



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

J. Dillinger
R. Kilgus

W. Escherich
B. Schellmann

R. Gomeringer
C. Scholer

Rechenbuch Metall

Lehr- und Übungsbuch

31. neu bearbeitete Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nournev. Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfer Straße 23

ULB Darmstadt



18737361

Europa-Nr.: 10307

Inhaltsverzeichnis

Lernfeldkompass für Industrie- und Werkzeugmechaniker 6
Lernfeldkompass für Zerspanungs- und Feinwerkmechaniker 7

Mathematische und physikalische Begriffe

1 Grundlagen der technischen Mathematik

1.1 Zahlensysteme

- 1.1.1 Dezimales Zahlensystem
- 1.1.2 Duales Zahlensystem
- 1.1.3 Hexadezimaler Zahlensystem

1.2 Grundrechnungsarten

- 1.2.1 Variable
- 1.2.2 Klammerausdrücke (Klammerterm)
- 1.2.3 Strich- und Punktrechnungen
- 1.2.4 Bruchrechnen
- 1.2.5 Potenzieren
- 1.2.6 Radizieren

1.3 Technische Berechnungen

- 1.3.1 Formeln (Größengleichungen)
- 1.3.2 Zahlenwertgleichungen
- 1.3.3 Größen und Einheiten
- 1.3.4 Darstellung großer und kleiner Zahlenwerte
- 1.3.5 Rechnen mit physikalischen Größen
- 1.3.6 Umrechnen von Einheiten
- 1.3.7 Umstellen von Formeln
- 1.3.8 Technische Berechnungen mit dem Taschenrechner

1.4 Berechnungen im Dreieck

- 1.4.1 Lehrsatz des Pythagoras
- 1.4.2 Winkelfunktionen
 - Winkelfunktionen im rechtwinkligen Dreieck
 - Winkelfunktionen im schiefwinkligen Dreieck

1.5 Allgemeine Berechnungen

- 1.5.1 Schlussrechnung (Dreisatzrechnung)
- 1.5.2 Prozentrechnung
- 1.5.3 Zeitberechnungen
- 1.5.4 Winkelberechnungen

1.6 Längen, Flächen, Volumen

- 1.6.1 Längen
 - Teilung gerader Längen
 - Kreisumfänge und Kreisteilungen
 - Gestreckte und zusammengesetzte Längen
- 1.6.2 Flächen
 - Geradlinig begrenzte Flächen
 - Kreisförmig begrenzte Flächen
 - Zusammengesetzte Flächen
 - Verschnitt
- 1.6.3 Volumen
- 1.6.4 Masse
- 1.6.5 Gewichtskraft
- 1.6.6 Gleichdicke Körper, Masseberechnung mithilfe von Tabellenwerten

1.7 Diagramme und Funktionen

- 1.7.1 Kreisdiagramm
- 1.7.2 Balkendiagramm
- 1.7.3 Histogramm und Paretodiagramm
- 1.7.4 Grafische Darstellungen von Funktionen und Messreihen

2 Mechanik

2.1 Bewegungen

- 2.1.1 Konstante Bewegungen
 - Konstante geradlinige Bewegungen
 - Durchschnittsgeschwindigkeit
 - Vorschubgeschwindigkeit
- 2.1.2 Beschleunigte und verzögerte Bewegungen

2.2 Zahnradmaße

- 2.2.1 Stirnräder mit Geradverzahnung
- 2.2.2 Stirnräder mit Schrägverzahnung
- 2.2.3 Achsabstand bei Zahnradern

2.3 Übersetzungen bei Antrieben

- 2.3.1 Einfache Übersetzungen
 - Zahnradtrieb mit Zwischenrad
 - Zahnstangentrieb
- 2.3.2 Mehrfache Übersetzungen

2.4 Kräfte

- 2.4.1 Darstellen von Kräften
- 2.4.2 Grafische Ermittlung von Kräften
 - Zusammensetzen von Kräften
 - Zerlegen von Kräften
- 2.4.3 Rechnerische Ermittlung von Kräften

2.5 Hebel

- 2.5.1 Drehmoment, Hebelgesetz
- 2.5.2 Lagerkräfte
 - Bauteile mit zwei Lagerstellen
 - Bauteile mit einer Lagerstelle
- 2.5.3 Umfangskraft und Drehmoment

2.6 Reibung

- 2.6.1 Haft- und Gleitreibung
- 2.6.2 Rollreibung

2.7 Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad

- 2.7.1 Mechanische Arbeit
 - Hubarbeit
 - Reibungsarbeit
 - Feder-Spannarbeit
- 2.7.2 Mechanische Energie
 - Potentielle Energie
 - Kinetische Energie
- 2.7.3 Mechanische Leistung
 - Mechanische Leistung, allgemein
 - Leistung bei Drehbewegung
- 2.7.4 Wirkungsgrad

2.8 Einfache Maschinen

- 2.8.1 Schiefe Ebene
- 2.8.2 Keil
- 2.8.3 Schraube

3 Prüftechnik und Qualitätsmanagement

3.1 Maßtoleranzen und Passungen

- 3.1.1 Maßtoleranzen
- 3.1.2 Passungen
- 3.1.3 ISO-Passungen

3.2 Qualitätsmanagement

- 3.2.1 Prozesskennwerte aus Stichprobenprüfung
 - Median-, Modal-, arithmetischer Mittelwert
 - Spannweite
 - Standardabweichung
 - Urliste, Strichliste, Häufigkeitsverteilung, Histogramm
 - Summenhäufigkeit
 - Wahrscheinlichkeitsnetz
- 3.2.2 Statistische Berechnungen mit dem Taschenrechner
- 3.2.3 Maschinen- und Prozessfähigkeit
 - Maschinenfähigkeit
 - Prozessfähigkeit
- 3.2.4 Statistische Prozesslenkung mit Qualitätsregelkarten
 - Urliste und Urwertkarte
 - Histogramm der Häufigkeitsverteilung
 - Qualitätsregelkarte
 - Mittelwert-Standardabweichungskarte
 - Median-Spannweitenkarte
 - Prozessbewertung

4 Fertigungstechnik und Fertigungsplanung

4.1 Spanende Fertigung

- 4.1.1 Drehen
 - Schnittdaten, Anzahl der Schnitte
 - Drehzahl
 - Schnittkraft
 - Schnittleistung und Antriebsleistung
 - Rautiefe
 - Hauptnutzungszeit mit konstanter Drehzahl
- 4.1.2 Bohren
 - Schnittdaten und Drehzahl
 - Schnittkraft
 - Schnittleistung
 - Hauptnutzungszeit (Bohren, Senken, Reiben)
- 4.1.3 Fräsen
 - Schnittdaten

- Schnittkraft
- Schnittleistung und Antriebsleistung
- Hauptnutzungszeit

4.1.4 Indirektes Teilen

4.1.5 Schleifen

- Hauptnutzungszeit beim Längs-
- Hauptnutzungszeit beim Umfang-

4.1.6 Koordinaten in NC-Programmen

- Geometrische Grundlagen
- Koordinatenmaße

4.1.7 Hauptnutzungszeit beim Abtragen

4.1.8 Kegelmaße

4.2 Trennen durch Schneiden

- 4.2.1 Schneidspalt
- 4.2.2 Streifenmaße und Streifenausnutzungen

4.3 Umformen

- 4.3.1 Biegen
 - Zuschnittmittlung
 - Rückfederung
- 4.3.2 Tiefziehen
 - Zuschnittdurchmesser
 - Ziehstufen und Ziehverhältnisse

4.4 Exzenter- und Kurbelpressen

- 4.4.1 Pressenauswahl
- 4.4.2 Schneidarbeit

4.5 Spritzgießen

- 4.5.1 Schwindung
- 4.5.2 Kühlung
- 4.5.3 Dosierung der Formmasse
- 4.5.4 Kräfte

4.6 Fügen

- 4.6.1 Schraubenverbindung
 - mit axialer Betriebskraft
 - ohne Betriebskraft
- 4.6.2 Schmelzschweißen
 - Nahtquerschnitt und Elektroden

4.7 Fertigungsplanung

- 4.7.1 Standgrößen (Standzeit, Standardvolumen)
- 4.7.2 Durchlaufzeit, Belegungszeit
- 4.7.3 Auftragszeit
- 4.7.4 Kostenrechnung
 - Einfache Kalkulation
 - Erweiterte Kalkulation
- 4.7.5 Maschinenstundensatz
- 4.7.6 Deckungsbeitrag
- 4.7.7 Lohnberechnung

5 Werkstofftechnik

5.1 Wärmetechnik

- 5.1.1 Temperatur
- 5.1.2 Längen- und Volumenänderung
- 5.1.3 Schwindung beim Gießen
- 5.1.4 Wärmemenge
 - Wärmemenge beim Erwärmen und Abkühlen
 - Schmelzwärme

5.2 Werkstoffprüfung

- 5.2.1 Zugversuch
 - Kraft-Verlängerungs-Diagramm
 - Werkstoffkennwerte
 - Spannungs-Dehnungs-Diagramm
 - Dehngrenze
- 5.2.2 Elastizitätsmodul und Hookesches Gesetz
 - bei Zugbeanspruchung
 - bei Federn

5.3 Festigkeitsberechnungen

- 5.3.1 Beanspruchung auf Zug
- 5.3.2 Beanspruchung auf Druck
- 5.3.3 Beanspruchung auf Flächenpressung
- 5.3.4 Beanspruchung auf Abscherung, Scherung
- 5.3.5 Beanspruchung auf Biegung
 - Biegespannung
 - Biegemoment
 - Axiales Widerstandsmoment

6 Automatisierungstechnik

6.1 Pneumatik und Hydraulik

- 6.1.1 Druck und Kolbenkräfte
 - Druckarten, Druckeinheiten

• Schnittkraft	136	• Luftdruck, absoluter Druck, Überdruck	218
• Schnittleistung und Antriebsleistung	137	• Kolbenkräfte	219
• Hauptnutzungszeit	139	6.1.2 Prinzip der hydraulischen Presse	222
4.1.4 Indirektes Teilen	141	• Kolbenkräfte und Kolbenflächen	222
4.1.5 Schleifen	143	• Kolbenwege und Kolbenflächen	222
• Hauptnutzungszeit beim Längs-Rundschleifen	143	6.1.3 Kolben- und Durchflussgeschwindigkeiten	224
• Hauptnutzungszeit beim Umfangs-Planschleifen	145	6.1.4 Leistungsberechnung in der Hydraulik	226
4.1.6 Koordinaten in NC-Programmen	147	6.1.5 Luftverbrauch in der Pneumatik	228
• Geometrische Grundlagen	147	6.2 Logische Verknüpfungen	230
• Koordinatenmaße	149	6.2.1 Grundfunktionen	230
4.1.7 Hauptnutzungszeit beim Abtragen und Schneiden	153	6.2.2 Grundverknüpfungen	231
4.1.8 Kegelmäße	155	6.2.3 Verknüpfungen mehrerer logischer Grundfunktionen	232
4.2 Trennen durch Schneiden	157	6.2.4 Speichern von Signalen, Selbsthalteschaltungen	234
4.2.1 Schneidspalt	157	7 Elektrotechnik	237
4.2.2 Streifenmaße und Streifenausnutzung	159	7.1 Ohmsches Gesetz	237
4.3 Umformen	161	7.2 Leiterwiderstand	238
4.3.1 Biegen	161	7.3 Temperaturabhängige Widerstände	239
• Zuschnitttermittlung	161	7.4 Schaltung von Widerständen	240
• Rückfederung	163	• Reihenschaltung von Widerständen	240
4.3.2 Tiefziehen	165	• Parallelschaltung von Widerständen	241
• Zuschnittdurchmesser	165	• Gemischte Schaltung von Widerständen	242
• Ziehstufen und Ziehverhältnisse	166	7.5 Elektrische Leistung bei Gleichspannung	244
4.4 Exzenter- und Kurbelpressen	168	7.6 Wechsellspannung und Wechselstrom	246
4.4.1 Pressenauswahl	168	• Periodendauer, Frequenz und Kreisfrequenz	246
4.4.2 Schneidarbeit	168	• Momentanwert von Spannung bzw. Strom	246
4.5 Spritzgießen	170	• Effektivwert und Maximalwert von Spannung und Strom	247
4.5.1 Schwindung	170	7.7 Elektrische Leistung bei Wechselstrom und bei Drehstrom	249
4.5.2 Kühlung	171	• Wirkungsgrad	249
4.5.3 Dosierung der Formmasse	172	7.8 Elektrische Arbeit und Energiekosten	251
4.5.4 Kräfte	173	7.9 Transformator	252
4.6 Fügen	175	8 Aufgaben zur Wiederholung und Vertiefung	253
4.6.1 Schraubenverbindung	175	Lernfeldkompass	253
• mit axialer Betriebskraft	175	8.1 Lehrsatz des Pythagoras, Winkelfunktionen	254
• ohne Betriebskraft	177	8.2 Längen, Flächen, Volumen, Masse und Gewichtskraft	255
4.6.2 Schmelzschweißen	179	8.3 Dreh- und Längsbewegungen, Getriebe	256
• Nahtquerschnitt und Elektrodenbedarf	179	8.4 Kräfte, Arbeit und Leistung	257
4.7 Fertigungsplanung	182	8.5 Kräfte, Flächenpressung; Kennwerte	258
4.7.1 Standgrößen (Standzeit, Standmenge, Standweg, Standvolumen)	182	8.6 Kräfte an Bauteilen	259
4.7.2 Durchlaufzeit, Belegungszeit	183	8.7 Maßtoleranzen, Passungen und Toleranzen	260
4.7.3 Auftragszeit	186	8.8 Qualitätsmanagement 1	261
4.7.4 Kostenrechnung	188	8.9 Qualitätsmanagement 2	262
• Einfache Kalkulation	188	8.10 Spanende Fertigung 1 (Bohren, Senken, Reiben)	264
• Erweiterte Kalkulation	188	8.11 Spanende Fertigung 2 (Drehen, Fräsen, Schleifen)	265
4.7.5 Maschinenstundensatz	192	8.12 CNC-Technik	267
4.7.6 Deckungsbeitrag	194	8.13 Schneiden und Umformen	268
4.7.7 Lohnberechnung	196	8.14 Fügen: Schraub-, Stift-, Passfeder- und Lötverbindungen	269
5 Werkstofftechnik	199	8.15 Wärmeausdehnung und Wärmemenge	270
5.1 Wärmetechnik	199	8.16 Pneumatik und Hydraulik	271
5.1.1 Temperatur	199	8.17 Elektrotechnik: Grundlagen	273
5.1.2 Längen- und Volumenänderung	199	8.18 Elektrotechnik: Leistung und Wirkungsgrad	274
5.1.3 Schwindung beim Gießen	200	8.19 Elektrische Antriebe und Steuerungen	275
5.1.4 Wärmemenge	202	8.20 Kostenrechnung	276
• Wärmemenge beim Erwärmen und Abkühlen	202	9 Projektaufgaben	277
• Schmelzwärme	202	9.1 Vorschubantrieb einer CNC-Fräsmaschine	277
5.2 Werkstoffprüfung	204	9.2 Hubeinheit	280
5.2.1 Zugversuch	204	9.3 Zahnradpumpe	283
• Kraft-Verlängerungs-Diagramm	204	9.4 Hydraulische Spannklaue	286
• Werkstoffkennwerte	204	9.5 Folgeschneidwerkzeug	289
• Spannungs-Dehnungs-Diagramm	205	9.6 Tiefziehwerkzeug	292
• Dehngrenze	205	9.7 Spritzgießwerkzeug	295
5.2.2 Elastizitätsmodul und Hookesches Gesetz	207	9.8 Qualitätsmanagement am Beispiel eines Stirnradgetriebes	298
• bei Zugbeanspruchung	207	9.9 Pneumatische Steuerung	301
• bei Federn	208	9.10 Elektropneumatik – Sortieren von Materialien	304
5.3 Festigkeitsberechnungen	210	9.11 Zerspanungstechnik	307
5.3.1 Beanspruchung auf Zug	210	Sachwortverzeichnis	310
5.3.2 Beanspruchung auf Druck	212		
5.3.3 Beanspruchung auf Flächenpressung	213		
5.3.4 Beanspruchung auf Abscherung, Schneiden von Werkstoffen	214		
5.3.5 Beanspruchung auf Biegung	216		
• Biegespannung	216		
• Biegemoment	216		
• Axiales Widerstandsmoment	216		
6 Automatisierungstechnik	218		
6.1 Pneumatik und Hydraulik	218		
6.1.1 Druck und Kolbenkräfte	218		
• Druckarten, Druckeinheiten	218		