



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

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

Lösungsheft zum Rechenbuch Metall

Gültig ab 34. Auflage

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

Europa-Nr.: 10501

Autoren:

Burmester, Jürgen	Dipl.-Ing., Oberstudienrat	Neheim
Dillinger, Josef	Studiendirektor	München
Escherich, Walter	Studiendirektor	Bad Neustadt a. d. Saale
Gomeringer, Roland	Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Balingen
Schellmann, Bernhard	Oberstudienrat	Kißlegg
Scholer, Claudius	Dipl.-Ing., Dipl.-Gwl., Studiendirektor	Metzingen

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Claudius Scholer, Metzingen

Bildentwürfe: Die Autoren

Bildbearbeitung: Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

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 34. 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 978-3-7585-1413-5

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

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Ertstadt

Umschlag: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlagfoto: Sauter Feinmechanik GmbH, 72555 Metzingen

Druck: Plump Druck & Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Inhaltsverzeichnis zum Lösungsheft

Teil A – Fachrechnen			
Technische Mathematik			
Zahlensysteme	5	Leistungsberechnung in der Hydraulik	74
Grundrechnungsarten	5	Logische Verknüpfungen	75
Gemischte Punkt- und Strichrechnungen	5	Speichern von Signalen – Selbsthalteschaltungen	78
Bruchrechnen	6	Werkstoffprüfung	80
Potenzieren und Radizieren (Wurzelziehen)	6	Zugversuch	80
Allgemeine Berechnungen	7	Elastizitätsmodul und Hookesches Gesetz	81
Schlussrechnung	7	Festigkeitslehre	82
Prozentrechnung	8	Beanspruchung auf Zug	82
Zeitberechnungen	9	Beanspruchung auf Druck	83
Winkelberechnungen	10	Beanspruchung auf Flächenpressung	84
Technische Berechnungen	11	Beanspruchung auf Abscherung, Schneiden von Werkstoffen	85
Umrechnung von Einheiten und Rechnen mit physikalischen Größen	11	Beanspruchung auf Biegung	86
Umstellen von Formeln	12	Beanspruchung auf Torsion	87
Technische Berechnungen mit dem Taschen- rechner	14	Wärmelehre	89
Berechnungen im Dreieck	16	Temperatur, Längen- und Volumenänderung, Schwindung	89
Lehrsatz des Pythagoras	16	Wärmemenge	90
Winkelfunktionen	18	Zustandsänderung bei Gasen	92
Längen, Flächen, Volumen, Gewichtskraft	22	Elektrotechnik	93
Längen und Teilung	22	Ohmsches Gesetz	93
Flächen und Verschnitt	25	Leiterwiderstand	94
Volumen, Masse und Gewichtskraft	30	Temperaturabhängige Widerstände	95
Gleichdicke Körper, Masseberechnung mithilfe von Tabellenwerten	31	Schaltung von Widerständen	95
Volumenänderung beim Umformen	35	Elektrische Leistung bei Gleichspannung	99
Diagramme und Funktionen	36	Wechselspannung und Wechselstrom	101
Technische Physik		Elektrische Leistung bei Wechselstrom und bei Drehstrom	104
Bewegungen	40	Elektrische Arbeit und Energiekosten	105
Konstante Bewegungen	40	Transformator	106
Beschleunigte und verzögerte Bewegungen	42	Prüftechnik und Qualitätsmanagement	
Kräfte	44	Maßtoleranzen und Passungen	107
Drehmoment, Hebelgesetz	54	Maßtoleranzen	107
Lagerkräfte	56	Passungen	108
Umfangskraft und Drehmoment	58	Qualitätsmanagement	111
Reibung	60	Prozesskennwerte aus Stichprobenprüfung	112
Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad	61	Maschinen- und Prozessfähigkeit	118
Mechanische Arbeit und Energie	61	Statistische Prozesslenkung mit Qualitätsre- gelkarten	120
Mechanische Leistung und Wirkungsgrad	63	Maschinenelemente	
Einfache Maschinen	65	Zahnradmaße	124
Schiefe Ebene	65	Zahnradmaße und Achsabstände	124
Keil	66	Übersetzungen bei Antrieben	125
Schraube	67	Einfache Übersetzungen	125
Flaschenzug	67	Mehrfache Übersetzungen	127
Fluidmechanik und Automation	68	Passfederverbindung	129
Druck und Kolbenkraft	68	Schraubenverbindung	130
Luftverbrauch in der Pneumatik	70	Fertigungsplanung	
Hydrostatik – Prinzip der hydraulischen Presse ..	71	Standgrößen (Standzeit, Standmenge, Standweg, Standvolumen)	132
Hydrodynamik – Volumenstrom	72	Durchlaufzeit, Belegungszeit	133

Auftragszeit	135	Hebelgesetz	180
Kostenrechnung	137	Schiefe Ebene	181
Maschinenstundensatz	139	Druck und Kolbenkraft	182
Deckungsbeitrag	141	Hydraulische Presse	183
Lohnberechnung	143	Ohmsches Gesetz	184
Fertigungstechnik		Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen	186
Drehen	145	Gemischte Schaltungen von Widerständen	188
Schnittdaten, Drehzahl und Anzahl der Schnitte	145	ISO-Toleranzen	189
Schnittkraft und Schnittleistung	146	ISO-Passungen	190
Rautiefe	148	Einfache Übersetzungen	192
Hauptnutzungszeit	148	Biegen	193
Kegelmaße	150	Teil C – Vertiefungsaufgaben	
Fräsen	151	Berechnungen im Dreieck	195
Schnittdaten, Drehzahl, Vorschub und Vorschubgeschwindigkeit	151	Längen, Flächen, Volumen, Masse und Gewichtskraft	196
Schnittkraft und Schnittleistung	152	Bewegungen, Übersetzungen	197
Hauptnutzungszeit	152	Kräfte, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad	198
Bohren	154	Kräfte, Flächenpressung, Kennwerte	200
Schnittdaten, Schnittkraft und Schnittleistung	154	Kräfte an Bauteilen	202
Hauptnutzungszeit beim Bohren, Reiben, Senken	155	Maßtoleranzen, Passungen und Teilen	203
Schleifen	157	Statistische Auswertungen	204
Hauptnutzungszeit beim Längs-Rundschleifen	157	Maschinen- und Prozessfähigkeit	210
Hauptnutzungszeit beim Umfangs-Planschleifen	157	Bohren, Senken, Reiben	212
Indirektes Teilen	158	Drehen, Fräsen, Schleifen	213
Koordinaten in NC-Programmen	160	Koordinaten in NC-Programmen	216
Geometrische Grundlagen	160	Schneiden und Umformen	218
Koordinatenmaße	161	Schraub-, Stift-, Passfeder- und Lötverbindungen	220
Abtragen und Schneiden, Hauptnutzungszeit ..	165	Wärmeausdehnung und Wärmemenge	222
Trennen durch Schneiden	167	Hydraulik und Pneumatik	223
Schneidspalt	167	Grundlagen der Elektrotechnik	225
Streifenmaße und Streifenausnutzung	168	Elektrische Leistung und Wirkungsgrad	226
Biegen	169	Elektrische Antriebe und Steuerungen	227
Zuschnittermittlung bei Biegeteilen	169	Kalkulation	228
Rückfederung beim Biegen	169	Teil D – Projektaufgaben	
Tiefziehen	171	Papierlocher	231
Zuschnittdurchmesser, Ziehstufen und Ziehverhältnisse	171	Vorschubantrieb einer CNC-Fräsmaschine	232
Exzenter- und Kurbelpressen	173	Hubeinheit	237
Spritzgießen	174	Zahnradpumpe	240
Schwindung, Kühlung, Dosierung der Formmassen, Kräfte	174	Hydraulische Spannklau	243
Schmelzschweißen	176	Folgeschneidwerkzeug	247
Nahtquerschnitt und Elektrodenbedarf beim Lichtbogenschweißen	176	Tiefziehwerkzeug	252
Teil B – Simulationsaufgaben		Spritzgießwerkzeug	255
Konstante geradlinige Bewegung	178	Qualitätsmanagement	256
Konstante kreisförmige Bewegung	179	Pneumatische Steuerung	262
		Elektropneumatik – Sortieren von Materialien	268
		Frästeil Spannplatte	275
		Drehteil Ritzelwelle	280

A Fachrechnen

Technische Mathematik

Zahlensysteme

10/1. Umwandlung von Dezimalzahlen

Tabelle 3	a	b	c	d	e	f	g	h	i
z_{10}	24	30	48	64	100	144	150	255	2000
z_2	110 00	1 11 10	11 00 00	100 00 00	1100 100	100100 00	10010110	11111111	11111010000
z_{16}	18	1E	30	40	64	90	96	FF	7D0

10/2. Umwandlung von Dualzahlen

Tabelle 4	a	b	c	d	e	f
z_2	100	10 10	1 11 11	11 00 11	11 11 00 00	11 11 11 11
z_{10}	4	10	31	51	240	255

10/3. Umwandlung von Hexadezimalzahlen

Tabelle 5	a	b	c	d	e	f
z_{16}	68	A0	96	8F	ED	FF
z_{10}	104	160	150	143	237	255
z_2	1 10 10 00	10 10 00 00	10 01 01 10	10 00 11 11	11 10 11 01	11 11 11 11

10/4. Umwandlung von Dualzahlen

Tabelle 6	a	b	c	d	e	f
z_2	10 10 10	11 10 00	11 00 11 00	11 10 00 11	10 01 00 10	10 00 01 11
z_{16}	2A	38	CC	E3	92	87

Grundrechnungsarten

Gemischte Punkt- und Strichrechnungen

- 13/1. a) 228,41598 \approx **228,42** b) 103,9352 \approx **103,94** c) 263,86684 \approx **263,87**
 d) 58,1376 \approx **58,14** e) 499,394 \approx **499,39** f) 394,7366 \approx **394,74**
- 13/2. a) 38,055 \approx **38,06** b) 40,52238237 \approx **40,52**
- 13/3. a) 6 005,019286 \approx **6 005,02** b) 9 772,238696 \approx **9 772,24**
- 13/4. a) **-69** b) **-17** c) $-10,\bar{3} \approx$ **-10,33** d) **9**

- 13/5. a) $\frac{24,75 + 15}{12,6} + \frac{38,7 - 2,08}{0,36} - \frac{44,2 \cdot 13,1}{20,05 - 1,7}$
 $= 3,15476 + 101,72222 - 31,55423$
 $= 73,32275 \approx \mathbf{73,32}$
- b) $34,2 \cdot \frac{23,4 - 8,6}{2,4} - \frac{13,8 + 22,7}{27 - 3,5} \cdot 20,6$
 $= 34,2 \cdot 6,16666 - 1,55319 \cdot 20,6$
 $= 178,904058 \approx \mathbf{178,90}$
- c) $14,09822485 \approx \mathbf{14,10}$
- d) $0,600076373 \approx \mathbf{0,60}$
- 13/6. a) $-8 ab$ b) $-315 xy$ c) $-31 mn$ d) $70 ac$
- 13/7. a) $\frac{10,5 x}{y}$ b) $\frac{-19,2 m}{n}$ c) $\frac{9 x}{2 y} = \frac{4,5 x}{y}$ d) 0
- 13/8. a) $-3a \cdot (8x - 5x) - 2a \cdot (20x - 12x)$
 $= -3a \cdot 3x - 2a \cdot 8x$
 $= -9ax - 16ax = \mathbf{-25ax}$
- b) $-3x \cdot (8x - 5x) + 3x \cdot (-12x - 33x)$
 $= -3x \cdot 3x + 3x \cdot (-45x)$
 $= -9x^2 - 135x^2 = \mathbf{-144x^2}$

Bruchrechnen

- 14/1. **Lösungsbeispiel:**
a) $\frac{3}{4} = \frac{3 \cdot 6}{4 \cdot 6} = \frac{18}{24}$ b) $\frac{12}{24}$ c) $\frac{30}{24}$ d) $\frac{10}{24}$ e) $\frac{18}{24}$ f) $\frac{28}{24}$ g) $\frac{64}{24}$
- 14/2. **Lösungsbeispiel:**
a) $\frac{3}{21} = \frac{3 : 3}{21 : 3} = \frac{1}{7}$ b) $\frac{1}{12}$ c) $\frac{1}{2}$ d) $\frac{4}{5}$ e) $\frac{10}{33}$ f) $\frac{2}{3}$ g) $\frac{1}{7}$
- 14/3. **Lösungsbeispiel:**
a) $\frac{3}{21} = 3 : 21 = 0,1428... \approx \mathbf{0,143}$ b) 0,083 c) 0,5 d) 0,8 e) 0,303 f) 0,667 g) 0,25
- 14/4. **Lösungsbeispiel:**
a) $0,9375 = \frac{9\ 375}{10\ 000} = \frac{9\ 375 : 25}{10\ 000 : 25} = \frac{375 : 25}{400 : 25} = \frac{15}{16}$
- b) $\frac{3}{8}$ c) $\frac{17}{20}$ d) $\frac{1}{5}$ e) $\frac{333}{1\ 000}$ f) $\frac{1}{8}$ g) $\frac{1}{4}$

Potenzieren und Radizieren (Wurzelziehen)

- 18/1. a) $8a^3 = 2^3 a^3 = (2a)^3$ b) 128 dm^3 c) $19,5 \text{ m}^3$
d) b^2 e) $0,0375 \text{ cm}^3$ f) 2 m
- 18/2. a) $10^2; 10^3; \frac{1}{100} = \frac{1}{10^2} = 10^{-2}; 10^{-3}; 10^6; 10^{-6}$
b) $5,542 \cdot 10^4; 1,647\ 978 \cdot 10^6; 3,567\ 63 \cdot 10^5; 3,32 \cdot 10^4$
c) $3,3 \cdot 10^{-2}; 7,56 \cdot 10^{-1}; 2,1 \cdot 10^{-3}; 2 \cdot 10^{-5}; 10^{-7}$
d) $10^{-1}; 5 \cdot 10^{-2}; 7 \cdot 10^{-3}; 3,3 \cdot 10^{-1}; 3,21 \cdot 10^{-1}$

- 18/3. a) $2,997\ 9 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; b) $4,007\ 659\ 4 \cdot 10^7 \text{ m}$; c) $1,495 \cdot 10^8 \text{ km}$; d) $5,101\ 009\ 33 \cdot 10^8 \text{ km}^2$
- 18/4. a) $15 b^3$ b) $2 \cdot (2 m^3 + n^3)$ c) $x^2 y (10x^2 - 3y^2)$ d) $22,3a^2 + 1,8a^3 = a^2 (22,3 + 1,8a)$
- 18/5. a) 4^5 b) a^9 c) $40x^6$ d) $0,65 b^5$ e) $21x^4$
f) $3a^2$ g) 7^3 h) 3^2 i) 40 k) 4^x
- 18/6. a) 7; 11; 10; 1,1; 0,6
b) $0,2a$; $3a^2$; $\frac{5}{7}$; $\frac{a}{b}$; $\frac{3c}{2b}$
- 18/7. a) 1,41; 2,45; 6,86; 1,12; 3,67 b) 17,15; 2,52; 0,09; 0,77
- 18/8. a) $\sqrt{100} = 10$ b) $\sqrt{156,25 \text{ m}^2} = 12,5 \text{ m}$ c) $\sqrt{0,3600 \text{ cm}^2} = 0,6 \text{ cm}$
a) $\sqrt{81} = 9$ b) $\sqrt{4 \text{ m}^2} = 2 \text{ m}$ c) $\sqrt{0,0144 \text{ dm}^2} = 0,12 \text{ dm}$
- 18/9. a) $2\sqrt{a}$ b) $9\sqrt{m}$ c) $(2m + 3n)\sqrt{b}$ d) $2\sqrt{9} = 6$ e) $(c - 2)\sqrt{c}$
- 18/10. a) 6 b) $7\sqrt{6}$ c) $10a$ d) 28 e) $2xy$ f) $9m^2n$
g) 2 h) \sqrt{x}

Allgemeine Berechnungen

Schlussrechnung

19/1. Werkstoffpreis

1. Schritt: $A_m = 1 \text{ kg}$; $A_w = 1,08 \text{ €}$

2. Schritt: $\frac{A_w}{A_m} = 1,08 \frac{\text{€}}{\text{kg}}$

3. Schritt: $E_m = E_{m_1} \cdot E_{m_2} = 1,35 \text{ kg} \cdot 185 \text{ Deckel}$

$$E_m = 249,75 \text{ kg} \cdot \text{Deckel}$$

$$E_w = \frac{E_m \cdot A_w}{A_m} = \frac{249,75 \text{ kg} \cdot 1,08 \text{ €}}{1 \text{ kg}}$$

$$E_w = 269,73 \text{ €}$$

19/2. Schutzgasverbrauch

1. Schritt: $A_m = 23 \text{ m}$; $A_w = 640 \text{ l}$

2. Schritt: $\frac{A_w}{A_m} = \frac{640 \text{ l}}{23 \text{ m}} = 27,83 \frac{\text{l}}{\text{m}}$

3. Schritt: $E_m = 78 \text{ m}$

$$E_w = \frac{E_m \cdot A_w}{A_m} = \frac{78 \text{ m} \cdot 640 \text{ l}}{23 \text{ m}}$$

$$E_w = 2\ 170,43 \text{ l}$$

19/3. Notstromaggregat

1. Schritt: $A_m = A_{m1} \cdot A_{m2} = 2 \text{ Aggregate} \cdot 3 \text{ Stunden}$
 $A_m = 6 \text{ Stunden}$

2. Schritt: $A_m = 6 \text{ Stunden}; A_w = 120 \text{ l}$

$$\frac{A_w}{A_m} = \frac{120 \text{ l}}{6 \text{ Stunden}} = 20 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

3. Schritt: $E_m = 3 \text{ Aggregate}$

$$E_w = \frac{E_m \cdot A_w}{A_m} = \frac{3 \cdot 120 \text{ l}}{6 \text{ Stunden}} = 60 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

240 l Treibstoff reichen für $\frac{240 \text{ l}}{60 \frac{\text{l}}{\text{h}}} = 4 \text{ h.}$

19/4. CuZn-Blech

1. Schritt: $A_m = A_{m1} \cdot A_{m2}$
 $= 4 \text{ m}^2 \cdot 4 \text{ mm} = 16 \text{ m}^2 \cdot \text{mm}$

2. Schritt: $A_m = 16 \text{ m}^2 \cdot \text{mm}; A_w = 136 \text{ kg}$

$$\frac{A_w}{A_m} = \frac{136 \text{ kg}}{16 \text{ m}^2 \cdot \text{mm}} = 8,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{mm}}$$

3. Schritt: $E_m = E_{m1} \cdot E_{m2} = 10 \text{ m}^2 \cdot 6 \text{ mm}$
 $= 60 \text{ m}^2 \cdot \text{mm}$

$$E_w = \frac{E_m \cdot A_w}{A_m} = \frac{60 \text{ m}^2 \cdot \text{mm} \cdot 136 \text{ kg}}{16 \text{ m}^2 \cdot \text{mm}} = 510 \text{ kg}$$

19/5. Qualitätskontrolle

•

1. Schritt: $A_m = 3 \text{ Prüfer}; A_w = 14 \text{ Stunden}$

2. Schritt: $A_m \cdot A_w = 3 \cdot 14 \text{ Stunden} = 42 \text{ Stunden}$

3. Schritt: $E_m = 8 \text{ Stunden}$

$$E_w = \frac{A_m \cdot A_w}{E_m} = \frac{3 \text{ Prüfer} \cdot 14 \text{ Stunden}}{8 \text{ Stunden}}$$

$$E_w = 5,25 \text{ Prüfer}$$

Es werden mindestens 6 Prüfer benötigt.

19/6. Rundstahl

•

1. Schritt: $A_m = 200 \text{ mm}^2; A_w = 450 \text{ cm}$
 $= 4,5 \text{ m}$

2. Schritt: $A_m \cdot A_w = 200 \text{ mm}^2 \cdot 4,5 \text{ m} = 900 \text{ mm}^2 \cdot \text{m}$

3. Schritt: $E_m = 100 \text{ mm}^2$

$$E_w = \frac{A_w \cdot A_m}{E_m} = \frac{4,5 \text{ m} \cdot 200 \text{ mm}^2}{100 \text{ mm}^2}$$

$$E_w = 9 \text{ m}$$

Prozentrechnung**20/1. Festplatte**

$$P_s = \frac{100 \% \cdot P_w}{G_w} = \frac{100 \% \cdot 15 \text{ MB}}{10\,000 \text{ MB}} = 0,15 \%$$

20/2. Scanzzeit

$$P_w = \frac{G_w}{100\%} \cdot P_s = \frac{4 \text{ min}}{100\%} \cdot 24\% = 0,96 \text{ min} \hat{=} 57,6 \text{ s} \approx 58 \text{ s}$$

Scanzzeit = 4 min – 0,96 min = **3,04 min** $\hat{=} 3 \text{ min } 2,4 \text{ s}$
oder:

$$E_w = \frac{A_w}{A_m} \cdot E_m = \frac{4 \text{ min}}{100\%} \cdot 24\% = 0,96 \text{ min}$$

Die Scanzzeit beträgt 4 min – 0,96 min = **3,04 min** $\hat{=} 3 \text{ min } 2,4 \text{ s}$

20/3. Rauchgasentschwefelung

38 % – 20 % = 18 % Verbesserung

$$P_s = \frac{100\% \cdot P_w}{G_w} = \frac{100\% \cdot 18\%}{38\%} = 47,37\%$$

20/4. Gehäusegewicht

1 mm Blechdicke bei $\rho = 7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \hat{=} 100\%$

2 mm Blechdicke bei $\rho = 2,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \hat{=} ?\%$

$$\text{Neues Gewicht} = \frac{100\% \cdot 2,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 2 \text{ mm}}{7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 1 \text{ mm}} = 68,79\%$$

Gewichtsverminderung = 100 % – 68,79 % = **31,21 %**

20/5. Zugfestigkeit

$$\frac{1250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 100\%}{142\%} = 880,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \approx 880 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

20/6. Lotherstellung

Prozentualer Gehalt der Bestandteile in der Schmelze:

Sn = 63 %, Pb = 37 %

Massenanteil der Bestandteile an der Gesamtmasse:

$$m_{\text{Sn}} = \frac{63\% \cdot 150 \text{ kg}}{100\%} = 94,5 \text{ kg} \quad m_{\text{Pb}} = \frac{37\% \cdot 150 \text{ kg}}{100\%} = 55,5 \text{ kg}$$

20/7. Aktienfonds

- Die Kosten für einen Fondsanteil betragen **135 €**.

$$\text{a) } P_w = \frac{G_w}{100\%} \cdot P_s = \frac{15 \text{ Anteile} \cdot 135 \text{ €}}{100\%} \cdot 5,25\% = \frac{2025 \text{ €} \cdot 5,25\%}{100\%}$$

$$P_w = 106,31 \text{ €}$$

Gesamtbetrag = 2025 € + 106,31 € = **2131,31 €**

$$\text{b) } P_w = \frac{G_w}{100\%} \cdot P_s = \frac{2025 \text{ €}}{100\%} \cdot 45\% = 911,25 \text{ €}$$

Gewinn = 911,25 € – 106,31 € = **804,94 €**

Zeitberechnungen**21/1. Arbeitsaufträge**

a) 1 h 43 min

b) 4 h 20 min

c) 2 h 34 min

d) 9 h 25 min

23/7. Drehmeißel
 $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$
 $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$
 $\beta = 90^\circ - (17^\circ + 15^\circ) = 90^\circ - 32^\circ$
 $\beta = 58^\circ$

23/8. Wagenheber
 $\frac{\delta}{2} + \beta + 90^\circ = 180^\circ; \beta = 180^\circ - 90^\circ - \frac{50^\circ}{2}$
 $\beta = 65^\circ$
 $\alpha = 90^\circ - \frac{\delta}{2} = 90^\circ - \frac{50^\circ}{2} = 65^\circ$

23/9. Schablone
 $\alpha + 118^\circ = 180^\circ$
 $\alpha = 180^\circ - 118^\circ = 62^\circ$
 $\beta = 90^\circ + \frac{\alpha}{2} = 121^\circ$
 $\gamma = \frac{180^\circ - 2 \cdot 65^\circ}{2} = 25^\circ$

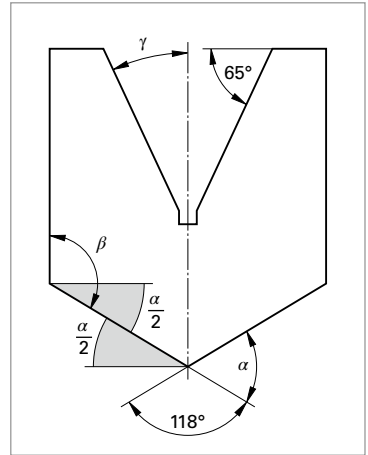


Bild 23/9: Schablone

23/10. Zahnriementrieb
 $\alpha = 180^\circ - 7^\circ + 18^\circ = 191^\circ$
 $\beta = 180^\circ + 7^\circ + 30^\circ = 217^\circ$

Technische Berechnungen

Umrechnung von Einheiten und Rechnen mit physikalischen Größen

- 28/1. a) 1,79 m b) 0,0597 kg c) 0,773 l d) 1,073 bar e) 12980 N f) 0,001678 m
- 28/2. a) 137 m b) 137 mg c) 361 km d) 576 kg e) 5 kΩ f) 225 kW
- 28/3. a) 13700 μm b) 254 cm c) 576 g d) 5 μA e) 13 W f) 50 Ω
- 28/4. a) 39,37 in b) 3,94 in c) 0,04 in d) 53,39 in e) 2,68 in f) 100 in
- 28/5. a) 39,55 mm b) 352,12 cm³ c) 35,65 N/cm² d) 1,37 kg/dm³
- 28/6. a) 22,58 cm² b) 80,48 psi c) 119,89 kW d) 1 ft (≙ 30,48 cm)

28/7. Lösungsbeispiel:

$$1,0 \text{ m} \cdot \frac{10 \text{ dm}}{1 \text{ m}} = 10 \text{ dm}$$

Ergebnisse	a	b	c	d	e	f	g
m	1,0	0,075	6 500	0,001	2,35	0,007	0,235
dm	10	0,75	65 000	0,01	23,5	0,07	2,35
cm	370	396	20,4	1 300,7	7,5	0,0639	75,8
mm	3 700	3 960	204	13 007	75	0,639	758
dm ²	145	26,5	1 470	5,6	9	0,3103	0,0009
cm ²	14 500	2 650	147 000	560	900	31,03	0,09
m ³	0,000115	0,000000063	0,000000003	0,001675	0,000000343	0,000002	0,000125450
dm ³	0,115	0,000063	0,000003	1,675	0,000343	0,002	0,125450
μm	300	405	1 750	1	1 520	78	35

$$28/8. \quad v = \pi \cdot d \cdot n \quad d = 420 \text{ mm} = \frac{420 \text{ mm} \cdot 1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} = 0,42 \text{ m}$$

$$n = 540 \frac{1}{\text{min}} = 540 \frac{1}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{540}{60 \text{ s}}$$

$$v = \pi \cdot 0,42 \text{ m} \cdot \frac{540}{60 \text{ s}} = 11,869 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \mathbf{11,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$28/9. \quad \text{a) } v_f = 16 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 16 \frac{\text{m}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{16 \text{ m}}{60 \text{ s}} = \mathbf{0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$\text{b) } a = \frac{v}{t}$$

$$t = \frac{v}{a} = \frac{0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{0,27 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{2 \cdot \text{s} \cdot \text{m}} = \mathbf{0,135 \text{ s}}$$

$$28/10. \quad F = p_e \cdot A \quad p_e = 80 \text{ bar} = 80 \text{ bar} \cdot \frac{10 \text{ N}}{\text{cm}^2 \cdot \text{bar}} = 800 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

$$F = 800 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 66,75 \text{ cm}^2 = 53\,400 \text{ N} = \mathbf{53,4 \text{ kN}}$$

$$28/11. \quad P_c = F_c \cdot v_c \quad v_c = 110 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 110 \frac{\text{m}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{110 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

$$P_c = 6\,365 \text{ N} \cdot \frac{110 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 11\,669,2 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 11\,669,2 \text{ W} \approx \mathbf{11,7 \text{ kW}}$$

Umstellen von Formeln

$$31/1. \quad U = \pi \cdot d \mid : \pi$$

$$\frac{U}{\pi} = \frac{\pi \cdot d}{\pi}$$

$$d = \frac{U}{\pi}$$

$$d = \frac{U}{\pi} = \frac{125 \text{ mm}}{\pi} = \mathbf{39,8 \text{ mm}}$$

$$31/2. \quad A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \mid \cdot 4$$

$$A \cdot 4 = \frac{4 \cdot \pi \cdot d^2}{4} \mid : \pi$$

$$\frac{A \cdot 4}{\pi} = \frac{\pi \cdot d^2}{\pi}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 56,74 \text{ cm}^2}{\pi}} = \sqrt{72,28 \text{ cm}^2} = \mathbf{8,5 \text{ cm}}$$

$$31/3. \quad c^2 = a^2 + b^2 \mid - a^2$$

$$c^2 - a^2 = a^2 + b^2 - a^2$$

$$b^2 = c^2 - a^2$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(160 \text{ mm})^2 - (85 \text{ mm})^2} = \sqrt{18\,375 \text{ mm}^2} = \mathbf{135,5 \text{ mm}}$$

31/4. $v_f = n \cdot f_z \cdot z \mid : (n \cdot z)$

$$\frac{v_f}{n \cdot z} = \frac{n \cdot f_z \cdot z}{n \cdot z}$$

$$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z}$$

$$f_z = \frac{v_f}{n \cdot z} = \frac{72 \frac{\text{mm}}{\text{min}}}{\frac{45}{\text{min}} \cdot 8} = \frac{72 \text{ mm} \cdot \text{min}}{45 \cdot 8 \text{ min}} = \mathbf{0,2 \text{ mm}}$$

31/5. $n_1 \cdot z_1 = n_2 \cdot z_2 \mid : z_2$

$$\frac{n_1 \cdot z_1}{z_2} = \frac{n_2 \cdot z_2}{z_2}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2} = \frac{440}{80} \cdot 32 = \mathbf{176 \frac{1}{\text{min}}}$$

31/6. $\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \mid \cdot d_2^2$

$$\frac{F_1 \cdot d_2^2}{F_2} = \frac{d_1^2 \cdot d_2^2}{d_2^2} \mid \cdot \frac{F_2}{F_1}$$

$$\frac{F_1 \cdot d_2^2 \cdot F_2}{F_2 \cdot F_1} = \frac{d_1^2 \cdot F_2}{F_1}$$

$$d_2^2 = \frac{d_1^2 \cdot F_2}{F_1}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{d_1^2 \cdot F_2}{F_1}} = \sqrt{\frac{(20 \text{ mm})^2 \cdot 4 \text{ 000 N}}{150 \text{ N}}}$$

$$d_2 = \sqrt{10 \text{ 666,66 mm}^2} = \mathbf{103,3 \text{ mm}}$$

31/7. $I = \frac{U}{R} \mid \cdot R$

$$I \cdot R = \frac{U \cdot R}{R}$$

$$U = I \cdot R = 4,2 \text{ A} \cdot 12 \Omega = \mathbf{50,4 \text{ V}} \quad (1 \text{ V} = 1 \Omega \cdot 1 \text{ A})$$

31/8. a) $F \cdot s = F_G \cdot h$

$$F = \frac{F_G \cdot h}{s}$$

$$s = \frac{F_G \cdot h}{F}$$

$$F_G = \frac{F \cdot s}{h}$$

$$h = \frac{F \cdot s}{F_G}$$

b) $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1}$$

$$l_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{F_1}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2}$$

$$l_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{F_2}$$

c) $F_1 \cdot a = F_2 \cdot b$

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot b}{a}$$

$$a = \frac{F_2 \cdot b}{F_1}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot a}{b}$$

$$b = \frac{F_1 \cdot a}{F_2}$$

d) $\frac{n_t}{n_g} = \frac{z_g}{z_t}$
 $n_t = \frac{z_g \cdot n_g}{z_t}$
 $n_g = \frac{n_t \cdot z_t}{z_g}$
 $z_g = \frac{n_t \cdot z_t}{n_g}$
 $z_t = \frac{z_g \cdot n_g}{n_t}$

e) $F_B = (F_1 + F_2) - F_A$
 $F_1 = F_A + F_B - F_2$
 $F_2 = F_A + F_B - F_1$
 $F_A = (F_1 + F_2 - F_B)$

f) $U = 2 \cdot (l + b)$
 $l = \frac{U}{2} - b$
 $b = \frac{U}{2} - l$

g) $A_0 = 2A + A_M$
 $A = \frac{A_0 - A_M}{2}$
 $A_M = A_0 - 2A$

h) $Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$
 $c = \frac{Q}{m \cdot (t_2 - t_1)}$
 $m = \frac{Q}{c \cdot (t_2 - t_1)}$
 $t_2 = \frac{Q}{c \cdot m} + t_1$
 $t_1 = t_2 - \frac{Q}{c \cdot m}$

i) $a = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2}$
 $m = \frac{2a}{z_1 + z_2}$
 $z_1 = \frac{2a}{m} - z_2$
 $z_2 = \frac{2a}{m} - z_1$

j) $d = \sqrt{D^2 - l^2}$
 $D = \sqrt{d^2 + l^2}$
 $l = \sqrt{D^2 - d^2}$

k) $C = \frac{D - d}{L}$
 $D = C \cdot L + d$
 $d = D - C \cdot L$
 $L = \frac{D - d}{C}$

l) $d_a = m \cdot (z + 2)$
 $m = \frac{d_a}{z + 2}$
 $z = \frac{d_a}{m} - 2$

m) $Q = q \cdot s \cdot n$
 $q = \frac{Q}{s \cdot n}$
 $s = \frac{Q}{q \cdot n}$
 $n = \frac{Q}{q \cdot s}$

n) $P = U \cdot I \cdot \cos \gamma$
 $U = \frac{P}{I \cdot \cos \gamma}$
 $I = \frac{P}{U \cdot \cos \gamma}$
 $\cos \gamma = \frac{P}{U \cdot I}$

o) $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
 $R_1 = \frac{-R \cdot R_2}{R - R_2}$
 $R_2 = \frac{R \cdot R_1}{R_1 - R}$

p) $F_B = \frac{(F_1 \cdot l_1 + F_2 \cdot l_2)}{l}$
 $l_1 = \frac{F_B \cdot l - F_2 \cdot l_2}{F_1}$
 $l_2 = \frac{F_B \cdot l - F_1 \cdot l_1}{F_2}$
 $F_1 = \frac{F_B \cdot l - F_2 \cdot l_2}{l_1}$
 $F_2 = \frac{F_B \cdot l - F_1 \cdot l_1}{l_2}$

Technische Berechnungen mit dem Taschenrechner

34/1. $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 4$ $4 \cdot A = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot 4}{4} \div \pi$ $\frac{4 \cdot A}{\pi} = \frac{\pi \cdot d^2}{\pi}$ $d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$

$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,672 \text{ mm}^2}{\pi}} = 2,687 \text{ mm} \approx 2,7 \text{ mm}$

Lösung mit dem Taschenrechner									
Schritt	1	2	3	4	5	6	7	8	Ergebnis
Eingabe	AC	4	x	5,672	:	π	=	$\sqrt{\quad}$	
Anzeige	0	4	4	5,672	22,688	3,14159	7,2218	7,2218	2,687

34/2.

a) $\sin 15^\circ = 0,258819$

Lösung mit dem Taschenrechner				
Schritt	1	2	3	Ergebnis
Eingabe	AC	sin	15	0,258819

b) $\cos 32,42^\circ = 0,8441$

Lösung mit dem Taschenrechner				
Schritt	1	2	3	Ergebnis
Eingabe	AC	cos	32,42	0,8441408

c) $\tan 56,53^\circ = 1,5125$

Lösung mit dem Taschenrechner				
Schritt	1	2	3	Ergebnis
Eingabe	AC	tan	56,33	1,5125

d) $\sin 84,43^\circ = 0,9952$

Lösung mit dem Taschenrechner				
Schritt	1	2	3	Ergebnis
Eingabe	AC	sin	84,43	0,9952

e) $\cos 77,2^\circ = 0,2215$

Lösung mit dem Taschenrechner				
Schritt	1	2	3	Ergebnis
Eingabe	AC	cos	77,2	0,2215

f) $\tan 87,41^\circ = 22,1068$

Lösung mit dem Taschenrechner				
Schritt	1	2	3	Ergebnis
Eingabe	AC	tan	87,41	22,1068

34/3.

a) $\alpha = 23,697^\circ$

Lösung mit dem Taschenrechner					
Schritt	1	2	3	4	Ergebnis
Eingabe	AC	SHIFT	sin	0,4019	23,697

b) $\beta = 87,34^\circ$

Lösung mit dem Taschenrechner					
Schritt	1	2	3	4	Ergebnis
Eingabe	AC	SHIFT	cos	0,0464	87,34

c) $\gamma = 74,33^\circ$

Lösung mit dem Taschenrechner					
Schritt	1	2	3	4	Ergebnis
Eingabe	AC	SHIFT	tan	3,5648	74,33

34/4.

$v = \pi \cdot d \cdot n$ $d = 420 \text{ mm} = 0,4 \text{ m}$ $n = \frac{540}{\text{min}} = \frac{540}{60 \text{ s}}$

$v = \pi \cdot 0,4 \text{ m} \cdot \frac{540}{60 \text{ s}} = \frac{\pi \cdot 0,4 \cdot 540 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 11,309 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Lösung mit dem Taschenrechner									
Schritt	1	2	3	4	5	6	7	8	Ergebnis
Eingabe	AC	π	.	0,4	.	540	:	60	11,309

34/5.

$S = U \cdot t$

$S = (\pi \cdot 22 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm} + 2 \cdot \pi \cdot 9,5 \text{ mm}) \cdot 1 \text{ mm}$

$S = 188,8 \text{ mm} \cdot 1 \text{ mm} = 188,8 \text{ mm}^2$

Lösung mit dem Taschenrechner									
Schritt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Eingabe	AC	π	.	22	+	2	.	30	+
Schritt	10	11	12	13	14	15	16	Ergebnis	
Eingabe	2	.	π	.	9,5	.	1	188,8	

Berechnungen im Dreieck

Lehrsatz des Pythagoras

35/1. Rechtwinklige Dreiecke

$$\text{a) } c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(120 \text{ mm})^2 + (160 \text{ mm})^2} = \mathbf{200 \text{ mm}}$$

$$\text{b) } b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(170 \text{ mm})^2 - (80 \text{ mm})^2} = \mathbf{150 \text{ mm}}$$

$$\text{c) } c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(8,3 \text{ cm})^2 + (40 \text{ cm})^2} = \mathbf{40,852 \text{ cm}}$$

$$\text{d) } a = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(8,2 \text{ dm})^2 - (6,4 \text{ dm})^2} = \mathbf{5,126 \text{ dm}}$$

$$\text{e) } a = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(0,12 \text{ m})^2 - (0,02 \text{ m})^2} = \mathbf{0,118 \text{ m}}$$

$$\text{f) } b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(20,2 \text{ km})^2 - (13,5 \text{ km})^2} = \mathbf{15,026 \text{ km}}$$

35/2. Rahmen

Länge einer Versteifungsstrebe:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(750 \text{ mm})^2 + (1\,200 \text{ mm})^2} = 1\,415,097 \text{ mm}$$

$$\approx \mathbf{1415 \text{ mm}}$$

35/3. Kegel

$$h = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(170 \text{ mm})^2 - (60 \text{ mm})^2} = 159,06 \text{ mm}$$

$$\approx \mathbf{159 \text{ mm}}$$

35/4. Zylinder

$$b = 2 \cdot \sqrt{c^2 - a^2} = 2 \cdot \sqrt{(60 \text{ mm})^2 - (40 \text{ mm})^2}$$

$$= \mathbf{89,443 \text{ mm}}$$

35/5. Platte

$$x = \sqrt{(29 \text{ mm})^2 + (29 \text{ mm})^2} = \sqrt{1\,682 \text{ mm}^2} = \mathbf{41,012 \text{ mm}}$$

36/6. Viereck

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(30 \text{ mm})^2 + (30 \text{ mm})^2} = \mathbf{42,426 \text{ mm}}$$

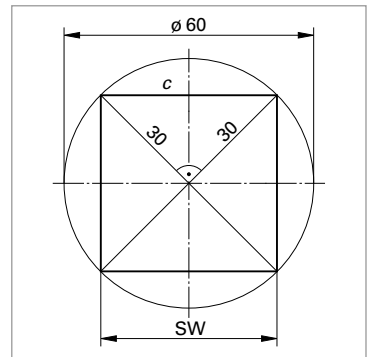


Bild 36/6: Viereck

36/7. Sechskant

$$\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \left(\frac{D}{4}\right)^2 + (16 \text{ mm})^2$$

$$\frac{D^2}{4} - \frac{D^2}{16} = (16 \text{ mm})^2$$

$$\frac{3}{16} D^2 = (16 \text{ mm})^2 = 256 \text{ mm}^2$$

$$D^2 = 256 \text{ mm}^2 \cdot \frac{16}{3}$$

$$D = \sqrt{1\,365,3 \text{ mm}^2} = \mathbf{36,950 \text{ mm}}$$

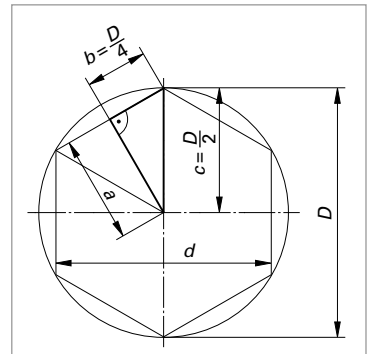


Bild 36/7: Sechskant

36/8. Quader

$$c = l_1 = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(420 \text{ mm})^2 + (215 \text{ mm})^2}$$

$$= \mathbf{471,832 \text{ mm}}$$

$$c = l_2 = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(471,832 \text{ mm})^2 + (180 \text{ mm})^2}$$

$$= \mathbf{505,000 \text{ mm}}$$

36/9. Anschnitt

$$a = l_s = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(40 \text{ mm})^2 - (32,5 \text{ mm})^2}$$

$$= 23,318 \text{ mm} \approx \mathbf{23,3 \text{ mm}}$$

$$L = (100 + 40 + 1,5 + 1,5 - 23,3) \text{ mm} = \mathbf{119,7 \text{ mm}}$$

36/10. Kugelpfanne

$$a = \frac{x}{2} = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(24 \text{ mm})^2 - (11 \text{ mm})^2}$$

$$= 21,330729 \text{ mm}$$

$$x = \mathbf{42,661 \text{ mm}}$$

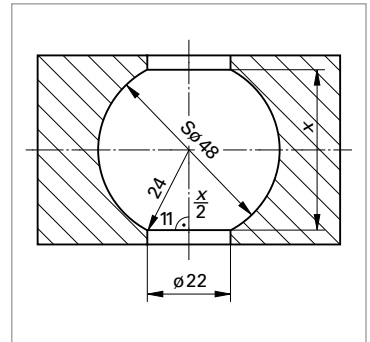


Bild 36/10: Kugelpfanne

36/11. Treppenwange

$$c = L = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(2\,200 \text{ mm})^2 + (1\,800 \text{ mm})^2}$$

$$= \mathbf{2\,842,5 \text{ mm}}$$

36/12. Lehre

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(60 \text{ mm})^2 - (42,5 \text{ mm})^2} = 42,353 \text{ mm}$$

$$x = (42,353 + 42,5) \text{ mm} = \mathbf{84,853 \text{ mm}}$$

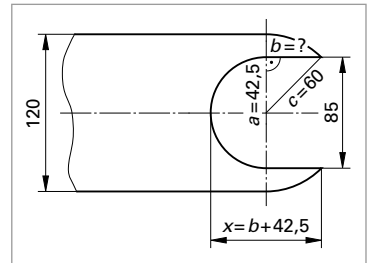


Bild 36/12: Lehre

36/14. Portalkran

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{\left(1,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \left(1,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = \mathbf{2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

37/15. Lochung

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(36 \text{ mm})^2 + (32 \text{ mm})^2} = \mathbf{48,166 \text{ mm}}$$

$$x = 48,166 \text{ mm} - 8 \text{ mm} = 40,166 \text{ mm} \approx \mathbf{40,17 \text{ mm}}$$

37/16. Ausleger

$$l = c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(1\,250 \text{ mm})^2 + (830 \text{ mm})^2}$$

$$= 1\,500,467 \text{ mm} \approx \mathbf{1\,500 \text{ mm}}$$

37/17. Härteprüfung

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(5 \text{ mm})^2 - (2,15 \text{ mm})^2} = 4,514 \text{ mm}$$

$$h = (5 - 4,514) \text{ mm} = \mathbf{0,486 \text{ mm}}$$

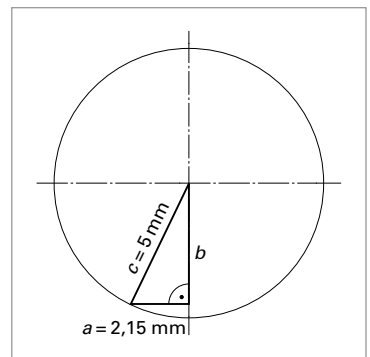


Bild 37/17: Härteprüfung

37/18. Segmentplatte

$$x = \sqrt{(40 \text{ mm})^2 - (10 \text{ mm})^2} = \mathbf{38,730 \text{ mm}}$$

$$y = \sqrt{(40 \text{ mm})^2 - (38,730 \text{ mm} - 5 \text{ mm})^2} = \mathbf{21,501 \text{ mm}}$$

37/19. Kräfte beim Drehen

$$c = F_a = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(8\,900 \text{ N})^2 + (1\,700 \text{ N})^2}$$

$$= \mathbf{9\,060,9 \text{ N}}$$

37/20. Scheibenfräser

$$a) b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(40 \text{ mm})^2 - (34 \text{ mm})^2} = 21,071 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} b) l_s &= \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2} - a\right)^2} = \sqrt{\frac{d^2}{4} - \left(\frac{d^2}{4} - 2 \cdot \frac{d}{2} \cdot a + a^2\right)} \\ &= \sqrt{\frac{d^2}{4} - \frac{d^2}{4} + d \cdot a - a^2} \\ &= \sqrt{a \cdot d - a^2} \end{aligned}$$

37/21. Lochstempel

$$\begin{aligned} \left(\frac{f}{2}\right)^2 &= r^2 - (r - 0,1)^2 \\ \frac{f}{2} &= \sqrt{(5 \text{ mm})^2 - (5 \text{ mm} - 0,1 \text{ mm})^2} \\ &= 0,995 \text{ mm} \\ f &\approx 2 \text{ mm} \end{aligned}$$

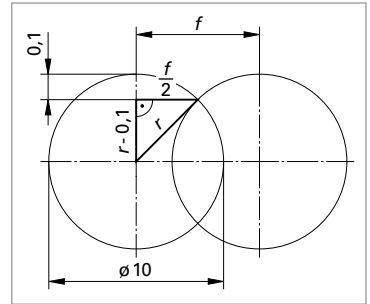


Bild 37/21: Lochstempel

37/22. Seewölbung

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(6365 \text{ km})^2 - (23 \text{ km})^2} = 6364,9584 \text{ km} \\ h &= r - b = 6365 \text{ km} - 6364,9584 \text{ km} = 0,04156 \text{ km} \\ &= 41,56 \text{ m} \end{aligned}$$

Winkelfunktionen

■ Winkelfunktionen im rechtwinkligen Dreieck**40/1. Funktionswerte**

sin: **0,1736; 0,7431; 0,0640; 0,4874; 0,9124; 0,1426; 0,1426; 0,6136**
 cos: **0,9848; 0,6691; 0,9980; 0,8732; 0,4094; 0,9898; 0,9898; -0,7896**
 tan: **0,1763; 1,1106; 0,0641; 0,5581; 2,2286; 0,1441; 0,1441; -0,7771**

40/2. Winkel

	a	b	c	d	e
α	6°	8,5° (8° 30')	39,84° (39° 50')	69,83° (69° 50')	87,86° (87° 51')
α	1,62° (1° 37')	10,17° (10° 10')	38,83° (38° 50')	53,17° (53° 10')	85°
α	5°	25°	70,83° (70° 50')	89,17 (89° 10')	89,83° (89° 50')

40/3. Berechnungen im Dreieck

	a	b	c	d	e
c in mm	62	50	350	784	1 120
a in mm	50,8	30	225	747	760
b in mm	35,6	40	268	238	825
$\sphericalangle \alpha$	55°	36,83°	40°	72,33°	42° 40'
$\sphericalangle \beta$	35°	53,17°	50°	17,67°	47° 20'

40/4. Kegelhader

$$\tan \delta_1 = \frac{\frac{d_1}{2}}{\frac{d_2}{2}} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{160 \text{ mm}}{88 \text{ mm}} = 1,8182; \quad \delta_1 = \mathbf{61,2^\circ}$$

$$\delta_2 = 90^\circ - \delta_1 = 90^\circ - 61,2^\circ = \mathbf{28,8^\circ}$$

40/5. Prismenfuhrung

$$b = a \cdot \tan 40^\circ = 16 \text{ mm} \cdot 0,8391 = 13,426 \text{ mm}$$

$$x = 36 \text{ mm} - 2 \cdot b = 36 \text{ mm} - 2 \cdot 13,426 \text{ mm} = 9,148 \text{ mm} \approx \mathbf{9,15 \text{ mm}}$$

40/6. Seitenschieber

$$x = a \cdot \tan 30^\circ = 5 \text{ mm} \cdot 0,5774 = 2,887 \text{ mm} \approx \mathbf{2,9 \text{ mm}}$$

40/7. Bohrlehre

$$c = \frac{100 \text{ mm}}{\cos 50^\circ} = \frac{100 \text{ mm}}{0,6428} = \mathbf{155,6 \text{ mm}}$$

$$b = 100 \text{ mm} \cdot \tan 50^\circ = 100 \text{ mm} \cdot 1,1918 = \mathbf{119,18 \text{ mm}}$$

40/8. Befestigungsplatte

$$x = 40 \text{ mm} \cdot \cos 20^\circ = 40 \text{ mm} \cdot 0,9397 = \mathbf{37,59 \text{ mm}}$$

$$y = 40 \text{ mm} \cdot \sin 20^\circ = 40 \text{ mm} \cdot 0,3420 = \mathbf{13,68 \text{ mm}}$$

40/9. Sinuslineal

$$E = L \cdot \sin \alpha = 100 \text{ mm} \cdot \sin 24,5^\circ = 100 \text{ mm} \cdot 0,4147 = \mathbf{41,47 \text{ mm}}$$

41/10. Blechhaube

$$a = \frac{750 \text{ mm}}{2} - \frac{400 \text{ mm}}{2} = 175 \text{ mm};$$

$$L = \frac{a}{\sin 40^\circ} = \frac{175 \text{ mm}}{0,6428} = 272,24 \text{ mm} \approx \mathbf{272 \text{ mm}}$$

41/11. Drehteil

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2l} = \frac{(50 - 30) \text{ mm}}{2 \cdot 84 \text{ mm}} = 0,1190; \quad \frac{\alpha}{2} = 6,79^\circ; \quad \alpha = \mathbf{13,58^\circ}$$

41/12. Abdeckblech

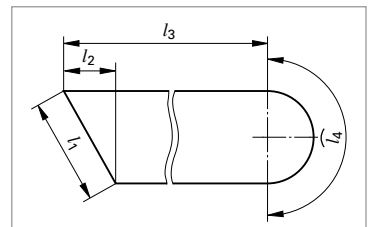
$$l_1 = \frac{160 \text{ mm}}{\cos 30^\circ} = \frac{160 \text{ mm}}{0,8660} = 184,8 \text{ mm}$$

$$l_2 = 160 \text{ mm} \cdot \tan 30^\circ = 160 \text{ mm} \cdot 0,5773 = 92,4 \text{ mm}$$

$$l_3 = 530 \text{ mm} - 80 \text{ mm} = 450 \text{ mm}$$

$$l_4 = \frac{\pi \cdot d}{2} = \frac{\pi \cdot 160 \text{ mm}}{2} = 251,3 \text{ mm}$$

$$l = l_1 + l_3 + l_4 + l_3 - l_2 = \mathbf{1\ 243,7 \text{ mm}}$$

**Bild 41/12: Abdeckblech****41/13. Reibradgetriebe**

$$h = \frac{100 \text{ mm}}{\tan 75^\circ} = \frac{100 \text{ mm}}{3,7321} = 26,79 \text{ mm} \approx \mathbf{26,8 \text{ mm}}$$

41/14. Trägerkonstruktion

$$\tan \alpha = \frac{c}{a+b} = \frac{2\,300 \text{ mm}}{3\,000 \text{ mm} + 2\,500 \text{ mm}} = 0,4182; \alpha = 22,69^\circ$$

$$\cos \alpha = \frac{a}{d}; d = \frac{a}{\cos \alpha} = \frac{3\,000 \text{ mm}}{0,9226} = 3\,251,68 \text{ mm} \approx \mathbf{3\,252 \text{ mm}}$$

$$\sin \alpha = \frac{c}{d+e}; d+e = \frac{c}{\sin \alpha} = \frac{2\,300 \text{ mm}}{0,3858} = 5\,961,64 \text{ mm}$$

$$e = 5\,961,49 \text{ mm} - d = 3\,961,49 \text{ mm} - 3\,251,68 \text{ mm} = 2\,709,81 \text{ mm} \approx \mathbf{2\,710 \text{ mm}}$$

$$\sin \alpha = \frac{f}{d}; f = d \cdot \sin \alpha = 3\,251,68 \text{ mm} \cdot 0,3858 = 1\,254,50 \text{ mm} \approx \mathbf{1\,255 \text{ mm}}$$

$$g^2 = b^2 + f^2; g = \sqrt{b^2 + f^2} = \sqrt{(2\,500 \text{ mm})^2 + (1\,254,50 \text{ mm})^2} = \sqrt{7\,823\,770 \text{ mm}^2} \\ \approx \mathbf{2\,797 \text{ mm}}$$

41/15. Profilplatte

$$\text{P1: } X_1 = \mathbf{0 \text{ mm}} \\ Y_1 = \mathbf{0 \text{ mm}}$$

$$\text{P2: } X_2 = \mathbf{40 \text{ mm}} \\ Y_2 = \mathbf{0 \text{ mm}}$$

$$\text{P3: } X_3 = (40 + 30) \text{ mm} = \mathbf{70 \text{ mm}} \\ Y_3 = 30 \text{ mm} \cdot \tan 20^\circ = 30 \text{ mm} \cdot 0,3640 = \mathbf{10,92 \text{ mm}}$$

$$\text{P4: } X_4 = X_3 = \mathbf{70 \text{ mm}} \\ Y_4 = \mathbf{28 \text{ mm}}$$

$$\text{P5: } \tan 20^\circ = \frac{(37 - 28) \text{ mm}}{70 \text{ mm} - X_5}$$

$$X_5 = 70 \text{ mm} - \frac{9 \text{ mm}}{\tan 20^\circ} = 70 \text{ mm} - \frac{9 \text{ mm}}{0,3640} = \mathbf{45,27 \text{ mm}}$$

$$Y_5 = \mathbf{37 \text{ mm}}$$

$$\text{P6: } X_6 = 20 \text{ mm} + 16 \text{ mm} \cdot \sin 60^\circ = 20 \text{ mm} + 16 \text{ mm} \cdot 0,8660 = \mathbf{33,86 \text{ mm}} \\ Y_6 = \mathbf{37 \text{ mm}}$$

$$\text{P7: } X_7 = \mathbf{20 \text{ mm}} \\ Y_7 = \mathbf{45 \text{ mm}}$$

$$\text{P8: } X_8 = \mathbf{0 \text{ mm}} \\ Y_8 = \mathbf{45 \text{ mm}}$$

41/16. Rundstab

$$\sin \alpha = \frac{6 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} = 0,24; \alpha = 13,89^\circ$$

$$\beta = \frac{120^\circ - 2 \cdot \alpha}{2} = 46,11^\circ$$

$$a = r - t$$

$$\cos \beta = \frac{a}{r}; a = r \cdot \cos \beta = 25 \text{ mm} \cdot 0,6933 = 17,33 \text{ mm}$$

$$t = r - a = 25 \text{ mm} - 17,33 \text{ mm} = \mathbf{7,67 \text{ mm}}$$

41/17. Vierkant

$$\cos \alpha = \frac{16 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 0,8; \alpha = 36,87^\circ$$

$$\beta = 45^\circ - \alpha = 8,13^\circ$$

$$b = 2 \cdot 20 \text{ mm} \cdot \sin \beta = 40 \text{ mm} \cdot 0,1414 = \\ 5,656 \text{ mm} \approx \mathbf{5,7 \text{ mm}}$$

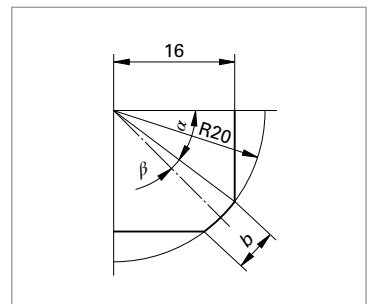


Bild 41/17: Vierkant