

Ekbert Hering (Hrsg.)

Taschenbuch für
**Wirtschafts-
ingenieure**



4. Auflage



HANSER

Hering (Hrsg.)
Taschenbuch
für Wirtschaftsingenieure

Herausgeber

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Autoren*Mathematik, Statistik, Operations Research:*

Prof. Dr. Wolfgang Eichholz, Wismar

Prof. Dr. Eberhard Vilkner, Wismar

Physik:

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Technische Mechanik:

Prof. Dr. Günther Hachtel, Hochschule Aalen

Werkstofftechnik:

Prof. Dr. Dieter Hedrich, Schwäbisch Gmünd

Konstruktionselemente:

Prof. Dr. Horst Haberhauer, Hochschule Esslingen

Fertigungstechnik:

Prof. Dr. Günther Hachtel, Hochschule Aalen

Elektrotechnik/Elektronik:

Prof. Dr.-Ing. Claus Kröger, Hochschule Ulm

Mess- und Regelungstechnik:

Prof. Dr. Bernhard Kurz, Hochschule München

Kraft- und Arbeitsmaschinen:

Prof. Dipl.-Ing. Herbert Sigloch,

Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart/Horb a. Neckar

Produktionsplanung und Logistik:

Prof. Dr. Reinhard Koether, Hochschule München

Umweltschutz:

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Qualitätsmanagement:

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Projektmanagement:

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Wirtschaftsinformatik:

Dr. rer. nat. Holger Schrödl, Egling

Volkswirtschaftslehre:

Prof. Dr. Klaus Wollenberg, Hochschule München

Betriebswirtschaftslehre:

Prof. Dr. Hartmut F. Binner, Fachhochschule Hannover

Rechnungswesen:

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Kostenrechnung und Controlling:

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Investitionsrechnung:

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Finanzierung:

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Personalführung:

Prof. Dr. Hartmut F. Binner, Fachhochschule Hannover

Marketing:

Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering, Aalen

Ergonomie:

Prof. Dr. Bernhard Kurz, Hochschule München

Recht:

Rechtsanwalt Klaus Huber, Dinkelsbühl

Taschenbuch für Wirtschaftsingenieure

herausgegeben von
Prof. Dr. mult. Dr. h. c. Ekbert Hering

4., aktualisierte Auflage
Mit zahlreichen Bildern und Tabellen



Fachbuchverlag Leipzig
im Carl Hanser Verlag



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

ISBN 978-3-446-44920-6

E-Book-ISBN 978-3-446-44936-7

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag

© 2016 Carl Hanser Verlag München

www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Ute Eckardt

Herstellung: Katrin Wulst

Satz: Kösel Media GmbH, Krugzell

Druck und Bindung: Kösel, Krugzell

Printed in Germany

Vorwort

Das Taschenbuch für Wirtschaftsingenieure hat sich im Laufe von fast 20 Jahren zu einem gefragten Nachschlagewerk entwickelt. Nach einer gründlichen Überarbeitung der letzten Auflage konnte dieses Mal auf größere Korrekturen und umfangreiche Aktualisierungen verzichtet werden. Im Zuge der Aktualisierung wurde die neueste Norm im Qualitätsmanagement (DIN EN ISO 9000:2015) berücksichtigt. Im Sinne der digitalen Nutzung wurde das Layout entsprechend angepasst, sodass dieses bewährte Nachschlagewerk ab dieser Auflage auch als epub erhältlich ist.

Die vielen positiven Rückmeldungen bestätigen die konsequente Strukturierung mit dem Fokus auf das Wesentliche, den praxisnahen und aktuellen Anwendungsbezug und die sprachliche und inhaltliche Qualität dieses Taschenbuches. Beispielhaft bringt es ein Leser folgendermaßen zum Ausdruck: „Es ist ohne Zweifel gelungen, ein erstaunlich breites Themenspektrum reduziert auf wesentliche Kernaussagen in einem handlich gebliebenen Nachschlagewerk zusammenzustellen. Damit ist dieses Taschenbuch nicht nur für Wirtschaftsingenieure, sondern für viele im Berufsleben stehende Ingenieure sicherlich von großem Nutzen.“

Das „Taschenbuch für Wirtschaftsingenieure“ wendet sich an alle Wirtschaftsingenieure im Studium und in der Praxis, an alle Ingenieure, die betriebswirtschaftliches Wissen benötigen und an alle Führungskräfte der Industrie.

Viele Autoren haben ihre Kompetenz in Wissenschaft und Praxis für dieses anwendungsorientierte Kompendium zur Verfügung gestellt. Dafür ganz herzlichen Dank. Besonders bedanken möchte sich der Herausgeber beim Fachbuchverlag Leipzig, insbesondere bei Frau *Ute Eckardt* für den großen persönlichen Einsatz und die professionelle Betreuung dieses Werkes. Für die Layoutverbesserungen dieser Auflage sei Frau *Katrin Wulst* herzlich gedankt.

Mögen unsere Leser mit dem Wissen aus diesem Buch ihre täglichen Herausforderungen effektiver und effizienter lösen und zugleich in allen aktuellen Tätigkeitsfeldern der Wirtschaftsingenieure auf der Höhe der Zeit mitdiskutieren können. Wir freuen uns, wenn die Leser uns weiterhin kritisch begleiten und uns ihre Verbesserungsvorschläge mitteilen.

Aalen, im Sommer 2016

Prof. Dr. mult. Dr. h.c. Ekbert Hering

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Mathematik, Statistik, Operations Research	29
1.1 Zahlenmengen	29
1.2 Lineare Algebra	33
1.2.1 Determinanten	33
1.2.2 Matrizen	34
1.2.3 Lineare Gleichungssysteme	36
1.2.4 Eigenwerte, Eigenvektoren	38
1.3 Lineare Optimierung	39
1.3.1 Mathematische Beschreibung von LOP	39
1.3.2 Rechnerische Lösung von LOP	40
1.3.3 Simplexmethode	43
1.4 Funktionen	46
1.4.1 Begriffe	46
1.4.2 Eigenschaften	47
1.4.3 Grundfunktionen einer reellen Variablen	48
1.4.4 Zahlenfolgen	50
1.5 Finanzmathematik	51
1.5.1 Einfache Verzinsung	52
1.5.2 Zinseszinsrechnung	54
1.5.3 Rentenrechnung	55
1.5.4 Tilgungsrechnung	56
1.5.5 Abschreibungsrechnung	57
1.6 Differenzialrechnung	59
1.6.1 Grundlagen	60
1.6.2 Ableitung nach einer Variablen	61
1.6.3 Anwendung der Ableitung	62
1.6.4 Monotonie und Extremwerte	63
1.6.5 Taylor'scher Satz	65
1.6.6 Partielle Ableitungen und Anwendungen	66
1.6.7 Regression und Trend	68

1.7	Integralrechnung	69
1.7.1	Unbestimmtes Integral	69
1.7.2	Bestimmtes Integral	71
1.8	Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik	72
1.8.1	Wahrscheinlichkeitsrechnung	72
1.8.2	Fehlerrechnung	82
1.9	Operations Research	84
1.9.1	Klassisches Transportproblem	84
1.9.2	Zuordnungsproblem	85
1.9.3	Rundreiseproblem	86
1.9.4	Reihenfolgeproblem (Fertigungsablaufplanung)	86
1.9.5	Netzplanmodelle	87
1.9.6	Standortproblem (Steiner-Weber-Problem)	88
1.9.7	Lagerhaltungsstrategien	89
1.9.8	Wartesysteme	89
2	Physik	92
2.1	Basisgrößen und Naturkonstanten	92
2.2	Mechanik	94
2.2.1	Translation	95
2.2.1.1	Newton'sche Axiome	95
2.2.1.2	Spezielle Bewegungen	95
2.2.1.3	Impuls und Impulserhaltung	97
2.2.1.4	Arbeit (Energie), Leistung und Wirkungsgrad	97
2.2.2	Rotation	99
2.2.2.1	Drehmoment M als Ursache der Drehbewegung	99
2.2.2.2	Kreisbewegung	100
2.2.2.3	Zentripetalkraft	100
2.2.2.4	Massenträgheitsmoment	101
2.2.2.5	Drehimpuls und Drehimpulserhaltung	101
2.2.3	Gravitation	103
2.2.4	Hydro- und Aeromechanik	105
2.3	Schwingungen	106
2.3.1	Ungedämpfte und gedämpfte harmonische Schwingungen	107
2.3.2	Erzwungene Schwingungen	109
2.3.3	Überlagerung von Schwingungen	109

2.4	Wellen	109
2.5	Akustik	112
2.6	Optik	113
2.7	Wärmelehre	117
2.8	Elektrizität und Magnetismus	122
2.8.1	Gleichstromkreis	123
2.8.2	Wechselstromkreis	126
2.8.3	Magnetisches Feld	128
2.9	Festkörperphysik	130
2.10	Atomphysik	133
3	Technische Mechanik	135
3.1	Einführung	135
3.2	Statik	135
3.2.1	Kräfte und Momente	135
3.2.1.1	Kraft F	135
3.2.1.2	Drehmoment M	136
3.2.2	Axiome	138
3.2.3	Gleichgewicht in der Ebene	138
3.2.3.1	Zentrales ebenes Kräftesystem	139
3.2.3.2	Allgemeines ebenes Kräftesystem	140
3.2.4	Schwerpunkt	141
3.2.5	Bindungen, innere Kräfte und Momente am Beispiel Balken	143
3.2.5.1	Prinzipien	143
3.2.5.2	Bindungen, statische Bestimmtheit	143
3.2.5.3	Innere Kräfte und Momente	144
3.3	Elastizitäts- und Festigkeitslehre	146
3.3.1	Einachsige Zug-/Druckbelastungen eines Stabes	146
3.3.1.1	Spannungen (bei einachsiger Belastung)	146
3.3.1.2	Werkstoffverhalten	147
3.3.2	Spannungen und Verzerrungen in der Ebene	150
3.3.2.1	Ebener (zweiachsiger) Spannungszustand	150
3.3.2.2	Verzerrungszustand	152
3.3.3	Balkenbiegung	153
3.3.3.1	Biegespannungen	153
3.3.3.2	Flächenmomente zweiter Ordnung	155

3.3.3.3	Biegeverformung	157
3.3.3.4	Schub bei Querkraftbeanspruchung	158
3.3.4	Torsion	159
3.3.4.1	Kreis- und Kreisringquerschnitt	159
3.3.4.2	Nichtrotations-symmetrische Querschnitte	162
3.3.5	Festigkeitsberechnung	162
3.3.5.1	Beanspruchung durch eine einzelne Kraft oder ein einzelnes Moment	162
3.3.5.2	Zusammengesetzte Beanspruchung	163
3.3.5.3	Festigkeitshypothesen	164
4	Werkstofftechnik	165
4.1	Grundlagen	165
4.2	Systematik der Werkstoffeinteilung	166
4.3	Werkstoffeigenschaften und Werkstoffprüfung	168
4.3.1	Volkswirtschaftliche, ökonomische und ökologische Faktoren	169
4.3.2	Mechanische Eigenschaften	170
4.3.3	Physikalisch-chemische Eigenschaften	171
4.3.4	Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften	171
4.3.5	Verarbeitungstechnologische Eigenschaften	171
4.3.6	Werkstoffprüfung	171
4.3.6.1	Chemische Analytik	173
4.3.6.2	Strukturelle Untersuchungsmethoden	174
4.3.6.3	Mechanische Werkstoffprüfung	174
4.4	Metallische Werkstoffe	180
4.4.1	Eisenwerkstoffe	181
4.4.2	Nichteisen-Werkstoffe (NE)	187
4.5	Keramische Werkstoffe	189
4.5.1	Keramik und Gläser	189
4.5.2	Kohlenstoff und Halbleiter	190
4.6	Polymere Werkstoffe	190
4.6.1	Thermoplaste	192
4.6.2	Elastomere	192
4.6.3	Duroplaste	193
4.7	Verbundwerkstoffe	194

5	Konstruktionselemente	195
5.1	Verbindungselemente	195
5.1.1	Stoffschlussverbindungen	195
5.1.1.1	Schweißen	196
5.1.1.2	Löten	196
5.1.1.3	Kleben	197
5.1.2	Reibschlussverbindungen	197
5.1.2.1	Keilverbindungen	199
5.1.2.2	Kegelsitz	199
5.1.2.3	Klemmverbindungen	199
5.1.2.4	Verbindungen mit federnden Zwischengliedern	200
5.1.2.5	Pressverbindungen (zylindrische Pressverbände)	200
5.1.3	Formschlussverbindungen	201
5.1.3.1	Pass- und Scheibenfederverbindungen	202
5.1.3.2	Bolzen- und Stiftverbindungen	203
5.1.4	Schraubenverbindungen	204
5.1.5	Elastische Verbindungen	205
5.2	Antriebselemente	206
5.2.1	Achsen und Wellen	206
5.2.2	Lager	207
5.2.2.1	Gleitlager	208
5.2.2.2	Wälzlager	209
5.2.3	Kupplungen	210
5.2.4	Rädergetriebe	212
5.2.4.1	Standgetriebe	213
5.2.4.2	Umlaufgetriebe (Planetengetriebe)	214
5.2.4.3	Reibradgetriebe	215
5.2.5	Zugmitteltriebe (Hülltriebe)	215
5.2.5.1	Riementriebe	216
5.2.5.2	Kettentriebe	216
6	Fertigungstechnik	217
6.1	Grundlagen	217
6.2	Urformen	218
6.2.1	Übersicht	218
6.2.2	Urformen aus dem flüssigen Zustand	218
6.2.2.1	Schwerkraftgießen	218

6.2.2.2	Druckgießen	220
6.2.2.3	Stranggießen	221
6.2.3	Pressen/Sintern aus dem körnigen oder pulverförmigen Zustand	221
6.3	Umformen	222
6.3.1	Übersicht	222
6.3.2	Druckumformen	223
6.3.2.1	Walzen	223
6.3.2.2	Freiformen	224
6.3.2.3	Gesenkformen	225
6.3.2.4	Durchdrücken	225
6.3.3	Zugdruckumformen	226
6.3.3.1	Durchziehen	226
6.3.3.2	Tiefziehen	227
6.4	Trennen	227
6.4.1	Übersicht	227
6.4.2	Zerteilen	228
6.4.3	Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden	228
6.4.3.1	Drehen	229
6.4.3.2	Bohren	229
6.4.3.3	Fräsen	229
6.4.3.4	Sägen	230
6.4.4	Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden	230
6.4.5	Abtragen	231
6.5	Fügen	232
6.5.1	Übersicht	232
6.5.2	Anpressen/Einpressen	232
6.5.3	Fügen durch Schweißen	233
6.5.3.1	Press-Verbindungsschweißen	233
6.5.3.2	Schmelz-Verbindungsschweißen	234
6.5.4	Fügen durch Löten	235
6.5.5	Kleben	236
6.6	Beschichten	236
6.6.1	Übersicht	236
6.6.2	Beschichten aus dem flüssigen Zustand	236
6.6.2.1	Schmelztauchen	236
6.6.2.2	Anstreichen, Lackieren	237
6.6.3	Beschichten aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand	237
6.6.4	Beschichten aus dem ionisierten Zustand	238

6.7	Stoffeigenschaftenändern	239
6.7.1	Übersicht	239
6.7.2	Wärmebehandlung	239
6.7.2.1	Glühen	240
6.7.2.2	Härten	240
6.7.2.3	Anlassen	240
6.7.2.4	Vergüten	241
6.8	Kunststoffverarbeitung	241
6.8.1	Urformen	242
6.8.1.1	Extrudieren	242
6.8.1.2	Spritzgießen	242
6.8.1.3	Schäumen	243
6.8.2	Warmumformen	243
6.8.3	Schweißen	244
7	Elektrotechnik/Elektronik	245
7.1	Gleichstromkreis	245
7.1.1	Elektrische Stromstärke I	246
7.1.2	Elektrische Ladung Q	246
7.1.3	Elektrische Spannung U	248
7.1.4	Elektrische Leistung P	250
7.1.5	Widerstand und Leitwert	251
7.1.5.1	Elektrischer Widerstand R	251
7.1.5.2	Elektrischer Leitwert G	251
7.1.5.3	Leiterwiderstand	252
7.1.5.4	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	252
7.1.5.5	Ohm'sches Gesetz	253
7.1.5.6	Kirchhoff'sche Regeln	254
7.1.5.7	Verhalten realer Spannungsquellen	256
7.1.5.8	Widerstandsschaltungen	257
7.2	Kraftwirkung und elektrisches Feld	260
7.2.1	Elektrische Feldstärke E	263
7.2.2	Elektrischer Fluss Φ und Flussdichte D	264
7.2.3	Einfluss des Dielektrikums	265
7.2.4	Kapazität C	266
7.2.5	Kapazitäten verschiedener Anordnungen	267
7.2.5.1	Parallelschaltung von Kondensatoren	268
7.2.5.2	Reihenschaltung von Kondensatoren	269
7.2.5.3	Kraft auf ein Plattenpaar im elektrischen Feld	269

	7.2.5.4	Energie des elektrischen Feldes	270
	7.2.5.5	Auflade- und Entladevorgang eines Kondensators	271
7.3		Magnetisches Feld	273
	7.3.1	Grundsätzliche Eigenschaften	273
		7.3.1.1 Erdmagnetfeld	274
		7.3.1.2 Elektromagnetismus	275
	7.3.2	Magnetische Feldstärke H	275
	7.3.3	Magnetische Flussdichte B	278
	7.3.4	Magnetischer Fluss Φ	279
	7.3.5	Materie im magnetischen Feld	281
	7.3.6	Induktionsgesetz	283
	7.3.7	Verhalten einer Spule im Stromkreis	285
		7.3.7.1 Selbstinduktion und Bauteilgleichung einer Spule	285
		7.3.7.2 Induktivität verschiedener Anordnungen	287
7.4		Wechselstromkreis	288
	7.4.1	Darstellung sinusförmiger Wechselgrößen	290
	7.4.2	Wechselstromwiderstände	290
	7.4.3	Wirkwiderstand	291
	7.4.4	Blindwiderstand	291
		7.4.4.1 Induktiver Blindwiderstand	291
		7.4.4.2 Kapazitiver Blindwiderstand	292
		7.4.4.3 Kombinationen der Blindwiderstände	293
	7.4.5	Scheinwiderstand	294
		7.4.5.1 Phasenverschiebung	295
		7.4.5.2 Resonanz	295
	7.4.6	Leistungsgrößen der Wechselstromtechnik	296
	7.4.7	Hoch- und Tiefpässe	296
7.5		Halbleiter	297
	7.5.1	Eigenleitung	298
	7.5.2	n- und p-Leitung	298
	7.5.3	pn-Übergang	298
	7.5.4	Dioden	300
	7.5.5	Transistoren	301
		7.5.5.1 Bipolare Transistoren	302
		7.5.5.2 Unipolare Transistoren	302

8	Automatisierungstechnik, Mess- und Regelungstechnik	306
8.1	Messtechnik	307
8.1.1	Grundlagen	308
8.1.1.1	Allgemeine Kenngrößen	308
8.1.1.2	Analoge Kenngrößen	309
8.1.1.3	Digitale Kenngrößen	310
8.1.1.4	Messfehler	311
8.1.2	Messverfahren	313
8.1.2.1	Analoge Messverfahren	313
8.1.2.2	Digitale Messverfahren	314
8.1.3	Signalverarbeitung	316
8.1.3.1	Analoge Signalverarbeitung	316
8.1.3.2	Digitale Signalverarbeitung	317
8.2	Sensoren und Aktoren	320
8.2.1	Sensortechnologien	320
8.2.1.1	Funktionsprinzipien	322
8.2.1.2	Sensortypologien	323
8.2.2	Aktortechnologien	326
8.2.2.1	Klassifikationen	326
8.2.2.2	Integrierte Systeme	327
8.2.2.3	Einsatz-/Auswahlkriterien	328
8.3	Steuerung und Regelung	329
8.3.1	Steuerungstechnik	330
8.3.1.1	Problemstellung	330
8.3.1.2	Kombinatorik	331
8.3.1.3	Ablaufsteuerung	335
8.3.1.4	Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)	335
8.3.2	Regelungstechnik	338
8.3.2.1	Problemstellung	339
8.3.2.2	Systemtechnik	339
8.3.2.3	Regelkreis	346
8.3.2.4	Regler	350
8.3.2.5	Regelkreisverhalten	351
8.3.2.6	Reglerentwurf	356
8.4	Prozessleittechnik	358
8.4.1	Strukturen und Komponenten	358
8.4.2	Kommunikation, Bussysteme	360
8.4.3	Prozessvisualisierung	361

9	Kraft- und Arbeitsmaschinen	363
9.1	Grundlagen	363
9.2	Kraft- und Arbeitsmaschinen für kompressible Arbeitsmedien	365
9.2.1	Turbinen (Dynamik- oder Strömungsprinzip)	365
9.2.1.1	Dampfturbinen	365
9.2.1.2	Gasturbinen	369
9.2.2	Verbrennungsmotoren (Statik-, Verdränger- oder Kolbenprinzip)	373
9.2.2.1	Kreisprozesse der Verbrennungsmotoren ...	373
9.2.2.2	Vergleich von Otto- und Diesel-Motoren	374
9.2.3	Verdichter (Strömungsprinzip)	376
9.2.3.1	Turboverdichter	376
9.2.3.2	Verdrängermaschinen (Statikprinzip)	379
9.3	Kraft- und Arbeitsmaschinen für inkompressible Arbeitsmedien	381
9.3.1	Wasserturbinen	381
9.3.1.1	Allgemeines und Parameter	381
9.3.1.2	Gleichdruckverfahren, Pelton-Turbine	382
9.3.1.3	Überdruckverfahren	383
9.3.2	Windturbinen	385
9.3.2.1	Allgemeines und Parameter	385
9.3.2.2	Bauarten der Windturbinen	386
9.3.3	Pumpen	387
9.3.3.1	Kreiselpumpen	387
9.3.3.2	Verdrängerpumpen	388
10	Produktionsplanung und Logistik	391
10.1	Logistik im Unternehmen	391
10.2	Wirtschaftliche Bedeutung der Logistik	392
10.3	Gründe für Bestände	395
10.4	Produktionslogistik	397
10.4.1	Material Requirement Planning (MRP)	398
10.4.1.1	Stammdaten	398
10.4.1.2	Mengenplanung	399
10.4.1.3	Zeit- und Kapazitätsplanung	401
10.4.1.4	Fertigungssteuerung	402
10.4.1.5	Kritik an MRP	403

10.4.2	Engpassplanung	404
10.4.3	Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BOA)	405
10.4.4	Kanban	407
10.4.5	Constant Work in Process (CONWIP)	409
10.4.6	Lieferabrufe mit Fortschrittszahlen	410
10.4.7	Just in time (JIT) und Just in sequence (JIS)	412
10.5	Logistikkerechte Fertigung	414
10.6	Beschaffungs- und Distributionslogistik	416
11	Umweltschutz	420
11.1	Ziele	420
11.2	Boden, Abfall	421
11.2.1	Beschreibung	422
11.2.2	Schadstoffe	423
11.2.3	Maßnahmen	427
11.3	Wasser, Abwasser	429
11.3.1	Beschreibung	430
11.3.2	Schadstoffe	431
11.3.3	Maßnahmen	432
11.4	Luft	434
11.4.1	Beschreibung	434
11.4.2	Schadstoffe	434
11.4.3	Maßnahmen	436
11.5	Umweltmanagement	437
11.5.1	Internationale Umweltnormen ISO 14000	438
11.5.2	Europäische EMAS-Verordnung	439
11.5.3	Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)	440
11.5.4	Ökobilanz	441
12	Qualitätsmanagement (TQM)	443
12.1	Definitionen und Normen	445
12.1.1	Definitionen	445
12.1.2	Normen	447
12.2	Strategisches Qualitätsmanagement	454
12.2.1	Six Sigma (Null-Fehler)	455
12.2.2	Ganzheitliche Qualitätsplanung (QFD: Quality Function Deployment)	458
12.2.3	Fehlermöglichkeiten- und -einflussanalyse (FMEA)	461

12.3	Operatives Qualitätsmanagement	462
12.3.1	Maschinen- und Prozessfähigkeits-Untersuchung (MFU, PFU)	462
12.3.2	Statistische Prozess-Steuerung (SPC: Statistical Process Control)	463
12.3.3	Qualitätsbezogene Kosten	464
12.3.4	Reklamationsmanagement	466
13	Projektmanagement	468
13.1	Definitionen	468
13.2	Phasen eines Projektes	469
13.2.1	Definitionsphase	469
13.2.2	Planungsphase	470
13.2.2.1	Festlegen der Aktivitäten und Projektablaufplan	470
13.2.2.2	Ressourcen-Plan	471
13.2.2.3	Termin-Plan	471
13.2.2.4	Kosten-Plan	471
13.2.2.5	Methoden-Plan	472
13.2.3	Durchführungsphase	476
13.2.4	Abschlussphase	478
14	Wirtschaftsinformatik	480
14.1	Grundlagen der Informationstechnik	480
14.1.1	Daten und Informationen	480
14.1.2	Rechnersysteme und Rechnerklassen	482
14.1.3	Systemsoftware	486
14.1.4	Anwendungssoftware	489
14.1.5	Rechnernetze	491
14.1.6	Verteilte Systeme	495
14.2	Betriebliche Informationssysteme	497
14.2.1	Datenbanken	497
14.2.2	Betriebliche Anwendungen	499
14.3	Lebenszyklus von betrieblichen Informationssystemen	500
14.3.1	Management von Informationssystemen	500
14.3.2	Entwicklung von Anwendungsprogrammen	501

15 Volkswirtschaftslehre	505
15.1 Einführung – Definition – Begriffe	505
15.1.1 Anliegen	506
15.1.2 Begriffe	506
15.2 Wirtschaftstheorie	508
15.2.1 Gegenstand	511
15.2.2 Fragestellungen	511
15.2.3 Theoriegebiete	512
15.3 Wirtschafts- und Marktordnung – Wettbewerbsformen	513
15.4 Angebot und Nachfrage	514
15.4.1 Angebot	515
15.4.2 Nachfrage	516
15.4.3 Preisbildung	518
15.4.3.1 Polypol	520
15.4.3.2 Oligopol	520
15.4.3.3 Monopol (Angebotsmonopol)	521
15.5 Volkswirtschaftliches Rechnungswesen	521
15.5.1 Kreislauftheorie	523
15.5.2 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (VGR)	524
15.5.3 Zahlungsbilanz	527
15.6 Gütermarkt	528
15.7 Geldmarkt	529
15.8 Zusammenhang von Geld- und Gütermarkt	530
15.9 Arbeitsmarkt	531
15.10 Zusammenhang von Geld-, Güter- und Arbeitsmarkt (Totalmodell)	532
 16 Betriebswirtschaftslehre	 535
16.1 Begriffsinhalte, Definitionen und Anforderungen	535
16.1.1 Wesen der Unternehmung	535
16.1.2 Wesen des Betriebes	536
16.1.3 Betriebseinteilung und Ausprägung	539
16.1.4 Ökonomische Prinzipien in der Betriebswirtschaft	539
16.1.5 Funktionen und Bereiche der Betriebswirtschaft	542
16.1.6 Anforderungen	543
16.2 Moderne Organisationsentwicklung	545

16.3	Anwendung der General Management Strategie	548
16.4	Durchgängiges und ganzheitliches Unternehmensmodell . . .	550
16.5	Defizite und Risiken bei der Prozessgestaltung	551
16.6	Neue Führungskonzepte	554
16.7	Motivationsanreizkomponenten zur Leistungsverbesserung .	557
16.8	Analyse und Modellierung der Geschäftsprozesse	559
16.9	Das lernende Unternehmen	565
17	Rechnungswesen	567
17.1	Jahresabschluss	567
17.1.1	Bilanz	568
17.1.1.1	Bilanzierungsgrundsätze	569
17.1.1.2	Aktiv- und Passivseite	571
17.1.1.3	Anhang und Lagebericht	575
17.1.2	Gewinn- und Verlustrechnung (GuV)	576
17.1.3	Internationale Rechnungslegung (IAS/IFRS und US-GAAP)	577
17.1.3.1	Grundprinzipien der IFRS-Rechnungslegung .	578
17.1.3.2	Bestandteile der IFRS-Rechnungslegung	578
17.1.3.3	Aufbau einer Bilanz nach IFRS	581
17.1.3.4	Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz (BilMoG)	581
17.1.4	Auswertung und Kennzahlen (Bilanzanalyse)	582
17.1.4.1	Aufgabe der Kennzahlenanalyse	582
17.1.4.2	Kennzahlenanalyse	582
17.2	Finanzbuchhaltung (FiBu)	584
18	Kostenrechnung und Controlling	586
18.1	Kostenrechnung	586
18.1.1	Grundlagen	586
18.1.1.1	Voraussetzungen und Aufgaben	587
18.1.1.2	Begriffe der Kostenrechnung	588
18.1.2	Systeme der Kostenrechnung	591
18.1.3	Aufbau einer Kosten- und Leistungsrechnung	597
18.1.3.1	Kostenartenrechnung	598
18.1.3.2	Kostenstellenrechnung	602
18.1.3.3	Betriebsabrechnungsbogen (BAB) und Kalkulationsgrundlagen	604

18.1.4	Kalkulation	606
18.1.4.1	Aufgaben und Prinzipien	606
18.1.4.2	Divisionskalkulation	608
18.1.4.3	Zuschlagskalkulation	609
18.1.4.4	Maschinenstundensatzrechnung	613
18.1.5	Deckungsbeitragsrechnung	615
18.1.5.1	Aufbau und Aufgabe	615
18.1.5.2	Kalkulation mit Deckungsbeiträgen	619
18.1.6	Prozesskostenrechnung	624
18.1.6.1	Aufbau und Aufgabe	624
18.1.6.2	Kalkulation mit der Prozesskostenrechnung	625
18.1.7	Ist-, Normal- und Plankostenrechnung	627
18.1.7.1	Istkostenrechnung	627
18.1.7.2	Normalkostenrechnung	628
18.1.7.3	Plankostenrechnung	629
18.1.8	Grenzkostenrechnung	631
18.1.8.1	Grenzkosten	631
18.1.8.2	Kostenauflösung	632
18.1.8.3	Verfahren der Grenzkostenrechnung	632
18.1.9	Ermittlung der Gewinnschwelle (Break-even-Analyse)	633
18.1.9.1	Berechnung des Break-even-Umsatzes	634
18.1.9.2	Berechnung der Break-even-Stückzahl	635
18.1.9.3	Grafische Ermittlung des Break-even-Umsatzes	635
18.2	Controlling	637
18.2.1	Beschaffungs-Controlling	637
18.2.1.1	Aufgaben des Beschaffungs-Controllings	637
18.2.1.2	Operative Methoden	638
18.2.1.3	Strategische Methoden	638
18.2.2	Produktions-Controlling	639
18.2.2.1	Aufgaben des Produktions-Controllings	640
18.2.2.2	Operative Methoden	640
18.2.2.3	Strategische Methoden	641
18.2.3	Marketing-Controlling	641
18.2.3.1	Aufgaben des Marketing-Controllings	641
18.2.3.2	Operative Methoden	642
18.2.3.3	Strategische Methoden	643
18.2.4	Logistik-Controlling	643
18.2.4.1	Aufgaben des Logistik-Controllings	643
18.2.4.2	Bestandsverursachende Faktoren in den einzelnen Bereichen	644

18.2.4.3	Operative Methoden	644
18.2.4.4	Strategische Methoden	645
18.2.5	Personal-Controlling	645
18.2.5.1	Aufgaben des Personal-Controllings	646
18.2.5.2	Operative Methoden	646
18.2.5.3	Strategische Methoden	647
18.2.6	FuE-Controlling	647
18.2.6.1	Aufgaben des FuE-Controllings	647
18.2.6.2	Operative Methoden	648
18.2.6.3	Strategische Methoden	649
18.2.7	Informationsverarbeitungs-(IV-)Controlling	649
18.2.7.1	Aufgaben des IV-Controllings	649
18.2.7.2	Methoden	650
18.2.8	Investitions-Controlling	651
18.2.8.1	Aufgaben des Investitions-Controllings	651
18.2.8.2	Methoden der Investitionsrechnung	651
18.2.8.3	Nutzwertanalyse	651
18.2.9	Finanz-Controlling	652
18.2.9.1	Aufgaben des Finanz-Controllings	652
18.2.9.2	Finanzplan	653
18.2.9.3	Cashflow-Analyse	653
18.2.9.4	Finanzkennzahlen und Kennzahlensysteme	654
18.2.9.5	Frühwarnsysteme	655
19	Investitionsrechnung	657
19.1	Statische Verfahren	658
19.1.1	Kostenvergleichsrechnung	658
19.1.2	Gewinnvergleichsrechnung	659
19.1.3	Amortisationsrechnung	659
19.1.4	Rentabilitätsrechnung	660
19.2	Dynamische Verfahren	662
19.2.1	Kapitalwertmethode	664
19.2.2	Interne Zinsfußmethode	665
19.2.3	Annuitätenmethode	666

20 Finanzierung	669
20.1 Aufgaben der Finanzierung	670
20.2 Finanzierungsformen, -instrumente und -arten	671
20.2.1 Außenfinanzierung	673
20.2.1.1 Beteiligungsfinanzierung	673
20.2.1.2 Kreditfinanzierung	674
20.2.1.3 Leasing	681
20.2.1.4 Franchising	683
20.2.1.5 Anzahlungsfinanzierung	683
20.2.1.6 Fondsfinanzierung	684
20.2.2 Innenfinanzierung	687
20.2.2.1 Desinvestition	688
20.2.2.2 Rationalisierung	688
20.2.2.3 Rückstellungen	688
20.2.2.4 Gewinnthesaurierung	688
20.2.2.5 Abschreibungsfinanzierung	689
20.3 Finanzplanung	690
20.3.1 Kurzfristige, mittelfristige und langfristige Finanzplanung	690
20.3.2 Instrumente der Finanzplanung	691
20.4 Finanzanalyse	692
20.4.1 Finanzierungsregeln	692
20.4.2 Kennzahlensysteme	693
21 Personalmanagement	695
21.1 Ausgangssituation	695
21.2 Personalführung mit Zielen	701
21.3 Bereiche des Personalmanagements	703
21.3.1 Personalplanung und -entwicklung	704
21.3.2 Skillmanagement	708
21.3.3 Personalbeschaffung und -auswahl	710
21.3.4 Personaleinsatzplanung	712
21.3.5 Personaleinsatz mit Freisetzung	713
21.3.6 Betriebliche Weiterbildung	714
21.3.7 Nachwuchsförderung	716
21.3.8 Entgeltpolitik	720

22	Marketing	725
22.1	Aufgaben des Marketings	725
22.2	Analyse des Umfeldes	725
22.2.1	Allgemeine Trends	727
22.2.2	Bevölkerungsentwicklung und Wertewandel	728
22.2.3	Politisches Umfeld	729
22.2.4	Rechtliches Umfeld	730
22.2.5	Versicherungen	730
22.2.6	Ökologisches Umfeld	731
22.2.7	Ökonomisches Umfeld	731
22.2.8	Technisches und technologisches Umfeld	732
22.2.9	Wissenschaftliches Umfeld	733
22.3	Analyse der Marktbedürfnisse (Kundenwünsche)	733
22.3.1	Allgemeine Menschenkenntnis	734
22.3.2	Ermittlung der Kundenwünsche und ihre Erfüllung ..	735
22.3.3	Analyse der Kunden nach Marktsegmenten	736
22.4	Analyse der Wettbewerber	737
22.4.1	Kräfte des Wettbewerbs	737
22.4.2	Wettbewerbsanalyse	737
22.4.2.1	Ermittlung der direkten und potenziellen Wettbewerber	738
22.4.2.2	Chancen und Gefahren durch die Wettbewerbskräfte	739
22.4.2.3	Auswertung der Wettbewerbsanalyse	740
22.5	Unternehmensanalyse	740
22.5.1	Unternehmensphilosophie	741
22.5.2	Feststellung der erfolgreichen Produkte bzw. Produktgruppen	741
22.5.2.1	Strategische Geschäftseinheiten	741
22.5.2.2	Portfolio-Technik	742
22.5.2.3	Altersstruktur-Analyse	749
22.5.2.4	Erfolgsstruktur-Analyse	750
22.5.3	Erkennen der Schwachstellen und Verbesserungen ..	752
22.5.4	Zusammenstellung der Ressourcen	753
22.6	Marketing-Konzeptionen	753
22.6.1	Strategien	754
22.6.1.1	Strategien für Wettbewerbs-Märkte	754
22.6.1.2	Strategien für die Kategorien im Portfolio ..	755
22.6.1.3	Strategien und Innovation	755

22.6.2	Festlegen der Marktziele	756
22.6.2.1	Geschäftsplan (business plan)	756
22.6.2.2	Mehrstufige Deckungsbeitragsrechnung	756
22.6.3	Bestimmen der Maßnahmen	757
22.6.3.1	Produkt-Mix (1. P: Product)	758
22.6.3.2	Konditionen-Mix (2. P: Price)	758
22.6.3.3	Distributions-Mix (3. P: Place)	760
22.6.3.4	Kommunikations-Mix (4. P: Promotion)	761
22.6.3.5	Kontrahierung (5. P: Precise contract)	764
22.6.3.6	Mitarbeiter (6. P: People)	764
22.6.3.7	Prozesse (7. P: Process)	764
22.6.3.8	Gebäude und Anlagen (8. P: Physical Facilities)	764
22.6.3.9	Kooperations-Mix (9. P: Partnership)	765
22.6.4	Zuteilen der Mittel	765
22.6.5	Festlegen konkreter Maßnahmen	765
22.6.6	Marketing-Controlling	766

23 Ergonomie 767

23.1	Grundbegriffe	769
23.1.1	Definitionen nach DIN EN ISO 6385	769
23.1.2	Arbeitstypologie	770
23.1.3	Arbeitsphysiologie	770
23.2	Ergonomisches Grundkonzept	773
23.2.1	Leistungsfähigkeit, Leistungsbereitschaft	773
23.2.2	Belastung, Beanspruchung	774
23.2.2.1	Belastungsmessung, Energieumsatz	774
23.2.2.2	Beanspruchungsermittlung	776
23.2.3	Ermüdung, Erholung	777
23.3	Arbeitssystemgestaltung	778
23.3.1	Arbeitsszenario	778
23.3.2	Arbeitsplatzgeometrie	780
23.3.3	Arbeitsmittel	784
23.3.4	Arbeitsplatzumgebung	786
23.3.5	Arbeitsorganisation	787
23.4	Arbeitssystemanalyse, Arbeitssystembewertung	788

24	Recht	790
24.1	Begriff des Rechts	791
24.2	Rechtsquellen	791
24.3	Arten des Rechts	792
24.3.1	Öffentliches Recht	792
24.3.2	Privates Recht bzw. Zivilrecht	793
24.3.3	Objektives Recht	793
24.3.4	Subjektives Recht	794
24.3.5	Zwingendes Recht	794
24.3.6	Nachgiebiges Recht	794
24.3.7	Gewohnheitsrecht	795
24.3.8	Nationales Recht	795
24.3.9	Internationales Recht	795
24.3.10	Bundesrecht	796
24.3.11	Landesrecht	797
24.4	Bürgerliches Recht	797
24.4.1	Allgemeiner Teil: §1 - §240	797
24.4.2	Schuldrecht: §241 - §853	798
24.4.3	Sachenrecht: §854 - §1296	798
24.4.4	Familienrecht: §1297 - §1921	799
24.4.5	Erbrecht: §1922 - §2385	799
24.4.6	Wichtige Grundbegriffe des Bürgerlichen Rechts	800
24.4.6.1	Rechtsfähigkeit	800
24.4.6.2	Geschäftsfähigkeit	800
24.4.6.3	Deliktsfähigkeit	801
24.4.6.4	Vertretung	801
24.4.6.5	Vollmacht	801
24.4.6.6	Prokura	803
24.5	Handelsrecht	804
24.5.1	Begriff	804
24.5.2	Kaufmann	804
24.5.3	Kaufmannsarten	804
24.5.3.1	Inhalt und Bedeutung der Kaufmannseigenschaft	805
24.5.3.2	Beginn und Ende der Kaufmannseigenschaft .	806
24.5.4	Handelsgeschäfte	806
24.5.5	Unternehmensformen	807
24.6	Arbeitsrecht	807

24.6.1 Begriff	807
24.6.2 Rechtsquellen und Gebiete	810
24.7 Gerichtsbarkeit	811
24.8 Compliance	812
24.8.1 Begriff	812
24.8.2 Compliance-Inhalte	813
24.8.3 Compliance-Risiken	813
24.8.4 Compliance-Fehler	814
24.8.5 Compliance-relevante Verhaltensweisen	816
Sachwortverzeichnis	819

1

Mathematik, Statistik, Operations Research

■ 1.1 Zahlenmengen

Zahlenmengen

N, \mathbb{N} Menge der nichtnegativen ganzen (natürlichen) Zahlen

N* Menge der positiven ganzen Zahlen (früher **N***)

Z, \mathbb{Z} Menge der ganzen Zahlen

Q, \mathbb{Q} Menge der rationalen Zahlen

R, \mathbb{R} Menge der reellen Zahlen

R₀ Menge der positiven reellen Zahlen (früher **R***)

C, \mathbb{C} Menge der komplexen Zahlen

Rechenregeln in R

$$-(-a) = a$$

$$-a = (-1) \cdot a$$

$$-ab = -a \cdot b = a \cdot (-b) = (-a) \cdot b$$

$$ab = (-a) \cdot (-b)$$

$$(a + b)(c + d) = ac + ad + bc + bd$$

$$-(a : b) = -\frac{a}{b} = \frac{-a}{b} = \frac{a}{-b}$$

$$a : b = \frac{a}{b} = \frac{-a}{-b}, \quad b \neq 0$$

$$a(c + d) = ac + ad$$

Binomische Formeln

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(a + b) \cdot (a - b) = a^2 - b^2$$