Planung und Überwachung von Instandhaltungs- und Serviceleistungen ist vor allem auch eine betriebswirtschaftliche Aufgabe. Diesbezüglich können einzelne Maßnahmen die Effektivität der Produktions- und/oder Dienstleistungsprozesse wesentlich beeinflussen. Typische Kennzahlen der IH können als Indikatoren für den Aufwand und die Effizienz der Instandhaltungsleistungen dienen und gleichzeitig Benchmarks ermöglichen. Bewertungen dieser Messgrößen können sowohl relativ als auch absolut erfolgen.

Die Wirkungen der IH zeigen sich direkt in den absoluten Aufwänden, die für die IH ausgegeben werden. Deutschlandweit liegen diese im hohen mehrstelligen Milliardenbereich,

in Europa bereits im Billiardenbereich. Wannenwetsch [10] schätzt sie auf ca. 250 Mrd. € für Deutschland. Dabei weisen die Statistiken nur erfassbare direkte IH-Kosten aus. Meist nicht direkt erfasste indirekte Kosten wie z.B. Ausfallkosten, Haftungs- und Qualitätsoder Lagerhaltungskosten erreichen 5-10-fache Werte der direkten IH-Kosten [2]. D.h., dass volkswirtschaftlich von einem Instandhaltungsanteil von bis zu 10% des BIP auszugehen ist. Linsinger schätzt ihn für Österreich sogar höher auf 20% [11]. Sowohl aus Sicht der Gesamtkosten als auch aus der Anzahl der Beschäftigten in der Wirtschaft zeigt sich die große Bedeutung der Instandhaltung. Man geht davon aus, dass speziell in der Anlagenwirtschaft zu einem Anlagenwert von 10 Mio. € zwischen einem und vier Mitarbeiter in der Instandhaltung tätig sind. Sorgen bereiten allerdings zunehmend fehlende Fachkräfte.

Kostenraten der IH bewegen sich bezogen auf den Anlagenwiederbeschaffungswert in Unternehmen im Durchschnitt im Bereich zwischen 2 und 6% mit steigender Tendenz. Bezogen auf den Umsatz erreichen sie ähnliche Werte, aber auch Unternehmen mit IH-Kosten von mehr als 7% des Umsatzes sind keine Seltenheit. Ähnliche Werte können auch bezogen auf die Fertigungskosten erfasst werden, zu denen die IH-Kosten durchaus schon mal über 10% erreichen können. Dabei sind die Grenzen der Kostenanteile durch vertiefte Formen der Arbeitsteilungen kaum noch überschaubar. Die direkten und indirekten Wirkungen der Instandhaltung und ihre Einflussnahme auf die Produktion machen schon Einiges mehr als 60% der Produktionskosten aus [23]. Serviceleistungen der Maschinenhersteller gleichen vielfach flexibel deren Dellen im Verkaufsbereich kaufmännisch aus. Im Bereich von After Sales-Leistungen werden auch schon mal über 25% des Umsatzes erbracht [13].

Die Planung, Umsetzung und der Umfang von Instandhaltungs- und Serviceleistungen sind branchenabhängig. In Bereich der Serienproduktion liegen in der in der Regel höhere Aufwendungen in präventiven Bereich vor, um mögliche Anlagenausfälle, z.B. in der chemischen Industrie zu vermeiden. Ca. ein Drittel der gesamten Betriebskosten sind Instandhaltungskosten [11]. Wannenwetsch spricht von bis zu 40% [10]. Diese Tatsache liegt neben der Kontinuität der Produktion auch an den hohen Anforderungen bezüglich der gesetzlichen Auflagen und an den eingesetzten, oft hochwertigen, Werkstoffen begründet. Ursache sind vielfach auch über dem Durchschnitt liegende Vergütungen in der IH der betroffenen Branchen.

### 1.2 Funktionsbeeinträchtigungen von technischen Systemen

Der Nutzer von Maschinen und Anlagen sowie technischen Produkten aller Art geht in der Regel davon aus, dass diese ihre zweckgebundenen Aufgaben im Sinne von technischen Funktionen zuverlässig erfüllen.

Eine **Funktion** wird dabei in Anlehnung an DIN 31051 als die bei der Herstellung der Anlage definierten Anforderungen verstanden [12]. Im Rahmen der **Funktionserfüllung** treten je nach Einsatz und Belastungswirkung unterschiedlich große Abweichungen von

den definierten Anforderungen auf. Diese stellen erwartete Leistungen oder Ergebnisse für den Nutzer in Frage und führen u. U. zu erheblichen materiellen, wirtschaftlichen, aber auch gesundheitlichen oder rechtlichen Konsequenzen. Aufgrund dieser Wirkungen und des damit verbundenen Zustandes der Betrachtungs-"Einheit" wird dessen Fähigkeit zur Funktionserfüllung beeinflusst. Die DIN 31051 bezeichnet diese zustandsbedingte Eigenschaft als Funktionsfähigkeit.

Entsprechend Bild 1.2 wird die geforderte Funktion in einem Wertschöpfungsprozess im Rahmen einer Einheit erbracht und abschließend erfüllt. Der Begriff der "Einheit", wie er im Normenwerk der Instandhaltung genutzt wird, erlaubt eine universelle Behandlung von einfachen Produkten, leistungsfähigen Maschinen bis hin zu komplexen Anlagen, auch unter Berücksichtigung von deren Komponenten.



Bild 1.2 Funktion einer Betrachtungseinheit in Anlehnung an DIN 31051 [12]

Komponenten erfüllen in ihrer strukturellen Zuordnung zu Produkten, Maschinen und Anlagen Teilfunktionen, deren Anzahl faktisch unbegrenzt sein kann und deren Kombination in Relationen zueinander zu einer Gesamtfunktion des technischen Systems führt (Bild 1.3).

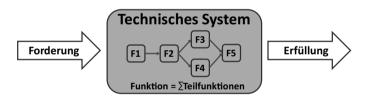


Bild 1.3 Teilfunktionen im technischen System

Dieses Buch zielt nicht auf die Betrachtung eindeutig vorgegebener Produktklassen hin. Um die Vielfalt von einfachen und einfach strukturierten Produkten bis zu komplexen Maschinenlösungen und deren Baugruppen und Komponenten beachten zu können, soll eine universelle Betrachtung gewählt werden.

Diesem Bedarf wird am deutlichsten die Systemtheorie gerecht. Sie beschreibt das System als eine Gesamtheit von Struktur und Umgebung und berücksichtigt dabei die elementaren Beziehungen zwischen den Teilsystemen und Elementen untereinander und in Bezug zum System selbst und zu dessen Umgebung. Insofern sollen "technische Systeme" in ihrer Struktur und der Wechselwirkung von Prozessen als auch von begleitenden Serviceleistungen im Blickpunkt der Betrachtung stehen.

Aus ihrer universellen Sicht sollen sowohl die komplexe technische Anlage, aber auch deren technische(s) Produkt(e), als technisches System beschrieben werden. Das technisches

sche System (TS) integriert die Summe aller technischen Elemente wie Einzelteile und Baugruppen bis zur Struktur komplexer Maschinen und Anlagen (z.B. im flexiblen Fertigungssystem), z.T. auch eingeordnet in Serviceleistungen, im Wechselspiel ihrer Prozessrelationen. Im Rahmen dieser Prozesse können sowohl Produktfunktionalitäten, Funktionen der Produktion oder sonstiger Leistungserbringung im Zusammenhang mit Dienstleistungen abgebildet werden. Mit dem Begriff wird in diesem Fachbuch eine universelle Formulierung genutzt, die mögliche technische Varianten von Produkten, Anlagen und Maschinen sowie deren Gestaltungs- und Ausbaustufen unter Aspekten der Funktionserfüllung berücksichtigt und universell beschreibt.

In ihrer Funktionsrealisierung können technische Systeme durch eine Vielzahl und Kombination organisatorischer, technischer oder menschlicher Wirkungen gestützt aber auch beeinträchtigt werden. Nicht in jedem Falle können Instandhaltungsmaßnahmen störende Wirkungen des Systems selbst und seiner Umwelt vermeiden bzw. beeinflussen. Neben Fehlfunktionen der Systemkomponenten und ihrer Informationsbereitstellung können auch eine fehlende Ressourcenversorgung, Eingriffe durch "geplante Maßnahmen" als auch Aktivitäten der Instandhaltung selbst die Funktionserfüllung beeinflussen [9], [14]. Technische Systeme befinden sich nicht in einer ordnungsgemäßen Funktion, wenn folgende Zustände auftreten [4]:

- technologische Tätigkeiten: Einrichten, Umrüsten, Einstellen;
- versorgungstechnische Unterbrechungen: Energie, Rohstoffe, Kühlmittel, Schmierstoffe;
- organisatorische Einflüsse wie mangelnde Bereitstellung oder Verfügbarkeit der Potenzial- und Repetierfaktoren;
- funktionelle Stillstände: Schäden durch äußere und innere Einwirkungen;
- Fehler der Informationsversorgung und -weiterbearbeitung;
- instandhaltungsbedingte Stillstände.

In allen diesen Zuständen ist es sehr wahrscheinlich, dass während ihres Auftretens keine Leistung des technischen Systems erbracht werden kann. Sie unterscheiden sich durch die Dauer, Intensität und die Art der Ausfallwirkung. Während organisatorische Einflüsse wie die termingerechte Bereitstellung von Ersatzteilen oder Materialien die Funktionalität des Systems nur ablaufbedingt einschränken, führen funktionelle Stillstände zum Teil- oder Komplettausfall des Systems, der ohne Maßnahmen der Instandhaltung nicht beseitigt werden kann.

Im Rahmen der Prozesse der Funktionserbringung, sowohl von Produkten als auch Produktions- und Dienstleistungsprozessen, ist ein Wechselspiel der Funktions- und Umgebungswirkungen des technischen Systems sowie der funktionellen Komponenten zu betrachten. Diese grundlegende Kausalität der Funktionserbringung wird durch den Prozess der **Abnutzung** von Systemeigenschaften nach DIN 31051 [12] beschrieben (vgl. Kap. 4). Natürlich sind sowohl grundsätzliche systemspezifische als auch komponententypische Vorgänge des Abbaus des Abnutzungsvorrates und ihre Wirkungen und Kausalitäten zu berücksichtigen. Auf eine Betrachtungseinheit bezogen definiert die DIN 31051 das Ereignis der Überschreitung einer zulässigen Abnutzungsgrenze als **Ausfall**. In Folge dieser Situation tritt der Fehler als nicht unmittelbar gewünschter Zustand der Einheit in Erscheinung. Den Sachverhalt beschreibt Bild 1.4.

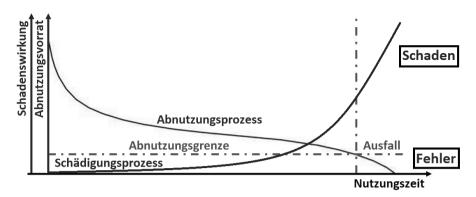


Bild 1.4 Abnutzungs- und Schädigungsprozess

Mit dem Abbau des Abnutzungsvorrates im Verlauf der Nutzungszeit schreitet gleichzeitig ein Schädigungsprozess voran. Die Sicherstellung einer wirtschaftlichen und funktionssichernden Instandhaltung setzt Kenntnisse zur Entstehung und Wirkung von Schädigungen voraus. Der Schädigungsprozess ist an Schadensursachen gebunden, die im Laufe des Prozesses zu Wirkungen in Form von Schäden führen. Auch wenn aus Gründen der europäischen Harmonisierung aus deutschen bzw. europäischen Normenwerk der Begriff "Schaden" nicht mehr berücksichtigt wird, sollen der Schaden und die Schädigung aus Sicht der wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 17 und 18) in einem Schädigungsmodell Beachtung finden.

Die neue Begriffswelt der DIN 31051 betrachtet primär den positiven Zustand der Nutzung und Funktionalität von Systemen aus Sicht der Verfügbarkeit, während in der Vergangenheit dem Schaden als unerwünschten Zustand einer Einheit die besondere Aufmerksamkeit im Rahmen der Schädigungstheorie gewidmet wurde und auch nach wie vor wird (vgl. auch [14]). Während aus technischer Sicht die Festlegung resp. Überschreitung einer Abnutzungsgrenze und die Gewährleistung eines Abnutzungsvorrates Rahmenbedingungen des Schädigungsprozesses darstellen, können Schadenswirkungen juristisch, wirtschaftlich aber auch gesundheitlich sowohl als Schaden am Produkt selbst als auch als Personen- oder Sachfolgeschäden behandelt werden. Da in diesem Rahmen nicht von einer/einem funktional einheitlichen, genormten Anlage/technischem Produkt mit einem homogenen Umfeld ausgegangen wird, sollen Schädigungen in einem universellen Modell erklärt werden.

Genauso wie Schädigungsursachen innerhalb und außerhalb des Systems auftreten können, treten auch Folgewirkungen auf das System selbst, auf die Systemleistung, aber auch seine Umgebung in unterschiedlicher Form auf. Inwieweit sich daraus ein Schaden ableitet, hängt von den Besonderheiten und Abnutzungsgrenzen der jeweiligen Betrachtungseinheiten sowie dem Umgang mit dem Schädigungsprozess ab.

Der Schaden stellt eine Zustands-, Eigenschafts- oder Systemverhaltensänderung eines technischen Systems oder einer Systemkomponente dar, die eine zulässige Grenze des Systemzustandes überschreitet und somit die Funktionalität wesentlich beeinträchtigt oder unmöglich macht. In der Konsequenz wird damit eine Wirkung also ein Ergebnis des Schädigungsprozesses beschrieben. Dabei können Schadens-Kausalitätenketten innerhalb des technischen Systems entstehen [3], [4].

Die Wirkzusammenhänge von Schädigungsprozessen können mithilfe einer Schadensanalyse ermittelt werden. Ursachen des Schadenseintritts können lebenszyklusbedingt, z.B. im Rahmen von Abnutzung und Verschleiß, aber auch stochastisch in Folge verschiedener Belastungen im und auf das technische System und damit auf seine Prozessleistung auftreten. Auch Wirkungen der Schädigungen sind von diesen Faktoren abhängig. Das Spektrum der beeinträchtigten Funktionsleistung erstreckt sich von keiner direkten Funktionseinschränkung über die eingeschränkte Anlagennutzung bis zur Unbrauchbarkeit. Schädigungen können auch den Menschen und die Umwelt betreffen (Bild 1.5).

Mit den Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen aus Systemsicht setzt sich komplexer die Störungstheorie auseinander. Sie wird in einem Störungsmodell beschrieben. Eine **Störung** wird in der DIN EN 13306 als Zustand einer vorhandenen Unfähigkeit einer Einheit, eine geforderte Funktion zu erfüllen, bezeichnet (siehe auch DIN 40041[17]). Nach Grothus werden Störungen auch als Ereignis angesehen [5]. In diesem Buch werden sie so verstanden, dass sie einen (unerwünschten) Zustand eines technischen Systems oder Systemelementes darstellen können. Das betrifft nicht nur das technische System selbst. Auch Nachbarsysteme oder deren Elemente können sich in einem derartigen Zustand befinden. Der Störzustand eines technischen Systems kann gleichzeitig zu einer Wirkung auf die Umwelt oder andere Komponenten führen, der Störwirkung als Ereignis. Hier greift das Schadensmodell.

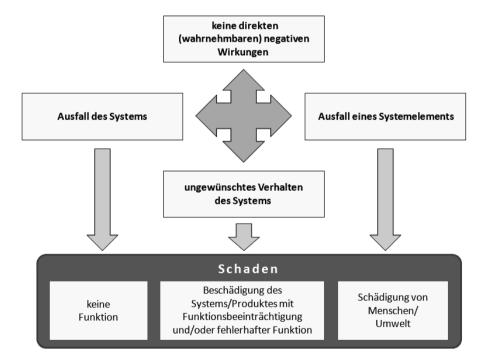


Bild 1.5 Schädigungs-Wirkungen eines Systemausfalls [21]

Ursachen bzw. Auslöser von Störungen können nach DIN 40041 fehlende, fehlerhafte oder unvollständige Funktionen sein. In der Wirkung sind interne Störungen des technischen Systems und externe Störungen als Wirkungen aus der Umwelt zu unterscheiden. Beide

können in der Folge zu Störungen von weiteren Systemkomponenten oder des gesamten Systems führen. D. h., dass so der Ausfall von Systemkomponenten einen Folgewirkungsprozess der Nachbarkomponenten im System und des gesamten technischen Systems mit bis zu sehr weit reichenden Auswirkungen als Schädigungen hervorruft (Bild 1.6).

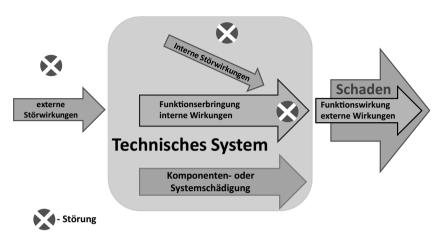


Bild 1.6 Funktionsbeeinträchtigungen durch Störwirkungen

Bild 1.7 stellt zusammenfassend die drei oben beschriebenen Modelle der Funktionsbeeinträchtigung dar und zeigt aus Sicht der Prozessinhalte, Ursachen und Wirkungen ihre Differenzen und Gemeinsamkeiten sowie die möglichen Schnittpunkte in der Abhandlung auf. Sie bildet die Grundlage weiterer Abhandlungen zu diesem Sachverhalt insbesondere in Kapitel 4.

	Objekt	Prozess	Graph	Ursache	Wirkung
Abnutzungs- Modell nach DIN 31051	Einheit	Abnutzungs- prozess	Ausfall	Abnutzung durch chem. u./od. physikal. Vorgänge (Beanspruchungen)	Ereignis: Ausfall Zustand: Fehler
Schädigungs- modell	Technisches System oder Komponenten	Schädigungs- prozess	Schaden	Ereignisse der Gebrauchs- minderung - Schädigungen - Belastungen	Schaden: [5] - Prozesse in ihrer Funktion - technisches System - Mensch - Umgebung
Störungs- modell	Technisches System in Umgebung und Struktur (Einheit entspr. DIN 31051)	Kausalitäten- kette (-netz) von Störungen B Fehler- transfor- mation	Umgebung Komponente Struktur Störwirkungen	Systemkompo- nente/Umgebung: - keine Funktion - fehlerhafte Funktion - unvollständige Funktion	Techn. System evtl. Systemkom- ponente: - keine Funktion - fehlerhafte Funktion - unvollständige Funktion

Bild 1.7 Kausalitäten der Abnutzung und des Schädigungsprozesses

### Index

Symbole

#### Algorithmen 525 3D-Druck 298 Alternativersatzteile 299 3D-Drucktechnik 218 Alterung 150 5S-Methode 187, 500 f., 504 Alterungsprozesse 287 Altölverordnung 306 Alt-Teile 275, 290, 299 - aufbereitet 294 A-Artikel 283 Altteilregenerierung 216 Abbildung Altteil-Wiederverwertung und -instandsetzung 290 - visualisierte 555 Analyse 413, 420, 448, 533 Abkündigung 208, 290 - deduktive 456 Abläufe - induktive 456 - standardisierte 434f. Analyseverfahren Ablauforganisation 225, 435 - statistische 424 Abnahmetest 392 Änderungsmanagement 404 Abnutzung 25, 122, 149, 263, 419 Änderungsprozess 338 Abnutzungserscheinungen 450 Änderungszustand 301 Abnutzungsgrenze 25 f., 61, 122, 128 f., 364 Anforderung 265, 470 Abnutzungsprozess 122, 129 - sicherheitstechnische 205, 230, 337 Abnutzungsverhalten 57 Anforderungsmanagement 395 Abnutzungsvorgang 122 Anforderungsprofil 315, 324 Abnutzungsvorrat 25 f., 63, 121, 123, 247, 249, 252, Anlagenauslastung 500 265 Anlagencontrolling 540 Abnutzungszustand 418 Anlagendiagnostik 363 Abschluss 444 Anlageneffizienz 504 Abschlussanalyse 444 Anlagenmanagement Absicherung - komplexes 502 - vertragliche 400 Anlagenproduktivität Absicherungsprozess 261, 274, 292 - totale effektive 501 Abweichungen 446, 448 Anlagenstammdaten 518 achieved availibility 101 Anlaufmanagement 500 additive Fertigung 218, 291 Anpassung Administration 396f., 500 - funktionale 403 Administrator 396 - strukturelle 402 After-Sales-Phase 49 Anpassungsfähigkeit 516 Agent 484 Anschaffungskosten 539, 543 Akkreditierung 362 Antihavarie- und Notfallplan 351 Akteure 225, 251, 312 f. Antischadsoftware 397 aktive Instandhaltungsdauer 111 Anwenderkreis 521 Aktivierung 403 Anwendersupport 405

Aktor 390

Aufwand 552

- logistischer 320

Aufwendungen 372, 554, 556

Anwendungen 388 augenblickliche Verfügbarkeit 99 Anwendungsprogramme 388 Augmented Reality 212, 235, 465, 469 Anwendungsumgebungen 380 Ausbesserung 251 Ausbildung 326 Anzahl der Ausfälle 98 Application Service Providing 400, 572 Ausbildungskonzepte 362 Ausfall 25, 61, 81, 102, 122, 127, 208, 246, 251, 345, 417, Applikationen 359, 394, 465, 467 Arbeitnehmerschutzvorschriften 563 420, 430, 554 Ausfallartenanalyse 456 Arbeitnehmerüberlassung 570 Arbeitsbedingungen 368 Ausfalldichte 106 Ausfallhäufigkeiten 348 Arbeitsgang 532 Arbeitsnehmerüberlassungsvertrag 571 Ausfallkosten 542 Arbeitsplan 245, 341, 351, 367, 375 Ausfallproblem 346 Ausfallquote 298, 326 Arbeitsplatz 79 Arbeitsrecht 564 Ausfallrate 120, 151 f. Arbeitsschutz 325 Ausfalltest 392 Arbeitsschutzgesetz 450, 571 Ausfall- und Folgerisiko 422 Arbeitssicherheit 108, 325, 367, 451, 457, 500, 545, Ausfall- und Verschleißstellen 279 571, 574 Ausfallwahrscheinlichkeit 104, 285, 419, 424, 459 Arbeitssicherheitsrisiken 459 Ausfallzeiten 533 Arbeitsspeicher 387 Ausführungsfehler 554 Arbeits- und Nutzungssicherheit 422 Ausgabemaske 525 Arbeitsverhältnis 571 Auslastung 213 Arbeitsvertrag 571 Aussonderung 406 Arbeitsvorbereitung 210, 367 Austausch 265, 277 Arbeitsvorgang 532 Austauschplattformen 467 Arbeitszelle 79 Aus- und Weiterbildung 333 Architektur 357 Auswahl der Lieferanten 295 - komplexe 397 Auswahlprozess 521, 525 Auswertung 347, 449, 533, 554, 557 Architekturgestaltung 392 Architekturmodell 383 - statistische 421 Archivierung 533 Auswertungskomplexe 553 Artificial Intelligence 475 Auswirkungen ASP 399, 575 - soziale 349 Authentifizierung 391 Asset-Hierarchie 523 Assistent Services 379, 381 Automated Storage Tiering 392, 399, 401 Auditierung 456 Automatisierungsgrad 31, 216 Automatisierungs- und Prozessleittechnik 363 Aufbauorganisation 67, 225, 226, 228, 313, 435 Aufbereitung 256, 297, 305 Autonomie 500, 504 - internetbasierte 554 Autorisierung 391 Autoritätsfragen 440 Aufbewahrung 275 Aufsichtsperson 320, 323 Availability-Risiken 391 Auftraggeber 400, 436 Auftragnehmer 400 В Auftragsabwicklung 341, 528 Auftragsbearbeitung 532 Backup 136, 392 Auftragscontrolling 540 - differenzielles 392 Auftragseröffnung 528 ff. - inkrementelles 392 Auftragsformular 531 - vollständiges 392 Auftragsmanagement 512, 514 Badewannenkurve 151 Balanced Scorecard 545 f. Auftragsnummer 531 Auftragsposition 532 Barcode 296 Auftragsrückmeldung 252, 532 f. Basis-Funktionsfähigkeit 417 Auftragsunterlagen 532 Batteriegesetz 306

Bauanleitungen 235

- periphere 386

Baugruppen

Baurecht 566 Bauteile

- kritische 288, 305 Bauteilgefügefehler 217 Bauteilgeometriefehler 217 Bauteilzeichnung 204, 291 BDE-Systeme 372, 517 Beanspruchung 63, 119 f., 136

Bedarf 265 - potenzieller 293 - prognostizierter 283 Bedarfsauslösung 285 Bedarfsentwicklung 272, 295

Bedarfsplanung 316 Bedarfsprognose 281, 293 Bedarfsvorbestimmung 271 Bedarfsvorhersage 293 Bedienungsfehler 135 Bedienungspersonal 248 Beeinträchtigung 129, 132 - zeitabhängige 128 zeitunabhängige 128 Befugnisse 403 Begleitdokumente 300 begleitende Dienste 268

Behandlung

- thermische 250 Belastung 118 f., 417 - auftretende 420

Belastungsgrenze 120, 136 Belastungszustand 417 Benchmark 370, 463, 474, 545 Benchmarking-Maßnahmen 470 Benchmarking-Partner 474 Benchmarking-Prozess 474 Benchmarking-Ziele 475

Benutzermodellierung 494 Benutzeroberfläche 400 Benutzungsoberfläche 396

Benutzbarkeit 397

Beobachtung 430 Berechtigungsmanagement 524 Bereichsverantwortung 211 Bereitschaft 552 Bereitschaftsgrad 366 Bereitstellung 164, 265, 299 - bedarfsgerechte 271 - verbrauchsorientierte 269 Bereitstellung der Ersatzteile 261

Bereitstellungsfunktion 261 Bereitstellungsleistung 302 Bereitstellungslogistik 279 Berichtswesen 359, 554 Beschädigung 450 - mutwillige 132 Beschaffung 265

Beschaffungsmarktforschung 284

Beschaffungsprozess 402 Bestände 266, 287 Beständigkeit 252 Bestandsführung 265, 342 Bestandskosten 266 Bestandsliste 211, 351 Bestandsplanung 342 Bestandsreduzierung 532

Bestands- und Lagerinformationen 518

Bestandswesen 265 Bestellanforderungen 532 Bestellauslösung - automatische 532 Bestellmenge 283 Bestellprozess 295 Bestellzeitpunkt 283 best-in-class 475

Bestandsübersichten 374

Bestandsverluste 305

Best Practice 474 f. Betreiber 210, 538 Betreuung 399 Betrieb 404

- kontinuierlicher 210

- stabiler 210

Betriebsanleitung 203, 205, 207, 291, 350 Betriebsbedingungen 108, 118, 122, 144

Betriebsbereitschaft 211 Betriebsdatenerfassung 404

Betriebsdatenerfassungssysteme 369

Betriebsdauer 103 - zunehmende 420 Betriebskosten 543 Betriebsmittel 71 - logistische 207

Betriebs- oder Wartungsanleitungen 300 Betriebssicherheit 107, 400, 451, 499, 562 Betriebssicherheitsverordnung 457, 577

Betriebssicherung 542 Betriebssystem 388

Betriebs- und Maschinendatenerfassung 517 Betriebs- und Serviceanleitungen 346, 369

Betriebsverhalten 370 Betriebszustand 449

Beurteilung

- risikobedingte 422 - zweidimensionale 460 Bewertung 557

Bewertungscheckliste 470

Bilanzansatz 470

Bild- und Grafiksoftware 362

Bloks 467

Brainstorming 472 Brauchbarkeitsdauer 120 Budget 395, 440, 442, 544 Budgetanpassungen 459 Daten 332 Budgetplanung 540 - historisierte 534 Budgetuntersetzung 442 - personengebundene 392 Bundesdatenschutzgesetz 571 - redundante 516, 518 Bundesimmissionsschutzgesetz 565 Datenaufbereitung 305, 346, 364, 406, 534, 550, Business Enabler 379 555, 579 Business-Software 522 Datenausgabekomponenten 387 Datenaustausch 389, 515 ff., 525 Datenauswertung 334, 346, 364, 366 Datenbanken 296, 334, 388, 526 Callcenter 230 Datenbank-Management-Systeme 466 Calls 404 Datenbanksysteme 210, 363 Capability Maturity Model Integration 191 Datenbereitstellung 516 CE-Kennzeichnung 574 Dateneingabekomponenten 387 Chancen 395 Datenerfassung 305, 346, 364f. Change Management 404 - mobile 369 Chatrooms 466 Datenerhebung 430 Chats 467 Datenfluss 521 Clients 398 Datengewinnung 471 Client-Server-Architektur 389 Datenkonsistenz 391 Cloud 404, 516 Datenlogger 345 Cloud Computing 389, 572 Datenmanagement 347, 388, 485 Datenmedien 373 Cloud-Sourcing 399 CMMI 181, 191, 397, 545 Datenmigration 522f. CMMS 511 Datenpflege 399 CobiT 381 Datenqualität 391 Collaborationsplattformen 466 Datenrisiken 391 Computer 385 Datenschutz 322, 391 f., 398, 400 f. Computerized Maintenance Management System Datenschutzbeauftragter 398 Datenschutzmaßnahme 398 Computerkriminalität 578 Datenschutzrecht 565 Datensicherheit 322, 391, 393, 396, 400 f. Computersysteme 385 Computer Vision 478 Datensicherung 392, 399, 402, 405, 408, 575 Condition-Based Maintenance 415, 419 Datensicherungslösungen 366 Condition Monitoring 248, 369, 420 f., 426 Datensicherungsroutinen 401, 403 Condition Monitoring System 214 Datensicherungsstrategie 403 Continual Service Improvement 380 Datenspeicher 132, 340, 365, 386 Continuous Improvement Action Teams 502 Datensysteme 132 Controlling 347, 372, 441, 539, 546, 558 Datentechnik Controllingaktivitäten 254 - mobile 362 Controllinginstrumente 545 Datenträger 373, 386 Controllingmaßnahmen 545 Datentransfer 516 Datenübermittlung 387 Controllingmechanismen 444 Datenübertragung 346, 387 Controllingprinzipien 549 Convolutional Neural Networks 493 Datenverarbeitung 334, 365, 378, 387, 520 CPS 535 Datenverfügbarkeit 391, 423 Critical Chain Projektmanagement 446 Datenverlust 133, 392 CRM 466 Deep Learning 493 C-Teile 283 Defekt 81, 504 Cyberkriminalität 578 Deliktrecht 564 Deming-Kreis 67, 231, 347, 380 Demontage 279 D Demontagearbeiten 237

Deployment 405

Derating 180, 184

Dashboard 534, 555 Data Warehouses 466 Design-Ebene 383 Design-FMEA 461 Detailwissen 463

Diagnose 53, 174, 205 f., 212 f., 216, 238, 264, 313,

346, 369, 417
Diagnosearbeiten 237
Diagnoseleistungen 246
- selbstständige 48
Diagnoseplan 244, 334
Diagnosesystem 226, 365

Diagnosetechnik 243, 363, 366, 369

Diagnosetools 392

Diagnose- und Instandsetzungsvorgänge 344 Diagnose- und Reparaturteams 243 Diagnose- und Wartungsarbeiten 320

Diagnoseverfahren 214

Diagnosewissen 467

Diagnostik
- laufende 419
- regelmäßige 419
- technische 370

Dialog- und Erklärungskomponente 467

Dienstleister 238 Dienstleistung 31, 77, 266

interne strukturübergreifend 241produktunabhängige 50, 356

- universelle 78

Dienstleistungsrecht 569
Dienstleistungsunternehmen 49
Dienstleistungsvereinbarung 195, 400

Dienstleistungsverträge 265 Digitaler Zwilling 493 digitale Transformation 475

Digitalisierung 85
DIKW-Modell 332
Dimensionierung 204, 440
Dimensionierung der Werkstatt 218

DIN EN 13306 351 Direktionsrecht 571

Disaster Recovery Planning 451 Diskussionsgruppen 466

Display 387
Disposition 265, 283
- bedarfsgesteuerte 283
- bedarfsorientierte 283
- verbrauchsgesteuerte 283
Dokumentation 209 f., 444

- konsistente 519

Dokumentations- und Supportleistungen 363

Dokumente 207, 289

Dokumente der Diagnose 375

Dokumentenmanagement 338

Dokumentenmanagementsystem 465 f.

Drucker 387

Ε

Ebene

- sekundäre 86, 201, 345, 354, 371, 374

E-Commerce 572 Effektivität 499

Effektivitätssteigerung 499 Effizienz 371f., 397, 406, 470 Effizienzauswertungen 554, 557 Effizienzsteigerung 499, 534

Eigenbauteile 273
Eigenentwicklungen 273
Eigenfertigung 283

Eigeninstandhaltung 48, 207 Einbaumonteure 300

Einflüsse

- störende 451

Einfluss-Projektmanagement 440

Einführungsprozess 501 Eingabemaske 525, 532

Eingriff
- direkter 468
Einheit 24
Einheitensystem (SI)
- internationales 55
Finkaufstrategie 272

Einkaufstrategie 272 Einmaligkeit 444 Einsatz 311 - permanenter 417

Einsatzplan 244
Einsatzplanung 243
Einsatzquote 327
Einsatzrahmen 395
Einsatzzeiten 554
Einstellkomponenten 264
Eintrittshäufigkeit 454

Einsatzbedingungen 271

Eintrittswahrscheinlichkeit 278, 454, 460

Einzelperson 321

elektromechanische Speicherprinzipien 391

elektronische Dokumente 349 elektronischer Geschäftsverkehr 572

embedded Systems 535 Emissionsüberwachung 363 Energiekosten 540, 543

Energieversorgung 145, 201, 237, 446

Engagement 504 Engpässe 557 – mögliche 468 – potenzielle 470

Enterprise Content Management 466 Enterprise Ressource Planning Systeme 357

Entität

physische 390virtuelle 390Entnahme 287

Entscheidungsspielraum 440 Entsorgung 256, 266, 408 Entsorgungskosten 543 Entsorgungslogistik 306 Entsorgungswirtschaft 306 Entwurfsfehler 124

Entwurfsprozess 398

Ereignis 127

Ereignisablaufanalyse 456 Erfahrung 320, 418, 463 Erfahrungswissen 367, 422, 534

Erfassung 448 präventive 421 Ergebnis 556

Erhöhung der mittlere Lebensdauer MTTF 179

Ermüdung 150 Erneuerung vollständige 417

ERP 283, 287, 293, 296, 348, 363, 365 f., 372, 466,

ERP-System 163, 226, 342 f., 346, 363, 367

Ersatzeilarten 263 Ersatzteilaufbereitung 297 Ersatzteilausfall 278 Ersatzteilbereitstellung 256 Ersatzteilbereitstellungsprozesse 299

Ersatzteilbestände - höhere 298

Ersatzteildatenbanken 270

Ersatzteile 197, 204, 218, 229, 233, 235, 239, 243, 260, 262, 275, 282, 289, 292, 297, 300, 357, 373

Ersatzteilkatalog 270 - kundenspezifischer 341 Ersatzteilkennzeichnungen 369 Ersatzteillagerbestände 289 Ersatzteillieferung 545 Ersatzteillisten 235

Ersatzteilmanagement 261, 265, 267, 283, 289 f., 344,

371, 459 Ersatzteilprogrammplanung 293 Ersatzteilregenerierung 298 Ersatzteilstruktur 278, 369 Ersatzteilsystem 302 Ersatzteil- und Toolkosten 540

Ersatzteil- und Toolversorgung 289 Ersatzteil- und Werkzeugmanagement 359 Ersatzteilverfügbarkeit 203, 265, 267f.

Ersatzteilverkauf 270

Ersatzteilversorgung 216, 236, 261, 302 Ersatzteilversorgungskonzepte 180

Ersatzzustand 449 Ersthelfer 323, 325 Erweiterungskarten 387

Eskalationsmanagement 405, 451

Eskalieren 451 Ethik 497

EuT-Management 265 f. Excel-Auswertungen 553

Experten 435

Experten Management Systeme 466

Expertenwissen 364

Fachwissen 438 Facility Services 380 Fähigkeiten 316, 396 Fähigkeitsmatrix 325 Fantasie 463 Fehlbedienung 129

Fehler 51, 61, 81, 122, 124, 127, 249, 251, 348, 369, 405,

417, 421, 554, 556 - latente 124 - potenzielle 462 - verdeckte 124

Fehlerbaumanalyse 456

Fehlerbaum- und Ereignisablaufanalyse 545

Fehlerbehandlung 345 Fehlerbeseitigung 345 Fehlerdiagnose 347 Fehlermeldung 345

Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse 461

Fehlerquelle 149

Fehler-Störungsverhalten 467

Fehlerursache 124 Fehlervermeidung 396 Fehlfunktion

- vorübergehende 126 Feinjustierung 403 Ferndiagnose 230, 236, 312

Fernüberwachung 211 Fernwartung 236, 346 Fertigkeiten 316 Fertigmeldung 527 Fertigungseignung 282 Fertigungsfehler 124 Fertigungsgerechtheit 282 Fertigungspläne 296 Festplatte 387

- klassische 391 File Sharing 466 Finanzcontrolling 556 Finanzperspektive 546

Finanz- und Leistungsinhalten 442

Firewalls 401 Fixkosten 545

Flächenbereithaltung 296 Flächennutzungsgrad 303 flash-basierte Technologien 401

Flash-Speicher 387 Flexibilität 265, 320, 440

FMEA 456, 461

Foren 467 Gefahren 322, 450 Form 312 - unmittelbare 450 Formatierung 466 Gefahrenabwehr 326, 450 Gefahrenbereiche 252 Freigabe 518 Freigabeprotokoll 346 Gefahrensituation 325 Fremddienstleister 248 Gefahrstoffe 450 Fremdinstandhaltung 20, 238 f., 440 Gefahrstoffverordnung 306 Fremdinstandhaltungsdienstleistungen 238 Gegenstromverfahren 544 Fremdleistung 283, 540 Generierung 530 Fremdvergabe 238, 241 Gerät 390 Frühausfälle 210 - mobiles 235 frühe Phase 285, 422 Gerätesicherheitsmanagement 363 Frühwarnsvsteme 369 f. Gesamtanlageneffektivität 190 f. Führungsaktivitäten 436 Gesamtausfallzeit 98 Führungsaufgaben 438 Gesamtkosten 430 Geschäftsaufzeichnungen 580 Führungssicht 438 Geschäftsprozesse 45, 47, 86, 196, 225, 378, 384, Führungsstil 438 - situativer 438 389, 392, 396, 398, 405 - koordinierte 434 Führungstechniken 438 Funktion 23 Geschäftsprozessmodell 47, 444 Funktionalität 297, 397 Gesetze 350 Funktionen 347, 426 Gesetzkonformität 291 Funktionsausfall 417 Gestaltung 402 Funktionsbeeinträchtigungen 554 Gestaltungsentwurf 275 Funktionsbereich 227 Gesundheit 450 Funktionseignung 396 Gesundheitsgefährdungen 562 Funktionserbringung 38, 204, 261, 435, 557 Gesundheitsschutz 500 Funktionserfüllung 23, 25, 47, 118, 175 Gewährleistung 265, 268, 349, 426, 532, 570, 576 Gewährleistungsanspruch 272 - stabile 417 Funktionsfähigkeit 24, 61, 81, 85, 121 f., 128, 201, 214, Gewährleistungsfrist 272 260, 263, 444 Gewährleistungszeit 239 - eingeschränkte 446 Gewalt Funktionsfehler 554 - höhere 132 Funktionsinhalte 354 Gewinnmaximierung 538 Funktionssicherheit 121, 133, 341 Gewinnvergleichsrechnung 545 Funktionssicherung 370 GPU-Processing 493 Funktions- und Vorabnahmeprüfungen 298 Grenzrisiko 452 Funktionsunfähigkeit 123 Grundformen der Instandhaltung 52, 253 Funktionsverhalten 417 Grundformen des Projektmanagements 439 Funktionszyklus 549 Grundmaßnahme 52 Grundstrategien 414 Grundwissen 463 G GAP-Analyse 545 н Garantie 570 Gebrauchsanleitung 567 Haftung 268, 349, 563 Gebrauchseigenschaften 118, 121 - deliktische 564 Gebrauchs- und Abnutzungsverhalten 262 Haftungsansprüche 580 Gebrauchswert 172 Haftungsvermeidung 567 Gebrauchswerterhöhung 367 Handelsgesetzbuch 570 Gebrauchtteile 294 Handhabungstechnik 215 Gefahr 451f. Handlung Gefährdung 51, 57, 242, 245, 322, 452 - deliktische 564, 576 Gefährdungsanalysen 457 - unerlaubte 564 Gefährdungsbereiche 242 Handlungsempfehlungen 467 Gefährdungsbeurteilung 242, 323, 457, 574 Hardware 75, 148, 384, 386, 399, 522

Hardwareergonomie 403	Informationsfluss 334, 521
Hardwarefehler 149, 392	Informationsfülle 520
Hardwarekomponenten 388, 405	Informationsgehalt 342, 347
Hardwarekonfiguration 206	Informationsgewinnung 53, 365
Hardwareschnittstelle 387	Informationsinhalt 356
Hardwarestruktur 386	Informationslogistik 389
Häufigkeit des Ausfalls 413	Informationsmanagement 162, 333
Hauptwerkstatt 229	Informationsmanagementsysteme 357
Havarie 450	Informationsmedien 368 f.
Havariefall 450	Informationsmenge 342
Havarie-Management 450	Informationsnetze 229
Helpdesk 357, 525	Informationsplattformen 246
Helpdesk-Systeme 360	Informationsquellen 333f., 357, 422, 557
Helpdesk-Ticket-System 364, 405	Informationsschnittstellen 345, 370
Hersteller 210, 238, 275	Informationssicherheit 365, 389, 391, 397f., 401f., 516
Herstellerangaben 242	Informationssicherheitsbedingungen 401
Hersteller und Betreiber 238	Informationsstruktur 396
Hilfskomponenten 264	Informationssystem 74, 85, 133, 135, 168, 241, 333,
Hilfs- und Betriebsstoffe 289	347
Holsysteme 307	Informationssystem im Service 354
hotplugs 184	Informationstechnik 378
hot swapping 183	Informationsträger 332, 367
•	Informationsübertragung 339
1	Informations- und Kommunikationssystem 74
I	Informations- und Kommunikationstechniken 237
Identifizierung 276	Informationsverarbeitung 226, 333, 339, 347, 357,
Identteile 294	378, 397, 520
immanente Instandhaltbarkeit 109	Informationsverbund 385
Implementierbarkeit 398	Informationsverfügbarkeit 135
Implementierung 399, 401, 403, 523, 525	Informationsverlust 515, 577
Implementierungseignung 397	Informationsvermittlung 256
Implementierungsphase 401	Informationsversorgung 201, 236, 243, 333, 339, 343,
Implementierungsprozess 521	345, 550
Import-Module 523	Informationswege 342, 356
Import-Tool 523	Informationsweiterleitung 357
IMS 553	Infrastruktur 289, 393
Individualsoftware 388	Infrastrukturhierarchie 523
Industrie 4.0 22, 476, 535	Infrastrukturmanagement 512, 515, 526
Information 22, 148, 163, 212, 332 f., 342, 390, 463,	Infrastrukturservices 380
553	inhärente Instandhaltbarkeit 109
- aufbereitete 554	inhärente Verfügbarkeit 99
- dokumentierte 231, 242, 252, 349, 351, 465, 553	Initialisierung 442
Informationsaufbereitung 347	Insellösung 516
Informationsaufnahme und -bearbeitung 372	Inspektion 53, 244, 246, 249, 468
Informationsaustausch 515	- intermittierende 57
Informationsauswertung 357, 365, 557	Inspektionsdrohnen 248
Informationsbearbeitung 357	Inspektionsergebnisse 251
Informationsbedarf 246, 333	Inspektionsleistungen 246
Informationsbegleitung 444	Inspektionsmaßnahme 53, 56
Informationsbereitstellung 207, 238, 347, 356, 515,	Inspektionsplan 235, 244, 246
542	Inspektionstätigkeiten 244
Informationsbereitstellungsprozesse 336	Inspektionstechniken 346
Informationsdatenbanken 207	Inspektionsverfahren 346
Informationsdefizit 453	Installation 399
Informationsdienste 22	Instandhaltbarkeit 108, 112, 201, 244, 266, 275, 462
Informationserfassung 333, 357	

Instandhaltung 19, 34, 211, 213, 219, 225, 233, 343,

- aufgeschobene korrektive 413

- autonome 500, 503

- ferngesteuerte 416

- geplante 500, 516

- intelligente 535

- korrektive 251, 412, 516

- mobile 229, 233, 368

- operative 412

- planmäßige 359

- planmäßig vorbeugende 237, 417

- präventive 249, 364, 412, 498

- reaktive 241, 412

- risikobasierte 415

- situationsbedingte reaktive 237

- sofortige korrektive 413

- vorausbestimmende 413

- vorausbestimmte 417

- vorausschauende 415, 423

- vorbeugende 52, 210, 241, 412, 499

- zustandsabhängige 359, 423

- zustandsorientierte 413, 419 f.

Instandhaltung nach Ausfall 413

Instandhaltungsabteilung 227

Instandhaltungsaktivitäten 418

Instandhaltungsarbeiten 344

Instandhaltungsaufgabe(n) 265

Instandhaltungsauftrag 209, 235, 251, 518, 530

Instandhaltungsaufwand 557

Instandhaltungsbedingungen 119

Instandhaltungsbereitschaftsgrad 112, 254

Instandhaltungsbericht 351

Instandhaltungsbudget 544

Instandhaltungseinheit 525

Instandhaltungsformen 237

Instandhaltungsfunktionen 516

Instandhaltungsgrundformen 366

Instandhaltungsinformationssystem 254 Instandhaltungsinfrastruktur 297

Instandhaltungsintensität 538

Instandhaltungskonzept 202, 236, 468

Instandhaltungskosten 360, 542

- direkte 542 f.

- indirekte 542 f.

Instandhaltungsleistung 289, 301, 366, 430

Instandhaltungsleiter 320

Instandhaltungslogistik 275

Instandhaltungsmanagement 20, 66

Instandhaltungsmanagementsystem 342, 345 f.

Instandhaltungsmanager 360

Instandhaltungsmaßnahme 312

Instandhaltungsmeldung 529

Instandhaltungsmodule 516

Instandhaltungspersonal 344

Instandhaltungsplanung 345, 367, 375

- effiziente 180

operative 242, 527

Instandhaltungsplanungssystem 209, 357

Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssysteme 511

Instandhaltungsprozess 359

Instandhaltungsrückmeldung 212

Instandhaltungsservicegrad 112, 254

Instandhaltungsstrategie 112, 247, 285, 341, 412, 468,

546

Instandhaltungssystem 210, 355, 372

Instandhaltungsteams 228

Instandhaltungstechnik 201, 209, 235, 238, 344, 357

Instandhaltungs- und Einsatzplanung 369

Instandhaltungs- und Serviceaufgaben 310

Instandhaltungs- und Serviceleistungen 240

Instandhaltungs- und Servicemanagement 42

Instandhaltungs- und Serviceprojekt 437

Instandhaltungs- und Servicesystem 371

Instandhaltungs- und Serviceverträge 350, 374

Instandhaltungsvermögen 108, 110 f.

Instandhaltungszyklus 418

Instandhaltung und Service 36, 227, 230

Instandsetzung 60, 202, 206, 216, 230, 250, 252, 375

- geplante 251

Instandsetzungsplan 244, 246

Instandsetzungswerkstatt 252

Integration 517

Integrationsaufwand 305

Integrationsgrad 527

Integrierbarkeit 398

Intensität 83, 542

Interessenpunkt 47 Interessierte Parteien 64

Interferenzkomponente 467

Internet 385

Internet der Dinge 216, 385

Interval-Call-Verfügbarkeit 114

Intervalle

- belastungsabhängige 419

- zustandsbedingte 420

Intranet 385

Investition 544

Investitionsleistung 546

Investitionsrechnung 546

IoT Domain Modell 390

IoT (Internet of Things) 389

IPS 226, 240, 253, 283, 290, 296, 348, 359 f., 369,

372, 466, 553

IPS Funktionseigenschaften 521

IPS-Lösung 209, 521 f.

IPS Nutzung

- präventive 525

IPS-Programm 365

IPS-System 241, 244, 363, 364, 366, 367, 369 f., 511,

515

ISO 9000	IT-Verfügbarkeit 406
- 2015 332	IT-Vertragsrecht 572
ISO 9001	IT-Werte 393
- 2015 347	luS 241, 246
ISO 31000 454	- Anforderungen 334
ISO/IEC 20000 380	- Aufgaben 289
IT 161	- Leistungen 238
- Unterstützung 378	- Management 345
IT-Administration 401	- Prozesse 203, 333, 345, 434
IT-Administrator 396	- Strategie 534
IT-Anbieter 397	- System 211, 512
IT-Asset-Management 398, 406	- Technik 210 f.
IT-BSC 551	- Werkstatt 209
IT-Compliance-Risiken 391	luS-Management 477
IT-Controlling 550	ido Managoment 177
IT-Dienste 379, 394 f.	
IT-Dienstleister	J
- externer 397	Joysticks 387
IT-Dienstleistungen 378, 383	juristische Bedeutung 128
IT-Grundstruktur 550	juristische Konsequenzen 349
ITIL 380, 392	Justierung 211, 249
	Justierung Zii, Z47
IT-Infrastruktur 383, 394 IT-Infrastruktur-Controlling 551	
e e e e e e e e e e e e e e e e e e e	K
IT-Komponenten 383, 394	Kalandar 211
IT-Lebenszyklus 380, 394	Kalender 211
IT-Leistungsumgebung 394 IT-Lösungen 358	Kalenderdarstellung 527
8	Kalibrierung 211 Kalte oder Standby-Redundanz 183
IT-Managementleistung 48 IT-Organisation 394	Kamerasysteme 274
•	*
IT-Personal 394	Kanban-System 286
IT-Portfolio-Controlling 550	Kapazitätanlanung 344
IT-Produkt-Controlling 551	Kapazitätsplanung 344 Kapazitätspotenziale 440
IT-Projekt-Controlling 551 IT-Prozesse	
- reaktive 405	Kapitalbindungskosten 266 Kapitalwert 544
IT-Recht 565	Kapitalwert 344 Kapitalwertmethode 543
IT-Ressourcen 378, 380, 384	Katalogisierung 277, 425, 525
IT-Risiken 516	Kaufrecht 569
IT-Risikomanagement 390	Kaufvertrag 207, 561
IT-Schnittstellen 401	Kausalitätenkette 452
IT-Schutzrecht 400	Kavitation 147
IT-Security-Risiken 391	Kennzahlen 302, 534, 548, 550, 555
IT-Security-Services 380	- betriebswirtschaftliche 475
IT-Service 379	Kennzahlensysteme 548
IT-Serviceleistungen 379	Kennzeichnungen 296
IT-Servicestruktur 381	Kernfunktion 404
IT-Service-Zyklus 380	Kernprozess 46, 86, 237, 242, 320
IT-Sicherheit 391 ff., 396, 573	KI 478
IT-Sicherheitsgesetz 573, 579	- industrielle 480
IT-Struktur 236, 383	- schwache 481
IT-System 182, 332, 378, 383, 392, 400, 403, 517, 523,	- starke 481
525, 551	KI-Plattform 485
IT-Systemarchitektur 550	- Open Source 486
IT-Systemstruktur 380, 395	Klassifizierung 367
IT-Technik	Kleinprojekte 441
- mobile 253	Kleinteil 263, 283, 285

Knowledge Base Plattformen 466 Knowledge Engineering 338 Knowledge Tools 465

Kommissionieren 275

Kommunikation 208, 226, 331, 333, 337, 345, 358,

363, 404, 464 - webbasierte 360

Kommunikation- oder Informationswege 323

Kommunikationsmedien 363 Kommunikationsplattform 467 Kommunikationsrisiken 459 Kommunikationsschnittstellen 226 Kommunikationssysteme 385 Kommunikationstechnik 366 Kommunikationsträger 363 Kommunikationswege 235 kommunikative Formen 465

Kompatibilität 337 Kompatibilitätssicht 284 Kompetenzen 396, 438

Kompetenzmanagement 467, 500

Kompetenzrahmen 451 Komplettierung 270, 300

Komplettierungsprozess 261, 274, 292

Komplexität 225

Komponenten 256, 260, 265, 274, 399

Komponentenaustausch 251 Komponentenstruktur 398 Komponententausch - vorbeugender 419 Konfiguration 226

Konfigurationsarchitektur 404 Konfigurationsaufwände 395 Konfigurationsmanagement 338 Konfigurationsmöglichkeiten 517 Konflikt- oder Krisensituationen 451 Konformitätserklärung 203, 574 Konformitätsprüfung 413, 420 Konsignationslager 286

Konstruktion 275 f.

Konvektion 144

- instandhaltungsgerechte 337

Konzept

- logistisches 220 - redundantes 180 Konzipierung 276 Koordinationsstelle 230

Kopfdaten 531 korrektiv 51 Korrekturen 556 f. Korrosion 143, 147 - chemische 144

Kosten 425, 435, 500, 533

- direkte 542 - indirekte 542 - rein statische 545

Kostenabweichungen 554 Kostenanalyse 444 Kostenarten 540 f. Kostenartengruppen 540 Kostencontrolling 406, 534, 550

Kosten der Instandsetzung 539 Kosten der Kapitalbindung 543

Kostenentwicklung 372 Kosten für Sicherheit 542 Kostenkennzahlen 474 Kostenkomponenten 538 Kostenminimierung 538 Kostenoptimum 429 Kostenrechnung 558

Kostensenkung 473 Kostenstellencontrolling 540

Kostenstruktur der Instandhaltung 540 Kosten- und Gewinnvergleichsrechnung 545

Kostenvereinbarung - pauschale 545

Kostenvergleichsrechnung 545 f. Kostenverursachungsbereiche 540 Kosten-Wirksamkeitsanalyse 545 f. Kosten-Wirksamkeitsdiagramm 546

Kreativität 463 Kreativitätstools 468

Kreativitäts- und Sitzungsunterstützungssysteme 466

Kreativtechniken 472

Kreislaufwirtschaftsgesetz 220, 306, 565

Krise 451

Krisenmanagement 450

Kunde 337 Kundendienst 37 Kundenperspektive 546 Kundenservice 542

Kunden Service Center 346, 357 Kundenzufriedenheit 231

Künstliche Intelligenz 475

KVP 473

KVP-Gespräche 473 KVP-Moderator 473 KVP-Workshop 473

#### L

Lagerbedingungen 277 Lagerbestände 287, 300, 532 Lagerbestandsführung - gemeinsame 286 Lagerbewirtschaftung 274

Lager- bzw. Transportmittel 300

Lagerdauer 277

- durchschnittliche 303 Lagerfähigkeit 277 Lagerhaltung 197, 287, 289

Lagerkonzepte 286

Lagerreichweite 287, 302

Lagerung 265

LAN /WLAN-Systeme 357 Laserschmelzen 218 Lasersintern 218

Lastenheft 204, 522 f.

Laufverhalten - komplexes 424 LCC 277, 543 Lean Production 498 Leasingvertrag 207

Leben 450

Lebensdauer 102, 150, 152, 217, 275

Lebensdauerdichte 106 Lebensdauererwartung 298 Lebensdauerverhalten 307, 373

Lebenszyklus 119, 219, 261, 280, 398, 402, 451, 457

Lebenszyklusdaten 212 Lebenszykluseigenschaft 209 Lebenszykluskosten 543 Lebenszyklusphasen 280 Leiharbeiter 320

Leiharbeitnehmer 570

Leistung

- externe 317

produktunabhängige 37 Leistungsanalyse 470 Leistungsbedarf 557 Leistungsbewertung 519 Leistungseffizienz 191, 549 Leistungserbringung 310 Leistungsfähigkeit 417, 545 Leistungsgrad 532

Leistungshonorierung 545 Leistungskennzahlen 474 Leistungsparameter 517 Leistungsprogramm 204

Leistungs- und Kostenparameter 474

Leistungsvergleiche direkte und indirekte 474 Leistungsvertrag 569 Lernkomponenten 467

Lern- und Entwicklungsperspektive 546

Lessons Learned 468 Lieferantenauswahl 295 Lieferantenstamm 295 Lieferantenvorauswahl 285 Lieferbereitschaft 284

Lieferbereitschaftsgrad 293, 302

Lieferflexibilität 288 Lieferrhythmus 284 Lieferservice 500 Lieferverträge 350, 544 Lieferzuverlässigkeit 288 Life Cycle Costs 203 Linienorganisation 226

Liquidationserlöse 544 Listendarstellung 527 Live-Betriebssystem 397 Live-Support-Systeme 360, 405

Lizenz 294, 399 Lizenzregelungen 406 Logistik 238, 326, 542

- flexible 298 Logistikkonzept 272 Lokalisierprinzip 286

Lösungen - logistische 265

Lösungsvarianten - innovative 470

Magazinierprinzip 286

Make-or-Buy-Entscheidung 283, 294

Managed Services 405 Management 36, 436 - proaktives 402

Managementaufgabe 503 Management by Exception 451 Managementprinzipien 454 Managementprozesse 237

Managementsystem 67, 465, 472, 499

- integrales 503 - selbständiges 503

Management- und Diagnosefunktionen 364 Management von Instandhaltung und Service 36

Mangel 81, 405 Mängelansprüche 576 Mängelbeseitigung 576

Marke 390

Marktrecherche 522 Marktverfügbarkeit 287

Maschinelles Lernen 478, 481, 492

Maschinenausfälle 473 Maschinenauslastung 459 Maschinencode 388 Maschinendatenerfassung 369

Maschinendatenerfassungssystem 529 Maschinenfähigkeit 348

Maschinenfähigkeitsuntersuchung 219 Maschinenrichtlinie 30, 203, 242, 457, 567

Maschinen-Stammdaten 370 Maschinensteuerung 403

Maßnahme 547 - korrigierende 456 - präventive 233, 456 - reaktive 233 Maßnahmenplan 525 Maßnahmenplanung 527 Maßnahmenportfolio 445

Material 233

Materialeinsatz 533 Materialfluss 521 Materialkennung 532 Materialkosten 543 Materialkostenanteil 302 Materialspezifikation 291 Materialwirtschaft 512, 518, 532 Materialzuweisung 530 Matrixorganisation 440 Matrix-Projektmanagement 440 Mäuse 387 MDE 517, 529 mean time to failure 99 mean time to repair 98 Medien 378 - elektronische 336, 362

elektronische 336, 362
Medizinrecht 566
Mehraufwendungen 556
Mehrkosten 556
Meldungen 527
Menschen 450

Menschen Menü 525 Merkmale

- verfügbarkeits- bzw. verlässlichkeitsrelevante 194

MES 372
Messen 55
Messgröße 55
Messmittel 202, 207
Messsystem 210, 346
Messtechnik 248, 413
Messverfahren 55
Methoden 438
Methodenwissen 463
Mietvertrag 207, 400
Mikrocontroller 386

Mikrocontroller 386 Mikrofon 387 Mikroprozessoren 386 Mindjet 468 Mind Manager 468

Minimalinstandsetzung 417

Mitarbeiter 233, 241, 248, 296, 446, 469, 504

interne 532
 Mitarbeiterbeteiligung

Mindmapping 472

- aktive 499

Mitarbeitereinsatz 235

Mitarbeitereinsatzplanung 256, 459 Mitarbeiterförderung 311

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter 310

Mitarbeiterintegration 357 Mitarbeitermatrix 314 Mitarbeitermotivation 503 Mitarbeiterplanung 310 – operative 318

Mitarbeiterschulung 525 mittlere Lebensdauer 99 mittlerer Ausfallabstand (MTBF) 98

mittlere Wartungs- und Instandsetzungszeit 100

Mixed Reality 212 Mobile Clients 515 mobile Endgeräte 515

mobile Informationsversorgung 524 mobile Instandhaltung 515, 532 mobile IPS-Nutzung 516 mobile Kommunikation 515 mobile Technologien 524

Mobilität 320 Modifizierung 399 f. momentane Verfügbarkeit 99

Monitor 387

Monitoring 346f., 37l, 403, 534, 550, 555 Monitoring & Controlling-Prozesse 454

Montageanleitungen 350

Motivation 500 MTBF 98 MTBM 101 MTTF 99, 152 MTTR 98, 100

Multiagentenarchitektur 493

#### Ν

Nachbarkomponenten 138 Nachbarsysteme 126 Nachbau 216, 294, 298 - lizensierter 273 Nachbauteil 216, 273, 294 Nachbearbeitung 450 Nachbesserung 576 Nachfertigung 279 Nachlieferung 268 Nachschulung 405

Nachserienversorgung 269, 277 Nachserienversorgungsstrategie 290

Nachvollziehbarkeit 534 Nachweisführung 307, 444

Nachweisführung der Serviceleistung 373 Natural Language Processing 478

Netzstruktur 210, 363 Netzwerk

- komplexes 398 Netzwerkarchitektur 363

Netzwerke 289
Neuronale Netze 483
Nicht-IT-Ressourcen 384
Niveaustufen 196
Normalbetrieb 449
Normanforderungen 519
Normen 350, 463
Normenvorgaben 334

Normteile 272 Notabschaltung 205

Notbetrieb 204, 251, 446 Notfall 264, 450 Patches 399, 402, 405 Notfallmanagement 450 f. PDCA-Zyklus 231, 347, 371, 403, 455, 473, 555 Notfallplan 210, 325 PDCA-Zyklus-Phasen 380 Notfallsicherung 325 Performance Based Maintenance 423 Nutzbarkeit 213 Person Nutzer 210, 337, 538 - befähigte 230, 242 Nutzergruppe 524 Personal 201, 212, 216, 227, 243, 310, 315, 324, 383, Nutzungsdauer 108, 544 392, 467 Nutzungserfahrungen 534 Personaleinsatz 321, 403 Nutzungsgrad 191, 549 Personaleinsatzzeit 533 Nutzungshäufigkeiten 413 Personalkosten 540 Nutzungsintensität 108, 413 Personalmanagement 310, 519 Nutzwertanalyse 545 f. Personalprofil 316 Personen 400, 449 f. 0 - befähigte 314 Personenschäden 128, 577 Oberflächenbeschichtung 250 Perspektiven 546 Oberflächenfehler 217 Pflege 405 Oberflächenmessung 215 Pflichtenheft 523 Obsoleszenz 208, 265, 270, 294 Phasenbezug zum Qualitätskreis 124 Obsoleszenzfall 290 Phasenumsetzung 436 Obsoleszenzlösungen 277 Planung 441 f., 557 OEE 191, 219, 221, 254, 500, 545 - progressive 544 Off-line-Systeme 364 - retrograde 544 Ölanalyse 56 Planungsaufwand 554, 557 Online-Chats 360 Planungsdokumente 368 online-Datenaustausch 515 Planungsfehler 124, 554 Onlineplattformen 516 Planungsgenauigkeit 551, 552, 554 ONR 49000 454 Planungsgrad 530 Ontologie 492 Planungssicherheit 319, 551, 552, 554 Open-Source-Software 400 Planungsvorgaben 556 operationelle Verfügbarkeit 101 PM Opportunities (Gelegenheiten/Chancen) 471 - funktionelles 441 Optimierungslösungen 469 Post-Nutzung 533 Optimierungspotenzial 194, 473 f. Potenzial 463, 470 Optimum 538 Potenzialanalyse 467, 469, 545 optische Speicher 387 Potenzialfelder 469 Organisation 225, 384, 469 PPS/ERP-System 511 - räumliche 226 Prävention 419 Organisation des Weiterbetriebs 299 - rechtliche 574 Organisationseinheiten 441 präventiv 51 Organisationsformen 440 Predictive Maintenance 423, 500 - standardisierte 440 Pre-Phase 290, 315 Organisationslösungen Preventive Maintenance 498 - prozessorientierte 240 primär 310 Organisationsmodell 342 - Ebene 86, 201, 343, 345 Organisationsstruktur 314 - System 323 Organisationssystem 85 - technisches System 161 Organisationstruktur 225, 236 Primärausfälle 154 Originalersatzteile 273, 299 Primärsystem 211, 231, 349 Originalhersteller 294 Prinzipien 454 Original- oder Austauschteile 291 Privatrecht 563 f. Originalteile 294 Problem 361 Produkt 71, 204f.

produktabhängig 37 Produktabkündigung 272

Produktdatenmanagement 277, 338 Produkte und Dienstleistungen 231

Produkthaftungsgesetz 564 Produktinformationen 338 Produktionsausfälle 542 Produktionseinstellung 282 Produktionskennzahlen 186

Produktionsleitsystem 369

Produktionsmanagement - umfassendes 502

Produktionspläne 351 Produktionsplanung 341

Produktionsstillstandzeit 312

Produktionssystem 204, 210

Produktionsvorbereitung 275

Produktivität 500

Produktivitätserhöhung 473 Produktlebenszyklus 33, 401

Produktmanagement - institutionelles 438 produktorientiert 78 Produkt-Service-System 77 Produktsicherheit 566 f.

Produktsicherheitsgesetz 567 Produktwechsel 272, 282 Prognosemodelle 424 Prognosen 241, 269, 413 Prognostizierung 293 Programme 388

Programmierfähigkeit 396 Programmierung 399 Programmmasken 525

Projekt 435 f.

Projektabschluss 449 Projektarbeit 445, 468 Projektbewertung 437 Projektbudget 444 Projektcontrolling 442, 556

Projektleiter 441

Projektmanagement 435, 454

- funktionelles 435 - institutionelles 435

Projektmanager 440 Projektorganisation 444 Projektphasen 437

Projektplanung 435, 437, 449

Projektschritte 444 Projektsteuerung 437, 449 Projektstörungen 446 Projektumfang 440 Projektumsetzung 435, 441 Projektverantwortung 441 Projektverfolgung 437

Prozess 347

- gebrauchsmindernder 129

- sekundärer 310

zukünftiger virtueller 453 Prozessanalyse 470, 496 Prozessanomalien 494 Prozessdaten 553 Prozessdurchführung 554 Prozessergebnisse 533 Prozessfähigkeit 348, 557

Prozessfähigkeitsuntersuchung 219

Prozessfehler 554 Prozess-FMEA 461 Prozesskette 289, 454 Prozesskomponenten 450

Prozesskontrolle - statistische 348 Prozesslandkarte 46, 237 Prozessleistung 219, 390, 550, 556

Prozessleitsystem 210, 363

Prozessmanagement 225, 230 f. Prozessperspektive 546 Prozessrealisierung 556

Prozessrechner 385

Prozesssicherheit 551, 552, 554

Prozessstörungen 473 Prozessumsetzung 554 Prozesszuverlässigkeit 323 Prüfeinrichtungen 300 Prüfmittel 211, 275, 289

Prüfpunkte für zeitbegrenzte Teile 279

Prüftätigkeiten 362 Prüftechnik 261, 296 - direkte 214 - indirekte 214

Prüfverfahren 413, 420

- subjektives 54

### Q

QFD 337

Qualifikation 311, 314, 318, 320 Qualifizierung 314, 324, 326 Qualifizierungsbedarf 314 Qualifizierungskonzepte 362 Qualifizierungstest 184 Qualifizierung von Lieferanten 285 Qualität 219, 347, 370, 435, 500, 545 Qualitätsanforderungen 397 Qualitätsbewertungen 504

Qualitätscontrolling 556 Qualitätserhaltung 500 Qualitätskennzahlen 474

Qualitätsmanagement 231, 233, 347 Qualitätsmanagementsysteme 472

Qualitätsrate 191, 549 Qualitätsrisiken 460

Qualitätssicherung 347, 363, 406, 534, 550, 554, 556

Qualitätssicherungsvereinbarung 285, 570

Qualitätsverbesserung 473 Quantifizierung 546

### R

Rahmenbedingungen 225, 442

differenzierende 475
Rahmenverträge 295

Raum- und Flächenkosten 543

Reaktion 213, 297
– gezielte 446
Reaktionsfähigkeit 366
Reaktionsplan 210
Realisierungsfehler 124

Realität

- virtuelle 212

Recht

kaufmännisches 569
öffentliches 563
Rechtsakteure 563
Rechtsbereiche 563
Rechtsgebiet 560
Rechtstrukturen 562
Recovery 392

Redundanz 155, 182, 190, 210 - heiße oder aktive 183

- warme 183

Recycling 306

Redundanzabsicherung 417 Reduzierung der MTTR 179 Reengineering 407 REFA-Studien 367

Referenzmodell 381 Refurbishment 291 Regelkreis 450, 550

Regelung

- vertragliche 564

Regenerierung 217, 265, 275 Regenerierungsprozess 229 Reifegrad 182, 191, 397, 488 Reifegradmodell 488

Reifegradmodell 488
Reinigung 211, 250
Reklamationen 557
Releaseplanung 394
Releases 404
Reliability 96

Reliability Centered Maintenance 415

Reparatur 251, 473 Reparaturflächen 243 Reparaturtechnik 369 Reparaturtools 392 Reparaturwerkzeuge 369 Reparaturzeiten 533 Reporting 554, 557 Reportmöglichkeiten 437 Reports 534, 557

Requirements Management 395

Reservekapazitäten 342 Reservekomponente 204

Reserven 290

Reserveteil 263, 276, 279

Ressourcen 125, 283, 334, 390, 446

- externe 126

Ressourcenauslastung 534 Ressourceneinsatz 186

Ressourcenmanagement 437, 512
Ressourcenverfügbarkeit 391
Ressourcenverschwendung 499
Ressourcenzuordnung 532
Ressourcenzuweisung 530

Restriktionen

umwelttechnische 337
 Reverse Engineering 407

RFID 296

Risiken 52, 235, 265 f., 282, 322, 390 f., 395, 402,

420, 423, 440, 451
- organisatorische 459
- personelle 391
- rechtliche 460
- technische 456, 458

- wirtschaftliche 422, 458 Risikoanalyse 174, 337, 367, 442, 456, 568

Risikobehandlung 455 Risikobeurteilung 456 Risikobewältigung 282, 391, 456 Risikobewertung 422, 426

Risikoerkennung 452 Risikoerkennung 452 Risikoidentifizierung 422, 455

Risikokriterien 422, 451, 457 Risikomanagement 367, 422, 441, 454

Risikomatrix 422
Risikoportfolio 460
Risikopotenzial 282
Risikoreduzierung 452
Risikoüberwachung 456
Risikovermeidung 452
Risikowahrscheinlichkeit 422
Risk-Based Maintenance 415

Robotik 483

Robustheit 83, 118, 190, 337, 371, 417, 497 Robustheit und Komplexität 276

Rückführung 449

Rückführungs- oder Verschrottungsquote 305

Rückmeldung 518, 527 Rücknahmemöglichkeiten 284 Rücksicherungsersatzteile 276 Rückverfolgbarkeit 370, 568 Rückverfolgung 361

Rückversicherungs-Ersatzteile 263, 279

Rügepflicht 576

#### S

Sachleistung 76

Sach- oder Dienstleistungen 76

Sachschaden 128 Sachverständige 314 Sachwerte 450 Safety 107 Scanner 387

Schaden 26, 128, 345, 420, 452

Schadenersatz 576

Schadenersatzansprüche 561 Schadenersatzrecht 564 Schadensanalyse 128, 518 Schadensaufnahme 369 Schadensausmaß 453, 460 Schadensbeseitigung 580 Schadensbeurteilung 448 Schadensbild 523, 533 Schadenscodes 524 Schadenseintritt 421 f., 452

möglicher 413
Schadensentstehung 128
Schadensfall 203, 208, 343

Schadensfolge 452

Schadensfrüherfassung 369 Schadenshäufigkeit 533

bekannte 430
mögliche 430
Schadenskatalog 524
Schadenskonsequenzen 468
Schadensmeldung 529, 530, 532

Schadensmerkmal 173
Schadensumfang 452
Schadensursache 523, 533
Schadensvermeidung 426
Schadenswirkung 248, 423, 573
Schädigung 26, 343, 367
Schädigungsprozess 26, 127
Schädigungstheorie 26
Schädigungsverhalten 430
Schädigungszustand 54, 57

Schadsoftware 405 Schadstoffe 307 Schätzungen 418

Schicht- oder Einsatzpläne 320

Schnittstelle 201, 205, 334, 362, 386 ff., 516 ff., 522,

525

informelle 346parallele 387serielle 387

- standardisierte 517

Schnittstellenkonfiguration 527

Schuldrecht 560 Schulung 207, 501, 574

Schulungs- und Trainingszentren 230

Schutzrecht 294, 393, 565 - gewerbliches 563

Schutzrecht von Software 573 Schutz vor Verlusten 465 Schwachstellen 469 Schwere des Ausfalls 413 Schwingungsanalyse 56 Schwingungsmessung 214 Search Engines 467

Security 108
Sekundärausfälle 154
Sekundärleistung 165
Selbstdiagnose 312
Selbstgenerierung 238
Selbsttestroutine 179
Semantische Netze 492
Sensoren 345, 390
Sensorik 346, 365, 424
Sensoriksysteme

- adaptive 420
- integrierte 420
Sensorsysteme 274
Separation 180, 190
Service 219, 366, 389

- dienstleistungsorientierter 354

- integrierter 78

- integrierter funktionsbezogener 354

produktorientierter 354
vollständiger 365
Serviceanfragen 404
Servicebetricht 351
Servicebetreuung 404
Servicebetrieb 205, 210

Servicebüros
- mobile 230
Servicecharakter 430
Service Cloud 466
Service Design 380
Service Desk 357
Servicedesk-Systeme 360
Servicedienstleister 196, 360, 467

- externe 230, 532 Serviceerbringer 400 Servicefunktion 76 Servicegrad 266, 293, 302 Servicekapazitäten 367

Servicekonzept 202, 207, 351, 374

Servicekosten 542

Serviceleistung 21, 23, 32, 38, 47, 49, 78, 195, 203, 211, 230, 233, 236, 241, 246, 265, 296, 312, 354, 440

Service Level 195

Service Level Agreement 163, 195, 397, 400, 523

Service Level Management 195 Service Level Requirement 195 Service-Level-Vereinbarungen 567 Service Management 38, 219, 345, 381 Service Management System 392, 401

Servicemitarbeiter 285 Servicenutzer 373

Service Operation 380 f., 404

Serviceorientierte Architektur 389, 396

Servicepartner 398 Serviceprozess 76, 162, 371 Serviceschulung 205 Service Strategy 380

Servicesystem 66, 77, 162, 210, 343, 356, 363, 366,

371, 376

Servicesystemleistungen 441

Servicetechnik 209 Serviceticket-Systeme 360 Service Transition 380

Service- und Instandhaltungsaktivitäten 406

Serviceunternehmen 49, 285, 397 Servicevereinbarungen 163 Service-Verfügbarkeit 114 Servicevertrag 195, 400 Servicezeiten 367

Shopfloormanagement 185

Sicherheit 140, 194, 203, 208, 210, 349, 401, 422, 426,

457, 497, 500 Sicherheitsaspekt 273

Sicherheitsbeauftragter 325, 459

Sicherheitsbedarf 266 Sicherheitsbestände 284 Sicherheitsdatenblätter 242, 306, 459

Sicherheitsfachkraft 325, 577 Sicherheitskonzept 401 Sicherheitsniveaustufen 205 Sicherheitspuffer 445 Sicherheitstechnik 452

sicherheitstechnische Regelungen 325

Sicherheitsverantwortung 567

Sicherheitsvorschriften der Berufsgenossenschaften 242

Sicherung der Verfügbarkeit 569 Sicherungsersatzteile 276 Sicherungszeitpläne 405

Signatur - digitale 524 Simulation 347 - dvnamische 468 Simulationsergebnisse 468 Simulationsmodell 468

Single Points of Contact 405

Single Tasking - progressive 446 Skalierbarkeit 190 Skizzen 291

SLA 195, 240, 406, 544

SMART A-Formel 436 Smart Apps 536 Smart Maintenance 535

Smart Objects 216, 390

**SMED 187** 

SOA-Referenzmodell 189 Sofortmaßnahmen 449

Software 75, 148, 208, 384, 386, 388, 399

- kommerzielle 296 Softwarebetriebsphase 149 Software-Ergonomie 403 Softwaregrundstruktur 397 Softwarekomponenten 405 Softwarekonfiguration 206

Softwarelebenslaufphasen 149 Softwarepflege 572 Softwareschnittstelle 387 Softwarestruktur 399 Softwarewartung 572 Sollbruchteile 279 Soll-Konzeption 521f.

Sozialgesetzbücher 571 SPC-Lösungen 364 Speicherarchitektur 401 Speicherlösung 399 Speichermedien 386 Speicherroutinen 405

Spezialisierung 320

Speicherung von Informationen 386

Spezialkenntnisse 314 Spezial- und Fachwissen 463 Spezialwerkzeug 207 Spezifikation 204f., 209 Stablinienorganisation 226, 441 Stammdaten 359, 512, 523 Stammdateneinrichtung 523

Standard 276 Standardabfolge 441 Standardisierung 187

Standard-Service-Attribute 195 Standard- und Individualsoftware 572 Stand der Technik 29, 272, 337, 357, 463

Standort - fester 233 - mobiler 229 - zentraler 229

Stärke-Schwächenanalyse 471 stationäre mittlere Verfügbarkeit 100

Statistiken 534, 554 Steuerung 346, 444 - digitale 385

Steuerungsinstrument 557 Steuerungssystem 341, 357 Stillstandkosten 266 Stillstandzeiten 446 Störanfälligkeit 84 Störfälle 406

Störfallmanagement 246 Störfestigkeit 133 Störgrößen 468 Störmeldung 212, 248

Störung 27, 81, 119, 125, 175, 235, 246, 345, 359, 361,

405, 426, 446, 448 Störungsanalysen 518 Störungsbearbeitung 448 Störungsbehebung 400 Störungsfall 235, 251, 266 Störungshäufigkeiten 348

Störungsmanagement 230, 396, 403, 448

- integriertes 241 Störungsproblem 346 Störungsresistenz 398 Störungssituation 448 Störungstheorie 27

Störungs- und Ausfallmanagement 448 Störungs- und Ausfallmeldungen 371 Störungs- und Notfallpläne 369

Störungsursache 175 Störungsvermeidung 446 f.

Störwirkung 27

Strafrecht 563, 573, 580

Strategie 219, 230, 247, 366, 381, 402, 412, 527

- geplante 312 Strategieauswahl 412 Strategievarianten 468 Strenghts (Stärken) 471 Stressstest 392

Stress-Strength-Interference-Modell 119

Streulichtmesstechnik 215

Struktur

- arbeitsteilige 440 - divisionale 227 - funktionale 227 - ganzheitliche 548 Strukturanalyse 470 Strukturierung 466

Stücklisten 235, 289, 291, 367

Stundensatz 532 Stützpunktwerkstatt 229 Subkonzepte 390 Suchbegriffe 467 Suchmaschinen 467 Support 399f., 405 Supportprozess 46 Supportsysteme 468 SWOT-Analyse 471, 545 Synchronisierung 515

System 24

- cyber-physisches 535 - primäres 254 - redundantes 366 - sekundäres 161, 254 Systemaktivierung 444 Systemarchitektur 398 Systematisierung 425 Systemausfälle 468 Systembedingungen 108, 118 Systembetreuung 551 Systembibliotheken 388 Systemdefinition 456 System-FMEA 461 Systemhierarchie 138 Systemkennzahlen 456 Systemsicherheit 175 Systemstörung 139 Systemverhalten 415, 468 Systemwartung 551

Systemweiterentwicklung 551

Systemzustand 345

### Т

Tabellenblätter 296 Target Costing 545 Tastaturen 387 Tätigkeitsnachweise 533 TCO 277, 543

Team 320f.
Teamarbeit 314
Teamfähigkeit 473
Technik 227, 243
- direkt installierte 213
- spezielle 206

- universelle 206

technische Anpassungen 187 technische Basisdokumentation 350 technische Infrastruktur 512 technische Komplettierung 270

technische Komponente 84 technische Notausrüstung 264 technische Reparatur 32 technischer Service 22, 36, 38, 47

technische Sicherheit 108 technische Spezifikation 135, 294

technisches System 25

technische Überwachungssysteme 274 technische Zuverlässigkeit 96, 178

Teile
- zeitbegrenzte 270, 276
Teile mit Originalqualität 294

Teilplanung 300 Teilservice 365 Teilziele 548 Telefon Hotlines 467

Telekommunikationssysteme 357 Teleservice 236, 239, 346, 389, 468

Termine 435
Terminmatrix 211
Terminplan 244, 343, 375
Terminstruktur 442
Terminüberwachung 284

Testläufe 340 Umschlagshäufigkeit 303 Testroutinen 347 Umsetzungsaufwand 554, 557 Testsoftware 392 Umsetzungsleistung 557 Testung 270 Umwelt 450, 500 thermische Belastung 144 Umweltgefährdungen 457 thermische Überlastung 137 Umweltkonfirmität 291 Umweltmanagementsaufgabe 363 Thermografie 56 Threats (Bedrohungen/Risiken) 471 Umweltrecht 565 Ticket 361 Umweltrisiken 459 Ticketsystem 346, 348, 361, 368 Umweltschutz 500 Time-Sharing-Services 572 Umweltsicherheit 451 Toolbereitstellung 256 Umwelt-/Umgebungsbeeinflussung 422 Toolmanagement 265 Umweltverträglichkeit 203, 208 Tools 243, 260, 297, 357, 501 Umweltwirkung 119, 349 Total Effective Equipment Productivity 501 Unfallverhütung 323 Unfallverhütungsvorschriften 230, 564 Total Productive Equipment Management 502 Unflexibilität 422 Total Productive Management 499 Total Quality Management 499 Unifizierung 434 TPM 233, 313, 501, 502, 504 Unschärfe 422 - Säulen des 499 Unsicherheit 453 Transition Design 405 Unterbrechung 81 Transparenz 180, 190, 474, 498, 519, 534 Unternehmen Treiber 388 - serviceleistendes 440 Treibersoftware 388 Unternehmenswissen 463 Trend 534 Unternehmensziele 544 Turn Around Abläufe 447 Unterstützungsleistung 48, 379 Turn Around Management 447 Unterstützungsprozess 86, 238 Update 399, 402, 405 Updateregelungen 406 u Updating 366 Überbestände 305 Upgrade 399, 402, 405 Überlastung 129, 136, 150 Upgradeplanung 394 Überlebenswahrscheinlichkeit 105, 151, 154, 418 Urheberrecht 565, 572 Übertragbarkeit 397 Ursachen 452 Überwachung 211, 264, 363, 418 User 360 automatische 426 - laufende 420 - permanente 57 - ständige 555 Validierung der Verfügbarkeit 406, 534 - statistische 294 Validierungen 397, 402 Überwachungsintervalle Verantwortlichkeit 249, 252, 318, 403 regelmäßige 420 Verantwortung 227, 239, 440 Überwachungskonzepte 270 Verantwortung des Personals 368 Überwachungsmittel 373 Verantwortungsbewusstseins 473 Überwachungsroutinen 363 Verbesserung 21, 64, 202, 219, 230, 367, 371, 373, 375, 381, 449, 504 Überwachungssystem 365 Überwachungstechnik 261, 420 - fortlaufende 472 Überwachungs- und Diagnosestrategie 366 - kontinuierliche 500 Überwachungs- und Diagnosesysteme - ständige 499 - wissensbasierte 370 Verbesserungsprozess Überwachungsvorgänge 219 - kontinuierlicher 472 Überwachungszyklus Verbrauch - periodischer 420 - durchschnittlicher 303 Ultraschallmessung 56 Verbrauchsmaterialien 263, 275, 285 Umgebungsbedingungen 108, 132, 245 verbrauchsorientierte Bereitstellung 269 Umsatzentwicklung 538 Verbrauchsteile 307

Vereinbarung

vertragliche 544, 567, 569
Vereinheitlichung 434

Verfahren

- statistische 364

Verfahrensbedingungen 133

Verfügbarkeit 26, 40, 101, 108, 155, 179, 186, 189, 203, 208, 225, 231, 341, 349, 366, 390, 400 ff., 406, 425 f., 449, 473, 533, 554

- kapazitive 368

Verfügbarkeitsklasse 181, 191 Verfügbarkeitspotenzial 179, 181 Verfügbarkeitsprinzip 181

Verfügbarkeit von Ersatzteilen 261

Vergleich

zielgerichteter 474
Vergütungsminderung 576
Verkehrsgewerbe 449
Verkehrsrecht 566
Verlässlichkeit 179, 189
Verlässlichkeitspotenzial 193
Verluste 372, 504, 552, 554, 556

Vermutungen 418 Vernetzung 397 - internetbasierte 535 - umfassende 535 Verpackungen 300

Verpackungsanforderungen 277 Verpackungsmaterialien 306 Verpackungsverordnung 306

Verpflichtung - generelle 267 Verschleiß 145

Verschleißteil 204, 207, 211, 216, 263, 279

Verschleißteilewechsel 249 Verschlüsselungen 391 Verschrottung 266 Versorgung 266 – flexible 265 – logistische 235

Versorgungsfunktion 265
Versorgungsgrad 266
Versorgungsstrategie 267

Versorgungsstrategie 267, 280 – präventive 275

Verteilungsarchitektur 389 Verteilungsdichte 151 vertragliche Vereinbarung 207

Vertragsrecht 240, 400, 563, 565, 568

Vertragsrücktritt 576
Vertraulichkeit 363, 396
Verursacherprinzipien 306
Verwechslungen 300
Verwertung 305

Video- und Simulationstechniken 362

Voraussetzungen
- logistische 241, 430
- technische 430

Vorgaben 556 - terminliche 441

Vorgaben der Berufsgenossenschaften 245

Vorgaben des Gesetzgebers 29

Vorgabestruktur

vereinheitlichte 435
Vorgehensweise 548
universelle 501
Vorhersagen 413
Vorratshaltung 266
Vorratslagerung 288

Vorrichtung 202, 207, 261, 274, 300

#### W

Wahrscheinlichkeit 452

Warenwirtschaftssystem 285, 287, 293, 296, 348, 372

Wärmeleitung 144 Wärmestrahlung 144

Wartung 57, 205 f., 210, 212, 216, 219, 238, 241, 249,

251, 313, 375, 400, 404 ff., 417, 468

planmäßige 230selbstregelnde 426Wartungsintervalle 249Wartungsleistungen 246

Wartungsplan 57, 209, 212, 235 f., 244 f., 334, 367,

375, 462, 526 Wartungsproblem 346 Wartungstools 392 Wartungsvertrag 48 Wartungsvorschlag 527 Watchdog 179

WAVE-Modell des Controllings 219, 254, 304, 327,

407, 552

Weaknesses (Schwächen) 471 Web-Architektur 389 Webbrowser 389 Websites

- themenbezogene 467

Webzugang 399
Weisungsrechte 440
Weiterbetrieb 450
Weiterbildung 311, 318
Weiterbildungsaktivität 318
Weiterentwicklung 400, 403
Weiterverwendung 220

Werkstatt 216
Werkstattfahrzeuge 274
Werkvertrag 561
Werkvertragsrecht 569
Werkzeugbewirtschaftung 274
Werkzeugdisposition 274

Werkzeuge 202, 211, 218, 229, 239, 252, 261, 274 f.,

289, 300, 373 Werkzeugeinsatz 274 Werkzeugkomponenten 264 Werkzeugmanagement 473 Zeitdiagramm 554 Wertschöpfungsprozess 441, 451 Zeiteinsparungen 556 Widerstandsfähigkeit 118 f. Zeiten 554 Wiederanlauf 450 Zeitintervalle Wiederaufbereitung 263, 275, 298, 300 - variable 419 Wiederherstellung 417, 449 Zeitrückmeldung 533 Wiederherstellung der Funktion 251 Zeitzyklen 417 Wiederherstellung der Verfügbarkeit 569 Zentraleinheit 386 Wiederinbetriebnahme 447 Zentralwerkstatt 229 Wiederverwendung 220 Zerstörung 450 WIKI's 467 Zertifizierung 392 Wirksamkeit 302, 550, 556 Ziel 435, 452, 473, 546 Wirkungen 372, 552 - betriebswirtschaftliches 538 - schädigende 265 Zielerreichung 547 - zeitliche 124 Zielstellung 445 Wirtschaftlichkeit 213, 225, 239, 256, 265 ff., Zielvorgaben 436, 471 zivilrechtlich 580 Wissen 225, 249, 333, 344 f., 378, 396, 438, 463 Zugang 401 - allgemeines 463 Zugangsrecht 568 - dossiertes 464 Zugriff - flexibler 293 - spezifisches 463 Wissensakquisitionskomponente 467 Zugriff auf Ersatzteile 261 Wissensbasis 465, 467 Zugriffsfunktion 262 Wissensbedarf 467 Zugriffsrechte 396, 401, 403 Wissensbereitstellung 333, 464, 466 Zugriffsregelungen 391 Wissensdatenbanken 466 Zuordnung 276 Wissensermittlung- und -auswertung 468 - räumliche 402 Zusammenarbeit 435 Wissensgraphen 494 Wissenskanäle 463 Zustand 122 Wissensmanagement 362, 464 - funktionsfähiger 127 - effizientes 467 - nicht funktionsfähiger 127 Wissensmanagementplattformen 466 Zustandsarten 126 Wissensmanagementsysteme 466 Zustandsdiagnose 406 Wissensmarktplatz 468 Zustandsgrößen 420 Wissensportale 466 Zustandsinformationen 515, 517 Wissensquellen 463 Zustandsüberwachung 413, 420, 495, 524 Wissenstransferprozess 464 Zustandswert 172 Wissens- und Expertensysteme 467 Zutrittsregelungen 391 Wissensverarbeitung 468 Zuverlässigkeit 84, 104, 175, 225, 256, 347, 371, 397, Wissensvermittlung 362 401, 426 Workflow 378, 524 - technische 422 Workflow Management Systeme 466 Zuverlässigkeitsbewusstsein 185 Zuverlässigkeitsfunktion 99

Zuverlässigkeitsreserve 175

Zwischenauswertung 444

Zwischenlagerung 307

Zyklus 418, 447, 449

Zuverlässigkeitsverhalten 219

### Z

Zeichnungen 289, 300, 367 Zeitabstände 418

Zeitaufwand 367