



# Erste Hilfe



## Auffinden einer Person

### Grundsätze

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

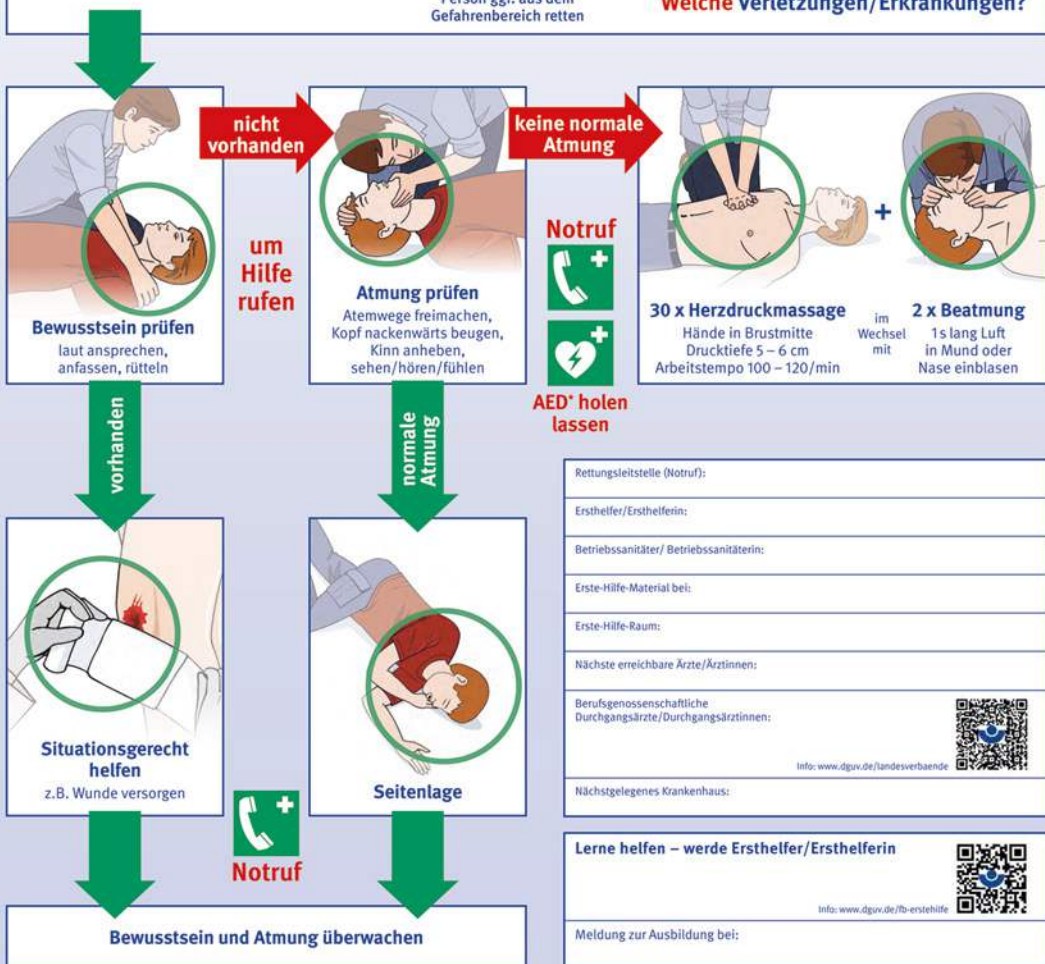


Person ggf. aus dem Gefahrenbereich retten

### Notruf



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



Rettungsleitstelle (Notruf):

Ersthelfer/Ersthelferin:

Betriebssanitäter/ Betriebssanitäterin:

Erste-Hilfe-Material bei:

Erste-Hilfe-Raum:

Nächste erreichbare Ärzte/Krztinnen:

Berufsgenossenschaftliche  
Durchgangsarzte/Durchgangsarztinnen:

Info: [www.dguv.de/landesverbände](http://www.dguv.de/landesverbände)

Nächstgelegenes Krankenhaus:



Lerne helfen – werde Ersthelfer/Ersthelferin

Info: [www.dguv.de/fb-ersthilfe](http://www.dguv.de/fb-ersthilfe)

Meldung zur Ausbildung bei:



\* 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  
Düsseldorf 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.	Tett nang
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, Tett nang

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 Informationstechnik 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.



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 Richtungsangabe des abzweigenden 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).

Herbst/Winter 2024

Der Autoren-Arbeitskreis

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, Sedezimalzahlen, Binär-codes ..... 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 ..... 35

Bewegungslehre ..... 36

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

Grundsaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten ..... 47

Komplexe Rechnung für Grundsaltungen 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 Wälzlager, 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

Kontakt-kennzeichnung 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 Tarifsaltgeräte ..... 106

Binäre Elemente ..... 107

Schaltzeichen für Installationschaltpläne 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 Grundsaltungen ..... 123

Kennzeichnung von steuerungstechnischen Systemen ..... 124

Schaltpläne der Pneumatik und Hydraulik ..... 125

Fließbilder ..... 126

Beispiele von Fließbildern .....	127
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
Stoffwerte .....	134
Übersicht von Werkstoffen .....	136
Bezeichnungssysteme für Stähle .....	137
Stahl .....	141
Stahlprofile .....	144
Bezeichnungssysteme für Gusseisenwerkstoffe ..	145
Gusseisen .....	146
Nichteisenmetalle .....	147
Aluminiumprofile .....	150
Kunststoffe .....	151
Kabel und Leitungen .....	156
Isolierte Starkstromleitungen .....	157
Starkstromleitungen .....	158
Leitungen zum Anschluss ortsveränderlicher Betriebsmittel .....	159
Leitungen und Kabel für Melde- und Signalanlagen ..	160
Elektroinstallationsrohre .....	161
Leitungen in Datennetzen .....	162
Kupferlitzenleiter der Informationstechnik .....	163
Trennklassen der Kommunikationsverkabelung ..	164
Strahlenoptik .....	165
Lasertechnik .....	166
Lichtwellenleitungen .....	167
Kennzeichnungen von Lichtwellenleitern LWL .....	168
Korrosion und Korrosionsschutz .....	169
Lote und Flussmittel .....	170
Druckflüssigkeiten (Hydraulikflüssigkeiten) .....	171
Werkstoffprüfung .....	172
Fertigungsverfahren .....	175
Rapid Prototyping RP (3D-Druck) .....	179
Wärmebehandlung von Stahl .....	180
Montage und Demontage .....	182
Schneidstoffe .....	184
Drehzahlnomogramm .....	186
Kräfte und Leistungen beim Zerspanen .....	187
Bohren .....	189
Reiben und Gewindebohren .....	190
Drehen .....	191
Drehwerkzeuge .....	194
Fräsen .....	195
Schleifen .....	198
Spanende Formung der Kunststoffe .....	200
Lehren .....	201
Biegeumformen .....	202
Schweißen .....	203
Druckgasflaschen, Gasverbrauch .....	205
Schutzgasschweißen .....	206
Lichtbogenschweißen .....	208
Schmierstoffe .....	210

Kühlschmierstoffe für die spanende Bearbeitung von Metallen .....	212
---	-----

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

Widerstände und Kondensatoren .....	214
Batterien, Batteriezellen .....	217
Von physikalischen Größen abhängige Halbleiter-Bauelemente .....	218
Dioden .....	219
Feldeffekttransistoren FET, IGBTs .....	220
Bipolare Transistoren und HEMT .....	221
Transistoren als Schalter .....	222
Thyristoren und Triggerdiode .....	223
Fotoelektronische Bauelemente .....	224
Bauelemente für Überspannungsschutz .....	225
Grundlagen des Operationsverstärkers .....	226
Elektrische Messgeräte .....	228
Messen mit Multimeter .....	230
Schaltungen zur Bestimmung von $U$ , $I$ und $R$ .....	231
Messwandler .....	232
Oszilloskop .....	233
Messwerterfassung mit dem PC .....	235
Leistungsmessgeräte .....	237
Energieüberwachung in Smart-Grid-Anlagen .....	239
Smart Grid, Smart Meter, Smart Home .....	240
Sensoren .....	241
Kraftmessung und Druckmessung .....	242
Schaltungen mit Dehnungsmessstreifen DMS .....	243
Bewegungsmessung, Wegmessung, Winkelmessung .....	244
Temperaturmessung .....	246
Durchfluss-, Ultraschall-, Radar-, Lidarsensoren ..	247
Näherungsschalter (Sensoren) .....	248
Smarte Sensorik und Aktorik, optoelektronische Sensoren .....	251
Arten von Aktoren .....	252
Elektromagnetische Schütze .....	254
Gebrauchskategorien und Antriebe von Schützen ..	255
Vakuumschütze, Halbleiterschütze .....	256
Hilfsstromkreise .....	258
Überstromschutz für Steuerstromkreise .....	259
Motorschutzschalter .....	260
Polumschaltbare Drehstrommotoren .....	262
Ausschaltung, Serienschaltung, Wechselschaltung, Kreuzschaltung .....	263
Ausführung von Installationsschaltungen .....	264
Stromstoßschaltungen .....	265
Farbkennzeichnung von Leuchtmitteln .....	266
Leuchtstofflampenersatz .....	267
Steuerung mittels Funk .....	269
Elektroinstallation mit Funksteuerung von Lampen ..	270
Steuerungs- und Regelungstechnik .....	272
Analoge Regler .....	274
Analoge stetige Regelglieder .....	275
Reglereinstellungen, Regelstrecken .....	276
Bode-Diagramm .....	278
Digitale Regelung .....	279

Lageregelung bei Arbeitsmaschinen .....	282
Logikmodul LOGO! .....	283
Binäre Verknüpfungen der Steuerungs- und Regelungstechnik .....	287
Speicherprogrammierbare Steuerung SPS .....	288
TIA-Portal .....	289
Visualisierung mit TIA-Portal HMI .....	290
SPS-Programmierung (nach DIN EN 61131-3) .....	294
Technologieobjekt PID-Regler .....	298
Programmiersprachen, StrukturierterText (ST), Ablaufsprache AS .....	301
Regelung mittels SPS .....	305

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

309

Netze der Energietechnik .....	310
Arbeiten in elektrischen Anlagen .....	312
Messungen in elektrischen Anlagen .....	313
Elektronische Steuerungen von Verbrauchsmitteln ..	316
Alphanumerische Kennzeichnung der Anschlüsse ..	317
Stromrichter, Gleichrichter .....	318
Transformatoren der Energietechnik .....	323
Berechnungsformeln für Transformatoren .....	325
Regelung der Netzspannung und Netzfrequenz ...	326
Betriebsarten S1 bis S10 .....	327
Isolierstoffklassen, Bemessungsleistungen .....	328
Betriebsdaten von Käfigläufermotoren .....	329
Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen	330
Einphasen-Wechselstrommotoren .....	332
Drehstrommotoren, Gleichstrommotoren .....	333
Servomotoren .....	336
Schrittmotoren .....	338
Kleinstantriebe .....	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

Verteilungssysteme und Fehlerschutz mit Schutzleiter .....	377
Basisschutz und Fehlerschutz .....	378
Differenzstromschutzschalter RCD .....	379
Differenzstromüberwachungsgerät RCM .....	380
Prüfung der Schutzmaßnahmen .....	384
Wiederkehrende Prüfungen .....	386
Spezielle Niederspannungs-Anlagen .....	388
Elektroinstallation in Unterrichtsräumen mit Experimentiereinrichtungen .....	389
Stromversorgung elektronischer Geräte .....	390
Sicherheits-Stromversorgungsanlagen .....	392
Akkumulatorenräume .....	394
Laden von Elektrofahrzeugen .....	396
Elektromagnetische Verträglichkeit EMV .....	397
Schaltschrankaufbau .....	399
Klimatisierung von Schaltschränken .....	402
Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte .....	403
Elektrische Ausrüstung von Maschinen .....	404
Prüfung der elektrischen Ausrüstung von Maschinen .....	406
Sicherheits-NOT-AUS-Relais .....	407
Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen .....	408
Mechatronische Systeme .....	413
Funktionsdiagramme, Ablaufsteuerung .....	415
Inbetriebnahme, Instandhaltung mechatronischer Systeme .....	432

## Teil D: Digitalisierung, Informationstechnik

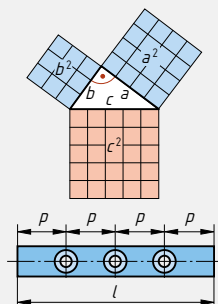
441

Datenschutzgrundverordnung DSGVO .....	442
Digitalisierung und Industrie 4.0 .....	443
Künstliche Intelligenz .....	444
Internet .....	445
Prozessleittechnik .....	447
PLM, ERP, MES .....	448
Offene Kommunikationsplattformen für IoT/IIoT ...	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



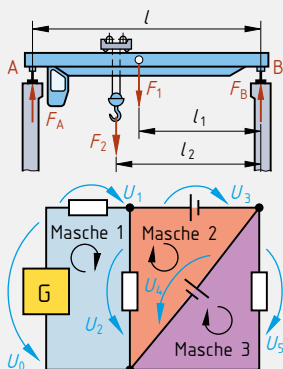
Komponenten für Datennetze .....	472	Passungen, System Einheitsbohrung .....	542
Ethernet-Netzwerke .....	473	Passungen, System Einheitswelle .....	544
AS-i-Bussystem .....	476	Passungsempfehlungen, Passungsauswahl .....	546
PROFIBUS, PROFINET .....	478	Allgemeintoleranzen .....	547
Sicherheits-Bussysteme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

# 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, Sedezimalzahlen, 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
Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler .....	46
Grundsicherungen von Induktivitäten und Kapazitäten .....	47
Komplexe Rechnung für Grundsicherungen 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
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

## Weitere Seiten mit Formeln:

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