



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
Kraftfahrzeugtechnik

# **Methodische Lösungswege**

zum

# **Rechenbuch Kraftfahrzeugtechnik**

Gültig für die 10. Auflage

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

**Europa-Nr.: 20426**

**Autoren:**

Fischer, Richard	Studiendirektor a.D.	Polling
Gscheidle, Rolf	Studiendirektor a.D.	Winnenden
Gscheidle, Tobias	Dipl.-Gewerbelehrer, Studiendirektor	Sindelfingen-Filderstadt
Heider, Uwe	Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG	Neckarsulm-Ellhofen
Hohmann, Berthold	Oberstudiendirektor	Eversberg-Meschede
Keil, Wolfgang	Oberstudiendirektor a.D.	München
Lohuis, Rainer	Dipl.-Ingenieur, Oberstudienrat	Hückelhoven
Renz, David	M.Sc., Oberstudienrat	Gomaringen-Stuttgart
Schlögl, Bernd	Dipl.-Gwl. Studiendirektor	Rastatt-Gaggenau
Spring, Andreas, Dr.	Dipl.-Ingenieur, Studienrat	Starnberg-München

**Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:**

Rolf Gscheidle, Studiendirektor a.D., Winnenden

**Bildbearbeitung:**

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

**Wichtiger Hinweis:**

Die fettgedruckten Zahlen am rechten bzw. linken Seitenrand des Lösers geben jeweils an, auf welcher Seite des Rechenbuches Kraftfahrzeugtechnik (**10. Auflage**) die zugehörigen Aufgaben zu finden sind.

10. Auflage 2023

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-2238-3

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

© 2023 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt  
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald  
Umschlagfoto: Volkswagen AG, Wolfsburg  
Druck: Plump Druck und Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

# 1 ALLGEMEINES RECHNEN

## 1.1 MATHEMATISCHE UND PHYSIKALISCHE BEGRIFFE

### 1.2 ZAHLEN UND ZAHLENSYSTEME

1. a)  $\frac{25}{100}$       b)  $\frac{3}{1000}$       c)  $\frac{427}{100}$       d)  $\frac{30\,204}{10\,000}$   
 e)  $\frac{1134}{10}$       f)  $\frac{876}{1000}$       g)  $\frac{125}{1000}$       h)  $\frac{115}{10\,000\,000}$
2. a)  $5,32 \cdot 10^2$       b)  $4 \cdot 10^{-1}$       c)  $9,5 \cdot 10^1$       d)  $9,93 \cdot 10^6$   
 e)  $6 \cdot 10^{-3}$
3. a) 32 000 000      b) 0,006      c) 29 300      d) 0,000 004 2  
 e) 5620

6

### 1.3 RECHNEN MIT ZAHLENGRÖSSEN

1. a) 39      b) 40,82      c) 55
2. a) 26      b) 180      c) 49,225
3. a) 6      b) 34,8      c) 9
4. a) 18      b) 32      c) 0
5. a) 3,555 m      b) 60 cm<sup>2</sup>      c) 8 dm<sup>2</sup>      d) 140 cm<sup>3</sup>
6. a) 100,38      b) 5,35      c) 30,80      d) 72,10  
 e) 0,40

7

### 1.4 UMRECHNEN VON DEZIMAL-, DUAL- UND HEXADEZIMALZAHLEN

1. a)  $Z_2 = 11000, Z_{16} = 18h$       b)  $Z_2 = 110000, Z_{16} = 30h$   
 c)  $Z_2 = 11111111, Z_{16} = FFh$       d)  $Z_2 = 1010111111111110, Z_{16} = AFFEh$
2. a)  $Z_{10} = 4, Z_{16} = 4h$       b)  $Z_{10} = 10, Z_{16} = Ah$   
 c)  $Z_{10} = 29, Z_{16} = 1Dh$       d)  $Z_{10} = 215, Z_{16} = D7h$
3. a)  $Z_{10} = 104, Z_2 = 1101000$       b)  $Z_{10} = 160, Z_2 = 10100000$   
 c)  $Z_{10} = 150, Z_2 = 10010110$       d)  $Z_{10} = 255, Z_2 = 11111111$
4. a)  $n = 789 \text{ 1/min}$       b) 1100010101
5.  $Z_{16} = 11h; Z_2 = 00010001$

10

Stelle	8	7	6	5	4	3	2	1
Schalter	Tipp- wischen	Wischer Stufe 1	Wischer Stufe 2	Wischer Intervall	Blinken links	Blinken rechts	Fern- licht	Licht- hupe
Lösung	0	0	0	1	0	0	0	1
	AUS	AUS	AUS	EIN	AUS	AUS	AUS	EIN

Die Ergebnisse werden bei den Aufgaben 1 bis 15 als Bruch und Dezimalzahl (mittels Taschenrechner) berechnet.

1. a)  $\frac{1}{2} = 0,5$       b)  $\frac{6}{8} = \frac{3}{4} = 0,75$       c)  $\frac{2}{2} = 1$
2. a)  $\frac{21}{24} = \frac{7}{8} = 0,875$       b)  $\frac{805}{25} = 32\frac{1}{5} = 32,2$       c)  $\frac{142}{240} = \frac{71}{120} = 0,591\bar{6}$
3. a)  $\frac{15}{12} = 1\frac{1}{4} = 1,25$       b)  $\frac{473}{252} = 1\frac{221}{252} \approx 1,877$       c)  $\frac{573}{280} = 2\frac{13}{280} \approx 2,046$
4. a)  $\frac{697}{495} = 1\frac{202}{495} \approx 1,408$       b)  $\frac{19}{56} \approx 0,339$       c)  $\frac{101}{104} \approx 0,971$
5. a)  $10\frac{1}{9} = 10,1\bar{1}$       b)  $\frac{70}{10} = 7$       c)  $\frac{1875}{323} = 5\frac{260}{323} \approx 5,805$
6. a)  $11\frac{82}{117} \approx 11,701$       b)  $6\frac{71}{72} \approx 6,986$       c)  $\frac{2547}{546} = 4\frac{121}{182} \approx 4,665$
7. a)  $\frac{3}{7} \approx 0,429$       b)  $2\frac{4}{7} \approx 2,571$       c)  $\frac{7}{36} = 0,19\bar{4}$
8. a)  $2\frac{13}{18} = 2,7\bar{2}$       b)  $2\frac{14}{15} \approx 2,9\bar{3}$       c)  $17\frac{1}{2} = 17,5$
9. a)  $\frac{17}{36} = 0,47\bar{2}$       b)  $11\frac{2}{3} = 11,6$       c)  $3\frac{3}{10} = 3,3$
10. a)  $1\frac{13}{15} = 1,8\bar{6}$       b)  $\frac{2}{15} = 0,13$       c)  $\frac{3}{140} \approx 0,021$
11. a)  $3\frac{5}{11} = 3,4\bar{5}$       b)  $\frac{1}{6} = 0,1\bar{6}$       c)  $\frac{217}{432} \approx 0,502$
12. a)  $\frac{21}{80} = 0,2625$       b)  $\frac{20}{189} \approx 0,106$       c)  $1\frac{1}{6} = 1,1\bar{6}$
- d)  $\frac{5}{14} \approx 0,357$       e)  $4\frac{7}{12} = 4,58\bar{3}$       f)  $2\frac{23}{126} \approx 2,183$
13. a)  $11\frac{4}{5} = 11,8$       b)  $5\frac{1}{6} = 5,1\bar{6}$       c)  $2\frac{10}{51} \approx 2,196$
14. a)  $1\frac{173}{240}$       b)  $1\frac{172}{325}$       c)  $7\frac{23}{120}$
15.  $\frac{4}{10} = \frac{2}{5}$ ;  $\frac{7}{100}$ ;  $\frac{25}{100} = \frac{1}{4}$ ;  $\frac{3}{1000}$ ;  $\frac{427}{100} = 4\frac{27}{100}$ ;  $\frac{30\,204}{10\,000} = 3\frac{204}{10\,000}$ ;  
 $\frac{1134}{10} = 113\frac{2}{5}$ ;  $\frac{875}{1000} = \frac{7}{8}$ ;  $\frac{72}{100} = \frac{18}{25}$ ;  $\frac{125}{1000} = \frac{1}{8}$
16.  $\frac{75}{100}$ ;  $\frac{875}{1000}$ ;  $\frac{5625}{10000}$ ;  $\frac{8}{10}$ ;  $\frac{25}{10}$ ;  $\frac{24}{100}$ ;  $\frac{44}{10}$ ;  $\frac{125}{100}$ ;  $\frac{254}{10}$ ;  $\frac{314}{100}$

1. 291,08 €      3. 69 km      5. 3,13 l      7. 360 t
2. 17,92 €      4. 14,68 l      6. 1,054 h



**1. Addieren und Subtrahieren**

- a) 17 354,25      b) – 188,844      c) 8,177      d) 84 766,137  
 e) 6,396      f) – 11,1

**2. Multiplizieren und Dividieren**

- a) 1,5      b) 27,729      c) 161,890      d) 1,743  
 e) 514,151      f) 0,222

**3. Klammeraufgaben**

- a) 202      b) 345      c) 210      d) 161  
 e) 46 200      f) 105 400      g) 79 026      h) 33,5712

**4. Bruchrechnen**

- a)  $0,01\bar{6}$       b) 0,04      c)  $0,1\bar{6}$       d) 0,875  
 e) 0,276 190 5      f) 17,820 833      g) 0,05      h)  $0,6\bar{3}$       i)  $0,2\bar{3}$

**5. Potenzieren und Radizieren**

- a) 169      b) 0,0361      c) 64      d) 0,140 608  
 e) 14      f) 980      g) 0,3      h) 19,5

**6. Kreisumfang und Kreisfläche**

- a) 62,831 853      b) 17,184 512      c) 3,078 760 8      d) 425,999 96  
 e) 176,714 59      f) 1,767 145 9      g) 128,679 64      h) 0,212 371 7

**7. Rechnen mit einer Konstanten**

- a) 19,234; 33,189; 0,5; –17,555      b) 19,635; 50,265; 4,909; 113,097  
 c) 17,5; 25;  $27,\bar{7}$ ;  $36,\bar{1}$

**8. Prozentsatz**

- a) 20 %      b)  $33,\bar{3}$  %      c)  $66,\bar{6}$  %      d)  $9,0\bar{6}$  %  
 e) 2 %      f) 13 %

**9. Prozentwert**

- a) 175      b) 80      c) 86,6      d) 91,35  
 e) 5,769      f) 11,261

**10. Vermehrter bzw. verminderter Endwert**

- a) 416,50      b) 47,04      c) 2,73      d) 136  
 e) 0,759      f) 0,084

**11. Gemischte Aufgaben**

- a)  $\varepsilon = 8,605$       b)  $s' = 0,213$       c)  $V_h = 415,225$       d)  $V_h = 397,521$   
 e)  $d = 7,493$       f)  $A = 40 192,751$       g)  $A = 22 089,323$       h)  $R = 0,6\bar{2}$   
 i)  $l_1 = 1,5$       j)  $l_2 = 80,202$       k)  $M_k = 17 242,82$

1. Ankunft in Karlsruhe	16 <sup>h</sup>	40 <sup>min</sup>	50 <sup>s</sup>
Abfahrt in München	-13 <sup>h</sup>	10 <sup>min</sup>	25 <sup>s</sup>
Fahrzeit	<b>3<sup>h</sup></b>	<b>30<sup>min</sup></b>	<b>25<sup>s</sup></b>

2. Ankunft 12 h 08 min 05 s umwandeln in 11 h 67 min 65 s

Ankunft in Essen	11 <sup>h</sup>	67 <sup>min</sup>	65 <sup>s</sup>
Fahrzeit	-3 <sup>h</sup>	12 <sup>min</sup>	45 <sup>s</sup>
Abfahrt in Kassel	<b>8<sup>h</sup></b>	<b>55<sup>min</sup></b>	<b>20<sup>s</sup></b>

3. a)  $0,6 \text{ h} \cdot 60 \text{ min/h} = \mathbf{36 \text{ min}}$

b)  $0,18 \text{ h} \cdot 60 \text{ min/h} = 10,8 \text{ min}$ ;  $0,8 \text{ min} \cdot 60 \text{ s/min} = 48 \text{ s}$ ;  $0,18 \text{ h} = \mathbf{10 \text{ min } 48 \text{ s}}$

c) **51 min**                      d) **8 h 33 min**                      e) **2 h 21 min 36 s**                      f) **13 h 42 min**

4. a)  $35 \text{ min} \cdot 60 \text{ s/min} = 2100 \text{ s}$ ;  $2100 \text{ s} + 24 \text{ s} = 2124 \text{ s}$ ;  $2124 \text{ s} : 3600 \text{ s/h} = 0,59 \text{ h}$   
 $7 \text{ h } 35 \text{ min } 24 \text{ s} = \mathbf{7,59 \text{ h}}$

b) 0,165 h              c) 8,54 h              d) 24,832 h              e) 32,28 h              f) 0,52 h

5.  $0,6 \text{ h} \cdot 60 \text{ min/h} = 36 \text{ min}$ ;  $1,6 \text{ h} = 1 \text{ h } 36 \text{ min}$ ;

Abfahrt	15 <sup>h</sup>	25 <sup>min</sup>	
Fahrzeit	1 <sup>h</sup>	36 <sup>min</sup>	
Ankunft	16 <sup>h</sup>	61 <sup>min</sup>	= <b>17<sup>h</sup> 01<sup>min</sup></b>

6.  $29 \text{ min} \cdot 60 \text{ s/min} = 1740 \text{ s}$ ;  $1740 \text{ s} + 8 \text{ s} = 1748 \text{ s}$

$1 \text{ h } 29 \text{ min } 8 \text{ s} = 3600 \text{ s} + 1748 \text{ s} = 5348 \text{ s}$ ;  $5348 \text{ s} : 14 = 382 \text{ s} = \mathbf{6 \text{ min } 22 \text{ s}}$

7. a) A  $10 \text{ min } 9 \text{ s} \cdot 12 = 120 \text{ min } 108 \text{ s} = \mathbf{2 \text{ h } 1 \text{ min } 48 \text{ s}}$

B  $10 \text{ min } 27 \text{ s} \cdot 12 = 120 \text{ min } 324 \text{ s} = \mathbf{2 \text{ h } 5 \text{ min } 24 \text{ s}}$

C  $11 \text{ min } 3 \text{ s} \cdot 12 = 132 \text{ min } 36 \text{ s} = \mathbf{2 \text{ h } 12 \text{ min } 36 \text{ s}}$

b) A  $120 \text{ min } 108 \text{ s} = 120 \text{ min} \cdot 60 \text{ s/min} + 108 \text{ s} = 7200 \text{ s} + 108 \text{ s} = 7308 \text{ s}$   
 $1308 \text{ s} : 3600 \text{ s/h} = \mathbf{2,03 \text{ h}}$

B **2,09 h**

C **2,21 h**

8. a)  $5520 \frac{1}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \mathbf{92 \frac{1}{\text{s}}}$

b)  $5520 \text{ Umdrehungen} \cdot 2 \text{ Hübe/Umdrehung} = 11\,040 \text{ Hübe}$ ;

$60 \text{ s} : 11\,040 \text{ Hübe} = \mathbf{0,0054 \text{ s/Hub}}$

## 1.11 WINKELBERECHNUNGEN

1. a)  $+ 8^\circ 19' 15''$

$+ 7^\circ 51' 50''$

$+ 15^\circ 70' 65'' = \mathbf{16^\circ 11' 05''}$

b)  $\mathbf{30^\circ 30' 30''}$

2. a)  $(1^\circ 19' 32'') \cdot 3 = \mathbf{3^\circ 57' 96'' = 3^\circ 58' 36''}$

b)  $\mathbf{152^\circ 17' 36''}$

c)  $\mathbf{11^\circ 42' 40''}$

3.  $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ ;  $\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma) = 90^\circ - (10^\circ + 25^\circ) = 90^\circ - 35^\circ = 55^\circ$
4.  $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ ;  $\gamma = 90^\circ - (\alpha + \beta) = 90^\circ - (20^\circ + 90^\circ) = -20^\circ$
5. a)  $0,28^\circ \cdot 3600''/1^\circ = 1008''$ ;  $1008'' \cdot 1'/60'' = 16,8'$ ;  $0,8' \cdot 60''/1' = 48''$ ;  
 $2,28^\circ = 2^\circ 16' 48''$
- b)  $0^\circ 31' 48''$       c)  $4^\circ 43' 12''$       d)  $0^\circ 50' 24''$       e)  $15^\circ 18'$
6. a)  $24' \cdot 1^\circ/60' = 0,4^\circ$ ;  $26^\circ 24' = 26,4^\circ$
- b)  $30' \cdot 1^\circ/60' = 0,5^\circ$ ;  $36'' \cdot 1^\circ/3600'' = 0,01^\circ$ ;  $30^\circ 36'' = 0,51^\circ$
- c)  $72,35^\circ$       d)  $2,09^\circ$       e)  $45,425^\circ$

## 1.12 RECHNEN MIT BUCHSTABENGRÖSSEN

25

### 1.12.1 GRUNDRECHENARTEN, ADDITION UND SUBTRAKTION

#### 1. Ersetzen der Platzhalter durch Zahlen

- a)  $14 + 3 = 17$       b)  $2 \cdot 17 = 34$       c)  $58 + 18 = 76$   
d)  $48 - 30 = 18$       e)  $81 : 9 = 9$       f)  $120 - 21 = 99$

#### 2. Addieren von Termen

- a)  $x + x + x = 3x$       b)  $4ab$       c)  $2e + f$   
d)  $25r$       e)  $43uv$       f)  $14xy$   
g)  $8a + 3b$       h)  $2y^2 + 2y$       i)  $3vw + 12$

#### 3. Addieren von Brüchen

- a)  $\frac{3}{2}a$       b)  $\frac{7}{8}x$       c)  $\frac{4}{3}a + \frac{1}{2}b + c$   
d)  $\frac{11}{6}ef$       e)  $\frac{19}{4}ab$       f)  $\frac{25}{8}y$

#### 4. Subtrahieren von Termen

- a)  $x - x = 0$       b)  $4x - x - 1 = (4 - 1)x - 1 = 3x - 1$   
c)  $8b$       d)  $2a - 2$       e)  $0,5m$       f)  $2,2z$

#### 5. Subtrahieren von Brüchen

- a)  $\left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{6}\right)a = \frac{1}{6}a$       b)  $\frac{1}{4}m$       c)  $\frac{1}{4}u$   
d)  $\frac{23}{12}b - 1$       e)  $\frac{1}{16}ab$       f)  $-\frac{1}{30}v$

#### 6. Addieren und Subtrahieren von Termen mit verschiedenen Vorzeichen

- a)  $17a + (-16a) = 17a - 16a = a$       b)  $12m$   
c)  $50b$       d)  $-14c$       e)  $-7ef$   
f)  $-3a$       g)  $-24b$       h)  $\frac{6}{5}u - \frac{5}{6}v - w$   
i)  $2x + 2y$       j)  $8a - 7b$       k)  $3,1y$   
l)  $4,24x$       m)  $0$       n)  $28a$

## 7. Rechnen mit Klammern

- a)  $2a + a + 7 = 3a + 7$   
b)  $2a$                       c)  $33$                       d)  $a + b - a + b = 2b$   
e)  $y - z$                       f)  $28v - 24y$                       g)  $2a - 11b + 5c$   
h)  $4c - 8d$                       i)  $2c + 1$                       j)  $9x + y$   
k)  $40x - 19y$

## 1.12.2 MULTIPLIKATION UND DIVISION

27

### 1. Multiplizieren

- a)  $12a$                       b)  $56b$                       c)  $30ac$   
d)  $72ef$                       e)  $48abc$                       f)  $60xyz$   
g)  $99abcd$                       h)  $182efgm$                       i)  $0$   
j)  $0,0144 abcdef$                       k)  $1,8 uvwxyz$

### 2. Multiplizieren von Brüchen

- a)  $\frac{24}{60} ab = \frac{2}{5} ab$                       b)  $\frac{7}{12} uvw$                       c)  $\frac{10}{9} xy$   
d)  $\frac{3}{4} \frac{ac}{bd}$                       e)  $\frac{1}{2} \frac{mo}{np}$                       f)  $\frac{x}{y}$

### 3. Multiplizieren von positiven und negativen Zahlen

- a)  $55a$                       b)  $-10x$                       c)  $-16uw$   
d)  $64xy$                       e)  $-189abcd$                       f)  $48a^2b^2$   
g)  $-60xyz$                       h)  $1200afgh$                       i)  $-90pqr$

### 4. Multiplizieren von Klammern

- a)  $27x + 12$                       b)  $ab + ac$                       c)  $-ab - ac$   
d)  $-kl - km$                       e)  $2x + 3y$                       f)  $4z - 4zu + 9 - 9u$   
g)  $27xy - 36xz$                       h)  $30x + 60y - 40u + 50v$                       i)  $0,21xy - 0,77xz + 0,7xa$

### 5. Ausklammern gemeinsamer Faktoren

- a)  $a(x + y)$                       b)  $5(c + d)$                       c)  $12(7 - 3)$   
d)  $2(2r - 3s)$                       e)  $3(2p - q)$                       f)  $6x(a + b)$   
g)  $q(p - r + s)$                       h)  $\frac{1}{2}(a + 3b)$                       i)  $x(a - b - c)$   
j)  $15u(4v - 3w + x)$                       k)  $4x(2a + 6b - 3c)$                       l)  $(x + y) \cdot (m + n)$

### 6. Dividieren

- a)  $3a$                       b)  $3$                       c)  $b$                       d)  $3a$   
e)  $2$                       f)  $9d$                       g)  $\frac{15a}{16b}$                       h)  $\frac{5r}{2s}$   
i)  $\frac{4u}{w}$

### 7. Gemischte Aufgaben

- a)  $6x + 16$                       b)  $uv + uw + rs + rt + xy - xz$                       c)  $8x + 78$   
d)  $14ab - 3ac + 7bc$                       e)  $6x + 7z$                       f)  $11u - 14v$   
g)  $0,5a + 0,1$                       h)  $8a + 6b$                       i)  $2,1a - 1,8b$

## 1. Addieren und Subtrahieren von Potenzen

- a)  $25 + 9 - 16 = 18$     b) 106    c) 9    d)  $7a^2$   
 e)  $1,75x^2y$     f)  $48l^5$     g)  $3m^2 + m^3$

## 2. Multiplizieren von Potenzen

- a)  $5^2 \cdot 5^3 \cdot 5^1 = 5^{2+3+1} = 5^6$     b)  $2^9$     c)  $c^6$   
 d)  $p^6$     e)  $ab^2$     f)  $a^3b^2$     g)  $a^3xyz$   
 h)  $(ab)^5$

## 3. Dividieren von Potenzen

- a)  $10^8 : 10^5 = 10^{8-5} = 10^3$     b)  $a^2$     c)  $a^0 = 1$   
 d) 0,3v    e)  $3x^2y^0 = 3x^2$

## 4. Potenzieren von Potenzen und Klammerausdrücken

- a)  $(4^2)^2 = 4^{2 \cdot 2} = 4^4 = 256$     b)  $x^4$     c)  $25a^4$   
 d)  $(a + b) \cdot (a + b) = a^2 + 2ab + b^2$     e)  $a^2 - 2ab + b^2$   
 f)  $8a^3 + 24a^2b + 24ab^2 + 8b^3$

## 5. Umformen in Bruch oder Dezimalzahl

- a)  $a^3 : a^4 = a^{3-4} = a^{-1} = \frac{1}{a}$     b)  $\frac{1}{16} = 0,0625$     c) 15  
 d)  $\frac{1}{1000} = 0,001$     e)  $\frac{1}{x^2y^2}$     f)  $\frac{11}{a^3bc}$

## 1. Radizieren von Zahlen

- a) 13    b) 5    c) 2,5  
 d) 0,5    e) 2    f) 60  
 g) 36,5    h) 11    i) 0,4  
 j) 0,5    k) 1900    l) 0,012

## 2. Radizieren von Produkten und Quotienten

- a)  $\sqrt{81} \cdot \sqrt{324} = 9 \cdot 18 = 162$     b) 4900    c) 75  
 d) 400    e) 0,00017    f) 14,25  
 g) 0,0008    h)  $x \cdot y$     i)  $9\sqrt{xy}$

## 3. Radizieren von Potenzen und Wurzeln

- a)  $\sqrt{9 + 16} = \sqrt{25} = 5$     b) 12    c) 3  
 d)  $b$     e)  $-1$     f)  $-2$     g)  $\frac{a}{b}$   
 h)  $a^2$     i)  $5ab$     j)  $xy^2z^3$     k) 25  
 l)  $\frac{17uv^2}{23a^4b^2}$     m) 2    n) 5    o)  $a$   
 p)  $x^2$



## 8. Textaufgaben

$$\begin{aligned} \text{a) } x - 99 &= \frac{x}{10} \\ x &= 110 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } \frac{x}{3} + \frac{x}{5} &= 88 \\ x &= 165 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \frac{x}{5} + 9 &= 2x \\ x &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } R &= \frac{U}{I} \\ R &= 5 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) } \frac{x}{4} \cdot \frac{x}{5} &= 500 \\ x &= 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) } \frac{x}{5} + \frac{x}{3} + 420 \text{ kg} &= x \\ x &= 900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g) } x + 10 + 13x + 10 &= 104 \\ x &= 6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h) } x + 4x + 5x &= 270 \\ 10x &= 270 \\ x &= 27 \end{aligned}$$

Der Enkel ist 6 Jahre, der Großvater ist  $13 \cdot 6$  Jahre = 78 Jahre

Die Zahl ist 27

$$\begin{aligned} \text{i) } x + (x + 20\,000) + [x + (x + 20\,000)] - 50\,000 &= 460\,000 & \text{Erbe 1 bekommt 117 500,00 €}, \\ 4x - 10\,000 &= 460\,000 & \text{Erbe 2 bekommt 137 500,00 €}, \\ x &= 117\,500 & \text{Erbe 3 bekommt 205 000,00 €}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{j) } x + x + 3 + x - 4 &= 50 & \text{Seite 1 ist 17 cm lang.} \\ x &= 17 & \text{Seite 2 ist 20 cm lang.} \\ & & \text{Seite 3 ist 13 cm lang.} \end{aligned}$$

33

## 1.16 VERHÄLTNISSGLEICHUNGEN, MISCHUNGSRECHNEN

### 1. Aufstellen der zugehörigen Produktgleichungen

$$\begin{aligned} \text{a) } 2 \cdot 15 &= 5 \cdot 6 & \text{b) } x \cdot q &= y \cdot p & \text{c) } 3x &= 4y \\ \text{d) } F_1 \cdot A_2 &= F_2 \cdot A_1 & \text{e) } p_1 \cdot V_1 &= p_2 \cdot V_2 \end{aligned}$$

### 2. Auflösen nach der Unbekannten

$$\begin{aligned} \text{a) } 24 \cdot x &= 25 \cdot 168 & \text{b) } y \cdot 11 &= 4 \cdot 9 & \text{c) } x &= 27 \\ x &= 175 & y &= \frac{36}{11} \end{aligned}$$

### 3. 1 l Öl + 40 l Kraftstoff = 41 l Gemisch

$$\frac{41}{1} = \frac{20}{x} \quad x = 0,488 \quad \text{Öl} = 0,488 \text{ l}; \quad \text{Kraftstoff} = 19,512 \text{ l}$$

### 4. 6,4 l Gemisch – 0,8 l Gefrierschutzmittel = 5,6 l Wasser

$$\begin{aligned} \text{a) } 5,6 \text{ l} : 0,8 \text{ l} &= 7 : 1 & \text{b) } 5,6 : x &= 2 : 1 \\ 2 \cdot x &= 1 \cdot 5,6 \\ x &= \frac{5,6}{2} = 2,8 \text{ l} \\ 2,8 \text{ l} - 0,8 \text{ l} &= 2 \text{ l Gefrierschutzmittel} \end{aligned}$$

### 5. 168 000,00 € + 96 000,00 € = 264 000,00 €

$$\begin{aligned} \frac{264\,000,00 \text{ €}}{96\,000,00 \text{ €}} &= \frac{47\,000,00 \text{ €}}{x} \\ x &= 17\,090,91 \text{ €} & y &= 29\,909,09 \text{ €} \end{aligned}$$

$$\text{6. } \frac{12}{x} = \frac{8}{3}$$

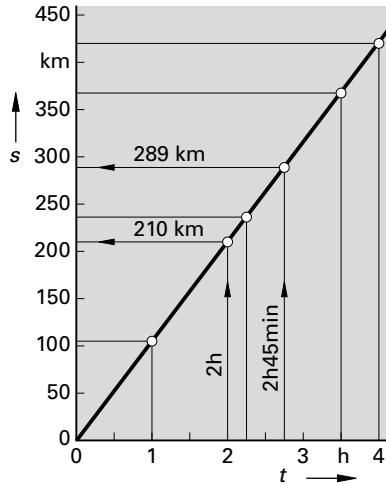
$$\begin{aligned} 8x &= 36 \\ x &= 4,5 & \text{Eine Strecke ist 4,5 cm lang, die andere ist } 12 \text{ cm} - 4,5 \text{ cm} &= 7,5 \text{ cm lang.} \end{aligned}$$

1. Wertetabelle

<b>Fahrzeit t in h</b>	1	2,25	3,5	4
<b>Weg s in km</b>	105	236,25	267,5	420

Wegmaßstab: 1 cm  $\hat{=}$  40 km

Zeitmaßstab: 1 cm  $\hat{=}$  0,5 h



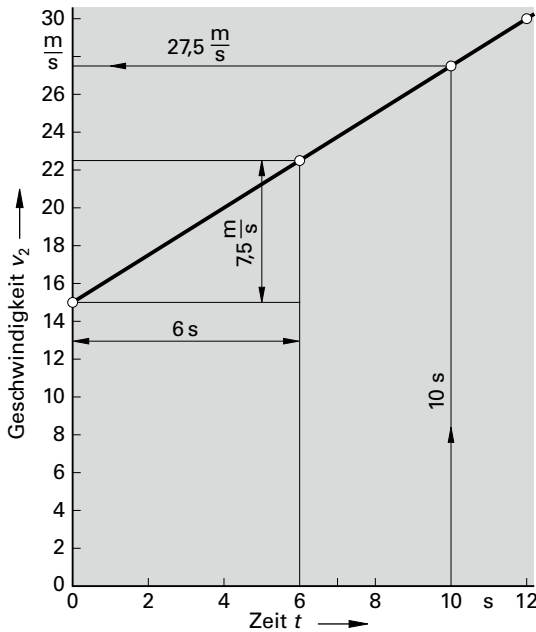
1:2

2. Wertetabelle

<b>Zeit t in s</b>	0	4	8	12
<b>Geschwindigkeit v<sub>2</sub> in m/s</b>	15	20	25	30

Geschwindigkeitsmaßstab: 1 cm  $\hat{=}$  2 m/s

Zeitmaßstab: 1 cm  $\hat{=}$  1 s



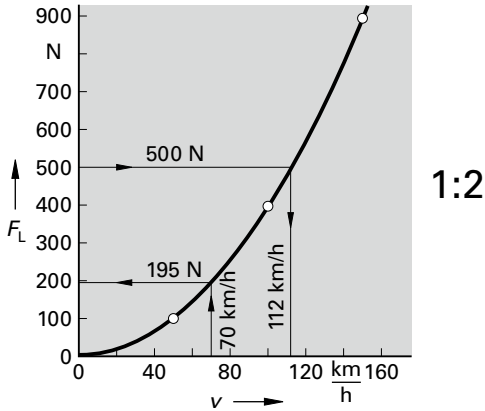
1:2

### 3. Wertetabelle

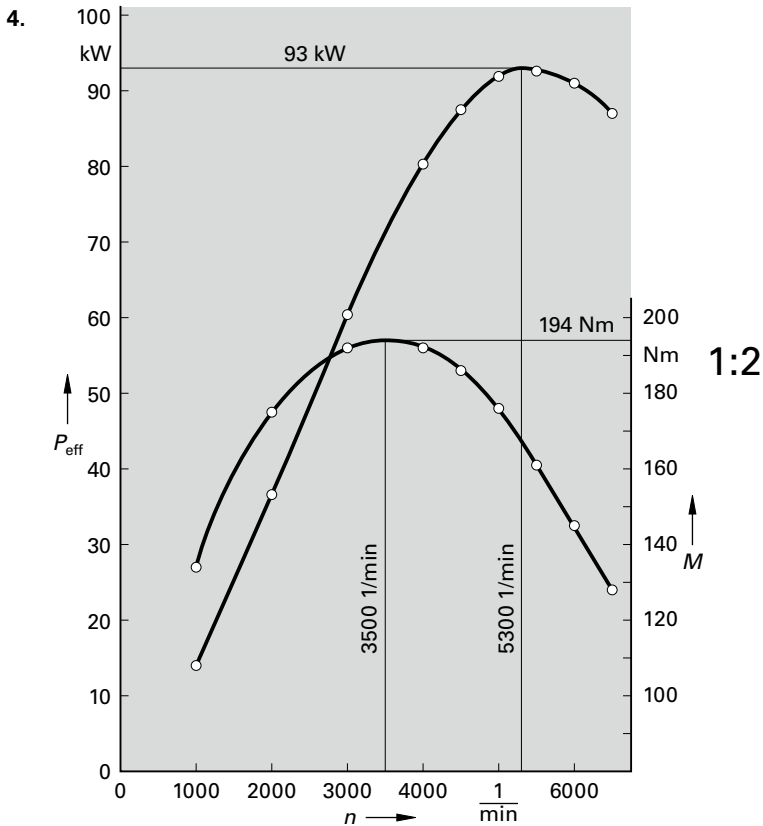
Geschwindigkeit	$v$ in km/h	0	25	50	75	100	125	150
Geschwindigkeit	$v$ in m/s	0	6,9	13,9	20,8	27,8	34,7	41,7
Luftwiderstand	$F_L$ in N	0	25	100	223	398	620	895

Maßstab für die Geschwindigkeit: 1 cm  $\hat{=}$  20 km/h

Maßstab für den Luftwiderstand: 1 cm  $\hat{=}$  100 N



e) Faktor =  $\frac{780 \text{ N}}{195 \text{ N}} = 4$  Der Luftwiderstand steigt bei Verdoppelung der Geschwindigkeit auf das Vierfache.



5. a) 5,3 °KW                      b) 2,8 °KW                      c) 6,5 °KW  
       d) 3 °KW                        e) 5,5 °KW

## 1.18 RECHNEN MIT WINKELFUNKTIONEN

38

### SINUSFUNKTION

Aufgabe	1.	2.	3.	4.	5.	6.
$\sin \alpha = \frac{a}{c}$	0,4305	–	0,4720	–	0,9124	–
$\sin \beta = \frac{b}{c}$	–	0,9250	–	0,9985	–	0,4540
$a = c \cdot \sin \alpha$	57,687 cm	–	49,56 m	–	22,81 cm	–
$b = c \cdot \sin \beta$	–	762,2 mm	–	321,51 dm	–	38,59 mm
$c = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta}$	134 cm	824 mm	105 m	322 dm	25 mm	85 mm
$\alpha$	25° 30'	–	28° 10'	–	65° 50'	–
$\beta$	–	67° 40'	–	86° 50'	–	27°

### COSINUSFUNKTION

39

Aufgabe	1.	2.	3.	4.	5.	6.
$\cos \alpha = \frac{b}{c}$	0,8450	–	–	0,1421	0,6180	–
$\cos \beta = \frac{a}{c}$	–	0,9775	0,4592	–	–	0,5
$a = c \cdot \cos \beta$	–	23,46 mm	1,607 m	–	–	25 dm
$b = c \cdot \cos \alpha$	35,49 mm	–	–	14,92 cm	50,67 cm	–
$c = \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{a}{\cos \beta}$	42 mm	24 mm	3,5 m	105 cm	82 cm	50 dm
$\alpha$	32° 20'	–	–	–	51° 50'	–
$\beta$	–	12° 10'	62° 40'	8° 10'	–	60°

### TANGENSFUNKTION

40

1.  $\tan \alpha = \frac{a}{b} = \frac{\text{Stg. \%}}{100 \%} = \frac{20 \%}{100 \%} = 0,2; \quad \alpha = 11,31^\circ = 11^\circ 18'$

$$\cos \alpha = \frac{F_N}{G}; \quad F_N = G \cdot \cos \alpha = 80\,000 \text{ N} \cdot \cos 11,31^\circ \\ = 80\,000 \text{ N} \cdot 0,9806 = \mathbf{78\,446 \text{ N}}$$

$$\sin \alpha = \frac{F_H}{G}; \quad F_H = G \cdot \sin \alpha = 80\,000 \text{ N} \cdot \sin 11,31^\circ = \\ = 80\,000 \text{ N} \cdot 0,1961 = \mathbf{15\,689 \text{ N}}$$

$F_N$  und  $F_H$  können auch mithilfe von Kräfteparallelogrammen ermittelt werden.

2.  $\tan \alpha = \frac{9 \%}{100 \%} = 0,09 \rightarrow \alpha = \mathbf{5,14^\circ} \quad h = \sin \alpha \cdot 2900 \text{ m} = \mathbf{259,80 \text{ m}}$

3.  $\sin \alpha = \frac{1100 \text{ m}}{8400 \text{ m}} = 0,13 \rightarrow \alpha = 7,52^\circ \quad 1850 \text{ m} - 750 \text{ m} = 1100 \text{ m}$

$$\tan 7,52^\circ = \frac{x \%}{100 \%} \rightarrow x = \mathbf{13,2 \%}$$

$$4. \quad h = c \cdot \sin \alpha = l \cdot \sin \beta; \quad c = \frac{s}{2} = \frac{60 \text{ mm}}{2} = 30 \text{ mm}$$

$$\sin \beta = \frac{h}{l} = \frac{c \cdot \sin \alpha}{l} = \frac{30 \text{ mm} \cdot \sin 45^\circ}{120 \text{ mm}} = \frac{60 \text{ mm} \cdot 0,7071}{120 \text{ mm}} = 0,1768$$

$$\beta = 10,182^\circ = 10^\circ 11'$$

$$5. \quad \text{a) } c = l_2 - l_1 = 1389 \text{ mm} - 1382 \text{ mm} = 7 \text{ mm}; \quad \frac{c}{2} = 3,5 \text{ mm}$$

$$\sin \frac{\varepsilon}{2} = \frac{c/2}{d_f} = \frac{3,5 \text{ mm}}{391 \text{ mm}} = 8,951 \cdot 10^{-3} = 0,5128^\circ = 30' 46''$$

$$\frac{\varepsilon}{2} = 0,5128^\circ = \mathbf{30' 46''}$$

$$\text{b) } \varepsilon = 2 \cdot \frac{\varepsilon}{2} = 2 \cdot 0,5128^\circ = \mathbf{1,0256^\circ = 1^\circ 1' 32''}$$

$$6. \quad \text{a) } \tan \alpha = \frac{l}{r_m - l_A/2} = \frac{5200 \text{ mm}}{20300 \text{ mm} + 2012/2 \text{ mm}} = 0,24406$$

$$\alpha = \mathbf{13,7154^\circ = 13^\circ 43'}$$

$$\text{b) } \tan \beta = \frac{l}{r_m - l_A/2} = \frac{5200 \text{ mm}}{20300 \text{ mm} - 2012/2 \text{ mm}} = 0,26951$$

$$\beta = 15,0834^\circ = \mathbf{15^\circ 5'}$$

$$\text{c) } \delta = \beta - \alpha = 15,0834^\circ - 13,7154^\circ = \mathbf{1,368^\circ = 1^\circ 22'}$$

42

## WINKELFUNKTIONEN IM SCHIEFWINKLIGEN DREIECK

$$1. \quad \text{a) } \gamma = 180^\circ - 65^\circ - 75^\circ = \mathbf{40^\circ}$$

$$a = 75 \text{ mm} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 75 \text{ mm} \cdot \frac{\sin 75^\circ}{\sin 65^\circ} = \mathbf{79,9 \text{ mm}}$$

$$c = 75 \text{ mm} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \beta} = 75 \text{ mm} \cdot \frac{\sin 40^\circ}{\sin 65^\circ} = \mathbf{53,2 \text{ mm}}$$

$$\text{b) } \cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c} = \frac{(40 \text{ mm})^2 + (43 \text{ mm})^2 - (58 \text{ mm})^2}{2 \cdot 40 \text{ mm} \cdot 43 \text{ mm}} = 0,0247 \rightarrow \alpha = \mathbf{88,58^\circ}$$

$$\cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c} = \frac{(58 \text{ mm})^2 + (43 \text{ mm})^2 - (40 \text{ mm})^2}{2 \cdot 58 \text{ mm} \cdot 43 \text{ mm}} = 0,724 \rightarrow \beta = \mathbf{43,59^\circ}$$

$$\gamma = 180^\circ - 88,58^\circ - 43,59^\circ = \mathbf{47,83^\circ}$$

$$\text{c) } \sin \beta = \frac{b}{c} \cdot \sin \gamma = \frac{8,5 \text{ mm}}{26 \text{ mm}} \cdot \sin 70^\circ = 0,307 \rightarrow \beta = \mathbf{17,89^\circ}$$

$$\alpha = 180^\circ - 70^\circ - 17,89^\circ = \mathbf{92,11^\circ}$$

$$a = b \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 8,5 \text{ mm} \cdot \frac{\sin 92,11^\circ}{\sin 17,89^\circ} = \mathbf{27,65 \text{ mm}}$$

$$\text{d) } \alpha = 180^\circ - 85^\circ - 20^\circ = \mathbf{75^\circ}$$

$$a = b \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 240 \text{ mm} \cdot \frac{\sin 75^\circ}{\sin 85^\circ} = \mathbf{232,7 \text{ mm}}$$

$$c = b \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \beta} = 240 \text{ mm} \cdot \frac{\sin 20^\circ}{\sin 85^\circ} = \mathbf{82,4 \text{ mm}}$$

$$2. \text{ a) } \sin \beta = \frac{b}{a} \cdot \sin 30^\circ = \frac{89 \text{ mm}}{140 \text{ mm}} \cdot \sin 30^\circ = 0,3178 \rightarrow \beta = \mathbf{18,53^\circ}$$

$$\text{b) } \gamma = 180^\circ - \alpha - \beta = 180^\circ - 30^\circ - 18,53^\circ = 131,47^\circ$$

$$c = a \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} = 140 \text{ mm} \cdot \frac{\sin 131,47^\circ}{\sin 30^\circ} = 209,8 \text{ mm}$$

$$x = r + a - c = 89 \text{ mm} + 140 \text{ mm} - 209,8 \text{ mm} = \mathbf{19,2 \text{ mm}}$$

$$3. \text{ a) } \sin \alpha = \frac{a}{b} \cdot \sin \beta = \frac{130 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} \cdot \sin 30^\circ = 0,81 \rightarrow \alpha = \mathbf{54,34}$$

$$\text{b) } \gamma = 180^\circ - 30^\circ - 54,34 = 95,66^\circ$$

$$c = a \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} = 130 \text{ mm} \cdot \frac{\sin 95,66^\circ}{\sin 54,34^\circ} = 159,2 \text{ mm}$$

$$x \text{ zu OT} = 210 \text{ mm} - 159,2 \text{ mm} = 50,8 \text{ mm}$$

$$y \text{ zu UT} = (2 \cdot 80 \text{ mm}) - 50,8 \text{ mm} = \mathbf{109,2 \text{ mm}}$$

$$4. \text{ a) } d = \frac{750 \text{ mm}}{\sin 20^\circ} = \mathbf{2192,8 \text{ mm}} \quad \gamma = 40^\circ$$

$$l = \frac{750 \text{ mm}}{\tan 20^\circ} = \mathbf{2060,6 \text{ mm}}$$

$$\text{b) } F = \frac{3500 \text{ N}}{2 \cdot \cos 20^\circ} = \mathbf{1862 \text{ N}}$$

$$5. \gamma = 180^\circ - 45^\circ - 27^\circ = 108^\circ$$

$$b = \overline{P_1 P_3} = 135 \text{ mm} \cdot \frac{\sin 45^\circ}{\sin 108^\circ} = 100,4 \text{ mm}$$

$$a = \overline{P_3 P_2} = 135 \text{ mm} \cdot \frac{\sin 27^\circ}{\sin 108^\circ} = 64,4 \text{ mm}$$

$$h = a \cdot \sin \beta = 64,4 \text{ mm} \cdot \sin 45^\circ = 45,5 \text{ mm}$$

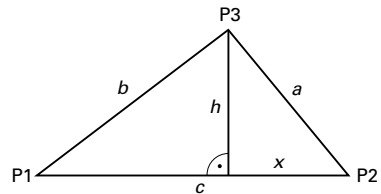
$$x = a \cdot \cos \beta = 64,4 \text{ mm} \cdot \cos 45^\circ = 45,5 \text{ mm}$$

$$P_{1y} = P_{2y} = P_{3y} + h = 35 \text{ mm} + 45,5 \text{ mm} = 80,5 \text{ mm}$$

$$P_{2x} = P_{3x} - x = 80 \text{ mm} - 45,5 \text{ mm} = 34,5 \text{ mm}$$

$$P_{1x} = P_{2x} + 135 \text{ mm} = 34,5 \text{ mm} + 135 \text{ mm} = 169,5 \text{ mm}$$

$$P1 \ (\mathbf{169,5/80,5}) \quad P2 \ (\mathbf{34,5/80,5})$$



$$6. \ l_1 = \frac{1,6 \text{ m}}{\sin 62,5^\circ} = 1,804 \text{ m}$$

$$l_2 = 0,5 \text{ m}$$

$$l_{\text{ges}} = l_1 + l_2 = \mathbf{2,304 \text{ m}}$$

$$7. \ c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot ab \cdot \cos \gamma = (75 \text{ m})^2 + (95 \text{ m})^2 - 2 \cdot 75 \text{ m} \cdot 95 \text{ m} \cdot \cos 115^\circ = \mathbf{143,8 \text{ m}}$$

## 2 TECHNISCHES RECHNEN

### 2.1 LÄNGENBERECHNUNGEN

43

#### 2.1.1 LÄNGENEINHEITEN

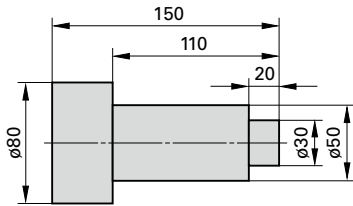
- |           |              |                 |
|-----------|--------------|-----------------|
| a) 243 mm | b) 24 060 mm | c) 3425 mm      |
| d) 42 mm  | e) 142 mm    | f) 1 500 000 mm |
- |           |              |            |
|-----------|--------------|------------|
| a) 7,8 cm | b) 145 cm    | c) 192 cm  |
| d) 861 cm | e) 24 000 cm | f) 7200 cm |
- |            |            |             |
|------------|------------|-------------|
| a) 2,64 dm | b) 1,86 dm | c) 107,6 dm |
| d) 324 dm  | e) 962 dm  | f) 5210 dm  |
- |             |           |            |
|-------------|-----------|------------|
| a) 0,0485 m | b) 0,82 m | c) 0,032 m |
| d) 2140 m   | e) 3856 m | f) 1852 m  |
- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| a) 6,35 mm   | b) 4,7625 mm | c) 7,62 mm   |
| d) 345,44 mm | e) 76,994 mm | f) 53,578 mm |
- |           |                  |                 |
|-----------|------------------|-----------------|
| a) 2,677" | b) 0,625" = 5/8" | c) 7,874"       |
| d) 0,965" | e) 0,375" = 3/8" | f) 0,75" = 3/4" |
- Felgenmaulweite =  $4\frac{1}{2}'' \cdot 25,4\text{ mm}/1'' = \mathbf{114,3\text{ mm}}$   
Felgendurchmesser =  $13'' \cdot 25,4\text{ mm}/1'' = \mathbf{330,2\text{ mm}}$

44

#### 2.1.2 MASSSTÄBE

- $l_w = 340\text{ mm}; \quad l_z = l_w \cdot M = 340\text{ mm} \cdot \frac{1}{2} = \mathbf{170\text{ mm}}$   
 $l_w = 252\text{ mm}; \quad l_z = 126\text{ mm}$   
 $l_w = 36\text{ mm}; \quad l_z = 18\text{ mm}$   
 $l_w = 24\text{ mm}; \quad l_z = 12\text{ mm}$
- $l_w = \frac{l_z}{M} = \frac{2\text{ mm}}{1/200\,000} = 2\text{ mm} \cdot 200\,000 = 400\,000\text{ mm} = \mathbf{400\text{ m}}$   
 $l_w = 3200\text{ m}; \quad l_w = 1400\text{ m}; \quad l_w = 6800\text{ m}; \quad l_w = 1600\text{ m}; \quad l_w = 11\,200\text{ m}$
- $l_z = l_w \cdot M = 2750\text{ m} \cdot \frac{1}{100\,000} = 0,0275\text{ m} = \mathbf{27,5\text{ mm}}$   
 $l_z = 52,84\text{ mm}; \quad l_z = 9,24\text{ mm}; \quad l_z = 34,16\text{ mm}$
- $M = \frac{l_z}{l_w} = \frac{280\text{ mm}}{1400\text{ mm}} = \frac{280/280}{1400/280} = \frac{1}{5} = \mathbf{1:5}$
- $l_z = l_w \cdot M = 340\text{ mm} \cdot \frac{1}{50} = 6,8\text{ mm}$   
 $l_z = 9,6\text{ mm}; \quad l_z = 4,4\text{ mm}; \quad l_z = 76\text{ mm}; \quad l_z = 172,2\text{ mm}; \quad l_z = 144\text{ mm}; \quad l_z = 840\text{ mm}$

6.



a)  $l_w = 150 \text{ mm}; l_z = 30 \text{ mm}$

$$M = \frac{l_z}{l_w} = \frac{30 \text{ mm}}{150 \text{ mm}} = \frac{30/30}{150/30} = \frac{1}{5} = 1 : 5$$

b)  $l_z = 16 \text{ mm}$

$$l_w = \frac{l_z}{M} = \frac{16 \text{ mm}}{\frac{1}{5}} = 80 \text{ mm} = d_1$$

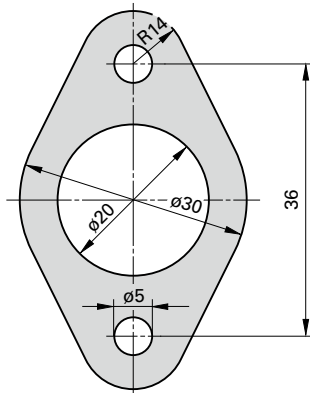
$l_z = 10 \text{ mm}; l_w = 50 \text{ mm} = d_2$

$l_z = 6 \text{ mm}; l_w = 30 \text{ mm} = d_3$

$l_z = 22 \text{ mm}; l_w = 110 \text{ mm} = l_1$

$l_z = 4 \text{ mm}; l_w = 20 \text{ mm} = l_2$  **(Bild 1)**

7.



$l_w = 36 \text{ mm}; l_z = l_w \cdot M = 36 \text{ mm} \cdot \frac{2}{1} = 72 \text{ mm}$

$l_w = 30 \text{ mm}; l_z = 60 \text{ mm}$

$l_w = 14 \text{ mm}; l_z = 28 \text{ mm}$

$l_w = 20 \text{ mm}; l_z = 40 \text{ mm}$

$l_w = 5 \text{ mm}; l_z = 10 \text{ mm}$

**(Bild 2)**

(Bild verkleinert)

### 2.1.3 LÄNGENTEILUNGEN

45

1.  $p = \frac{L}{n-1} = \frac{10\,200 \text{ mm}}{18-1} = 60 \text{ mm}$  **(Bild 1)**

2.  $p = \frac{L}{n} = \frac{729 \text{ mm}}{18} = 40,5 \text{ mm}$

3.  $L = 570 \text{ mm} - 2 \cdot 60 \text{ mm} = 450 \text{ mm}$

$p = \frac{L}{n-1} = \frac{450 \text{ mm}}{10-1} = 50 \text{ mm}$  **(Bild 2)**

4.  $L = 370 \text{ mm} - 8 \text{ mm} - 32 \text{ mm} = 330 \text{ mm}$

$n = \frac{L}{p} + 1 = \frac{330 \text{ mm}}{30 \text{ mm}} + 1 = 12$  **(Bild 3)**

5.  $p = \frac{\pi \cdot d}{n} = \frac{\pi \cdot 80 \text{ mm}}{5} \approx 50,27 \text{ mm}$   $\alpha = \frac{360^\circ}{n} = \frac{360^\circ}{5} = 72^\circ$

$U = \pi \cdot d = \pi \cdot 80 \text{ mm} \approx 251,33 \text{ mm}$  **(Bild 4)**

6. a)  $n = \frac{3800 \text{ mm}}{122 \text{ mm}} = 31$

b) Restlänge =  $3800 \text{ mm} - 31 \cdot 122 \text{ mm} = 18 \text{ mm}$

## 2.1.4 ROLLEN- UND HÜLSENKETTEN

1.  $p = 9,525 \text{ mm}; \quad b = 3,94 \text{ mm}; \quad L = p \cdot X = 9,525 \text{ mm} \cdot 56 = 533,4$   
 $L = p \cdot X = 9,525 \text{ mm} \cdot 183 = 1743,1 \text{ mm}$
2.  $p = 9,525 \text{ mm}; \quad b = 5,72 \text{ mm}; \quad X = L/p = 1905 \text{ mm}/9,525 \text{ mm} = 200$
3.  $p = 15,875 \text{ mm}; \quad b = 7,80 \text{ mm}; \quad L = p \cdot X = 15,875 \cdot 144 = 2286 \text{ mm}$
4. Bezeichnung lt. Tabelle **6 x 2,8 mm**  
 $X = L/p = 336/6 \text{ mm} = 56$
5.  $U = p \cdot z; \quad p = U/z = \pi \cdot d_m/z = \pi \cdot 161,7 \text{ mm}/32 = 15,875 = 5/8''$
6.  $p = 5/8'' = 15,875 \text{ mm}$  lt. Tabelle;  $b = 6,50 \text{ mm}$  lt. Tabelle  
 $X = L/p = 1905 \text{ mm}/15,875 \text{ mm} = 120$
7. Bezeichnung **1/2 x 5/16''**;  $L = p \cdot X = 1/2'' \cdot 100 = 50''$   
 $L = p \cdot X = 12,7 \text{ mm} \cdot 100 = 1270 \text{ mm}$

## 2.1.5 LEHRSATZ DES PYTHAGORAS

1.  $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(45 \text{ mm})^2 + (28 \text{ mm})^2} = 53 \text{ mm}$
2.  $b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(170 \text{ mm})^2 - (150 \text{ mm})^2} = 80 \text{ mm}$
3.  $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(8200 \text{ mm})^2 + (1600 \text{ mm})^2} = 8354,6 \text{ mm} \quad (\text{Bild 1})$
4.  $a = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(50 \text{ mm})^2 - (40 \text{ mm})^2} = 30 \text{ mm}$   
 Frästiefe  $l = 50 \text{ mm} - 30 \text{ mm} = 20 \text{ mm} \quad (\text{Bild 3})$
5.  $h = a = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(90 \text{ mm})^2 - (45 \text{ mm})^2} \approx 78 \text{ mm}$
6.  $l = c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(100 \text{ mm})^2 + (40 \text{ mm})^2} \approx 107,7 \text{ mm} \quad (\text{Bild 4})$
7.  $h = a = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(70 \text{ mm})^2 - (30 \text{ mm})^2} \approx 63,25 \text{ mm} \quad (\text{Bild 5})$
8.  $SW = c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(20 \text{ mm})^2 + (20 \text{ mm})^2} \approx 28,28 \text{ mm} \quad (\text{Bild 6})$
9.  $SW/2 = a = \sqrt{c^2 - b^2} = \sqrt{(30 \text{ mm})^2 - (15 \text{ mm})^2} \approx 25,98 \text{ mm}$   
 $SW = 2 \cdot a = 2 \cdot 25,98 \text{ mm} \approx 52 \text{ mm} \quad (\text{Bild 7})$
10.  $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(60 \text{ mm})^2 + (60 \text{ mm})^2} \approx 84,85 \text{ mm}$
11.  $d = 2 \cdot a = 2 \cdot \sqrt{\frac{c^2}{2}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{(76 \text{ mm})^2}{2}} \approx 107,48 \text{ mm}$

## 2.1.6 UMFANG

1.  $U = \pi \cdot d = \pi \cdot 122 \text{ mm} = 383,3 \text{ mm}$
2.  $d = U/\pi = 31,4 \text{ dm}/\pi = 9,995 \approx 1 \text{ m}$
3.  $U = \pi \cdot d = \pi \cdot 323 \text{ mm} = 1014,73 \text{ mm} \approx 1,015 \text{ m}$
4.  $\tau_{\text{dyn}} = \frac{U_{\text{dyn}}}{2 \cdot \pi} = \frac{1660 \text{ m}}{2 \cdot \pi} \approx 264,2 \text{ mm}$
5.  $v = 120 \text{ km/h} = 2 \text{ km/min} = 2000 \text{ m/min}$   
 $n = \frac{v}{U_{\text{dyn}}} = \frac{2000 \text{ m/min}}{1,85 \text{ m}} \approx 1081,1 \text{ 1/min}$