



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

J. Dillinger W. Escherich R. Gomeringer R. Kilgus B. Schellmann C. Scholer

Lösungsheft zum Rechenbuch Metall

Gültig ab 31. Auflage

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

Europa-Nr.: 10501

Autoren:

Dillinger, Josef	Studiendirektor	München
Escherich, Walter	Studiendirektor	München
Gomeringer, Roland	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Balingen
Kilgus, Roland	Dipl.-Gwl., Oberstudiendirektor	Neckartenzlingen
Schellmann, Bernhard	Oberstudienrat	Kißlegg
Scholer, Claudius	Dipl.-Ing., Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Metzingen

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Roland Kilgus, Neckartenzlingen

Bildentwürfe: Die Autoren

Bildbearbeitung: Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Das vorliegende Lösungsheft wurde auf der Grundlage der neuen amtlichen Rechtschreibung erstellt.

Hinweise:

1. Die Bezeichnung der Lösungen erfolgt jeweils durch eine Zahlengruppe, gebildet aus der Seitennummer der betreffenden Aufgabe im Rechenbuch Metall und aus der Aufgabennummer.
So bedeutet z. B. **12/3**: Rechenbuch Metall, Seite 12, Aufgabe 3.
2. Bei der Beurteilung von Aufgaben, in denen der Wert π vorkommt, ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse mit dem Taschenrechner berechnet wurden. Dabei wurde für π der Wert 3,141592654 benutzt.
Die Ergebnisse der Aufgaben wurden sinnvoll auf- bzw. abgerundet.
Bei Arbeitszeitberechnungen wurden die berechneten Endwerte grundsätzlich auf volle Minuten aufgerundet.

ab 31. Auflage 2012

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-1979-0

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

© 2012 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Druck: Konrad Triltsch Print und digitale Medien GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohestadt

Inhaltsverzeichnis zum Lösungsheft

1	Grundlagen der technischen Mathematik	5	2.5	Hebel	56
1.1	Zahlensysteme	5	2.5.1	Drehmoment und Hebelgesetz	56
1.2	Grundrechnungsarten	5	2.5.2	Lagerkräfte	57
1.2.3	Gemischte Punkt- und Strichrechnungen	5	2.5.3	Umfangskraft und Drehmoment	60
1.2.4	Bruchrechnen	6	2.6	Reibung	62
1.2.5	Potenzieren und Radizieren (Wurzelziehen)	6	2.7	Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad	63
1.3	Technische Berechnungen	7	2.7.1 +	Mechanische Arbeit und Energie	63
1.3.1	Umrechnung von Einheiten bis physikalischen Größen	7	2.7.2	• Potenzielle und kinetische Energie	64
1.3.6	physikalischen Größen	7	2.7.3 +	Mechanische Leistung und Wirkungsgrad	65
1.3.7	Umstellen von Formeln	8	2.8	Einfache Maschinen	67
1.3.8	Technische Berechnungen mit dem Taschenrechner	10	2.8.1	Schiefe Ebene	67
1.4	Berechnungen im Dreieck	11	2.8.2	Keil	68
1.4.1	Lehrsatz des Pythagoras	11	2.8.3	Schraube	69
1.4.2	Winkelfunktionen	14			
	• im rechtwinkligen Dreieck	14	3	Prüftechnik und Qualitätsmanagement ..	70
	• im schiefwinkligen Dreieck	16	3.1	Maßtoleranzen und Passungen	70
1.5	Allgemeine Berechnungen	18	3.1.1	Maßtoleranzen	70
1.5.1	Schlussrechnung	18	3.1.2	Passungen	71
1.5.2	Prozentrechnung	19	3.2	Qualitätsmanagement	75
1.5.3	Zeitberechnungen	20	3.2.1	Prozesskennwerte aus Stichprobenprüfung	75
1.5.4	Winkelberechnungen	21	3.2.3	Maschinen- und Prozessfähigkeit	79
1.6	Längen, Flächen, Volumen	22	3.2.4	Statistische Prozesslenkung mit Qualitätsregelkarten	81
1.6.1	Längen	22			
	• Teilung gerader Längen	22	4	Fertigungstechnik und Fertigungsplanung	88
	• Kreisumfänge und Kreisteilungen	23	4.1	Spanende Fertigung	88
	• Gestreckte und zusammengesetzte Längen	23	4.1.1	Drehen	88
1.6.2	Flächen	24		• Schnittdaten, Drehzahlen und Anzahl der Schnitte	88
	• Geradlinig begrenzte Flächen	24		• Schnittkraft und Leistung beim Drehen ..	89
	• Kreisförmig begrenzte Flächen	25		• Rautiefe	91
	• Zusammengesetzte Flächen	26		• Hauptnutzungszeit beim Drehen	91
	• Verschnitt	28	4.1.2	Bohren	93
1.6.3	Volumen, Masse, Gewichtskraft	28		• Schnittdaten, Schnittkräfte und Leistungen	93
bis	• Gleichdicke Körper: Berechnung mit Formeln	28		• Hauptnutzungszeit, beim Bohren, Reiben, Senken	94
1.6.5	Berechnung mit Formeln	28	4.1.3	Fräsen	95
1.6.6	• Gleichdicke Körper: Berechnung mit Tabellenwerten	30		• Schnittdaten, Drehzahl, Vorschub, Vorschubgeschwindigkeit	95
	• Spitze und abgestumpfte Körper, Kugeln ..	30		• Schnittkraft und Leistung beim Fräsen ..	96
	• Zusammengesetzte Körper	32		• Hauptnutzungszeit beim Fräsen	97
1.6.7	Volumenänderung beim Umformen	34	4.1.4	Indirektes Teilen	98
1.7	Diagramme und Funktionen	35	4.1.5	Schleifen	99
				• Längsrundschleifen	99
2	Mechanik	39		• Umfangs-Planschleifen	100
2.1	Bewegungen	39	4.1.6	Koordinaten in NC-Programmen	101
2.1.1	Konstante Bewegungen	39		• Geometrische Grundlagen	101
	• Konstante geradlinige Bewegungen ..	39		• Koordinatenmaße	102
	• Kreisförmige Bewegung	40	4.1.7	Hauptnutzungszeit beim Abtragen und Schneiden	106
2.1.2	Beschleunigte und verzögerte Bewegungen	41	4.1.8	Kegelmaße	108
2.2	Zahnradmaße	43			
2.3	Übersetzungen bei Antrieben	45			
2.3.1	Einfache Übersetzungen	45			
2.3.2	Mehrfache Übersetzungen	46			
2.4	Kräfte	47			

4.2	Trennen durch Schneiden	109	7	Elektrotechnik	156
4.2.1	Schneidspalt	109	7.1	Ohmsches Gesetz	156
4.2.2	Streifenmaße und Streifenausnutzung	110	7.2	Leiterwiderstand	156
4.3	Umformen	111	7.3	Temperaturabhängige Widerstände	157
4.3.1	Biegen	111	7.4	Schaltung von Widerständen	158
	• Zuschnittmittlung bei Biegeteilen	111	7.4.1	Reihenschaltung von Widerständen	158
	• Rückfederung beim Biegen	111	7.4.2	Parallelschaltung und gemischte Schaltung von Widerständen	158
4.3.2	Tiefziehen	113	7.5	Elektrische Leistung bei Gleich- spannung	161
	• Zuschnittdurchmesser, Ziehstufen und Ziehverhältnisse	113	7.6	Wechselspannung und Wechselstrom	163
4.4	Exzenter- und Kurbelpressen	115	7.7	Elektrische Leistung bei Wechselstrom und Drehstrom	166
4.5	Spritzgießen	116	7.8	Elektrische Arbeit und Energiekosten	167
4.5.1	Schwindung	116	7.9	Transformator	168
4.5.2	Kühlung	116			
4.5.3	Dosierung der Formmasse	116	8	Aufgaben zur Wiederholung und Vertiefung	169
4.5.4	Kräfte	116	8.1	Lehrsatz des Pythagoras, Winkel- funktionen	169
4.6	Fügen	118	8.2	Längen, Flächen, Volumen, Masse und Gewichtskraft	170
4.6.1	Schraubenverbindung	118	8.3	Dreh- und Längsbewegungen, Getriebe	171
4.6.2	Schmelzschweißen	119	8.4	Kräfte, Arbeit und Leistung	172
	• Nahtquerschnitt und Elektrodenbedarf beim Lichtbogenschweißen	119	8.5	Kräfte, Flächenpressung, Kennwerte	174
4.7	Fertigungsplanung	121	8.6	Kräfte an Bauteilen	176
4.7.1	Standgrößen (Standzeit, Standmenge, Standweg, Standvolumen)	121	8.7	Maßtoleranzen, Passungen und Teilen	177
4.7.2	Durchlaufzeit, Belegungszeit	122	8.8	Qualitätsmanagement 1	178
4.7.3	Auftragszeit	124	8.9	Qualitätsmanagement 2	180
4.7.4	Kostenrechnung	126	8.10	Spanende Fertigung 1 (Bohren, Senken, Reiben)	186
4.7.5	Maschinenstundensatz	128	8.11	Spanende Fertigung 2 (Drehen, Fräsen, Schleifen)	187
4.7.6	Deckungsbeitrag	130	8.12	CNC-Technik	190
4.7.7	Lohnberechnung	132	8.13	Schneiden und Umformen	192
			8.14	Fügen: Schraub-, Stift-, Passfeder- und Lötverbindungen	194
5	Werkstofftechnik	134	8.15	Wärmeausdehnung und Wärmemenge	196
5.1	Wärmetechnik	134	8.16	Pneumatik und Hydraulik	197
5.1.1	Temperatur	134	8.17	Elektrotechnik: Grundlagen	199
5.1.2	Längen- und Volumenänderung	134	8.18	Elektrotechnik: Leistung und Wirkungsgrad	200
5.1.3	Schwindung	134	8.19	Elektrische Antriebe und Steuerungen	201
5.1.4	Wärmemenge	135	8.20	Kostenrechnung	202
5.2	Werkstoffprüfung	136			
5.2.1	Zugversuch	136	9	Projektaufgaben	205
5.2.2	Elastizitätsmodul und Hookesches Gesetz	138	9.1	Vorschubantrieb einer CNC-Fräsmaschine	205
5.3	Festigkeitsberechnungen	139	9.2	Hubeinheit	207
5.3.1	Beanspruchung auf Zug	139	9.3	Zahnradpumpe	210
5.3.2	Beanspruchung auf Druck	140	9.4	Hydraulische Spannklau	212
5.3.3	Beanspruchung auf Flächenpressung	141	9.5	Folgeschneidwerkzeug	215
5.3.4	Beanspruchung auf Abscherung, Schneiden von Werkstoffen	142	9.6	Tiefziehwerkzeug	219
5.3.5	Beanspruchung auf Biegung	143	9.7	Spritzgießwerkzeug	222
			9.8	Qualitätsmanagement am Beispiel eines Stirnradgetriebes	223
6	Automatisierungstechnik	144	9.9	Pneumatische Steuerung	229
6.1	Pneumatik und Hydraulik	144	9.10	Elektropneumatik – Sortieren von Materialien	234
6.1.1	Druck und Kolbenkraft	144	9.11	Zerspanungstechnik	240
6.1.2	Prinzip der hydraulischen Presse	146			
6.1.3	Kolben- und Durchflussgeschwindig- keiten	147			
6.1.4	Leistungsberechnung in der Hydraulik	149			
6.1.5	Luftverbrauch in der Pneumatik	150			
6.2 bis	Logische Verknüpfungen	151			
6.2.3					
6.2.4	Selbthalteschaltungen	154			