



# Erste Hilfe



## Auffinden einer Person

### Grundsätze

- Ruhe bewahren**
- Unfallstelle sichern**
- Eigene Sicherheit beachten**

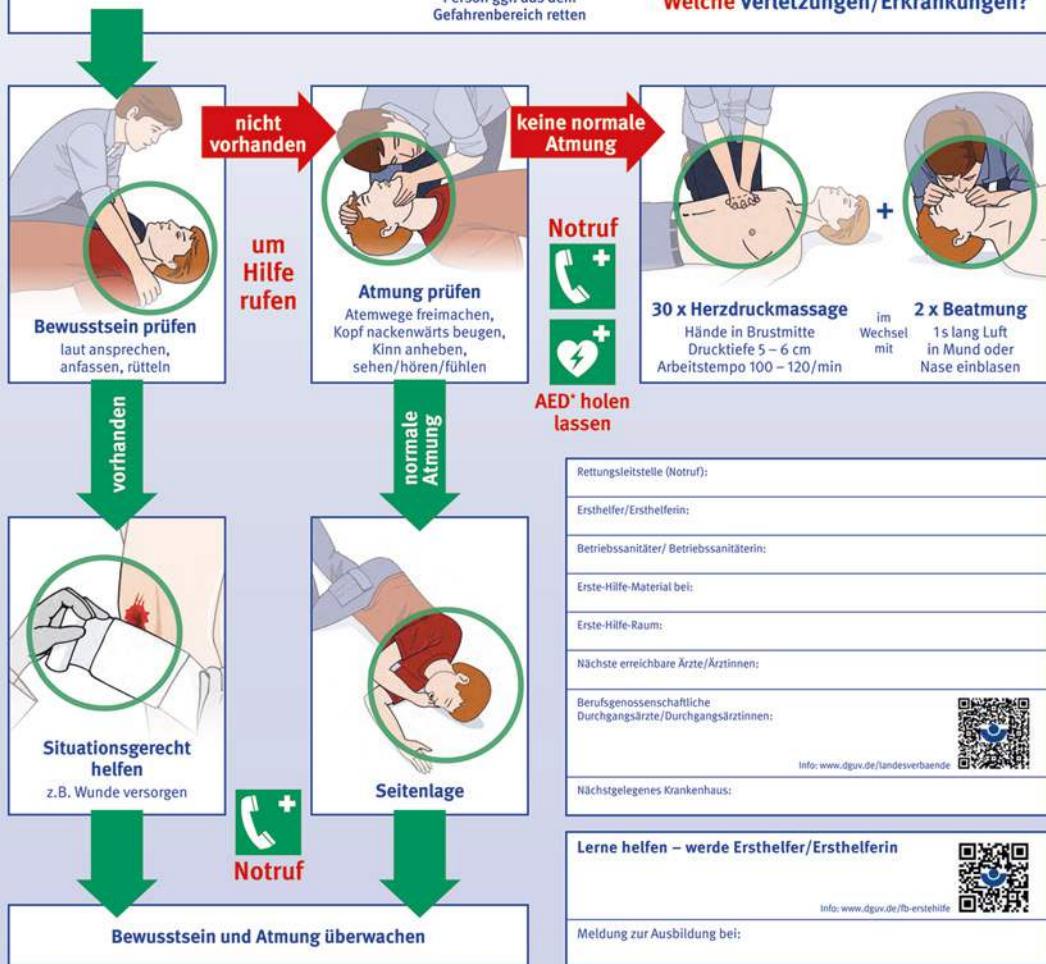


Person ggf. aus dem Gefahrenbereich retten

### Notruf



- Wo ist der Notfall?**
- Warten auf Fragen, zum Beispiel:**
- Was ist geschehen?**
- Wie viele Verletzte/Erkrankte?**
- Welche Verletzungen/Erkrankungen?**



\* Sofern verfügbar – den Anweisungen des „Automatisierten Externen Defibrillators“ (AED) folgen.



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für Mechatronik

# Tabellenbuch Mechatronik

Tabellen – Formeln – Normenanwendungen

13. neu bearbeitete und aktualisierte Auflage

Bearbeitet von Lehrern und Ingenieuren an beruflichen Schulen  
und Produktionsstätten (siehe Rückseite)

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

**Europa-Nr.: 45011**

## Autoren des Tabellenbuchs Mechatronik

Heiner Bröker	Studienrat	Klein Berßen
Hartmut Fritsche	Dipl.-Ing.	Massen
Gregor Häberle	Dr.-Ing.	Tettnang
Konstantin Häberle	MSc EEIT, MSc Math	Zürich
Verena Häberle	MSc EEIT	Zürich
Thomas Helmer	Dr.-Ing.	Gomadingen
Rudolf Krall	Dipl.-Päd. Ing., Berufsschuloberlehrer	Gartenau-St. Leonhard
Bernd Schiemann	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Durbach
Dietmar Schmid	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Biberach a.d. Riß
Claudius Scholer	Dipl.-Ing., Dipl.-Gewerbelehrer, Studiendirektor	Metzingen
Matthias Schultheiß	Dipl.-Ing., Dipl.-Gewerbelehrer Studiendirektor	Biberach a.d. Riss
Thomas Urian	Meister der Elektrotechnik	Vilshofen

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Leiter des Arbeitskreises:

Dr.-Ing. Gregor Häberle, Tettnang

Maßgebend für das Anwenden der Normen sind deren Fassungen mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der VDE-VERLAG GmbH, Bismarckstr. 33, 10625 Berlin und der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin erhältlich sind.

13. Auflage 2024

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-4224-4

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2024 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: PER MEDIEN & MARKETING GmbH, 38102 Braunschweig, [www.per-mm.de](http://www.per-mm.de)

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: **SIEMENS AG**, 80333 München

Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

**Mathematik, Technische Physik**

9 ... 70

**M**

**Technische Kommunikation**

71 ... 130

**K**

**Chemie, Werkstoffe, Leitungen, Fertigung**

131 ... 212

**WF**

**Bauelemente, Messen, Steuern,  
Regeln**

213 ... 308

**BM**

**Elektrische Anlagen und Antriebe,  
mechatronische Systeme**

309 ... 440

**A**

**Digitalisierung, Informationstechnik**

441 ... 508

**D**

**Verbindungstechnik**

509 ... 554

**V**

**Betrieb und Umwelt**

555 ... 632

**B**

# Vorwort zur 13. Auflage

Das Buch ist konzipiert für die handlungsorientierte Berufsbildung des Berufs *Mechatroniker* bzw. *Mechatronikerin*. Die Mechatronik unterliegt als Schlüsseltechnologie aus Elektrotechnik, Metalltechnik und Informatstechnik einem stetigen Wandel und unterstützt das Erfüllen der Anforderungen von *Digitalisierung* sowie *Industrie 4.0/5.0*, auch mit dem Ziel, dem *Klimawandel* entgegenzuwirken und einen Beitrag zum *Klimaschutz* zu liefern.

INDUSTRIE	4.0
Digitalisierung	5.0

Dies führte zu neuen oder aktualisierten Seiten in den nachfolgend genannten Hauptabschnitten, verbunden mit der Berücksichtigung geänderter oder neuer Normen von DIN und VDE die Berufsbildung des Berufs Mechatroniker bzw. Mechatronikerin betreffend. Inhalte des Buchs, die nicht mehr Bestandteil der Berufsbildung sind, wurden gelöscht. Auf **Prüfungsorientierung** bzgl. Buch-Inhalt und Sachwortverzeichnis wurde besonderer Wert gelegt.

## • Teil M: Mathematik, Technische Physik

Neu sind z. B. Einfache Filter.

Aktualisiert wurden z. B. viele Darstellungen von mathematischen und technisch physikalischen Formeln.

## • Teil K: Technische Kommunikation

Neu sind z. B. Klemmenplan, Klemmleiste.

Aktualisiert wurden Referenzkennzeichnung, Schaltpläne der Elektrotechnik, Pneumatik und Hydraulik.

## • Teil WF: Chemie, Werkstoffe, Fertigung

Neu sind z. B. Elektroinstallationsrohre, Lasertechnik, Bezeichnungsschlüssel LWL, Kühlschmiermittel.

Erweitert wurden Schneidstoffe.

Aktualisiert wurden z. B. Leitungen in Datennetzen.

## • Teil BM: Bauelemente, Messen, Steuern, Regeln

Neu sind z. B. Transistorschaltungen, Smart Grid, Smart Home, Smart Meter, DMS-Schaltungen, Farbkennzeichnung von Leuchtmitteln, Leuchtstofflampenersatz, Regelkreisglieder mit Operationsverstärker, Visualisierungen im TIA-Portal, SPS-PID-Regler.

Aktualisiert wurden z. B. Sensoren, SPS-Programmierung, Regelungstechnik.

## • Teil A: Elektrische Anlagen und Antriebe, mechatronische Systeme

Neu sind z. B. Berechnungsformeln für drehende elektrische Maschinen, Prüfprotokoll bei elektrischen Anlagen, Elektromobilität.

Aktualisiert wurden z. B. Verlegearten, Schutzmaßnahmen, Fehlerschutz, RCDs, Prüfungen, Umrechnungsfaktoren bei Oberschwingungen.

## • Teil D: Informationstechnik, Digitalisierung

Neu sind z. B. Offene Kommunikationsplattformen für IoT / IIoT, Single-Pair-Ethernet.

Aktualisiert wurden z. B. Datennetze, Datenspeicher, Digitalisierung, Vernetzung.

## • Teil V: Verbindungstechnik

Aktualisiert wurden Verbindungen in der Mechanik, Steckverbinder, Schnittstellen.

## • Teil B: Betrieb und Umwelt

Aktualisiert wurden z. B. Gefährliche Stoffe, DIN VDE-Normen.

**Normänderungen** wurden übernommen, sodass diesem Buch die neuesten Ausgaben der DIN-Normen und VDE-Richtlinien (ab Redaktionsschluss) zu Grunde liegen.

Allgemein ist zu beachten, dass die Normen oft verschiedene Formen zulassen, z.B. in DIN EN 61082 (Dokumente der Elektrotechnik, Regeln) Stromverzweigungen mit oder ohne „Punkt“ oder mit Richtungsgabe des abgezweigten Leiters, ebenso die Angabe der Stromrichtung mit Pfeil neben der Leitung oder in der Leitung nach DIN EN 60375. Alle Formen kommen in der beruflichen Praxis vor und werden im Buch deshalb auch angewendet.

**Didaktische Ergänzungen** wurden durch stichwortartige Formulierung prüfbarer Lerninhalte fortgesetzt.

**Hinweis:** In **Formeln für Mechatroniker** sind die Formeln dieses Buchs abgedruckt, ergänzt um weitere Formeln. Die meisten Formeln sind dabei nach Größen umgestellt.

Verlag und Autoren danken für die zahlreichen Benutzerhinweise, die zu einer weiteren Verbesserung des Buchs führten, und nehmen auch künftig konstruktive Vorschläge dankbar entgegen. Diese können auch gerichtet sein an [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de).

# Inhaltsverzeichnis

Erste Hilfe bei Unfällen ..... U2

## Teil M: Mathematik, Technische Physik

9

Formelzeichen dieses Buches .....	10
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches .....	11
Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen .....	12
Bruchrechnen, Vorzeichen, Klammern .....	15
Klammerrechnung, Potenzieren .....	16
Radizieren, Gleichungen .....	17
Gleichungssysteme .....	18
Zahlensysteme, Dualzahlen .....	19
Dualzahlen, Sedenzialzahlen, Binärcodes .....	20
Logarithmen, Zehnerpotenzen, Vorsätze, Prozentrechnung .....	21
Verstärkung, Dämpfung, Pegel .....	22
Dreisatz, Mischungsrechnung .....	23
Rechtwinkliges Dreieck .....	24
Winkelfunktionen, Steigung .....	25
Längen .....	26
Flächen .....	27
Flächen, Volumen, Oberflächen .....	29
Volumen, Oberfläche, Masse .....	31
Kräfte .....	32
Drehmoment, Hebel, Fliehkraft .....	33
Rollen, Keile, Winden, Schrauben .....	34
Bewegungslehre .....	35
Geschwindigkeiten an Maschinen .....	36
Wärmetechnik .....	37
Mechanische Arbeit, mechanische Leistung, Energie .....	39
Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand .....	40
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit .....	41
Elektrisches Feld, Kondensator .....	42
Strom im Magnetfeld, Induktion .....	44
Schaltungen von Widerständen .....	45
Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler .....	46
Grundschaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten .....	47
Komplexe Rechnung für Grundschaltungen von $L$ und $C$ .....	48
Schalten von Kondensatoren und Spulen .....	49
Wechselgrößen, Oberschwingungen .....	50
Zeigerdiagramme von Wechselstromgrößen .....	51
Leistungen bei Sinuswechselstrom, Impuls .....	52
Reihenschaltung, Parallelschaltung von $R$ , $L$ , $C$ .....	53
Elektrischer Widerstand bei Temperaturänderung, Wärmewiderstand .....	56
Drehstrom, Blindleistungskompensation .....	57
Zahnradberechnungen .....	58
Übersetzungen .....	59
Reibung, Auftrieb .....	60
Belastungsfälle, Beanspruchungsarten .....	61
Abscherung, Knickung .....	63
Biegung, Torsion .....	64

Momente der Festigkeitslehre .....	65
Momente von Profilen .....	66
Druck in Flüssigkeiten und Gasen .....	67
Pneumatikzylinder .....	68
Berechnungen zur Hydraulik und Pneumatik .....	69
Berechnungen zur Hydraulik .....	70

## Teil K: Technische Kommunikation 71

Grafische Darstellung von Kennlinien .....	72
Arten von Diagrammen .....	73
Allgemeines technisches Zeichnen .....	74
Zeichnerische Anordnung von Körpern .....	75
Maßeintragung, Schraffur .....	76
Maßpfeile, besondere Darstellungen .....	77
Maßeintragung .....	78
Toleranzen in Zeichnungen .....	79
Geometrische Produktspezifikation .....	80
Gewinde, Schraubenverbindungen, Zentrierbohrungen .....	84
Getriebedarstellung .....	85
Darstellung von Wälzlagern, Dichtungen .....	86
Symbole für Schweißen und Löten .....	88
Weitere mechanische Verbindungen, Federn .....	89
Funktionsbezogene Schaltpläne .....	90
Weitere funktionsbezogene Dokumente .....	91
Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente .....	92
Kennzeichnungen in Schaltplänen .....	93
Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen .....	96
Stromkreise und Schaltzeichen .....	98
Allgemeine Schaltzeichen .....	99
Transformatoren, Spulen, drehende elektrische Maschinen .....	100
Vergleich von Schaltzeichen .....	101
Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen .....	103
Messgeräte und Messinstrumente, Messkategorien .....	104
Halbleiterbauelemente .....	105
Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und Tarifschaltgeräte .....	106
Binäre Elemente .....	107
Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne .....	109
Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne .....	110
Bildzeichen an elektrischen Betriebsmitteln .....	111
Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser .....	112
Drehstrommotoren und Anlasser .....	113
Motoren mit Stromrichterspeisung .....	114
Ablaufsteuerungen, GRAFCET .....	115
Grundformen von Ablaufsteuerungen .....	116
Elemente für Ablaufsteuerungen GRAFCET .....	117
Ablauf-Funktionspläne .....	119
Symbole zur Dokumentation in der Computertechnik .....	120
Schaltzeichen der Pneumatik und Hydraulik .....	121
Pneumatik Grundschaltungen .....	123
Kennzeichnung von steuerungstechnischen Systemen .....	124
Schaltpläne der Pneumatik und Hydraulik .....	125
Fließbilder .....	126

Beispiele von Fließbildern .....	127	Kühlschmierstoffe für die spanende Bearbeitung von Metallen .....	212
Symbole der Verfahrenstechnik .....	128		
Erstellen einer Dokumentation über Geräte und Anlagen .....	129		
Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung .....	130		

## Teil WF: Chemie, Werkstoffe, Leitungen, Fertigung 131

Chemie .....	132	Widerstände und Kondensatoren .....	214
Stoffwerte .....	134	Batterien, Batteriezellen .....	217
Übersicht von Werkstoffen .....	136	Von physikalischen Größen abhängige Halbleiter-Bauelemente .....	218
Bezeichnungssysteme für Stähle .....	137	Dioden .....	219
Stahl .....	141	Feldeffekttransistoren FET, IGBTs .....	220
Stahlprofile .....	144	Bipolare Transistoren und HEMT .....	221
Bezeichnungssysteme für Gusseisenwerkstoffe .....	145	Transistoren als Schalter .....	222
Gusseisen .....	146	Thyristoren und Triggerdiode .....	223
Nichteisenmetalle .....	147	Fotoelektronische Bauelemente .....	224
Aluminiumprofile .....	150	Bauelemente für Überspannungsschutz .....	225
Kunststoffe .....	151	Grundlagen des Operationsverstärkers .....	226
Kabel und Leitungen .....	156	Elektrische Messgeräte .....	228
Isolierte Starkstromleitungen .....	157	Messen mit Multimeter .....	230
Starkstromleitungen .....	158	Schaltungen zur Bestimmung von $U$ , $I$ und $R$ .....	231
Leitungen zum Anschluss ortswandlerlicher Betriebsmittel .....	159	Messwandler .....	232
Leitungen und Kabel für Melde- und Signalanlagen .....	160	Oszilloskop .....	233
Elektroinstallationsrohre .....	161	Messwerterfassung mit dem PC .....	235
Leitungen in Datennetzen .....	162	Leistungsmessgeräte .....	237
Kupferlitzenleiter der Informationstechnik .....	163	Energieüberwachung in Smart-Grid-Anlagen .....	239
Trennklassen der Kommunikationsverkabelung .....	164	Smart Grid, Smart Meter, Smart Home .....	240
Strahlenoptik .....	165	Sensoren .....	241
Lasertechnik .....	166	Kraftmessung und Druckmessung .....	242
Lichtwellenleitungen .....	167	Schaltungen mit Dehnungsmessstreifen DMS .....	243
Kennzeichnungen von Lichtwellenleitern LWL .....	168	Bewegungsmessung, Wegmessung, Winkelmessung .....	244
Korrosion und Korrosionsschutz .....	169	Temperaturmessung .....	246
Lote und Flussmittel .....	170	Durchfluss-, Ultraschall-, Radar-, Lidarsensoren .....	247
Druckflüssigkeiten (Hydraulikflüssigkeiten) .....	171	Näherungsschalter (Sensoren) .....	248
Werkstoffprüfung .....	172	Smarte Sensorik und Aktorik, optoelektronische Sensoren .....	251
Fertigungsverfahren .....	175	Arten von Aktoren .....	252
Rapid Prototyping RP (3D-Druck) .....	179	Elektromagnetische Schütze .....	254
Wärmebehandlung von Stahl .....	180	Gebrauchskategorien und Antriebe von Schützen .....	255
Montage und Demontage .....	182	Vakumschütze, Halbleiterschütze .....	256
Schneidstoffe .....	184	Hilfstromkreise .....	258
Drehzahlnomogramm .....	186	Überstromschutz für Steuerstromkreise .....	259
Kräfte und Leistungen beim Zerspanen .....	187	Motorschutzschalter .....	260
Bohren .....	189	Polumschaltbare Drehstrommotoren .....	262
Reiben und Gewindebohren .....	190	Ausschaltung, Serienschaltung, Wechselschaltung, Kreuzschaltung .....	263
Drehen .....	191	Ausführung von Installationsschaltungen .....	264
Drehwerkzeuge .....	194	Stromstoßschaltungen .....	265
Fräsen .....	195	Farbkennzeichnung von Leuchtmitteln .....	266
Schleifen .....	198	Leuchtstofflampenersatz .....	267
Spanende Formung der Kunststoffe .....	200	Steuerung mittels Funk .....	269
Lehren .....	201	Elektroinstallation mit Funksteuerung von Lampen .....	270
Biegeumformen .....	202	Steuerungs- und Regelungstechnik .....	272
Schweißen .....	203	Analoge Regler .....	274
Druckgasflaschen, Gasverbrauch .....	205	Analoge stetige Regelglieder .....	275
Schutzgasschweißen .....	206	Reglereinstellungen, Regelstrecken .....	276
Lichtbogenschweißen .....	208	Bode-Diagramm .....	278
Schmierstoffe .....	210	Digitale Regelung .....	279

## Teil BM: Bauelemente, Messen, Steuern, Regeln 213

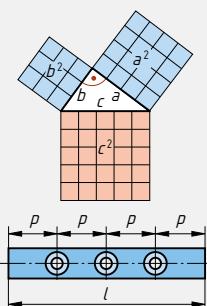
Lageregelung bei Arbeitsmaschinen . . . . .	282	Verteilungssysteme und Fehlerschutz mit Schutzleiter . . . . .	377	
Logikmodul LOGO! . . . . .	283	Basischutz und Fehlerschutz . . . . .	378	
Binäre Verknüpfungen der Steuerungs- und Regelungstechnik . . . . .	287	Differenzstromschutzschalter RCD . . . . .	379	
Speicherprogrammierbare Steuerung SPS . . . . .	288	Differenzstromüberwachungsgerät RCM . . . . .	380	
TIA-Portal . . . . .	289	Prüfung der Schutzmaßnahmen . . . . .	384	
Visualisierung mit TIA-Portal HMI . . . . .	290	Wiederkehrende Prüfungen . . . . .	386	
SPS-Programmierung (nach DIN EN 61131-3) . . . . .	294	Spezielle Niederspannungs-Anlagen . . . . .	388	
Technologieobjekt PID-Regler . . . . .	298	Elektroinstallation in Unterrichtsräumen mit Experimentiereinrichtungen . . . . .	389	
Programmiersprachen, StrukturierterText (ST), Ablaufsprache AS . . . . .	301	Stromversorgung elektronischer Geräte . . . . .	390	
Regelung mittels SPS . . . . .	305	Sicherheits-Stromversorgungsanlagen . . . . .	392	
<b>Teil A: Elektrische Anlagen und Antriebe, mechatronische Systeme</b>		<b>309</b>	Akkumulatorenräume . . . . .	394
Netze der Energietechnik . . . . .	310	Laden von Elektrofahrzeugen . . . . .	396	
Arbeiten in elektrischen Anlagen . . . . .	312	Elektromagnetische Verträglichkeit EMV . . . . .	397	
Messungen in elektrischen Anlagen . . . . .	313	Schaltschrankaufbau . . . . .	399	
Elektronische Steuerungen von Verbrauchsmitteln . . . . .	316	Klimatisierung von Schaltschränken . . . . .	402	
Alphanumerische Kennzeichnung der Anschlüsse . . . . .	317	Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte . . . . .	403	
Stromrichter, Gleichrichter . . . . .	318	Elektrische Ausrüstung von Maschinen . . . . .	404	
Transformatoren der Energietechnik . . . . .	323	Prüfung der elektrischen Ausrüstung von Maschinen . . . . .	406	
Berechnungsformeln für Transformatoren . . . . .	325	Sicherheits-NOT-AUS-Relais . . . . .	407	
Regelung der Netzspannung und Netzfrequenz . . . . .	326	Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen . . . . .	408	
Betriebsarten S1 bis S10 . . . . .	327	Mechatronische Systeme . . . . .	413	
Isolierstoffklassen, Bernmessungsleistungen . . . . .	328	Funktionsdiagramme, Ablaufsteuerung . . . . .	415	
Betriebsdaten von Käfigläufermotoren . . . . .	329	Inbetriebnahme, Instandhaltung mechatronischer Systeme . . . . .	432	
Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen . . . . .	330			
Einphasen-Wechselstrommotoren . . . . .	332			
Drehstrommotoren, Gleichstrommotoren . . . . .	333			
Servomotoren . . . . .	336			
Schrittmotoren . . . . .	338			
Kleininstanztriebe . . . . .	339			
Getriebe . . . . .	341			
Linearantriebe . . . . .	342			
Effizienz von elektrischen Antrieben . . . . .	346			
Wahl des Antriebsmotors . . . . .	347			
Prüfung elektrischer Maschinen . . . . .	348			
Fehlerarten bei Motoren, Motorschutz . . . . .	349			
Anlassen von Kurzschlussläufermotoren . . . . .	351			
Sanftanlasser . . . . .	352			
Berechnungsformeln für drehende elektrische Motoren . . . . .	353			
Leitungsberechnung . . . . .	354			
Verlegearten von Leitungen für feste Verlegung . . . . .	357			
Strombelastbarkeiten . . . . .	358			
Oberschwingungen OS . . . . .	363			
Überlastschutz, Kurzschlusschutz, Leitungslängen . . . . .	365			
Mindest-Leiterquerschnitte, Leitungsschutzschalter . . . . .	366			
Niederspannungs-Schmelzsicherungen . . . . .	367			
Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte . . . . .	368			
Schutz gegen thermische Auswirkungen . . . . .	370			
Schutzarten IP elektrischer Betriebsmittel, ENEC-Zeichen . . . . .	372			
Stromgefährdung, Berührungsarten, Fehlerarten . . . . .	374			
Schutzmaßnahmen, Schutzklassen . . . . .	376			
<b>Teil D: Digitalisierung, Informationstechnik</b>		<b>441</b>		
Datenschutzgrundverordnung DSGVO . . . . .	442			
Digitalisierung und Industrie 4.0 . . . . .	443			
Künstliche Intelligenz . . . . .	444			
Internet . . . . .	445			
Prozessleittechnik . . . . .	447			
PLM, ERP, MES . . . . .	448			
Offene Kommunikationsplattformen für IoT/IoT . . . . .	449			
Begriffe der Computertechnik . . . . .	450			
Binäre Verknüpfungen . . . . .	452			
KV-Diagramme . . . . .	453			
Code-Umsetzer . . . . .	454			
ASCII-Code und Unicode . . . . .	455			
Bistabile Kippschaltungen (Flipflops) . . . . .	456			
Digitale Zähler und Schieberegister . . . . .	457			
DA-Umsetzer und AD-Umsetzer . . . . .	458			
Komparatoren, S & H-Schaltungen . . . . .	459			
Halbleiterspeicher . . . . .	460			
Mobile Datenspeicher . . . . .	461			
PC-Hauptplatine und PC-Anschlüsse . . . . .	463			
Betriebssysteme . . . . .	464			
Windows-Tasten-Kürzel . . . . .	465			
Arbeiten mit Excel . . . . .	466			
Gefahren der Computersabotage . . . . .	467			
Maßnahmen gegen Computerviren . . . . .	468			
Industriespionage . . . . .	469			
Datensicherung, Kopierschutz . . . . .	470			
Netzformen der Informationstechnik . . . . .	471			

Komponenten für Datennetze .....	472	Passungen, System Einheitsbohrung .....	542
Ethernet-Netzwerke .....	473	Passungen, System Einheitswelle .....	544
AS-i-Bussystem .....	476	Passungsempfehlungen, Passungsauswahl .....	546
PROFIBUS, PROFINET .....	478	Allgemeintoleranzen .....	547
Sicherheits-Bussysteme .....	480	Steckverbinder .....	548
IO-Link, CAN-Bus .....	481	TAE-Anschluss .....	550
Vernetzung von Sensoren, Aktoren .....	483	Schnittstellen V.24, 20mA, RS 422, RS 485 .....	551
Identifikationssysteme .....	484	Schnittstelle USB .....	552
Anwendung von Bluetooth in Betrieben .....	485	Steckvorrichtungen der Energietechnik .....	553
Störungen bei Funkübertragungen in Werkstätten .....	486		
Linien und Bereiche beim KNX-TP .....	488		
Local Control Network LCN .....	490		
Segmentierung von (W)LAN .....	491	<b>Teil B: Betrieb und Umwelt</b>	<b>555</b>
Fernwartung mit Windows .....	492	Klimaschutz .....	556
Elektronik-Werkzeuge .....	493	Betriebs sicherheitsverordnung BetrSichV .....	557
Struktur der Numerischen Steuerung .....	494	Arbeitsschutzgesetz ArbSchG .....	558
Koordinaten bei CNC-Maschinen .....	495	Zeichen und Farben zur Unfallverhütung .....	559
Programmaufbau bei CNC-Maschinen .....	496	Produktionsorganisation .....	561
Arbeitsbewegungen bei Senkrecht-Fräsmaschinen .....	500	Arbeitsvorbereitung .....	562
Werkzeugkorrekturen .....	502	Kennzahlen in der Produktion .....	564
Handhabungstechnik .....	503	Ergonomie .....	565
Industrieroboter .....	504	Qualitätsmanagement (QM) nach DIN EN ISO 9000 ff. ....	566
Arbeitsräume, Koordinatensysteme bei Industrierobotern .....	505	Qualitätsmanagement – Begriffe .....	567
Schutzmaßnahmen zur Arbeitssicherheit .....	506	Methoden des Qualitätsmanagements .....	568
Grenztaster .....	508	Statistische Auswertungen .....	569
<b>Teil V: Verbindungstechnik</b>	<b>509</b>	Statistische Prozesssteuerung SPC .....	570
Verbindungen in der Mechanik .....	510	Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit .....	572
Kleben .....	511	Entsorgung .....	573
Gewindearten, Übersicht .....	512	Gefahrstoffe, Gefahrensymbole, Gefahrenkennzeichnungen .....	574
Ausländische Gewinde .....	513	Gefahrenhinweise/-H-Sätze, Sicherheitshinweise/ P-Sätze .....	575
Metrische Gewinde .....	514	Umweltmanagement und Abfallwirtschaft .....	579
Whitworth-Gewinde, Rohrgewinde .....	515	Schall und Lärm .....	580
Schrauben .....	516	EU-Maschinenrichtline, -verordnung .....	581
Schraubenübersicht .....	517	CE-Kennzeichnung .....	582
Sechskantschrauben .....	518	Durchführung von Projekten .....	583
Passschrauben, Senkschrauben .....	519	Lastenheft, Pflichtenheft .....	584
Schrauben, Blechschrauben .....	520	Präsentation eines Projekts .....	585
Gewindestifte .....	521	Präsentation durch Vortrag .....	586
Senkungen .....	522	Durchführung von Kundenschulungen .....	587
Muttern .....	524	Kosten und Kennzahlen .....	588
Scheiben .....	526	Kalkulation der Kosten .....	589
Sicherheit von Schraubensicherungen .....	528	Betriebswirtschaftliche Kalkulation .....	590
Stifte .....	529	Betriebsabrechnungsbogen BAB .....	591
Passfedern, Scheibenfedern .....	531	Begriffe im Arbeitsrecht .....	592
Federn .....	532	Bestandteile eines Tarifvertrags .....	593
Übersicht von Wälzlagern .....	533	Rechtsgeschäfte, Rechtsformen .....	594
Einbau und Ausbau von Wälzlagern .....	535	Normen .....	595
Kugellager, Nadellager .....	536	Wichtige Normen .....	596
Gleitlager, Nutmuttern .....	537	VDE Normen .....	599
Sicherungsringe, Sicherungsscheiben, Sicherungsbleche .....	538	Kurzformen von Fachbegriffen .....	602
Dichtelemente .....	539	Fachliches Englisch .....	606
ISO-System für Grenzmaße und Passungen .....	540	Literaturhinweise .....	612
		Sachwortverzeichnis .....	613
		Bildquellenverzeichnis .....	632

# Teil M: Mathematik, Technische Physik

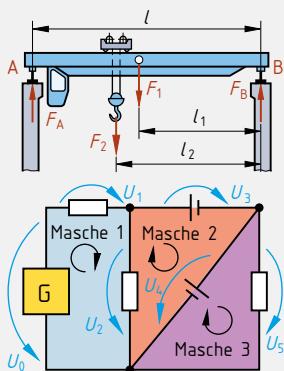
## Part M: Mathematics, Technical Physics

### Mathematik



Formelzeichen dieses Buches .....	10
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches.....	11
Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen.....	12
Bruchrechnen, Vorzeichen, Klammern .....	15
Klammerrechnung, Potenzieren .....	16
Radizieren, Gleichungen .....	17
Gleichungssysteme .....	18
Zahlensysteme, Dualzahlen.....	19
Dualzahlen, Sädezialzahlen, Binärcodes .....	20
Logarithmen, Zehnerpotenzen, Vorsätze, Prozentrechnung .....	21
Verstärkung, Dämpfung, Pegel .....	22
Dreisatz, Mischungsrechnung .....	23
Rechtwinkliges Dreieck .....	24
Winkelfunktionen, Steigung .....	25

### Technische Physik



Längen .....	26
Flächen .....	27
Flächen, Volumen, Oberflächen.....	29
Volumen, Oberfläche, Masse.....	31
Kräfte .....	32
Drehmoment, Hebel, Fliehkraft.....	33
Rollen, Keile, Winden, Schrauben.....	34
Bewegungslehre .....	35
Geschwindigkeiten an Maschinen .....	36
Wärmetechnik .....	37
Mechanische Arbeit, mechanische Leistung, Energie .....	39
Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand .....	40
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit .....	41
Elektrisches Feld, Kondensator .....	42
Strom im Magnetfeld, Induktion .....	44
Schaltungen von Widerständen .....	45
Bezugspeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler .....	46
Grundschaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten .....	47
Komplexe Rechnung für Grundschaltungen von L und C .....	48
Schalten von Kondensatoren und Spulen .....	49
Wechselgrößen, Oberschwingungen .....	50
Zeigerdiagramme von Wechselstromgrößen .....	51
Leistungen bei Sinuswechselstrom, Impuls .....	52
Reihenschaltung, Parallelschaltung von R, L, C .....	53
Einfache Filter .....	55
Elektrischer Widerstand bei Temperaturänderung, Wärmewiderstand .....	56
Drehstrom, Blindleistungskompensation .....	57
Zahnradberechnungen .....	58
Übersetzungen .....	59
Reibung, Auftrieb .....	60
Belastungsfälle, Beanspruchungsarten .....	61
Absicherung, Knickung .....	63
Biegung, Torsion .....	64
Momente der Festigkeitslehre .....	65
Momente von Profilen .....	66
Druck in Flüssigkeiten und Gasen .....	67
Pneumatikzylinder .....	68
Berechnungen zur Hydraulik und Pneumatik .....	69
Berechnungen zur Hydraulik .....	70

### Weitere Seiten mit Formeln:

Akkumulator .....	394
Arbeitsvorbereitung .....	562ff.
Binäre Verknüpfungen .....	287, 452
Drehzahlnomogramm .....	186
Elektrische Motoren .....	353
Fehlerschutz .....	381ff.
Fräsen, Schleifen .....	196ff.
Gasverbrauch .....	205
Getriebe .....	341
Kalkulationen .....	588ff.
Leistungsberechnung .....	354ff.
Messen, Messwandler .....	231ff.
Oberschwingungen .....	363ff.
Operationsverstärker .....	226ff.
Oszilloskop .....	234
Regelungstechnik .....	275ff.
Schrittmotoren .....	338
Softlasser .....	352
Statistische Auswertungen .....	569ff.
Strahlenoptik .....	165
Transformatoren .....	325ff.
Transistor .....	222ff.
Überlastschutz, Kurzschlusschutz .....	365
Zerspanen .....	187ff.
Zuverlässigkeit .....	572