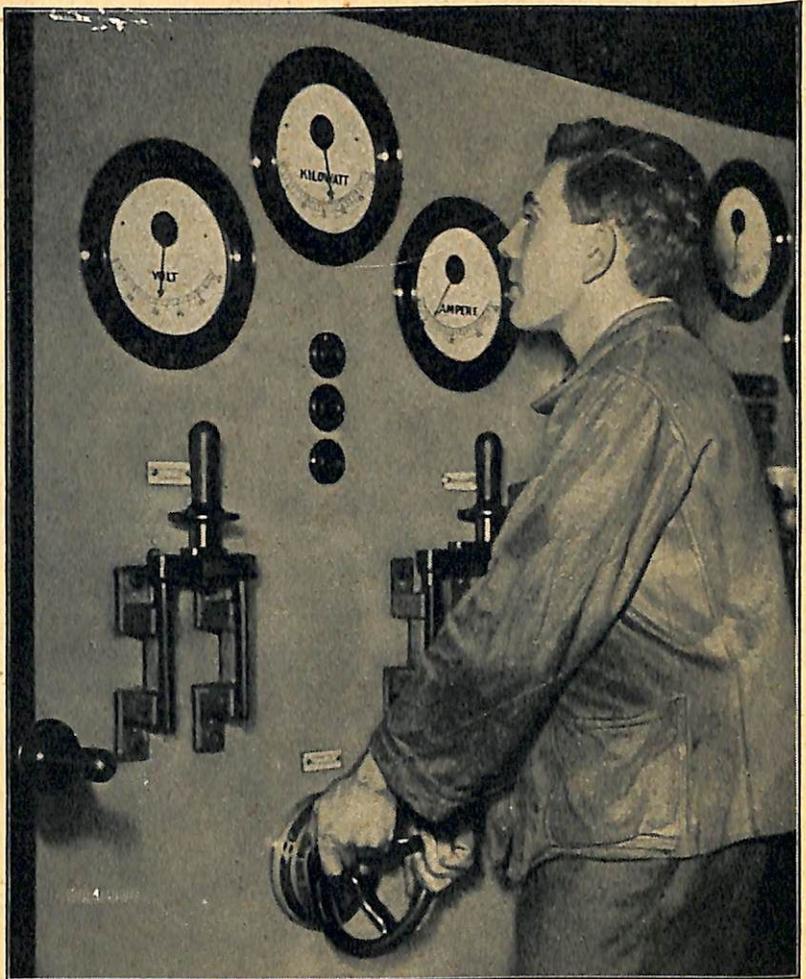


BLATZHEIM / UHRMANN / SCHUTH

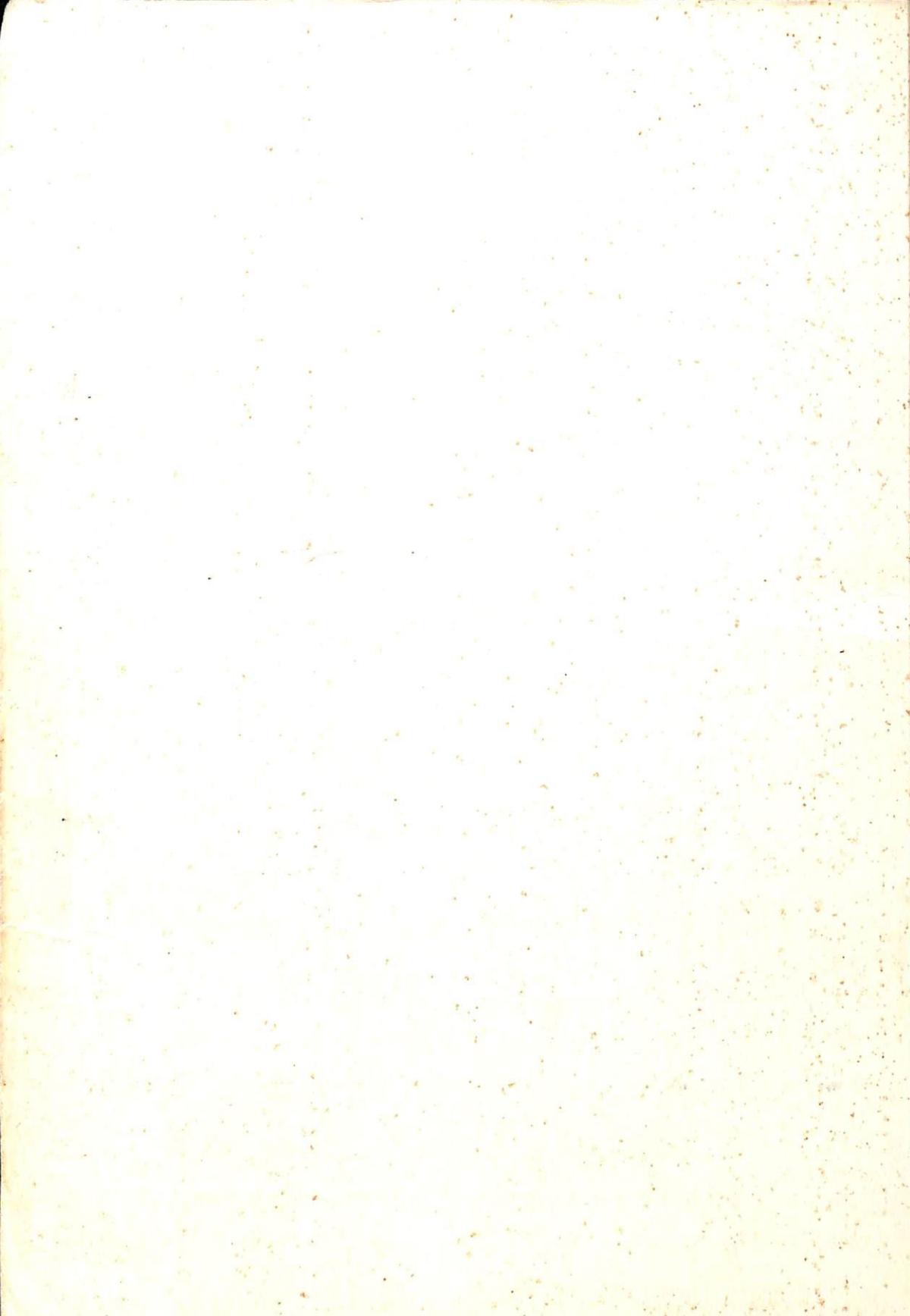


Lehrkunde für

Elektriker 1



Teubners Berufs- und Fachbücherei



Bl. Jung Anfert.

Teubners Berufs- und Fachbücherei

Heft 18

Fachkunde für Elektriker

I. Teil

Grundlagen der Elektrotechnik
(Sachrechnen und Fachkunde)

von

W. Blatzheim VDE

Sachvorsteher der elektrotechnischen Abteilung an der Berufsschule

R. Uhlmann† und F. Schuth VDI

vorm. Gewerbeinspektor der Stadt
Köln

Direktor der Berufs- u. Fachschule
Köln

Zur Beachtung!

Jeder Benutzer dieses Buches sollte sich gleich am Tage der Anschaffung einen **Schutzschlag** aus starkem Papier anfertigen, damit der Buchdeckel von Anfang an geschont wird. Dies Buch soll nämlich nicht nur während der Lehrlings- und Schulzeit gebraucht werden, sondern auch später in der Berufsarbeit als verlässlicher Ratgeber stets zur Hand sein.

Verlag und Druck von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Best.-Nr. 9118

Dorwort.

Das vorliegende Werk ist so angelegt, daß es den Anforderungen der Berufsschulen entspricht und den weitergehenden Aufgaben in Fortbildungs- und Meisterkursen gerecht wird. Der für Elektroinstallateure bzw. -monteure in Frage kommende Stoff ist in entsprechender Weise zusammengefaßt. Bei der Stoffauswahl wurde auch auf die Erfordernisse der Elektromaschinenbauer weitgehend Rücksicht genommen.

Der vorliegende I. Teil behandelt vornehmlich die Grundlagen der Elektrotechnik, berücksichtigt aber auch das Buchstaben- und Prozentrechnen, die Körperberechnung, die Lohn- und Kostenermittlung. Hervorzuheben sind ferner die Anleitung zur Aufstellung von Kostenanschlägen und die Berechnung der Riementriebe und Zahnrädergetriebe.

Das Werk soll einerseits den Schüler in das Fachrechnen und in die Fachkunde einführen und ihm eine Möglichkeit zur Wiederholung geben und darüber hinaus auch die Bearbeitung von Hausaufgaben erleichtern. Andererseits möchte es dem Lehrer den großen Zeitaufwand ersparen, den er nötig hat, um passende Aufgaben zusammenzutragen. Dem behandelten Stoff geht jeweils eine zusammenfassende sachliche Erläuterung voraus, und an die im Text gegebenen Beispiele schließen sich Übungsaufgaben verschiedenen Schwierigkeitsgrades an.

Köln u. Düsseldorf, im April 1939.

Die Verfasser.

Das Deckbild lieferte
Bildberichterstattung St. A. Stenzel
Leipzig C 1

Inhaltsverzeichnis.

<p>Das Rechnen mit Buchstaben . . . 1</p> <p>1. Erklärungen 1</p> <p>2. Addition 1</p> <p>3. Subtraktion 2</p> <p>4. Weitere Übungen 2</p> <p>5. Multiplikation 2</p> <p>6. Division 3</p> <p>7. Klammern 3</p> <p>8. Potenzen 5</p> <p>9. Wurzeln 5</p> <p>10. Gleichungen 6</p> <p>11. Textgleichungen 7</p> <p>12. Proportionen 8</p> <p>Prozentrechnung 9</p> <p>Zinsrechnung 11</p> <p>Werkgebäude, Einrichtungs- und Betriebskosten 12</p> <p>Lohnberechnungen 14</p> <p>1. Stundenlohn 14</p> <p>2. Einzelakkorde 16</p> <p>3. Gruppenakkorde 16</p> <p>Soziale Versicherungen 18</p> <p>1. Krankenversicherung 18</p> <p>2. Unfallversicherung 18</p> <p>3. Invalidenversicherung 19</p> <p>4. Arbeitslosenversicherung 20</p> <p>Persönliche Ausgaben 21</p> <p>Längenmaße und Längenberechnung 23</p> <p>Winkelmaße und Winkelberechnung 24</p> <p>Flächenmaße und Flächenberechnung 25</p> <p>1. Flächenmaße 25</p> <p>2. Übersichtliche Wiederholung der Flächenberechnung 26</p> <p>3. Aufgaben zur Flächenberechnung 27</p> <p>Körpermaße und Körperberechnung 33</p> <p>1. Körpermaße 33</p> <p>2. Übersichtliche Wiederholung der Körperberechnung 33</p> <p>3. Aufgaben zur Körperberechnung 35</p> <p>Hohlmaße und Inhaltsberechnung 37</p> <p>Gewichte und Gewichtsberechnung 37</p>	<p>Die elektrotechnischen Grundlagen 41</p> <p>1. Die elektrotechnischen Maßeinheiten Volt, Ampere, Ohm 41</p> <p>2. Ohmsches Gesetz 41</p> <p>3. Der Widerstand in elektrischen Leitungen 43</p> <p>4. Berechnung des Gewichtes von Leitungen 45</p> <p>5. Berechnung der Länge von Leitungen aus Widerstand, Querschnitt und spezifischem Widerstand 46</p> <p>6. Berechnung des Querschnittes aus spezifischem Widerstand, Länge und Widerstand 46</p> <p>7. Der Spannungsverlust in elektrischen Leitungen 47</p> <p>8. Die Stärke des Stromes bei Kurzschluß 49</p> <p>Stromverzweigungen 51</p> <p>1. Parallel geschaltete Widerstände 51</p> <p>2. Hintereinander geschaltete Widerstände 53</p> <p>3. Gemischt geschaltete Widerstände 55</p> <p>Die elektrische Leistung 55</p> <p>1. Die elektrische Leistung bei Gleichstrom 55</p> <p>2. Berechnung der Stromstärke aus Leistung und Spannung 57</p> <p>3. Berechnung der Spannung aus Leistung und Stromstärke 58</p> <p>4. Mechanische Leistung in Pferdestärken und Kilowatt 58</p> <p>Die elektrische Arbeit 59</p> <p>1. Berechnung des Verbrauchs an elektrischer Arbeit bei Gleichstrom 59</p> <p>2. Berechnung des elektrischen Arbeitsverbrauchs und dessen Kosten:</p> <p style="margin-left: 20px;">a) In Lichtanlagen für Gleichstrom 60</p> <p style="margin-left: 20px;">b) In Kraftanlagen für Gleichstrom 62</p> <p style="margin-left: 20px;">c) In Licht- und Kraftanlagen für Gleichstrom 63</p> <p>Wechselstrom 64</p> <p>Spannung und Stromstärke bei Wechselstrom 64</p>
---	--

Die Phasenverschiebung	65	4. Berechnung der aufgenommenen Leistung aus der abgegebenen Leistung und dem Wirkungsgrad	82
1. Phasenverschiebung zwischen Wechselströmen	65	5. Berechnung der aufgenommenen mechanischen Leistung bei Generatoren für Gleichstrom	83
2. Phasenverschiebung zwischen Stromstärke und Spannung	66	6. Berechnung der aufgenommenen mechanischen Leistung bei Generatoren für Drehstrom	83
Der Einphasenstrom	67	Der Wirkungsgrad bei Motoren	84
1. Berechnung der Leistung bei Einphasenstrom und induktionsfreier Belastung	67	1. Berechnung des Wirkungsgrades bei Motoren für Gleichstrom	84
2. Berechnung der Leistung bei Einphasenstrom und induktiver Belastung	68	2. Berechnung des Wirkungsgrades bei Motoren für Einphasenwechselstrom	85
3. Berechnung der Stromstärke J aus Leistung, Spannung und Leistungsfaktor	69	3. Berechnung des Wirkungsgrades bei Motoren für Drehstrom	85
4. Berechnung des Leistungsfaktors $\cos \varphi$ bei Einphasenstrom	70	Akkumulatoren	86
Der Zweiphasenstrom	70	Die Wärmewirkung des elektrischen Stromes	87
Der Dreiphasenstrom oder Drehstrom	72	1. Berechnung d. entwickelten Wärmemenge aus Stromstärke, Spannung und Zeit	89
1. Berechnung der Leistung bei Drehstrom und induktionsfreier Belastung	74	2. Berechnung d. entwickelten Wärmemenge aus der Stromstärke, dem Widerstand und der Zeit	90
2. Berechnung der Leistung bei Drehstrom und induktiver Belastung	75	Berechnung der Beleuchtung von Innenräumen	90
3. Berechnung der Stromstärke J aus Leistung, Spannung und Leistungsfaktor	76	Berechnung elektrischer Leitungen	94
4. Berechnung des Leistungsfaktors $\cos \varphi$ bei Drehstrom	77	1. Berechnung des Spannungsverlustes	96
Berechnung des elektrischen Arbeitsverbrauchs und dessen Kosten bei Wechselstrom	78	2. Steigeleitung	96
1. Bei Einphasenstrom und induktionsfreier Belastung	78	Kostenberechnung	99
2. Bei Einphasenstrom und induktiver Belastung	79	1. Die Materialkosten	99
3. Bei Drehstrom und induktionsfreier Belastung	79	2. Arbeitslöhne (Kosten für Montage)	99
4. Bei Drehstrom und induktiver Belastung	80	3. Gemeinkosten (Geschäftskosten)	99
Der Wirkungsgrad bei Generatoren und Motoren	81	4. Gewinn. Kostenanschläge	100
1. Der Wirkungsgrad bei Generatoren	81	Riementrieb	120
2. Berechnung des Wirkungsgrades bei Generatoren für Gleichstrom	82	Zahnradgetriebe	122
3. Berechnung des Wirkungsgrades bei Generatoren für Drehstrom	82	Anleitung zum Gebrauch der Zahlentafeln	
		1. Quadrat	
		2. Wurzel	
		3. Kreisumfang	
		4. Kreisfläche	
		Zahlentafeln	

Das Rechnen mit Buchstaben.

1. Erklärungen.

Die Zahlen 1, 3, 7, 9, 20, 55 usw. sind festumschriebene Größen; sie heißen bestimmte Zahlen und werden durch Ziffern ausgedrückt. Neben ihnen kennt man unbestimmte Zahlen, die für jede beliebige Zahlengröße Gültigkeit haben; sie werden mit den Buchstaben des kleinen lateinischen Alphabets bezeichnet: a, b, c, x, y, z . Das Rechnen mit unbestimmten Zahlen heißt Buchstabenrechnen oder Algebra.

Durch regelmäßiges Vermehren entstehen die Zahlenreihen. Die Reihe 1, 2, 3, 4 usw. heißt die natürliche Zahlenreihe. Sie ist nach oben unbegrenzt, während man für gewöhnlich annimmt, daß sie abwärts bei 0 endige. Doch auch über Null hinaus in fallender Richtung ist sie unbegrenzt. Die Zahlen über Null heißen positive, die Zahlen unter Null heißen negative Zahlen, die ersteren werden mit +, die letzteren mit - bezeichnet. +6 heißt 6 über Null; -6 bedeutet 6 unter Null.

Die positiven und negativen Zahlen sind in Beziehung zu Null demnach entgegengesetzte Größen, wie Vermögen und Schulden, Wärmegrade und Kältegrade.

2. Addition.

1. $13 + 6 + 7 + 14 + 20 + 9 + 1 + 98$.
2. $a + 2a + 5a + 9a + 12a + 27a$.
3. $1,2b + 0,8b + 2,5b + 0,5b + 7,3b$.
4. $12,25c + 0,75c + 13,4c + 0,245c + 9c$.
5. $\frac{1}{2}r + \frac{1}{4}r + 2\frac{1}{2}r + 4\frac{1}{4}r + 7\frac{3}{4}r$.
6. $\frac{1}{3}x + \frac{1}{2}x + \frac{x}{4} + 0,5x + 1,25x$.
7. $4,1y + \frac{3}{5}y + \frac{7}{10}y + 0,5y + 1,9y$.
8. $3a + 2b + 4a + 6b + 2a + 5b + a + b$.

$$3 + (-5) = -2.$$

9. $12 + 3 + (-5) + 8 + (-10) + (-12)$.
10. $8a + (-6a) + 12b + (-15b) + 2a - 4b$.
11. $-2ab + (-5ab) + (-3ab) + 10ab$.
12. $3x + 25y - 7x - 27y + (-4x) + 2y$.

Eine negative Zahl wird addiert, indem man ihren absoluten Wert subtrahiert.

3. Subtraktion.

1. $92500 - (5438 + 2698 + 9045 + 6352,60 + 13085,80 + 2318,75)$.
2. $10a - 3a$, $15b - b$, $25,5m - 3,7m$, $17,5x - 9,8x$.
3. $6a - 2a + a + 4a - 6a + 3a - 9a + 12a - 17a + 17a + 7a$.
4. $5b - 7b + 3b - 6b + 9b - 10b + b$.
5. $3\frac{1}{2}x + 2\frac{1}{2}x - 4x - \frac{1}{4}x + 2x - \frac{3}{4}x$.
6. $10y - \frac{1}{2}y - \frac{1}{4}y - \frac{3}{8}y - \frac{3y}{4} - \frac{y}{8}$.

$$15 - (-5) = 20.$$

Eine negative Zahl wird subtrahiert, indem man sie mit dem umgekehrten Vorzeichen addiert.

$$7. 5a - (-2a), 20ab - (-7ab), -2x - (-7x), 4y - (-21y).$$

8. Siehe ab

$$\begin{array}{r} 15a - 2b + 7c \\ - -5a - 7b + 9c \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 12xy - 5y + 3z \\ - -6xy + 8y - 9z \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 3,25ab + 7c \\ - -2,50ab + 3,4c \\ \hline \end{array}$$

4. Weitere Übungen.

1. $7a + 5a - 6b + 7b - 8a + 23b - 17a + 3b$.
2. $15m + 12n - 14m - m + 6n - 18m + 13n$.
3. $2,5ab + 3,40ab - 1,9ab + 0,35ab$.
4. $\frac{x}{2} + \frac{3x}{4} - 0,5x + \frac{3}{8}x - x$.
5. $12m + (-10m) - (-3m) + m - (-9m)$.
6. $-2xy + 10xy - (-3xy) + (-6xy) + xy$.

5. Multiplikation.

$$5 \cdot a = 5a, \quad 3 \cdot 5a = 15a, \quad a \cdot a = a^2.$$

1. $7a + 4 \cdot b + 10 \cdot a + 1,25 \cdot b + 3 \cdot a + 31b - 20 \cdot b - 4 \cdot a$.
2. $a \cdot b$, $10a \cdot 2b$, $15x \cdot 3y$, $25ac \cdot 3$, $75m \cdot 2no$.
3. $7a \cdot bc$, $6m \cdot 7n$, $2m \cdot no$, $4ab \cdot 2cd$.
4. $4 \cdot 0,25a$, $6 \cdot 0,75b$, $12 \cdot 1,5m$, $20 \cdot 3,4x$.
5. $12,25b \cdot 3,14$, $5,35a \cdot 6,136$, $0,875 \cdot 6,4c$.
6. Die Brüche $\frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{5}{6}, \frac{7}{8}, \frac{9}{10}, \frac{7}{12}, \frac{3}{25}, \frac{8}{15}$ zu erweitern mit 2, 3—12.
7. Die Brüche $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{3}{4}, \frac{5}{6}, \frac{3}{8}, \frac{3}{10}$ zu multiplizieren mit 2, 3, 4, 6, 10.
8. $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}, \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3}, \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5}, \frac{1}{10} \cdot \frac{3}{5}, \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{8}, \frac{2}{5} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{9}{16}$.
9. Mit sich selbst zu multiplizieren $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{10}, \frac{2}{3}, \frac{5}{8}, \frac{7}{9}$.
10. Multipliziere $\frac{4}{5}, \frac{7}{8}, \frac{9}{10}, \frac{5}{12}, \frac{12}{25}$ mit $\frac{1}{2}, \frac{1}{5}, \frac{3}{5}, \frac{3}{8}, 1\frac{1}{2}, 2\frac{1}{3}, 8\frac{1}{3}$!

$$3 \cdot -4 = -12; \quad -4 \cdot 3 = -12.$$

11. $10 \cdot -a$, $12 \cdot -3b$, $20 \cdot -7,5m$, $-4 \cdot 3m$.
 12. Zerlege in Faktorenpaare $15a$, $6xy$, $16mn$, $32abc$, 7 , 9 , 3 , a , $\frac{x}{2}$,
 $-12ab$, $-9x$, $-36abc$!
 13. Zerlege in 3 Faktoren $12a$, $20x$, $18m$, $13ab$, $-8a$!
 14. $7 \cdot 2a + 6 \cdot -a + 8 \cdot 7b - 3 \cdot -4b - 2 \cdot 3a + 10 \cdot 2b$.

6. Division.

1. Dividiere durch 2, 3, 4, 5, 10, 20, 50, 100, 25 die Zahlen 70, 90, 130, 170, 310, 530, 2500, 3000, 85 *ℛℳ*, 780 m, 6000 kg!
 2. Dividiere die Brüche $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{7}{10}$, $\frac{7}{12}$ durch 2, 3, 4, 5!
 3. Dividiere die Brüche $\frac{6}{7}$, $\frac{6}{9}$, $\frac{8}{9}$, $\frac{8}{15}$, $\frac{12}{25}$ durch 2, 3, 4!
 4. Dividiere 1,2, 3,6, 4,5, 5,6, 6,4, 12,4, 25,2 durch 2, 3, 4, 5!
 5. Dividiere schriftlich auf zwei Dezimalstellen $10,48 : 2,4$; $2568,5 : 3,5$
 $90648,25 \text{ ℛℳ} : 7,2$; $2,5 : 0,75$; $35 : 1,45$; $700,66 : 9,08$!
 6. $12a : 3$, $\frac{15b}{5}$, $\frac{21ab}{3a}$, $64xy : 16x$, $45abc : 9bc$, $81a^2b : 9ab$.
 7. $ab : a$, $abc : ab$, $a \cdot a : a$, $\frac{4a}{2a}$, $\frac{2ab}{ab}$, $\frac{25mn}{5m}$!
 8. Bringe folgende Brüche auf die kürzeste Form: $\frac{6}{12}$, $\frac{10}{16}$, $\frac{8}{20}$, $\frac{6a}{3}$, $\frac{36ab}{12b}$,
 $\frac{75bc}{25bx}$, $\frac{32mn}{4mn}$, $\frac{12xyz}{3axz}$, $\frac{15abc}{5abx}$!
 9. $-4 = -12$; $-12 : 3 = -4$; $-12 : -4 = 3$; $+12 : -3 = -4$.
 Haben zwei zu teilende Zahlen ungleiche Vorzeichen, so ist das Ergebnis negativ.
 9. $24 : -3$, $-24 : 3$, $-24 : -3$, $ab : a$, $ab : -a$, $-ab : a$, $-ab : -a$.
 10. $10,5m : 3m$, $14,4x : 2,4x$, $-1,68y : 0,7y$, $-3,24t : 1,8t$.
 11. $7a + 4 \cdot 3a + \frac{27a}{9a} - 30ab : 10b + (-9a) - (-7a) + \frac{1}{a} \cdot 6a$.

7. Klammern.

$$(a + b); (a - b + c).$$

Zahlen, die von zwei Klammern eingeschlossen sind (Klammerausdrücke), bedeuten eine Zahl.

1. Verwandle in Klammerausdrücke die Zahlen 97, 88, 104, 207, 997, $19\frac{3}{4}$, 1096, 751, $11\frac{0}{0}$, $21\frac{0}{0}$, $49\frac{0}{0}$, $19,5\frac{0}{0}$!
 2. $(a + b) + (2a + 3b)$. 3. $12a + (a + b + c) + 3a + 2b - c$.
 4. $(3,5a + 6,2b) + 2,4b + (1,7a - 4,8b) + 12$.
 5. $2\frac{1}{2}x + (6\frac{1}{4}x + 2y - 1\frac{1}{4}x) + 9y$. 6. $25a - (3a + 7a)$.

7. $18b - (9b + 3b)$.

8. $75m - (45m - 12m)$.

9. $a - (b + c)$.

10. $a - (b - c)$.

Regel für Klammerlösung!

11. $68 - (20 + 8)$.

12. $68 - (25 - 7)$.

13. $341 - (36 + 5)$.

14. $204,5 - (10 - 5,5)$.

15. $(7a + 6b) + (25a - 6b) - (12a - 4b)$.

16. $(33rs + 7t + 9) - (2t + 4t + 13rs)$.

17. $[6a + (4a - 6b) + 5a]$.

18. $45a + [20a + (4b - 13a) + (a - b)]$.

19. $87m - [10m + (4m + n) - (15m - 7n)]$.

20. $[15r + (6s - 3r) + 4] - [6r + (r - 2) - 2s]$.

$$4(a + b) = 4a + 4b; \quad 4(a - b) = 4a - 4b.$$

21. $25 \cdot (100 + 1)$, $25 \cdot (100 - 1)$, $26 \cdot (200 - 2)$, $14 \cdot (20 + \frac{1}{2})$, $7 \cdot (1000 - 3)$.

Klammern werden mit einer Zahl multipliziert, indem man jedes Glied der Klammer mit der Zahl multipliziert.

22. $6 \cdot (500 + 50 - 1)$, $9 \cdot 332$, $15 \cdot 209\frac{1}{2}$, $12 \cdot 1108$.

23. $12(3a + 2b)$, $15(4m - 6n)$, $11(6x - 2y)$, $8(1\frac{1}{2}a + \frac{3}{4}b)$.

24. $15(12c - 4d) - 8(6c - 5d) + 3(8d + 4c)$.

$$(5a + 6b) : 3 = a + 2b; \quad (5a - 6b) : 3 = a - 2b.$$

25. $(30a + 45b) : 5$.

26. $(33m - 55n) : 11$.

27. $(14a - 28b + 35c) : 7$.

28. $(10a^2 + 15a) : 5a$.

29. $(14x + 7) : 7$.

30. $(3,5b + 4,2c - 5,6d) : 0,7$.

31. $(7,5xy + 150y - 3,75y^2) : 1,25y$.

32.
$$\frac{4mn - 7,2mn^2 + 24m^2}{2,4m}$$

33. $(3\frac{1}{3}ab + 2\frac{1}{2}a - 8\frac{1}{3}a^2) : 5a + 6(2\frac{1}{2}a - 3\frac{1}{3}b)$.

$$(a + b)(c + d) = ac + ad + bc + bd.$$

$$(a + b)(c - d) = ac - ad + bc - bd.$$

34. $(a + c)(b + d)$.

35. $(a - d)(b + c)$.

36. $(a + b)(a + b + c)$.

37. $(m + n)(x - y)$.

Klammern werden miteinander multipliziert, indem man jedes Glied der einen mit jedem Gliede der anderen multipliziert.

38. $(m + 2)(m + 3)$.

39. $(x + 5)(x - 6)$.

40. $(3a + 2b)(2a + 3b)$.

41. $(2x + y)(3y + 2x) + 7x - y$.

42. $(a + 1)(b + 1) + (a - 1)(b + 1)$.

43. $(4,5x - 6y)(6y - 4x) + (2,5y - 3x)(5y + 2x)$.

$$(a + b)(a + b) = a^2 + 2ab + b^2; \quad (10 + 3)^2 = 100 + 60 + 9 = 169.$$

44. $(m + n)^2$. 45. $(x + y)^2$. 46. $(a + 1)^2$. 47. $(a + 3)^2$. 48. $(5 + x)^2$.

49. Wieviel ist 11^2 , 12^2 , 15^2 , 20^2 , 25^2 , 51^2 , 31^2 , 102^2 , $(7\frac{1}{2})^2$, $(8\frac{1}{4})^2$, $100,5^2$, $0,4^2$, $0,6^2$, $0,1^2$, $0,12^2$?

$$(a-b)(a-b) = a^2 - 2ab + b^2.$$

50. $(m-n)^2$. 51. $(x-y)^2$. 52. $(a-1)^2$. 53. $(1-x)^2$. 54. $(2a-b)^2$.

55. Wieviel ist 99^2 , 48^2 , 69^2 , 79^2 , $8,9^2$, $19\frac{1}{2}^2$, 199^2 ?

56. $(a+b)^2 + (a-b)^2$. 57. $(a+b)^2 - (a-b)^2$.

58. $7a^2 + (2a+b^2) - 4a^2$.

$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2.$$

59. $(m+n)(m-n)$.

60. $(a+1)(a-1)$.

61. $(x+9)(x-9)$.

62. $(20+3)(20-3)$.

63. Wieviel ist $21 \cdot 19$, $27 \cdot 33$, $48 \cdot 52$, $102 \cdot 98$, $10\frac{1}{2} \cdot 9\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{5} \cdot 3\frac{4}{5}$, $12,7 \cdot 13,3$, $40,4 \cdot 39,6$, $196 \cdot 204$?

64. $(a+b)^2 + (a-b)^2 + (a+b)(a-b)$. 65. $(x+1)^2 - (1-x)^2$.

8. Potenzen.

$$a^2 = a \cdot a. \quad x^3 = x \cdot x \cdot x.$$

Eine Potenz ist ein Produkt aus gleichen Faktoren.

1. $a^3 =$, $b^2 =$, $(ab)^2 =$, $(a+b)^2 =$, $(\frac{a}{b})^2 =$, $(\frac{mn}{x})^3 =$?

2. Wieviel ist 3^2 , 5^2 , 7^2 , 10^2 , 12^2 , 2^2 , 1^2 , $(\frac{1}{2})^2$, $(\frac{3}{4})^2$, $(\frac{2}{5})^2$, $(-5)^2$, $(-10)^2$?

3. Wieviel ist 1^3 , 2^3 , 3^3 , 4^3 , 5^3 , 6^3 , 10^3 , 100^3 , $(\frac{1}{3})^3$, $(\frac{2}{3})^3$, 10^4 , 2^4 ?

4. $a^2 + 3b^2 + 7a^2 - 12b^2 - b^2 + 10a^2$.

5. $25a^2 - (3a^2 + 4b^3) + 12b^3 - (17a^2 - b^3)$.

6. $5^2 + 6^2 + 8^2 + 10^2 - 12^2 - 4^2 + 1^3$.

7. $30^2 - 20^2 + 40^2 - 15^2 + 10^3 - 5^3$.

$$a^2 \cdot a^3 = a^5. \quad a^5 : a^3 = a^2.$$

8. $a^2 \cdot a$, $a^5 \cdot a$, $a^3 \cdot a^4$, $m^2 \cdot m^2$, $xy \cdot xy$, $x^2y \cdot xy^2$, $(a+b)(a+b)^2$.

9. $3^2 \cdot 3$, $2^3 \cdot 3^2$, $10^4 \cdot 2^2$, $10 \cdot 10^3$, $(2 \cdot 5)^3$, $(4 \cdot 25)^2$, $(6 \cdot \frac{2}{3})^3$.

10. $a^5 : a^2$, $b^4 : b$, $\frac{x^6}{x^2}$, $a^2b^3 : ab$, $x^2y^3 : xy$, $m^2n^3o^4 : mn^2o^3$.

11. Wieviel ist $10^4 : 10^3$, $9^5 : 9^2$, $12^7 : 12^5$, $2^8 : 2^5$, $1^7 : 1^2$?

12. Wieviel ist $10^2 + 3^2 + 3 \cdot 6^2 - 4 \cdot 1^3 + (-3)^2 - 20^2$?

13. Wieviel ist $\frac{8^2}{4^2} \cdot 3^2 - \frac{6^2}{2} + \frac{10^3}{10^2} + 5^2 \cdot 5$?

9. Wurzeln.

$$a \cdot a = a^2; \quad \sqrt{a^2} = a.$$

$$ab \cdot ab = a^2b^2; \quad \sqrt{a^2b^2} = ab.$$

- $\sqrt{b^2}$, $\sqrt{x^2}$, $\sqrt{m^2 n^2}$, $\sqrt{a^4}$, $\sqrt{b^4}$, $\sqrt{\frac{a^2}{b^2}}$, $\sqrt{\frac{x^4}{y^4}}$, $\sqrt{b^6}$, $\sqrt{a^4 b^6}$, $\sqrt{m^2 n^4}$.
- Wieviel ist $\sqrt{4}$, $\sqrt{9}$, $\sqrt{1}$, $\sqrt{25}$, $\sqrt{100}$, $\sqrt{81}$, $\sqrt{144}$, $\sqrt{10000}$, $\sqrt{400}$?
- Wieviel ist $\sqrt{\frac{1}{4}}$, $\sqrt{\frac{1}{16}}$, $\sqrt{\frac{4}{9}}$, $\sqrt{\frac{16}{49}}$, $\sqrt{\frac{81}{100}}$, $\sqrt{2\frac{1}{4}}$, $\sqrt{3\frac{1}{16}}$, $\sqrt{5\frac{4}{9}}$?
- Wieviel ist $\sqrt{0,01}$, $\sqrt{0,09}$, $\sqrt{1,44}$, $\sqrt{0,81}$, $\sqrt{0,25}$, $\sqrt{121}$, $\sqrt{1,21}$?
- Wieviel ist $\sqrt{4a^2}$, $\sqrt{9b^2}$, $\sqrt{0,09x^2}$, $\sqrt{4a^2 b^4}$, $\sqrt{36m^2 n^6}$, $\sqrt{\frac{4x^2}{9}}$?

Ausziehen der Quadratwurzel aus 3- und 4stelligen Zahlen.

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2. \quad (10 + 7)^2 = 10^2 + 2 \cdot 10 \cdot 7 + 7^2 = 289.$$

- Entwickle ähnlich 11^2 , 13^2 , 24^2 , 45^2 , 61^2 , 87^2 , 75^2 , 18^2 , 99^2 !
Die Quadratzahlen einer 2stelligen Zahl sind 3- oder 4stellig. Das Quadrat der Zehner (10, 20–90) kann in den Zehnern und Einern, also in den zwei letzten Stellen, nicht enthalten sein. Sie werden zum Auffuchen der Zehner abgestrichen:

$$\begin{array}{r} \sqrt{7|29} = 27 \\ a^2 = \frac{400}{329 : 40} \\ 2ab = \frac{280}{49} \\ b^2 = \frac{49}{49} \end{array}$$

- Die Quadratwurzel aus

441, 361, 576, 1225, 1296, 3844, 6084, 3969, 6724.

- Ebenso aus

324, 3,24, 1024, 10,24, 5,76, 4,41, 62,41, 0,324, 0,1296, 0,00196, 0,0025.

$$(a + b + c)^2 = a^2 + 2ab + b^2 + 2(a + b)c + c^2.$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{9|73|44} = 312 \\ a^2 = \frac{9 \dots}{73 : 60} \\ 2ab = \frac{60}{13} \\ b^2 = \frac{1}{1244 : 620} \\ 2(a + b)c = \frac{1240}{4} \\ c^2 = \frac{4}{4} \end{array}$$

- Die Quadratwurzel zu ziehen aus
17956, 32041, 831744, 179,56,
1,7956, 320,41, 3,2041, 83,1744.

- Ebenso auf zwei Dezimalstellen aus
2, 3, 5, 8, 10, 20.

10. Gleichungen.

Gleiches von Gleichem, Gleiches zu Gleichem gibt Gleiches. — Gleiches durch Gleiches dividiert oder mit Gleichem multipliziert gibt Gleiches. — Durch Anwendung dieser Grundsätze werden die Gleichungen gelöst.

- $x + 3 = 10.$

- $x + 5 = 7.$

- $x + 9 = 6.$

- $x + 7,5 = 10.$

- $x - 3 = 9.$

- $x - 9 = 11.$

7. $x - 2,4 = 5,6$. 8. $x - 4 = 10 + 3$. 9. $6 - x = 3$.
10. $5 - x = 4$. 11. $3x = 15$. 12. $6x = 27$.
13. $\frac{x}{4} = 10$. 14. $\frac{x}{2} = 2,5$. 15. $2x + 2 = 16$.
16. $5x - 7 = 23$. 17. $\frac{x+5}{3} = 12$. 18. $\frac{x-2}{4} = 24$.
19. $\frac{3x+1}{10} = 1$. 20. $2x + 3x = 4x + 9$. 21. $\frac{x+5}{5} + 4 = 7$.
22. $\frac{18x-4}{10} = \frac{3x+1}{2}$. 23. $5(x+3) = 4x + 10$.
24. $(x+3)7 = 49$. 25. $(2-x)9 = 4$.
26. $2(x+1) + 10 = 5(x-3)$. 27. $(2x+1)6 - 12 = 5(x+8) + 3$.
28. $2\frac{1}{2}(x+3) = 5(5x-15) - 6(x+9) - (4x+1)$.
29. $(6x+2)4 - 3(2x-2) = 7(x+10) - 1$.
30. $\frac{x+5}{4} + 2(x-3) = \frac{x+1}{2}$.
31. $(x+3)(x-3) + 5x = (x+9)(x-9) + 7(x+8) + 15$.
32. $(x+3)x = x(x-2) + 17$. 33. $x^2 = 49$.
34. $x^2 + 9 = 90$. 35. $x^2 - 25 = 144$. 36. $7x^2 = 175$.
37. $4x^2 - 15 = 85$. 38. $\frac{x^2}{3} = 12$. 39. $\frac{x^2}{2} + 5 = 205$.
40. $\frac{3x^2}{4} + 2 = 50$. 41. $\sqrt{x} = 3$. 42. $\sqrt{x} = \frac{1}{4}$.

11. Tertgleichungen.

- Wenn man zu einer gewissen Zahl 15 addiert, so erhält man ihr Vierfaches; wie heißt die Zahl?
- Subtrahiert man von einer Zahl die Zahl 7, so erhält man 5; wie heißt die Zahl?
- Das Dreifache einer Zahl vermehrt um ihr Vierfaches ist 56; wie heißt die Zahl?
- Dividiert man eine Zahl durch 12, so erhält man 3; wie heißt die Zahl?
- Welche Zahl muß man um 5 vermehren und dann die Summe mit 3 multiplizieren, um 51 zu erhalten?
- Subtrahiert man von einer Zahl 2 und multipliziert alsdann die Differenz mit 10, so erhält man 2 weniger als das Achtfache der Zahl? Wie heißt sie?
- Das Sechsfache einer Zahl vermehrt um 5 ist gleich dem 20fachen vermindert um 2; wie heißt die Zahl?
- Von welcher Zahl ist der 3. und der 4. Teil gleich 14? Der 3. und der 5. Teil gleich 16?
- Der 4. Teil einer Zahl ist um 3 größer als ihr 7. Teil; wie heißt sie?
- Von einer Geldsumme erhielt A die Hälfte, B $\frac{1}{4}$, C $\frac{1}{5}$ und D den Rest von 1000 *R.M.*; wie groß war die Summe?

11. Zwei Brüder zählen zusammen 33 Jahre. Addiert man zu dem Alter des jüngeren noch den 5. Teil seiner Jahre, so hat man das Alter des älteren Bruders. Wie alt ist jeder?
12. Die Summe zweier Zahlen beträgt 90. Wie heißen die Zahlen, wenn $\frac{1}{5}$ der ersten gleich $\frac{1}{4}$ der letzteren ist?
13. Zwei Radfahrer, die 21 km voneinander entfernt wohnen, fahren sich entgegen. A bricht um 8 Uhr auf und legt stündlich 10 km zurück, B bricht eine Stunde später auf und legt stündlich 12 km zurück; wann treffen sie sich?
14. Eine Rechnung wurde mit 4% Skonto mit 1008 *R.M.* beglichen. Wie hoch war die Rechnung?
15. Eine Rechnung von 25000 *R.M.* wurde mit 24375 *R.M.* beglichen; wieviel % war der Diskont?
16. Nach Verlust von 4% wurde eine Ware zu 12816 *R.M.* verkauft. Wie teuer war der Selbstkostenpreis?
17. Mit 25% Gewinn wurden Waren zu 13285 *R.M.* verkauft. Selbstkostenpreis?
18. 15400 *R.M.* sollen unter zwei Personen so geteilt werden, daß die erste 1200 *R.M.* mehr als die zweite erhält. Wieviel erhält jede?
19. 3 Personen teilen 21000 *R.M.* so, daß die erste die Hälfte und die dritte das Doppelte vom Anteile der zweiten erhält; wieviel bekommt jede Person?

12. Proportionen.

$$3 : 5 = 12 : 20. \quad a : b = c : d. \quad P : Q = 1 : 3.$$

Zwei gleichgesetzte Verhältnisse bilden eine Proportion. In einer richtigen Proportion ist das Produkt der äußeren gleich dem Produkte der inneren Glieder.

1. Das fehlende Glied wird gesucht: $3 : 4 = 30 : \text{—}$; $7 : 12 = \text{—} : 24$;
 $15 : \text{—} = 45 : 30$; $\text{—} : 8 = 27 : 24$; $2a : 7a = 18 : \text{—}$; $5x : 9x = \text{—} : 27y$.
 Wert für x zu bestimmen:

- | | | |
|----------------------|------------------------|--------------------------------|
| 2. $6 : x = 21 : 7.$ | 3. $x : 2,5 = 10 : 5.$ | 4. $5m : 8n = x : 16n.$ |
| 5. $3 : 2 = x : 20.$ | 6. $7 : 13 = 35 : x.$ | 7. $3 : \frac{1}{2} = 45 : x.$ |

Aus den folgenden Gleichungen Proportionen zu bilden:

- | | | |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 8. $3 \cdot 8 = 4 \cdot 6.$ | 9. $12 \cdot 3 = 4 \cdot 9.$ | 10. $3 \cdot 16 = 12 \cdot 4.$ |
| 11. $a \cdot b = c \cdot d.$ | 12. $9 \cdot 10 = 45 \cdot 2.$ | 13. $10 \cdot 7 = ab.$ |
| 14. $ab = mn.$ | | |

Anwendungen.

15. Von zwei Gehilfen hat der eine 41, der andere 48 Stunden gearbeitet; der zweite erhielt 57,60 *R.M.* Lohn; wieviel der erste?
16. 3 Gehilfen gebrauchen für eine elektrische Lichtanlage 7 Arbeitstage, wie viele Tage gebrauchen 5 Gehilfen? (Umgekehrtes Verhältnis.)
17. An einer Lichtleitung sind 8 Lampen von gleicher Stärke angeschlossen. Die Monatsrechnung betrug 165 *R.M.* Wieviel von diesem Betrage ist auf Geschäftsunkosten zu übernehmen, wenn von den 8 Lampen drei auf den Haushalt entfallen und die Brenndauer für alle gleichgesetzt wird?

Prozentrechnung.

Zum Vergleich von Längen dient als Einheitsmaß das m , von Flächen das m^2 , von Körpern das m^3 .

Im geschäftlichen Leben müssen auch Zahlenwerte sehr oft genau miteinander verglichen werden. Das ist z. B. notwendig bei Gewinn und Verlust, bei Vermehrung und Verminderung, bei Leistung und Gegenleistung. Als Vergleichsmaß dient hierbei die Zahl 100 (seltener 1000). Gewinnt z. B. jemand mit 200 $\mathcal{R}M$ 16 $\mathcal{R}M$, ein anderer mit 500 $\mathcal{R}M$ 30 $\mathcal{R}M$, so hat der erstere mit 100 $\mathcal{R}M$ 8 $\mathcal{R}M$ (8 vom Hundert oder 8 pro Cent = 8%), der letztere mit 100 $\mathcal{R}M$ nur 6 $\mathcal{R}M$ (6 vom Hundert, 6 pro Cent = 6%) gewonnen.

Beträgt das Maßverhältnis 1 vom Hundert (1 pro Cent = 1%), so kann man leicht von jeder Zahlengröße den zu messenden Wert feststellen, indem man die Zahl durch 100 teilt.

Regel: Schließe bei allen Aufgaben zunächst immer auf 1%!

$$1\% = 1 \text{ von Hundert} = \frac{1}{100}.$$

Merke: Ich teile durch 100, indem ich 2 Stellen nach links abstreiche.

*1. 1% von: 100, 150, 360, 1280, 325, 875, 1865, 905, 1085, 1150 $\mathcal{R}M$.

Nur Antworten!

*2. 1% von: 99, 84, 55, 24, 71, 65, 93, 5, 8, 3, 2, 1 $\mathcal{R}M$.

Merke: Bei Beträgen unter 100 $\mathcal{R}M$ ist das Abstreichen nicht nötig. 1% = soviel Pfennig, wie die Summe in Mark beträgt.

*3. 1% von: 18,75, 25,50, 8,60, 7,50, 2,40, 3,25, 30,10, 6,50, 24,80, 12,30 $\mathcal{R}M$.

*4. 10% von: 125, 185, 224, 340, 415, 480, 18, 28, 65,60, 45,60, 75,20, 6,80, 24,50, 43,40 $\mathcal{R}M$.

Merke: 10 ist von Hundert der zehnte Teil, so daß 10% = $\frac{1}{10}$ ist. Ich teile durch 10, indem ich eine Stelle nach links abstreiche.

*5. 3% von: 115, 165, 1260, 1480, 42, 76, 93, 242, 384, 225 $\mathcal{R}M$

5% " 125, 210, 460, 84, 65, 5,20, 3,80, 95,50, 42,80 $\mathcal{R}M$

6% " 315, 205, 96, 19, 142, 735, 25,50, 12,20, 122,50 $\mathcal{R}M$

Beachte: Dießaches von 1%.

6. 20% von: 120, 410, 520, 810, 915, 465, 285, 365, 280, 420 $\mathcal{R}M$

40% " 180, 224, 75, 62, 36, 242, 320, 425, 66, 72 $\mathcal{R}M$

70% " 160, 142, 52, 28, 215, 565, 340, 125, 680, 435 $\mathcal{R}M$

Beachte: Dießaches von 10%.

7. $3\frac{1}{2}\%$ von: 16, 24, 56, 124, 216, 405 $\mathcal{R}M$ ($3\% + \frac{1}{2}\%$)

$4\frac{1}{2}\%$ " 14, 32, 72, 210, 318, 132 $\mathcal{R}M$ ($4\% + \frac{1}{2}\%$)

$3\frac{1}{3}\%$ ($10\% : 3$) von: 12,36, 105, 204, 360, 605 $\mathcal{R}M$

8. 35% von: 165, 245, 505, 65,50, 175,50 $\mathcal{R}M$ ($30\% + 5\%$)

65% " 55, 145, 248,50, 615,50, 805,40 $\mathcal{R}M$ ($60\% + 5\%$)

9. 50% von: 18, 75, 126,50, 89,40, 1250,60 *RM* (die Hälfte vom Ganzen)
 25% „ 24, 2,80, 6,40, 15,60, 940 *RM* ($\frac{1}{4}$ vom Ganzen)
 75% „ 8, 64, 720, 2,40, 920 *RM* ($\frac{3}{4}$ vom Ganzen)
 $1\text{‰} = 1 \text{ pro Tausend} = 1 \text{ von } 1000 = \frac{1}{1000}$.

Merke: Ich teile durch 1000, indem ich 3 Stellen nach links abstreiche.

- *10. 1‰ von: 1000, 2000, 4500, 7200, 8750, 12 450, 950, 780, 820, 675, 750, 410 *RM*. Nur Antworten!

- *11. $1\frac{1}{2}\text{‰}$ von: 100, 1500, 2400, 5200, 6300, 15 600, 980, 820, 765, 570, 669, 480 *RM*.

- *12. $\frac{3}{4}\text{‰}$ von: 1000, 1200, 3200, 4650, 4800, 16 800 *RM*.

- *13. In einer Werkstatt werden zur Ermittlung des wirklichen Werkstoffverbrauchs dem Fertiggewicht für Verschnitt, Bearbeitung usw. 10% zugeschlagen. Fertiggewicht: 20, 35, 75, 125, 245, 26,5 48,5 kg; Zuschlag? Verbrauch?

14. Berechne 6, 12, 15% Zuschlag bei vorstehenden Fertiggewichten!

15. Berechne die Kosten für den verarbeiteten Formstahl:

Fertiggewicht:	a) 650 kg	b) 240 kg	c) 165 kg
Zuschlag für Verschnitt:	15%	12%	8%

1 kg Formstahl soll mit 0,22 *RM* berechnet werden.

- *16. Eine Werkstatt bezieht 10 Parallelschraubstöcke, das Stück zu 35 *RM*. Der Lieferant gewährt 3 Monate Ziel, bei Barzahlung innerhalb 4 Wochen 2% Skonto. Welcher Betrag ist zu zahlen, wenn die Rechnung innerhalb 4 Wochen beglichen wird?

Anmerkung: Skonto ist der Zahlungsnachlaß bei Zahlung innerhalb einer bestimmten Zeit.

17. Mit welchem Betrag werden bei 3% Skonto folgende Rechnungen beglichen: 240, 380, 1050, 1260, 2450 *RM*?

Anmerkung: Rabatt ist der Zahlungsnachlaß bei Barzahlungen. Die Zeit bleibt unberücksichtigt.

- *18. Bei einem Ausverkauf werden auf die Ladenpreise 10%, 20%, 15% Rabatt gegeben. Die Waren sind ausgezeichnet mit 20, 35, 48, 54, 120, 155, 175, 225 *RM*. Bestimme Rabatt und Verkaufspreis!

19. Bei einem Konkurs wurden den Gläubigern a) 30%, b) 45%, c) 65% ihrer Forderungen bezahlt. Wieviel erhalten die Gläubiger bei Forderungen von 850, 1500, 2000 *RM*?

20. Eine Maschinenfabrik hat einen Kauftragn für 3850 *RM* in Auftrag. Die Lieferzeit wurde um 2 Monate überschritten. Der Besteller zog für jeden Tag 0,1% der Rechnungssumme als Schadenersatz ab. Wieviel beträgt der Abzug?

Zinsrechnung.

Als Vergütung für die zeitweise Überlassung einer Geldsumme werden in der Regel Zinsen gezahlt. Bei Berechnung der Zinsen wird das Jahr zu 360 Tagen, der Monat zu 30 Tagen angenommen. Die Zinsen werden stets nur von der vollen Mark berechnet!

*1. Berechne die jährlichen Zinsen von: 200, 250, 315, 360, 480, 650, 725, 890, 940, 1200, 1550, 1660 *RM* zu 3, 4, 5%!

*2. 300, 150, 240, 320, 420, 550, 630, 750, 920, 1240, 1600, 1850 *RM* zu $3\frac{1}{3}$, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$ %!

3. Berechne die halbjährlichen Zinsen von: 120, 160, 275, 345, 475, 530, 685, 715, 825, 75, 936,50 *RM* zu 4, 5, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$ %.

4. Berechne die vierteljährlichen Zinsen von: 300, 260, 325, 460, 525, 615, 725, 780, 940, 1050 *RM* zu 4, 5, $3\frac{1}{3}$, $4\frac{1}{2}$ %!

5. Berechne die Zinsen von:

225	<i>RM</i>	zu 4 %	in 8 Monaten
450	"	" $4\frac{1}{2}$ %	" 7 "
825	"	" 5 %	" 5 "
625,50	"	" $4\frac{1}{2}$ %	" 7 "
760,75	"	" $5\frac{1}{2}$ %	" 4 "
1275,00	"	" $4\frac{3}{4}$ %	" 8 "

Löse so:

$$\begin{aligned} 1\% &= 2,25 \text{ RM} \\ 4\% &= 2,25 \cdot 4 \\ &= 2,25 \cdot 4 \\ &= \frac{2,25 \cdot 4}{12} \\ &= \frac{2,25 \cdot 4 \cdot 8}{12} = 6 \text{ RM.} \end{aligned}$$

6. Berechne die Zinsen von:

615 <i>RM</i>	zu 4%	in 85 Tagen
825 "	" 5%	" 72 "
580 "	" 6%	" 48 "

Löse so:

$$\begin{aligned} 1\% &= 6,15 \text{ RM} \\ 4\% &= 4 \cdot 6,15 \\ &= 4 \cdot 6,15 \\ &= \frac{4 \cdot 6,15}{360} \\ &= \frac{85 \cdot 4 \cdot 6,15}{360} \end{aligned}$$

7. Jemand erhält für sein ausgeliehenes Geld vierteljährlich 81 *RM* Zinsen. Der Zinsfuß ist $4\frac{1}{2}$ %. Wie hoch ist das Kapital?

Zuerst die Jahreszinsen!

Von 100 *RM* betragen sie 4,50 *RM*. Das Kapital ist also so oft mal 100 *RM*, wie 4,50 in den Jahreszinsen enthalten sind.

Stelle dir selbst ähnliche Aufgaben!

8. Ein Meister hat auf seinem Siedlungshaus eine Hypothek von 3600 *RM* und zahlt monatlich 15 *RM* Zinsen. Wie hoch ist der Zinsfuß?

Anmerkung. Eine Hypothek ist die im Grundbuch eingetragene Belastung eines Grundstückes zur Sicherung einer Geldforderung.

Zuerst die Jahreszinsen! Bei 1% betragen die Zinsen 36 *RM*.

Der Zinsfuß ist so oftmal 1%, wie 36 *RM* in den Jahreszinsen enthalten sind.

Bilde ähnliche Aufgaben!

Werkgebäude, Einrichtungs- und Betriebskosten.

1. Ein Grundstück zur Errichtung einer Werkstätte ist 2650 m² groß. Es darf nach der Bauordnung nur zu $\frac{2}{3}$ bebaut werden. Wieviel m² bleiben für die Werkstätte übrig, wenn außerdem auf dem Grundstück noch ein Wohnhaus von 10,5 × 5 m und ein kleines Pförtnerhaus von 5,2 × 4,5 m errichtet werden sollen?

2. Ein Werkstattgebäude hat einen Bauwert von 15 000 *R.M.* (Grundstückswert bleibt außer Betracht! Warum?) Wenn eine Gebrauchsdauer von 50, 40, 30, 25, 20 Jahre angenommen wird, bestimme in allen Fällen den Prozentsatz und die Summe der jährlichen Abschreibung! Übe auch mit anderen Bauwerten!

Anmerkung: Bei der jährlichen Bestandsaufnahme wird von Werkgebäuden, Werkzeugen und Maschinen je nach Abnutzung eine Summe abgeschrieben, um die sich der Wert vermindert hat. Nach Ablauf der angenommenen Gebrauchsdauer muß der volle Anschaffungswert (100%) abgeschrieben sein.

Beispiel: Anschaffungswert einer Drehbank 3000 *R.M.* Angenommene Gebrauchsdauer 10 Jahre! In jedem Jahr sind also 100% : 10 = 10% = 300 *R.M.* abzuschreiben. Nach einem Jahr erscheint die Drehbank in der Bestandsaufnahme mit 2700 *R.M.*, nach 2 Jahren mit 2400 *R.M.* usw., bis sie nach 10 Jahren vollständig abgeschrieben ist.

3. Eine Werkstatt bezieht 12 Parallelschraubstöcke, das Stück zu 42 *R.M.* Der Lieferant gewährt bei Zahlung innerhalb 4 Wochen 3% Skonto. Welcher Betrag wäre in diesem Falle zu zahlen?

Skonto = Preisnachlaß bei Zahlung innerhalb einer bestimmten Zeit.

4. Wieviel Prozent sind für Werkzeuge jährlich abzuschreiben bei einer angenommenen Gebrauchsdauer von 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 20, 25 Jahren?

5. Welcher Benutzungsdauer entspricht eine Abschreibung von 50%, 25%, 20%, 16 $\frac{2}{3}$ %, 12 $\frac{1}{2}$ %, 10%, 5%?

6. Für Maschinen werden 25, 20, 10, 15, 12 Jahre Gebrauchsdauer angenommen. Wieviel Prozent sind für jedes Jahr abzuschreiben?

7. In einer Werkstatt befinden sich folgende Maschinen:

Maschine	Beschaffungswert	Gebrauchsdauer
1 Drehbank	2500 <i>R.M.</i>	15 Jahre
1 Handbohrmaschine	450 "	20 "
1 Blechbiegemaschine	350 "	15 "
1 Eisen säge	325 "	15 "
1 Formstahlschere	425 "	15 "
1 Blechschere	225 "	12 "
1 Stanzmaschine	175 "	10 "
1 Schleifstein	125 "	10 "

Jährliche Abschreibung?

8. Berechne den Wert von Einrichtungsstücken nach 2 Jahren!

Beschaffungswert	Abschreibung	Beschaffungswert	Abschreibung
100 <i>R.M.</i>	10%	385 <i>R.M.</i>	15%
250 "	20%	265 "	4%
325 "	20%	1050 "	6%
475 "	5%	850 "	12%
165 "	25%	270 "	8%

9. Das Werkstatkonto eines Betriebes zeigt nach 5 Betriebsjahren folgendes Bild:

Alter Bestand	Angenommene Gebrauchsdauer	Beschaffungswert	Zugang im laufenden Jahr
Maschinen . . .	20 Jahre	75 300 <i>R.M.</i>	5 500 <i>R.M.</i>
Werkzeug	10 "	6 540 "	580 "
Geräte	12 "	1 850 "	175 "

Zu welchem Betrag sind die einzelnen Posten aufzunehmen?

10. Eine Werkstätte mit Einrichtung soll gegen Feuer versichert werden. Die Versicherungsgesellschaft verlangt als Prämie $1\frac{1}{2}\%$. Wie hoch sind die jährlichen Kosten bei einer Versicherungssumme von 10 000, 20 000, 30 000, 45 000, 65 000 *R.M.*? Wie hoch wären die Kosten, wenn die Versicherung wegen besonderer Feuergefährlichkeit $2\frac{1}{2}\%$, $2\frac{1}{4}\%$ verlangt?

11. Bestimme den Stromverbrauch eines Werkes für das Jahr, wenn monatlich a) 500, b) 350, c) 840, d) 725, e) 2450 kWh verbraucht werden! Bestimme die Jahreskosten, wenn 1 kWh mit 0,20, 0,18, 0,15 *R.M.* berechnet wird!

12. In einer Fabrik brennen in einem Wintermonat 6 Metalldrahtlampen zu je 500 Watt täglich $4\frac{1}{2}$ Stunden

85	"	"	75	"	"	$3\frac{1}{2}$	"
10	"	"	50	"	"	5	"
12	"	"	25	"	"	$4\frac{1}{2}$	"

Wie hoch stellen sich die täglichen Kosten für elektrische Beleuchtung, wenn 1 kWh 0,25 *R.M.* kostet? Wie hoch ist die Monatsrechnung bei 25 Arbeitstagen? Übe auch mit anderen Strompreisen!

13. Sauerstoff zu Schweißzwecken wird in Stahlflaschen geliefert, die 40 l Rauminhalt haben. Sie werden auf 150 at Druck gefüllt. Wieviel m³ Sauerstoff enthalten die Flaschen? (Süllungsdruck · Rauminhalt.)

14. Das Manometer einer Sauerstoffflasche von 40 l Rauminhalt zeigt einen Druck von 120, 100, 80, 50, 20, 15, 8, 6, 2 at an. Bestimme den Sauerstoffinhalt in m³!

15. 1 kg Karbid ergibt rd. 240 l Äzetylen. Für eine Schweißarbeit werden 3,5 m³ Äzetylen gebraucht.
Wieviel kg Karbid sind erforderlich?
16. 1 l Äzeton (Essigsäure) löst bei atmosphärischem Druck etwa 24 l Äzetylen auf. Bei 15 at Druck (Höchstdruck für gelöstes Gas) kann 1 l Äzeton etwa $15 \cdot 24 \text{ l} = 560 \text{ l}$ Äzetylen gelöst aufnehmen. Die gebräuchlichen Stahlflaschen enthalten rd. 16 l Äzeton. Bestimme den Inhalt an gelöstem Äzetylen (Gas) für die Stahlflasche bei 15 at Füllungsdruck!

Lohnberechnungen.

Der Lohn wird entweder nach einem festen Stundenlohnsatz oder nach einem Affordsatz bezahlt, der vor Beginn einer Arbeit vereinbart wird.

1. Stundenlohn.

Bei den Lohnberechnungen wird der Monat zu 25 und das Jahr zu 300 Arbeitstagen angenommen. Bruchteile von Pfennigen, die $\frac{1}{2}$ *Rpf* und mehr betragen, werden nach oben aufgerundet, solche unter $\frac{1}{2}$ *Rpf* werden nicht berücksichtigt.

- *1. Berechne den Tagesverdienst eines Lehrlings! Stundenlöhne: 0,10, 0,15, 0,20, 0,26, 0,32, 0,34 *R.M.* Arbeitszeiten: 10, 8, $8\frac{1}{2}$ Stunden. Übe zuerst mit 10 Stunden, dann mit 8 und $8\frac{1}{2}$ Stunden!
- *2. Berechne den Verdienst eines Lehrlings für die Woche! Stundenlöhne: 0,10, 0,14, 0,18, 0,22, 0,24, 0,28 *R.M.* Arbeitszeiten: 10, 8, $8\frac{1}{2}$ Stunden.
- *3. Berechne den Verdienst eines Lehrlings für 14 tägige Lohnzeit! (12 Arbeitstage.) Stundenlöhne: 0,18, 0,23, 0,25, 0,27 *R.M.* Arbeitszeiten: 8, $8\frac{1}{2}$, $9\frac{1}{2}$ Stunden.
- *4. Berechne den Verdienst eines Lehrlings für den Monat! Stundenlöhne: 0,14, 0,16, 0,21, 0,24, 0,32 *R.M.* Arbeitszeiten: 8, 10, $8\frac{1}{2}$ Stunden.
5. Berechne den Verdienst eines Lehrlings für das Jahr! Stundenlöhne: 0,10, 0,16, 0,20, 0,28, 0,34 *R.M.* Arbeitszeiten: 8, 10, 9 Stunden.
6. Ein Lehrling erhält im 1. Jahr 0,15 *R.M.*, im 2. Jahr 0,22 *R.M.*, im 3. Jahr 0,28 *R.M.* und im 4. Jahr 0,32 *R.M.* Stundenlohn. (Die Arbeitszeit beträgt 8 Stunden.) a) Wieviel hat der Lehrling in den einzelnen Lehrjahren verdient? b) Wieviel beträgt der Verdienst während der ganzen Lehrzeit?
- *7. Berechne den Tagesverdienst eines Gesellen! Stundenlöhne: 0,50, 0,55, 0,66, 0,68, 0,70, 0,78, 0,80, 0,85 *R.M.* Arbeitszeiten: 8, 10, 9 Stunden.
8. Berechne den Verdienst für die Woche! Stundenlöhne: 0,54, 0,56, 0,62, 0,68, 0,80 *R.M.* Arbeitszeiten: 10, 8, $9\frac{1}{2}$ Stunden.
9. Berechne den Verdienst eines Sacharbeiters für 14 tägige Lohnzeit! Stundenlöhne: 0,70, 0,72, 0,80, 0,84, 0,90 *R.M.* Arbeitszeiten: 8, 10, $9\frac{1}{2}$ Stunden.

10. Berechne den Verdienst für den Monat! Stundenlöhne: 0,55, 0,66, 0,70, 0,75, 0,80 *R.M.* Arbeitszeiten: 10, 8, 9 Stunden.
11. Berechne den Verdienst eines Monteurs für das Jahr! Stundenlöhne: 0,70, 0,72, 0,80, 0,85 *R.M.* Arbeitszeiten: 10, 8, 9 Stunden.
12. Erhöhe die folgenden Stundenlöhne um 10, 25, 50%! 0,50, 0,60, 0,65, 0,70, 0,78 *R.M.*
13. Um wieviel erhöht sich der Tagesverdienst von 5, 6, 6,50 *R.M.* bei einer Lohn=erhöhung von 10, 15, 25%?
14. Um wieviel erhöht sich der Wochenverdienst von 36, 38, 42, 45, 55 *R.M.* bei einer Lohnerhöhung von 10, 8, 12%?
15. Die Stundenlöhne von 0,50, 0,60, 0,68, 0,74, 0,82 *R.M.* werden vermindert um 10, 15, 8%. Wie hoch stellt sich der neue Stundenlohn?
16. Berechne die Überstunde mit 10%, 50%, 25% Zuschlag bei folgenden Stundenlöhnen: 0,60, 0,65, 0,70, 0,72, 0,75, 0,80 *R.M.*
17. Berechne den Lohn für 14 tägige Lohnzeit! (12 Arbeitstage.) Stundenlohn: 0,78 *R.M.* Arbeitszeit: 8 Stunden. Überstunden: an 6 Tagen je 2 Stunden (+ 25%).
18. Berechne den Lohn für 14 tägige Lohnzeit! Stundenlohn: 0,80 *R.M.* Arbeitszeit: 8 Stunden. Überstunden: an 8 Tagen je 1½ Stunden (+ 25%), am Sonntag 4 Stunden (+ 50%).
19. Ein Angestellter hat nach Abzug der Versicherungsbeiträge, der Lohn= und Bürgersteuer ein Monatsgehalt von 212,50 *R.M.* Jahreseinkommen?
20. Ein Monteur verdiente wöchentlich brutto 58 *R.M.* An Steuern und Versicherungsbeiträgen wurden einbehalten 10,50 *R.M.* a) Wochenlohn netto? b) Monatslohn brutto und netto (4½ Wochen)?
Monteure erhalten in der Regel bei auswärtigen Arbeiten für jeden Tag (auch Sonntag) eine Montagezulage für Wohnung und Beföstigung am Montageort. Sie beträgt je nach den örtlichen Verhältnissen 3—4 *R.M.* pro Tag.
21. Berechne Lohn= und Montagezulage für einen Monteur! Stundenlohn: 0,90 *R.M.* Arbeitszeit: 10 Stunden. Dauer der Montage: 9 Tage (1 Sonntag). Montagezulage 3,50 *R.M.* (Für Sonntag Zulage, aber keinen Lohn.)
22. Berechne Lohn= und Montagezulage für einen Monteur! Stundenlohn: 0,70 *R.M.* Arbeitszeit: 10 Stunden. Dauer der Montage: 16 Tage (2 Sonntage). Montagezulage 4 *R.M.*
23. Berechne Lohn= und Montagezulage für Monteur A. und Hilfsmonteur B. Stundenlohn: A. = 0,75 *R.M.*, B. = 0,65 *R.M.* Arbeitszeit: 10 Stunden. Dauer der Montage: 11 Tage (1 Sonntag). Überstunden: an 4 Tagen je 2 Stunden. (10% Zuschlag.) Montagezulage 3,80 *R.M.*

2. Einzelauforde.

Bei Aufordarbeiten wird dem Arbeiter der ordnungsmäßig ausgefüllte Aufordschein vor Beginn der Arbeit ausgehändigt.

Auf dem Aufordschein sollen: die Art der Arbeit, die Stückzahl und der Aufordsaß für die Arbeit bzw. Stückzahl verzeichnet sein.

Der Aufordsaß wird in *R.M.* bzw. *Rpl.* („Geldauford“) oder in Stunden bzw. Minuten („Zeitauford“) festgelegt. In den meisten Betrieben, insbesondere Großbetrieben, wird heute nach Zeitauford gearbeitet. Bei der Festsetzung des Aufordsaßes geht man von dem jeweilig in Frage kommenden Tarif-Stundenlohn aus.

Hiernach setzt man eine Aufordlohn-Grundlage („Aufordbasis“) fest. Die Aufordbasis liegt über dem Tarif-Stundenlohn. Sie kann in jedem Falle als unterste Aufordlohngrenze von dem Arbeiter erreicht werden.

Nach Ausführung der Arbeit ist der Aufordschein vom Arbeiter mit der aufgewendeten Arbeitszeit ausgefüllt an die Lohnabteilung abzugeben.

1. Ein Sacharbeiter mit einer Aufordbasis von 0,75 *R.M.* hat eine Arbeit zum Aufordsaß von 32,50 *R.M.* übernommen. Die Arbeit hat er in 38 Stunden ausgeführt.
 - a) Wie hoch stellt sich der Aufordverdienst in der Stunde? b) Um wieviel liegt der Aufordstundenverdienst über der Aufordbasis?
2. Ein Dorarbeiter mit einer Aufordbasis von 0,85 *R.M.* hat 25 Bolzen im Auford zu drehen. Für das Stück erhält er 0,75 *R.M.*. Er arbeitet 20 Stunden daran.
 - a) Wieviel erhält er für die 25 Bolzen? b) Wie hoch stellt sich sein Aufordverdienst in der Stunde? c) Um wieviel liegt der Auford-Stundenverdienst über der Aufordbasis?
3. Ein Monteur mit einer Aufordbasis von 0,90 *R.M.* übernimmt eine Aufordarbeit für 65 *R.M.*. Er will in der Stunde wenigstens 1,20 *R.M.* verdienen. Wieviel Stunden darf er auf die Arbeit verwenden?

3. Gruppenauforde.

a) Gleicher Lohn und gleiche Stundenzahl.

1. Für eine Aufordarbeit werden 275 *R.M.* gezahlt, die unter 6 Arbeiter gleichmäßig zu verteilen sind. Wieviel erhält jeder?
2. Die beiden Monteure A. und B. mit einer Aufordbasis von je 0,70 *R.M.* übernehmen die Aufstellung einer Maschine zu einer Aufordzeit von 220 Stunden. Die Arbeit wird bei 10 stündiger Arbeitszeit in 8½ Tagen ausgeführt.
 - a) Wie hoch stellt sich der Auford, und wieviel bekommt jeder? b) Wie hoch stellt sich der Aufordverdienst in der Stunde? c) Um wieviel liegt der Auford-Stundenverdienst über der Aufordbasis?

b) Gleicher Lohn und verschiedene Stundenzahl.

3. Die Elektroinstallateure A. und B. haben gemeinsam die Installationsarbeiten für 5 Siedlungshäuser zum Aufordsaß von 96 *R.M.* für das Haus übernommen. Beide haben eine Aufordbasis von 0,88 *R.M.*. A. arbeitet daran 34 Tage je

8 Stunden, B. 26 Tage je 8 Stunden. **a)** Wie hoch stellt sich der Affordsaß für die 5 Häuser? **b)** Wie hoch stellt sich der Affordverdienst in der Stunde? **c)** Wieviel erhält jeder von dem Afford? **d)** Um wieviel liegt der Afford-Stundenverdienst über der Affordbasis?

4. Dreher A. und B. haben gemeinsam die Dreherarbeiten von 45 Ventilen zum Affordsaß von 4,60 *R.M.* für das Stück übernommen. Beide haben eine Affordbasis von 0,72 *R.M.* A. arbeitet daran 15 Tage je 10 Std., B. 8 Tage je 10 Std. **a)** Wie hoch stellt sich der Afford für 45 Ventile? **b)** Wie hoch stellt sich der Affordverdienst in der Stunde? **c)** Wieviel erhält jeder von dem Afford? **d)** Um wieviel liegt der Afford-Stundenverdienst über der Affordbasis?

c) Verschiedener Lohn und gleiche Stundenzahl.

5. Die Schlosser A. und B. haben im Afford 250 Schienen herzustellen. Sie erhalten 0,65 *R.M.* für das Stück. A. hat 0,85 *R.M.*, B. hat 0,90 *R.M.* Stundenlohn. Beide haben die Arbeit in 68 Stunden vollendet. **a)** Wieviel hätte jeder im Stundenlohn verdient? **b)** Wieviel beträgt der Affordüberschuß? **c)** Wieviel erhält jeder davon? **d)** Wieviel hat jeder bei der Arbeit verdient?
6. Elektroinstallateur A. hat mit dem Elektroinstallateur B. die Installationsarbeiten in einem Geschäftshaus zum Affordsaß von 135 *R.M.* übernommen. A. hat eine Affordbasis von 1 *R.M.*, B. hat eine Affordbasis von 0,80 *R.M.* Beide haben die Arbeit in 60 Std. ausgeführt. **a)** Wieviel hätte jeder im Stundenlohn (Affordbasis) verdient? **b)** Wieviel beträgt der Überschuß bei Affordarbeit gegenüber der Stundenlohnarbeit? **c)** Wieviel erhält jeder von dem Überschuß?
- Anmerkung: Die Verteilung des Affordüberschusses erfolgt im Verhältnis der Stundenlöhne für die Affordbasis.

d) Verschiedener Lohn und verschiedene Stundenzahl.

7. Dorarbeiter A. mit einem Stundenlohn von 0,95 *R.M.* hat eine Arbeit zum Affordsaß von 68 *R.M.* übernommen. Als Helfer bekommt er Arbeiter B. mit 0,75 *R.M.* Stundenlohn, Arbeiter C. mit 0,65 *R.M.* und Lehrling D. mit 0,15 *R.M.* Stundenlohn. A. hat 28 Std., B. 16, C. 16 und D. 28 Std. daran gearbeitet. **a)** Wieviel beträgt der Affordüberschuß? **b)** Wieviel hat jeder bei der Arbeit verdient? (Lehrling D. erhält nur Stundenlohn.)
8. Elektromonteur A. mit einer Affordbasis von 0,80 *R.M.* hat 4 Schaltapparate zum Affordsaß von 14 *R.M.* für das Stück auszuführen. Elektromonteur B. mit einer Affordbasis von 0,70 *R.M.* hilft A. A. arbeitet daran 35 Std., B. 30 Std. **a)** Wieviel hätte jeder im Stundenlohn (Affordbasis) verdient? **b)** Wieviel beträgt der Affordüberschuß? **c)** Wieviel erhält jeder davon? **d)** Wieviel hat jeder bei der Arbeit verdient?

Anmerkung: Die Verteilung des Affordüberschusses erfolgt im Verhältnis der Gesamtstundenlöhne (Zeit \times Stundenlohn auf Affordbasis).

Soziale Versicherungen.

1. Krankenversicherung.

Versicherungspflichtig sind Lehrlinge, Gesellen, Gehilfen, Arbeiter ohne Rücksicht auf die Höhe ihres Arbeitsverdienstes; Angestellte und Betriebsbeamte sind versicherungspflichtig, wenn ihr Jahresarbeitsverdienst 3600 *R.M.* nicht überschreitet.

Die Krankenkassenbeiträge werden in folgender Weise aufgebracht: $\frac{1}{3}$ zahlt der Arbeitgeber, $\frac{2}{3}$ der Versicherte.

Der Versicherte hat Anspruch auf a) ärztliche Behandlung, sowie Versorgung mit Arznei, Brillen, Heilbädern u. dgl. b) Krankengeld vom 4. Krankheitstage an für jeden Kalendertag, an dem der Versicherte arbeitsunfähig krank ist. c) Krankenhauspflege. d) Hausgeld für Familienangehörige bei Krankenhaus- oder Anstaltspflege des Versicherten, wenn diese von ihm unterhalten werden und mit dem Versicherten in häuslicher Gemeinschaft leben. e) Wochenhilfe. f) Sterbegeld. g) Familienhilfe.

Aufgaben auf Grund der Satzung deiner Krankenkasse!

1. Bestimme den von dir zu zahlenden wöchentlichen Beitrag!
2. Berechne das wöchentliche Krankengeld im Falle deiner Erkrankung und Arbeitsunfähigkeit!
3. Ein Gefolgschaftsmitglied deines Betriebes hat einen Tagesverdienst von 8,20 *R.M.* Bestimme: a) seinen Wochenbeitrag, b) den wöchentlichen Anteil des Wertes!
4. Ein Lehrling mit 0,75 *R.M.* Tagesverdienst wird krank und bleibt 30 Tage arbeitsunfähig. Wieviel Krankengeld bekommt er insgesamt?
5. Ein Monteur mit 8,50 *R.M.* Tagesverdienst wird krank und stirbt nach 18 Wochen. a) Wieviel Krankengeld hat er erhalten? b) Wie hoch ist das Sterbegeld?

2. Unfallversicherung.

Der Versicherung unterliegen Arbeiter, Gehilfen, Lehrlinge, Betriebsbeamte sowie kaufmännische und technische Angestellte. Die Beiträge für die Versicherung werden von den Betriebsunternehmern allein aufgebracht.

Leistungen der Versicherung: A. Bei Verletzung durch Betriebsunfall und bei bestimmten Berufskrankheiten gewährt die Versicherung:

- a) Krankenbehandlung, b) Berufsfürsorge, c) Rente oder Krankengeld für die Dauer der Erwerbsunfähigkeit.

Die Krankenbehandlung umfaßt:

1. Ärztliche Behandlung und Versorgung mit Arznei, Heilmitteln usw.
2. Gewährung von Pflege, wenn der Verletzte infolge des Unfalles so hilflos geworden ist, daß er nicht ohne fremde Wartung und Pflege bestehen kann.

Die Berufsfürsorge umfaßt die berufliche Ausbildung zur Wiedergewinnung der Erwerbsfähigkeit und nötigenfalls Ausbildung für einen neuen Beruf sowie Hilfe zur Erlangung einer Arbeitsstelle.

Die Rente ist entweder eine Vollrente oder Teilrente. Vollrente wird bei völliger Erwerbsunfähigkeit gewährt. Sie beträgt $\frac{2}{3}$ des Jahresarbeitsverdienstes.

Die Teilrente ist ein Teil der Vollrente. Sie wird bei teilweiser Erwerbsunfähigkeit gewährt und richtet sich nach dem Grade der Verminderung der Erwerbsfähigkeit.

B. Beim Tode gewährt die Versicherung:

- a) Sterbegeld.
- b) Hinterbliebenenrente.

Die Renten werden am 1. jeden Monats im voraus durch die Post ausgezahlt.

- Der Jahresarbeitsverdienst beträgt: 1950, 2100, 2550, 2700, 2750, 2840, 2920, 3150 *R.M.* Bestimme a) die Vollrente für das Jahr; b) für den Monat!
- Berechne die Teilrenten:

Art der Verletzung:	Ent-	Jahres-
Verlust des Zeige- und Mittelfingers der	schädigung	arbeitsverdienst
linken Hand	25 % der Vollrente	1920 <i>R.M.</i>
Verlust des linken Auges.	53 1/2 % „ „	2550 „
Verlust der rechten Hand	60 % „ „	2640 „
- Ein Monteur wurde bei einem Betriebsunfall vollständig erwerbsunfähig. Jahresarbeitsverdienst im letzten Jahre 1920 *R.M.* Bestimme die monatliche Rente!
- Bilde weitere Aufgaben auf Grund der Satzungen deiner Berufsgenossenschaft!

3. Invalidenversicherung.

Versicherungspflichtig sind alle Arbeiter, Gesellen, Gehilfen und Lehrlinge, soweit sie nicht angestelltenversicherungspflichtig sind.

Die Mittel zur Versicherung werden durch wöchentliche Beiträge der Versicherten und deren Arbeitgeber sowie durch Reichszuschüsse aufgebracht. Die Entrichtung der Beiträge erfolgt durch Einkleben von Marken in die Quittungskarte. Für jede Woche hat der Arbeitgeber eine Marke einzukleben. Die eine Hälfte des Beitrages zahlt der Arbeitgeber, die andere Hälfte der Arbeiter.

Leistungen der Versicherung: 1. Invalidenrente, 2. Hinterbliebenenfürsorge, 3. Beitragserstattung an weibliche Versicherte bei Heirat, 4. Heilversahren.

1. Invalidenrente erhält der Versicherte, der das 65. Lebensjahr vollendet hat oder invalide ist, d. h. der nicht imstande ist, mehr als $\frac{1}{3}$ des sonst für ihn üblichen Verdienstes zu erwerben. Die Invalidenrente setzt sich zusammen aus dem Grundbetrag, den das Reich zahlt, und den Steigerungssätzen. Diese richten sich nach der Zahl und Höhe der geleisteten Wochenbeiträge in den verschiedenen Beitragsklassen.

Hat der Empfänger einer Invalidenrente Kinder unter 18 Jahren, so erhöht sich seine Rente für die ersten beiden Kinder um je 90 *R.M.*, für jedes weitere Kind um 120 *R.M.* jährlich.

Zur Berechnung der Invalidenrente.

Beitragsklasse	Wochenverdienst	Wochenbeiträge	Grundbetrag jährlich	Steigerungsbetrag jährlich für jede Beitragswoche	Kinderzuschuß
I	bis 6 <i>R.M.</i>	30 <i>Rpf.</i>	72 <i>R.M.</i>	0,08 <i>R.M.</i>	} 90 <i>R.M.</i> bzw. 120 <i>R.M.</i> jährlich für jedes Kind unter 18 Jahren.
II	12 "	60 "		0,14 "	
III	18 "	90 "		0,20 "	
IV	24 "	120 "		0,26 "	
V	30 "	150 "		0,32 "	
VI	36 "	180 "		0,38 "	
VII	42 "	210 "		0,44 "	
VIII	48 "	240 "		0,50 "	
IX	über 48 "	270 "		0,56 "	
X	f. freiw. Versicherung	300 "	72 <i>R.M.</i>	0,65 "	

Bei Witwen- oder Witwerrente beläuft sich der Grundbetrag auf 72 *R.M.* jährlich, und die Steigerungssätze betragen $\frac{1}{10}$ der Beträge des Versicherten, bei Waisenrente beträgt der Grundbetrag 36 *R.M.* jährlich, und die Steigerungssätze betragen $\frac{1}{10}$ der Beträge des Versicherten.

Anmerkung: Sämtliche Leistungen werden nur auf Antrag der Versicherten, jedoch ohne Rücksicht auf Bedürftigkeit gewährt.

2. Hinterbliebenenfürsorge: a) Witwenrente erhält die Witwe, die das 65. Lebensjahr vollendet hat oder invalide ist, nach dem Tode ihres versicherten Mannes; außerdem aber auch, wenn sie 3. Zt. des Todes des versicherten Mannes mehr als drei waisenrentenberechtigige Kinder erzieht. Witwenrente erhält bei Bedürftigkeit der erwerbsunfähige Mann nach dem Tode der versicherten Ehefrau.

b) Waisenrente erhalten die Kinder unter 18 Jahren nach dem Tode ihres versicherten Vaters oder nach dem Tode der versicherten Mutter.

3. Beitragserstattung an weibliche Versicherte bei Heirat erfolgt in Höhe der Hälfte des Wertes der entrichteten Wochenbeiträge (die von der Versicherten gezahlten Anteile).

4. Heilverfahren in einer Heilstätte oder in einem Genesungsheim wird zur Beseitigung oder Verhütung einer möglichen Invalidität gewährt.

Bestimme: a) die Eingruppierung von Arbeitern in die einzelnen Lohnklassen nach ihrem Arbeitsverdienst; b) die Beiträge für einen Versicherten in den verschiedenen Lohnklassen und für verschiedene Zeitabschnitte; c) die Beitragsleistung eines Werts für die Gefolgschaft in den verschiedenen Lohnklassen und für verschiedene Zeitabschnitte; d) eine Invalidenrente!

4. Arbeitslosenversicherung.

Der Versicherungspflicht unterliegen alle Personen, die krankenversicherungspflichtig oder angestellterversicherungspflichtig sind.

Lehrlinge, die auf Grund eines schriftlichen Lehrvertrages von mindestens zweijähriger Dauer beschäftigt werden, sind auf Antrag des Arbeitgebers versicherungsfrei. Die Versicherungsfreiheit erlischt 12 Monate vor Beendigung des Lehrverhältnisses.

Die Mittel zur Versicherung werden durch Beiträge der Arbeitgeber und der Versicherten je zur Hälfte aufgebracht. Sie werden von den Krankenkassen nach den Grundlöhnen der Kassen erhoben.

Anspruch auf Arbeitslosenunterstützung hat, wer: 1. arbeitsfähig, arbeitswillig aber unfreiwillig arbeitslos ist, 2. die Anwartschaft erfüllt hat.

Als arbeitsfähig gilt, wer imstande ist, wenigstens ein Drittel dessen zu erwerben, was geistig und körperlich gesunde Personen des gleichen Berufes durch Arbeit verdienen. Wer Krankengeld erhält, bekommt daneben keine Arbeitslosenunterstützung.

Die Anwartschaft ist erfüllt, wenn der Arbeitslose in den letzten 12 Monaten vor der Arbeitslosmeldung wenigstens 26 Wochen in einer versicherungspflichtigen Beschäfti-

Lohnklasse	Arbeitsentgelt wöchentlich	Hauptunterstützung ohne Samilienzuschlag	In Orten der Sonderklasse, der Ortsklasse A und allen anderen Orten mit mehr als 50000 Einwohnern		
			Samilienzuschläge für den		
			1.	2.	3. u. jeden weiteren Angehörigen
	<i>R.M.</i>	<i>R.M.</i>	<i>R.M.</i>	<i>R.M.</i>	<i>R.M.</i>
I	bis 10	5,10	3,30	1,80	2,10
II	10,01—14	6,30	3,30	1,80	2,10
III	14,01—18	7,50	3,60	2,10	2,40
IV	18,01—24	8,40	3,60	2,10	2,40
V	24,01—30	8,70	3,60	2,10	2,40
VI	30,01—36	9,00	3,60	2,10	2,40
VII	36,01—42	9,30	3,60	2,10	2,40
VIII	42,01—48	9,60	3,60	2,10	2,40
IX	48,01—54	11,10	3,60	2,40	2,70
X	54,01—60	11,70	3,60	2,40	2,70
XI	60,01 u. mehr	12,30	3,60	2,40	2,70

gung gestanden hat. Wer jedoch erstmalig Arbeitslosenunterstützung beantragt, muß in den letzten 2 Jahren mindestens 52 Wochen versicherungspflichtig beschäftigt gewesen sein.

Wer für 36 Tage Arbeitslosenunterstützung bezogen hat, erhält weitere Unterstützung nur, soweit er hilfsbedürftig ist. Die Prüfung, ob Hilfsbedürftigkeit vorliegt, erfolgt durch die Gemeinden (Wohlfahrtsamt).

Leistungen der Versicherung. Die Arbeitslosenunterstützung besteht aus der Hauptunterstützung und den Familienzuschlägen für Familienangehörige, die einen Unterhaltsanspruch haben.

Im Einzelfall darf die Unterstützung einschließlich der Familienzuschläge (siehe Tabelle) 80 v. H. des Arbeitsentgelts nicht übersteigen, das für die Zugehörigkeit zur Lohnklasse maßgebend ist. Diese Grenze erhöht sich bei Arbeitslosen der Lohnklassen I—III, die mindestens ein zuschlagberechtigtes Kind (Abkömmling) haben, auf das Arbeitsentgelt.

Gegen Krankheit werden die Unterstützungsempfänger durch das Arbeitsamt versichert.

Die Arbeitslosenunterstützung wird in bar für 6 Wochentage gewährt. Sie wird wöchentlich nachträglich vom Arbeitsamte ausgezahlt.

Berechne auf Grund der Satzung deiner Krankenkasse: **a)** Die Wochenbeiträge zur Arbeitslosenversicherung nach den Grundlohnsätzen der Kasse; **b)** die Beitragsleistung eines Werkes für die Gefolgschaft in verschiedenen Grundlohnstufen und bestimmten Zeitabschnitten; **c)** die Hauptunterstützung und den Familienzuschlag bei angenommenen Verhältnissen nach vorstehender Tabelle!

Persönliche Ausgaben.

- *1. Ein Lehrling erhält beim Antritt seiner Lehre: 2 Arbeitsanzüge zu je 6,50 *R.M.*, 1 Paar Schuhe zu 8,50 *R.M.*, 1 Mütze zu 2,50 *R.M.* und 2 Hemden zu je 4,75 *R.M.* Bestimme die Kosten!
- *2. Derselbe Lehrling braucht für die Berufsschule: Verschiedene Hefte 1,20 *R.M.*, 1 Formularmappe 0,15 *R.M.*, 1 Schnellhefter 0,15 *R.M.*, 1 Sachkunde 1,80 *R.M.*, 1 Sachrechenbuch 1,80 *R.M.*, 1 Stizzenblock 0,40 *R.M.*, 1 Sammelmappe 0,10 *R.M.*, 1 Reißzeug 5,50 *R.M.*, 1 Reißchiene 1,10 *R.M.*, 1 Winkel 0,60 *R.M.* Gesamtkosten dieser Lernmittel!
3. Ein Lehrling erhielt jedes Jahr: 2 Arbeitsanzüge zu je 5,75 *R.M.*, 1 Paar Schuhe zu 8,75 *R.M.*, Schuhhausbesserungen für 9 *R.M.*, Wäsche für 12 *R.M.*; außerdem erhielt er im 1. und 3. Lehrjahr je einen Straßenanzug zu 45 *R.M.* Ferner bekam er im 1. Lehrjahr wöchentlich 0,50 *R.M.*, im 2. Lehrjahr 1 *R.M.*, im 3. Lehrjahr 1,50 *R.M.* und im 4. Lehrjahr 2 *R.M.* Taschengeld. Bestimme die Ausgaben der Eltern **a)** für jedes Jahr, **b)** für die gesamte Lehrzeit!
4. Ein junger Gehilfe verbraucht für Zigaretten, Bier und Kinobesuch durchschnittlich 2,75 *R.M.* in der Woche. Nach welcher Zeit könnte er sich ein Fahrrad für 55 *R.M.* kaufen, wenn er die genannten Ausgaben erspart?
5. Bei einem Ausverkauf werden 10, 20, 30, 15, 25% Rabatt (Preisnachlaß bei Barzahlung) gewährt. Die Waren sind ausgezeichnet mit 20, 35, 48, 54, 120, 155, 175, 225 *R.M.* Bestimme Rabatt und Verkaufspreis!
6. Jemand entleiht 360 *R.M.* Er verpflichtet sich, die Summe mit 6½% zu verzinsen und vierteljährlich in 4 gleichen Raten mit den entsprechenden Zinsen zurückzuzahlen. Welche Beträge hat er jedesmal zu zahlen?

7. Der Stundenlohn eines verheirateten Arbeiters beträgt 0,95 *R.M.* Jahreseinkommen bei normaler Beschäftigung? (300 Arbeitstage zu je 8 Stunden.) Von diesem Betrag rechnet er für Miete 20%, Haushalt 45%, Heizung und Beleuchtung 4%, Kleidung und Wäsche 10%, Steuern, Versicherungen und Parteibeiträge 6%, Taschengeld 5%, Ersparnisse 6% und Unvorhergesehenes 4%. Welcher Betrag steht ihm für die einzelnen Ausgaben jährlich zur Verfügung? Und monatlich?
8. Monteur A. gebraucht für Miete monatlich 35 *R.M.*, für Haushaltung wöchentlich 28 *R.M.*, für Heizung und Beleuchtung monatlich im Durchschnitt 9 *R.M.* Wieviel stehen ihm monatlich noch für andere Ausgaben zur Verfügung, wenn sein Wochenlohn nach den Abzügen durchschnittlich 52 *R.M.* beträgt? (1 Monat = $4\frac{1}{2}$ Wochen.)
9. Ein Werkmeister zahlt bei der Sparkasse ein: am 1. April 50 *R.M.*, am 15. Juli 75 *R.M.* und am 10. Oktober 60 *R.M.* Wie groß ist sein Guthaben mit Zinsen am Jahreschluß? Zinsfuß 4%.
10. Ein Wohnhaus ist zu 12000 *R.M.* abgeschätzt. Wieviel wird als 1. Hypothek gegeben, wenn das Haus zu 45% des Wertes beliehen wird?
Anmerkung: Eine Hypothek ist die im Grundbuch eingetragene Belastung eines Grundstückes zur Sicherung einer Geldforderung.
11. Ein Meister will seine Wohnungseinrichtung (und sein Eigenheim) gegen Feuer- schaden versichern und soll $1\frac{0}{100}$ an Prämie zahlen. Wie hoch ist die Jahres- prämie bei 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 6000, 8000, 10 000 *R.M.* Ver- sicherungssumme? Wie hoch wäre die Jahresprämie bei $2\frac{0}{100}$, $1\frac{1}{2}\frac{0}{100}$, $\frac{3}{4}\frac{0}{100}$?
12. Ein Geselle überlegt, ob er in einer Siedlung ein Eigenheim errichten kann. Er bezahlt bisher monatlich 35 *R.M.* Miete. Jahresmiete? Welchem Kapital entspricht sie bei $4\frac{1}{2}\%$ Zinsen? Das Eigenheim kostet 8000 *R.M.* Er zahlt 1500 *R.M.* ein, die er bisher in der Sparkasse zu 4% stehen hatte. Den Rest muß er mit $4\frac{1}{2}\%$ verzinsen. Für Steuern, Versicherungen, Reparaturen rechnet er 1% der Gesamtkosten. Kann er den Hauskauf wagen?
13. Ein Monteur wird oft auf Montage ins Ausland geschickt und verschafft sich vorher die entsprechenden Devisen (ausländisches Geld). Wieviel erhält er in der Wechselstube für 100 *R.M.*
- | | |
|---|---|
| a) in franz. Geld (1 Franc = 0,07 <i>R.M.</i>) | e) in dän. Geld (1 Krone = 0,55 <i>R.M.</i>) |
| b) in holl. " (1 Gulden = 1,37 ") | f) in schwed. " (1 Krone = 0,63 ") |
| c) in schweiz. " (1 Franc = 0,57 ") | g) in poln. " (1 Zloty = 0,47 ") |
| d) in italien. " (1 Lire = 0,13 ") | h) in tschechosl. " (1 Krone = 0,08 ") |
- zu a) 100 *R.M.* : 0,07 zu b) 100 : 1,37 usw. Also Teilen!
14. Bei der Rückkehr aus dem Ausland hat der betreffende Monteur oft Rest- bestände des fremden Geldes in deutsches Geld umzuwechseln. Übe nach vorstehender Reihe in Aufg. 13
- zu a) 100 Fr. = 100 · 0,07 *R.M.*; zu b) 100 Gulden = 100 · 1,37 *R.M.* Also: Dervieelfachen!
- Übe auch an anderen Beträgen!
- Anmerkung: Deutsches Geld darf nur in festgesetzten kleineren Beträgen mit ins Ausland genommen werden. — Der Besitz an Devisen (ausl. Geld) muß in Deutsch- land bei der Reichsbank angemeldet werden. Beachte die Veränderungen auf dem Devisenmarkt! (Tageszeitung.)

Längenmaße und Längenberechnung.

Die Einheit der Längen ist in fast allen Staaten das Meter. Es ist der vierzigmillionte Teil des Erdumfangs. (In England ist das Yard = 0,914 Meter die Einheit.)

Die Länge hat eine Ausdehnung. Die Meßzahl für die nächstkleinere Längeneinheit ist

10. Daher 1 Dezimalstelle für jede Teileinheit!

a) Teilmaße.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Meter (m)} &= 10 \text{ Dezimeter (dm)} = 100 \text{ Zentimeter (cm)} = 1000 \text{ Millimeter (mm)} \\
 1 \text{ Dezimeter (dm)} &= 10 \text{ Zentimeter (cm)} = 100 \text{ Millimeter (mm)} \\
 &1 \text{ Zentimeter (cm)} = 10 \text{ Millimeter (mm)} \\
 1 \text{ engl. Yard} &= 36 \text{ Zoll (")} = 0,914 \text{ m} \\
 &1 \text{ Zoll (1")} = 25,4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b) Sammelmaße.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Kilometer (km)} &= 1000 \text{ m (10—12 Minuten Weg)} \\
 &\text{(In einer Stunde geht man 5—6 km)} \\
 1 \text{ deutsche Landmeile} &= 7,5 \text{ km} = 7500 \text{ m} \\
 1 \text{ deutsche Seemeile} &= 1,852 \text{ km} = 1852 \text{ m}
 \end{aligned}$$

1. Derwandle in Zentimeter: 4,50, 15,60, 3,02, 87,03, 605,85 m!
2. Derwandle in Millimeter: 9,485, 12,075, 0,562, 0,090, 25,003 m!
3. Derwandle in Meter: 486, 1564, 63, 6, 80 cm!
4. Derwandle in Meter: 13,420, 0,6, 0,75, 62,745 km!
5. Derwandle in Kilometer: 40 380, 6422, 875, 38 940, 84 m!
6. Derwandle in Millimeter: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{3}{4}$ m!
7. Derwandle in Millimeter: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{7}{8}$ engl. Zoll (!)
8. Bestimme die Gesamtlänge in m für:

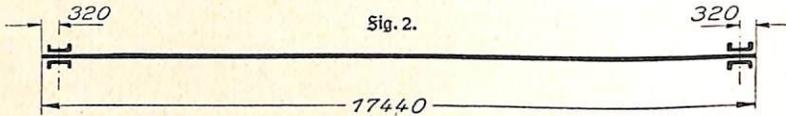
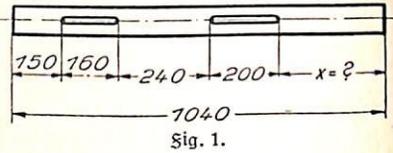
a) 5 Stk. Flachkupfer je 1750 mm lg.	b) 10 Stk. Quadratstahl je 1550 mm lg.
c) 8 " Winkelstahl " 580 mm "	d) 5 " Bandstahl " 165 cm "
e) 15 " Rundstahl " 120 cm "	f) 28 " □-Stahl " 250 cm "
9. Von einem 6,50 m langen Stahlstab sind 0,52 m lange Stäbe abzuschneiden. Wieviel erhält man, und wie lang ist der Abfall?
10. Für die Anfertigung eines Gitters sind 20 Stäbe Quadratstahl von 1,35 m Länge erforderlich. Bestimme die Gesamtlänge der Stahlstäbe!
11. Ein rechteckiger Platz von 52 m Länge und 24 m Breite soll mit einem Gitter abgeschlossen werden. Wieviel laufende Meter sind anzufertigen, wenn 2 Eingänge von je 4,5 m frei bleiben?
12. Zur Herstellung eines Schutzgeländers für eine Maschine werden benötigt:

5 Stück Flachstahl je 1200 m lang
2 " " " 3100 m "

 Wieviel Meter Flachstahl sind insgesamt notwendig?
13. In einer Werkstätte soll eine Eisentreppe eingebaut werden. Die Höhe vom Fußboden im Erdgeschoß bis zur Oberkante des Fußbodens im Obergeschoß beträgt 4,32 m. Bestimme die Anzahl der Stufen, wenn jede Stufe 0,18 m hoch sein soll!

14. Bestimme das Maß x für die Welle Fig. 1!

15. Bestimme die Anzahl der Lager für die Transmissionswelle Fig. 2 bei folgenden Annahmen: Lagerentfernung von Mitte zu Mitte 2,8 m. Entfernung der Außenlager von den Wellenenden 320 mm. Ganze Wellenlänge 17,440 mm!



16. Um einen Bahnanschluß für eine Fabrik herzustellen, sind in gerader Linie 0,936 km Geleise zu verlegen. Wieviel Stück Schienen sind erforderlich, wenn jede Schiene 9 m lang ist?
17. Wie groß muß eine wirkliche Länge von 1 m aufgetragen werden, wenn im Maßstab 1 : 1, 1 : 10, 1 : 25, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 250, 1 : 1000 gezeichnet werden soll? Wie groß werden 1 mm, 5 mm, 12 mm im Maßstab 10 : 1, 50 : 1, 25 : 1?
18. Eine Geländekarte ist im Maßstab 1 : 100 000, 1 : 500 000, 1 : 250 000 hergestellt. (Maßstab steht darunter.) Du entnimmst daraus Längen von 16 mm, 23 mm, 39 mm, 65 mm, 145 mm. Welches sind die wirklichen Wegelängen?

Winkelmaße und Winkelberechnung.

Zwei Linien (Kanten), die sich in einem Punkte treffen, bilden einen Winkel. Die Linien heißen Schenkel, der Treffpunkt heißt Scheitelpunkt.

Zum Messen eines Winkels benützt man den Winkelmesser, eine halbkreisförmige Scheibe, die am Rande in 180 gleiche Teile (Grade) eingeteilt ist. Die Größe eines Winkels hängt nicht von der Länge der Schenkel ab, sondern von ihrer Neigung zueinander. Winkel von 90° (Grad) heißen rechte Winkel, unter 90° spitze, über 90° stumpfe Winkel.

Zwei rechte Winkel (180°) bilden einen gestreckten Winkel. Die um den Mittelpunkt eines Kreises vereinigten Winkel heißen Zentriwinkel. Sie bilden zusammen 4 rechte Winkel (360°).

1. Bilde mit dem Zollstock, dem Zirkel oder den beiden Daumen einen rechten, einen spitzen, einen stumpfen, einen gestreckten Winkel!
Übe daselbe mit einem Heft oder Buch!
Was tritt hier an Stelle der beiden Schenkel? (zwei Flächen!) und an Stelle des Scheitelpunktes? (eine Kante!)
2. Skizziere verschiedene Winkel und schätze ihre Größe nach Augenmaß! Prüfe mit dem Winkelmesser!
3. Wieviel Grad hat der ganze Kreis? der halbe? der 3., 4., 5., 6., 8., 9., 10., 12. Teil eines Kreises?

4. Welchen Winkel bilden die beiden Uhrzeiger um 5 Uhr, 9 Uhr, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 Uhr?
5. Der Zentriwinkel eines Kreises zwischen zwei Halbmessern (Radien) betrage $120^\circ, 90^\circ, 72^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 40^\circ, 36^\circ, 30^\circ, 24^\circ, 20^\circ, 18^\circ, 15^\circ, 12^\circ, 10^\circ, 9^\circ, 8^\circ, 6^\circ, 5^\circ, 4^\circ, 3^\circ, 2^\circ, 1^\circ$. Welcher Teil des Kreisumfangs und der Kreisfläche wird in jedem Fall gebildet?
6. Wieviel Grad müssen die Winkel zweier Flachstäbe haben, die auf Gehrung zu einem rechten Winkel zusammengeschweißt werden?
7. Wie groß ist der Winkel, den die Außenflächen einer Sechskantmutter bilden?
8. Wie groß sind die Ekwinkel in einem regelmäßigen Fünf-, Sech-, Achteck?
(Skizziere die Flächen, teile sie in Dreiecke auf! Summe der Winkel im Dreieck = 2 R.)

Flächenmaße und Flächenberechnung.

1. Flächenmaße.

Die Fläche hat zwei Ausdehnungen: Länge und Breite. Die Einheit der Flächenmaße ist das Quadratmeter, ein Quadrat von 1 m Seitenlänge. Die Meßzahl für die nächstkleinere Flächeneinheit ist 100 (= 10 · 10). Daher 2 Dezimalstellen für jede Teileinheit!

a) Teilmaße.

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Quadratmeter (m}^2) &= 100 \text{ dm}^2 = 10000 \text{ cm}^2 = 1000000 \text{ mm}^2 \\
 1 \text{ dm}^2 &= 100 \text{ cm}^2 = 10000 \text{ mm}^2 \\
 1 \text{ cm}^2 &= 100 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Begründe das!

b) Sammelmaße.

1 Ar (a)	ist ein Quadrat von	10 m	Seitenlänge	= ? m ²
1 Hektar (ha)	" "	100 m	" "	= ? m ²
1 Quadratkilometer (km ²)	" "	1000 m	" "	= ? m ²

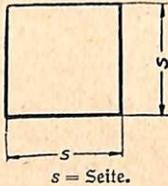
Stelle dir dabei bestimmte Flächen aus deiner Umgebung vor: z. B. 1 a (kleiner Saal), 1 ha (großer Marktplatz), 1 km² (großer Sportplatz).

1. Derwandle in Quadratdezimeter: 2,75, 24,8, 0,8, 0,925, 384,05, 0,008, 96,345, 132,0865 m²!
2. Derwandle in Quadratzentimeter: 3,8435, 36,0998, 69,785, 0,075, 4,036, 0,008, 897,3 m²!
3. Derwandle in Quadratmillimeter: 4,55, 23,48, 47,05, 0,09, 486,06, 0,008, 648,0345 cm²!
4. Derwandle in Quadratmeter: 384,3, 6483,5, 84,98, 3,4, 0,45, 0,086, 0,004 dm²!
5. Derwandle in Quadratzentimeter: 38 403,5, 684 932,5, 8964,8, 693,8, 142,58, 3,4, 0,8 mm²!
6. Derwandle in Ar: 483,5, 6289,8, 89,6, 9,08, 0,6, 546, 0,042, 49 634,5 m²!
7. Derwandle in Hektar: 469 378,5, 96 321,3, 4765,4, 768,4, 125, 26,5, 2,3, 0,9 m²!
8. Derwandle in Quadratkilometer: 8 793 456,5, 9 231 684, 486 532,3, 59 631,4, 87 321, 543,5 m²!

2. Übersichtliche Wiederholung der Flächenberechnung.

1. Nenne die vorkommenden Flächen: a) Quadrat, b) Rechteck, c) Rhombus, d) Parallelogramm, e) Trapez, f) Dreieck, g) unregelmäßiges Vieleck, h) regelmäßiges Vieleck, i) Kreis, k) Ellipse!
2. Skizziere nach Diktat die genannten Flächen aus freier Hand: a) Quadrat, b) Rechteck, 1. liegend, 2. stehend, c) Rhombus, d) Parallelogramm: 1. liegend, 2. stehend, e) Trapez, f) Dreieck: 1. gleichseitig, 2. gleichschenkelig, 3. rechtwinklig, 4. stumpfwinklig, g) unregelmäßiges Vieleck, h) regelmäßiges Vieleck: 1. Sechseck, 2. Achteck, i) Kreis, k) Ellipse!
3. Wie finde ich den Flächeninhalt?

a) Quadrat.

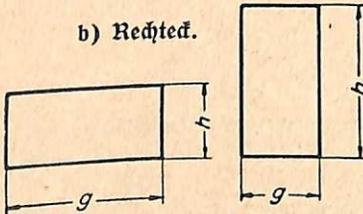


s = Seite.

Fläche = Seite mal Seite.

$$F = s \cdot s.$$

b) Rechteck.



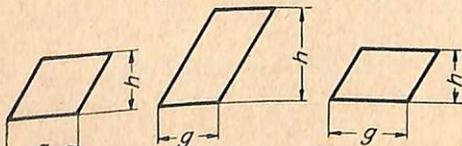
g = Grundlinie; h = Höhe.

Fläche = Grundlinie mal Höhe.

$$F = g \cdot h.$$

c) Rhombus.

d) Parallelogramm.

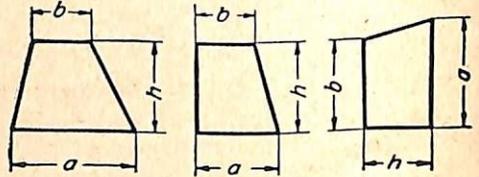


g = Grundlinie; h = Höhe.

Fläche = Grundlinie mal Höhe.

$$F = g \cdot h.$$

e) Trapez.

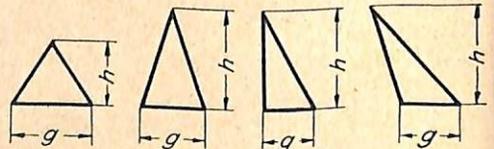


a und b = parallele Seiten; h = Abstand.

Fläche = Summe der beiden parallelen Seiten, geteilt durch 2, mal Abstand.

$$F = \frac{a + b}{2} \cdot h.$$

f) Dreieck.

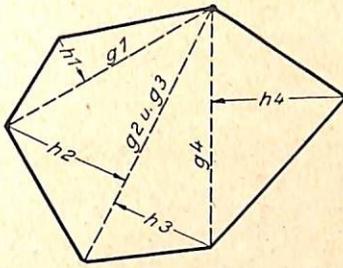


g = Grundlinie; h = Höhe.

Fläche = Grundlinie mal Höhe geteilt durch 2.

$$F = \frac{g \cdot h}{2}.$$

g) Unregelmäßiges Vieleck.



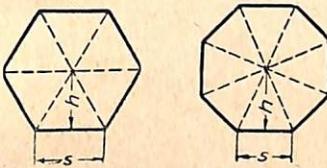
g_1, g_2, \dots = Grundlinien; h_1, h_2, \dots = Höhen.
 Es wird von einer Ecke aus in Dreiecke zerlegt und daraus berechnet.
 Fläche = Summe der Dreiecksflächen.

$$F = \frac{g_1 \cdot h_1}{2} + \frac{g_2 \cdot h_2}{2} + \frac{g_3 \cdot h_3}{2} + \frac{g_4 \cdot h_4}{2}$$

h) Regelmäßiges Vieleck.

Sechseck.

Achteck.



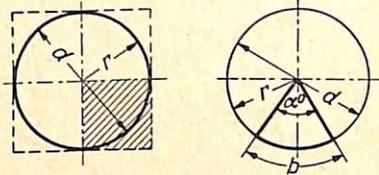
s = Seite; h = Höhe.

Es wird vom Mittelpunkt aus in gleich große Bestimmungsdreiecke zerlegt, ein Dreieck wird berechnet und mit der Seitenzahl vervielfacht.

Fläche = Bestimmungsdreieck mal Seitenzahl.

$$F = \frac{s \cdot h}{2} \cdot 6 \quad (\text{Sechseck}) \quad F = \frac{s \cdot h}{2} \cdot 8 \quad (\text{Achteck})$$

i) Kreis.



r = Halbmesser.
 d = Durchmesser
 b = Bogenlänge
 r = Halbmesser
 α = Zentralwinkel in Grad.

1. Umfang = Durchmesser mal 3,14

$$U = d \cdot \pi$$

Die Zahl 3,14 wird mit dem griechischen Buchstaben „ π “ (sprich: „pi“) bezeichnet.

2. Fläche = Halbmesser mal Halbmesser mal 3,14; oder: Durchmesser mal Durchmesser mal 3,14 geteilt durch 4.

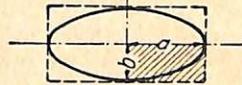
$$F = r \cdot r \cdot \pi = r^2 \cdot \pi \quad \text{oder}$$

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

3. Kreisabschnitt = Bogenlänge mal Halbmesser geteilt durch 2.

$$F = \frac{b \cdot r}{2}$$

k) Ellipse.



a = halbe große Achse; b = halbe kleine Achse.

Fläche = Halbe große Achse mal halbe kleine Achse mal 3,14.

$$F = a \cdot b \cdot \pi$$

3. Aufgaben zur Flächenberechnung.

Dorhemerkungen: 1. Erwäge und begründe bei den einzelnen Aufgaben Zweck, Form, Werkstoff, Fertigung usw.

2. Überlege, ob und welche Vorschriften zu beachten sind (Betriebsicherheit, Unfallverhütung usw.).

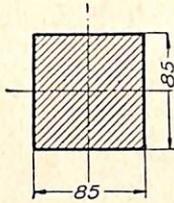
3. Übe das freihändige Skizzieren der Flächen.

4. Achte auf die richtige und vollständige Bemaßung.

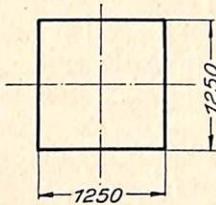
5. Bilde und löse ähnliche Aufgaben aus dem Berufs- und Erfahrungskreis.

6. Zur Gewichtsbestimmung von Blechen benutze die Zahlentafel auf Seite 47.

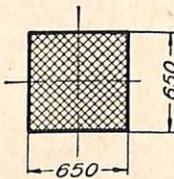
7. Benutze gegebenenfalls zur Lösung der Aufgaben auch die Tabellen im Anhang.



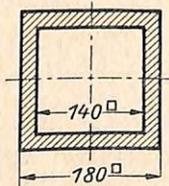
1. Berechne den Querschnitt des Quadratstahls in cm^2 !



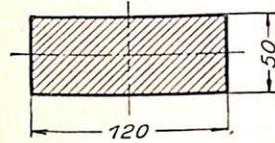
2. Berechne die Grundfläche der Gußplatte in m^2 !



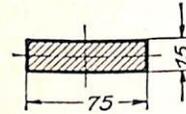
3. Berechne das Riffelblech in m^2 für 5 quadratische Schachteldeckungen!



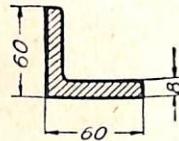
4. a) Bestimme den Querschnitt einer gußeisernen Säule! b) Welche Last kann die Säule tragen, wenn für jedes cm^2 des Querschnitts 500 kg angenommen werden?



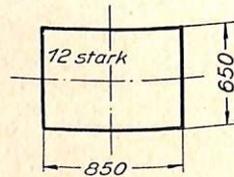
5. Berechne den Querschnitt des Flachstahls in cm^2 !



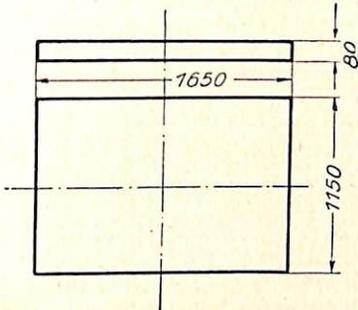
6. Welche Last kann eine Zugstange aus Flachstahl $75 \cdot 15$ aufnehmen, wenn jedes cm^2 des Querschnitts mit 1000 kg belastet werden kann?



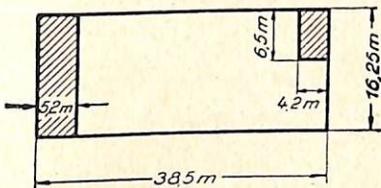
7. Berechne den Querschnitt des Winkelstahls in cm^2 ! (Abrundungen sollen unberücksichtigt bleiben.)



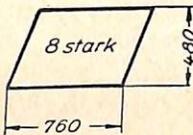
8. Eine Säule aus Formstahl, die auf Druck beansprucht wird, erhält eine Fußplatte aus Stahlblech $850 \cdot 650$ groß. a) Berechne die Druckfläche der Fußplatte in cm^2 ! b) Berechne das Blech für 3 Fußplatten in m^2 ! c) Bestimme das Gewicht! d) Schläge 5% für Verschnitt zu! (Werkstoff: Flußstahl.)



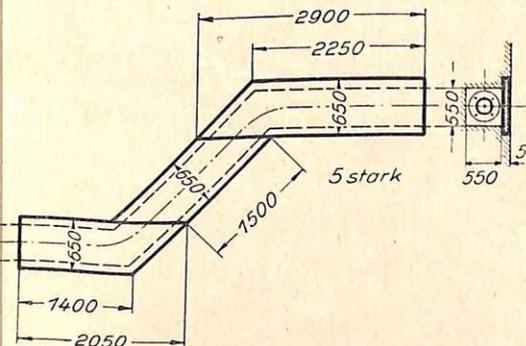
9. Eine Richtplatte soll oben und seitlich behobelt werden. Wieviel cm^2 sind zu bearbeiten?



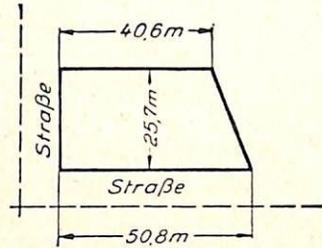
10. Berechne die verbleibende Werkstattfläche nach Abzug von Lager und Bureau in m^2 !



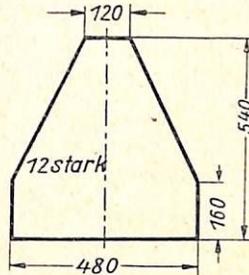
11. a) Berechne das Blech für 12 Abdeckplatten in m^2 ! b) Berechne das Gewicht! c) Schlage 8% für Verschleiß zu! (Werkstoff: Flußstahl.)



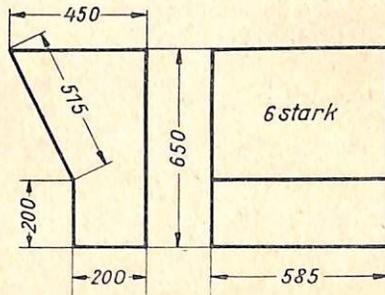
12. a) Berechne das Blech für eine Kanalabdeckung in m^2 ! b) Berechne das Gewicht! (Werkstoff: Flußstahl.)



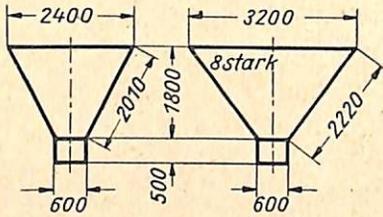
13. Berechne die Größe des Fabrikgrundstücks in m^2 !



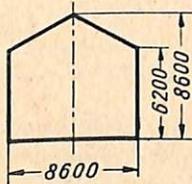
14. a) Berechne 12 Knotenbleche in m^2 ! b) Bestimme das Gewicht! c) Schlage für Verschleiß 10% zu! (Werkstoff: Flußstahl.)



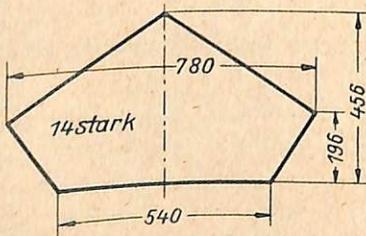
15. a) Berechne das Blech für den in Vorder- und Seitenansicht dargestellten Einfülltrichter in m^2 (oben und unten offen)! b) Bestimme das Gewicht! c) Schlage für Verschleiß 12% zu! (Werkstoff: Flußstahl.)



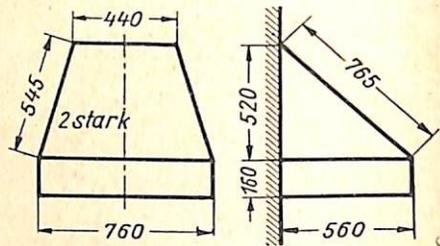
16. a) Berechne das Blech für den in Vorder- und Seitenansicht dargestellten Kohlenbunker in m^2 ! (Überlappung bleibt unberücksichtigt; oben und unten offen.) b) Bestimme das Gewicht! c) Schlage für Verschnitt 10% zu! d) Bestimme den Preis für das Blech! (Werkstoff: Stußstahl.)



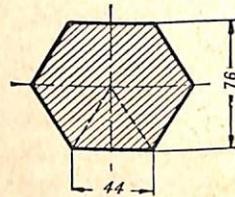
17. Die beiden Giebelseiten einer Werkstätte sollen verputzt werden. a) Bestimme die Fläche in m^2 ! b) Berechne die Kosten! 1 m^2 kostet 1,80 $R.M.$



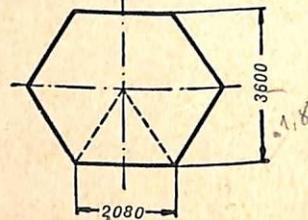
18. a) Berechne 8 Knotenbleche in m^2 ! b) Bestimme das Gewicht! c) Schlage für Verschnitt 12% zu! (Werkstoff: Stußstahl.)



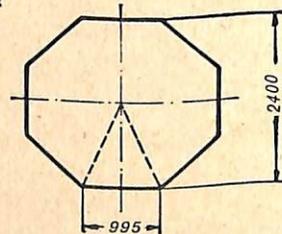
19. a) Berechne das Blech für den in Vorder- und Seitenansicht dargestellten Rauchfang in m^2 ! (Rückseite Mauerwerk.) b) Bestimme das Gewicht! c) Schlage für Verschnitt 10% zu! d) Bestimme den Preis für das Blech! (Werkstoff: Stußstahl.)



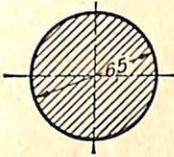
20. Berechne den Querschnitt des Sechskantstahls in cm^2 !



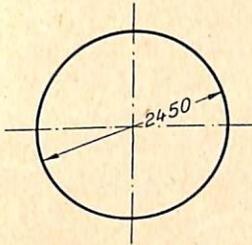
21. Eine Wartehalle hat eine sechseckige Bodenfläche. Berechne die Bodenfläche in m^2 !



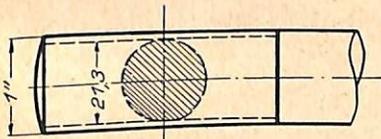
22. Ein Fabrikschornstein hat einen achteckigen Sockel. Berechne die Grundfläche in m^2 !



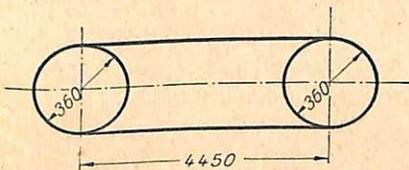
23. Berechne den Querschnitt des Rundkupfers von 65 mm Durchmesser in cm^2 !



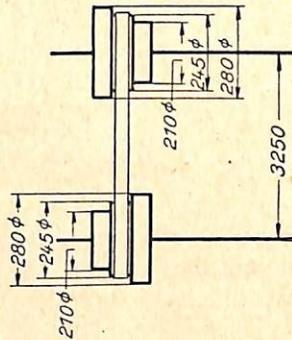
24. Berechne den Umfang eines Schwungrades von 2450 mm Durchmesser in m! Umfang = Durchmesser mal 3,14 ($U = d \cdot \pi$).



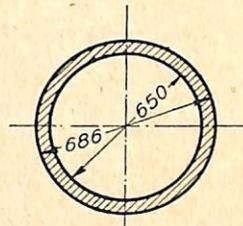
25. Bestimme den Kernquerschnitt der 1" Schraube in cm^2 !



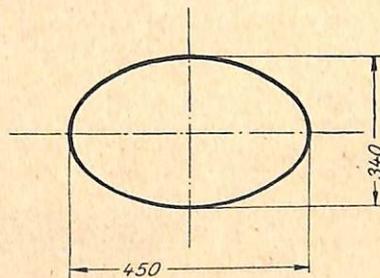
26. Berechne die Länge des Riemen für die Verbindung zweier Riemscheiben in m!



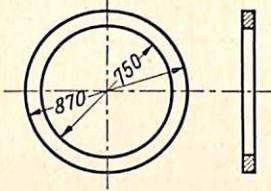
27. Berechne die Länge des Riemen für die Stufen-scheiben in m!



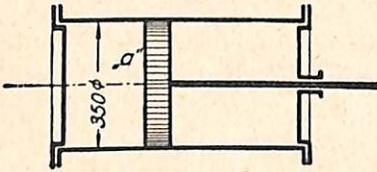
28. a) Berechne die Durchgangsfläche (innerer Querschnitt) einer Ferngasrohrleitung in cm^2 ! b) Den Werkstoffquerschnitt in cm^2 !



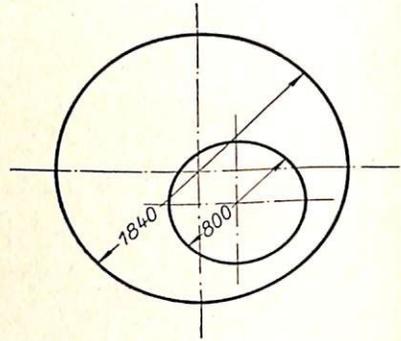
29. Bestimme den Flächeninhalt der Einsteigöffnung am Mannloch eines Dampffessels in cm^2 !



30. Berechne die Länge des Flachstahls für den Versteifungsring eines Kessels in cm! (Mittlerer Durchmesser mal 3,14.)



31. Berechne den Druck auf die Kolbenfläche a in kg, wenn der Dampf mit 6,5 at in den Zylinder einströmt! (1 at = 1 Atmosphäre = 1 kg auf 1 cm².)



32. a) Berechne das Blech für die Stirnwand eines Glasmrohrkessels in m²!
b) Das Gewicht des Bleches! c) Schläge für Verschnitt und Überlappung 25% zu! (Werkstoff: Stußstahl; Blechstärke 20 mm.)

33. Der Kolben eines Kraftfahrzeugmotors hat einen Durchmesser von:
50, 55, 64, 72, 86, 95, 104, 120 mm.
Berechne die Kolbenfläche in cm²!

34. Ein Vierzylinder-Kraftfahrzeugmotor hat einen Zylinderdurchmesser von 80 mm. Der Explosionsdruck im Zylinder beträgt 40 at. Berechne die Kraft in kg, die auf die Kolbenfläche wirkt!

35. Die Flüssigkeitsbremse eines Kraftwagens hat einen Bremszylinder von 38 mm Durchmesser. Berechne den Druck in kg auf den Bremskolben, wenn der Flüssigkeitsdruck beim Bremsen 2,5 at beträgt!

36. Eine Thingstätte erhält die Form eines Halbkreises von 150 m Durchmesser. Wieviel Personen können darauf Platz finden, wenn auf 1 m² etwa 3 Personen gerechnet werden?

37. Wie lang ist in einem Kreisabschnitt der Kreisbogen, wenn der Halbmesser 60 cm und der Zentriwinkel (siehe S. 24) 45° beträgt? Wie groß ist der Kreisabschnitt?
Übe an anderen Maßzahlen!

38. Wie lang ist in einem Kreis von 16 cm Radius der Bogen über der Seite des eingezeichneten regelmäßigen Drei-, Vier-, Fünf-, Sechs- und Achtecks?

Körpermaße und Körperberechnung.

1. Körpermaße.

Der Körper hat drei Ausdehnungen: Länge, Breite und Höhe. Die Einheit der Körpermaße ist das Kubikmeter, ein Würfel von 1 m Kantenlänge. Die Maßzahl für die nächstkleinere Körpereinheit ist 1000 (10 · 10 · 10). Daher 3 Dezimalstellen für jede Teileinheit!

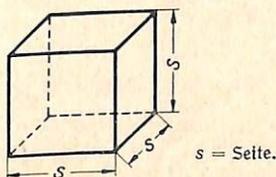
1 Kubikmeter (m³) = 1000 Kubikdezimeter (dm³)
 1 Kubikdezimeter (dm³) = 1000 Kubikzentimeter (cm³)
 1 Kubikzentimeter (cm³) = 1000 Kubikmillimeter (mm³)

1. Derwandle in Kubikdezimeter: 4 865 432, 8 653 279,5, 632 145, 735 461,3, 38 547,4, 4631,4, 685,5, 92,6, 9,4, 0,8 mm³!
2. Derwandle in Kubikmeter: 28 653,5, 9621, 8329,3, 396, 48,3, 5,8, 8,07 dm³!
3. Derwandle in Kubikzentimeter: 8432,45, 9,386, 486,25, 92,3, 8,35, 0,965, 0,008, 0,0007 dm³!
4. Derwandle in Kubikmillimeter: 3,864 582, 24,325 479, 485,692 43, 89,7214, 2,739, 0,864, 0,009 dm³!
5. Derwandle in Kubikmeter: 4 296 384 521, 928 534 278,5, 68 253 429,3, 4 576 321, 735 689,7, 56 842, 3684,3 mm³!

2. Übersichtliche Wiederholung der Körperberechnung.

1. Nenne die vorkommenden Körper: a) Würfel, b) Ecksäule (Prisma), c) Rundsäule (Walze, Zylinder), d) Pyramide, e) Kegel, f) abgestumpfte Pyramide, g) abgestumpfter Kegel, h) Kugel, i) Saß.
2. Skizziere nach Dittat die genannten Körper aus freier Hand in Auf- und Grundriß: a) Würfel, b) Ecksäule: 1. vierseitig, 2. sechsseitig, 3. dreiseitig, c) Rundsäule, d) Pyramide: 1. vierseitig, 2. sechsseitig, e) Kegel, f) abgestumpfte Pyramide: 1. vierseitig, 2. sechsseitig, g) abgestumpfter Kegel, h) Kugel, i) Saß.
3. Wie finde ich den Rauminhalt?

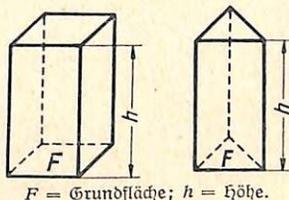
a) Würfel.



Rauminhalt = Seite mal Seite mal Seite.

$$V = s \cdot s \cdot s.$$

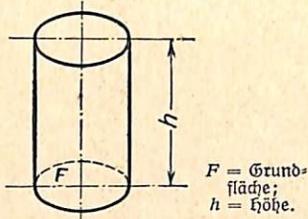
b) Ecksäule oder Prisma.



Rauminhalt = Grundfläche mal Höhe.

$$V = F \cdot h.$$

c) Rundjähle, Walze oder Zylinder.

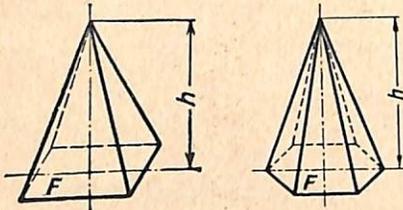


F = Grundfläche;
 h = Höhe.

Rauminhalt = Grundfläche mal Höhe.

$$V = F \cdot h.$$

d) Pyramide.

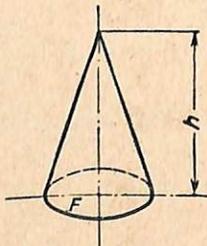


F = Grundfläche; h = Höhe.

Rauminhalt = Grundfläche mal Höhe, geteilt durch 3.

$$V = \frac{F \cdot h}{3}.$$

e) Kegel.

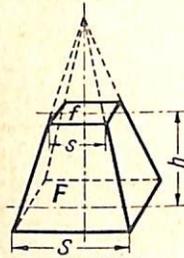


F = Grundfläche; h = Höhe.

Rauminhalt = Grundfläche mal Höhe, geteilt durch 3.

$$V = \frac{F \cdot h}{3}.$$

f) Abgestumpfte Pyramide.



F = Grundfläche; f = Kopffläche; M = Mittelfläche;
 h = Höhe; S = Seite der Grundfläche; s = Seite der Kopffläche.

Die Mittelfläche wird aus den mittleren Längenmaßen berechnet, die sich aus den entsprechenden Maßen der Grund- und Kopffläche ergeben. Für die abgestumpfte, quadratische Pyramide z. B.

$$1. \text{ Mittlere Seitenlänge} = \frac{S + s}{2} = S_m.$$

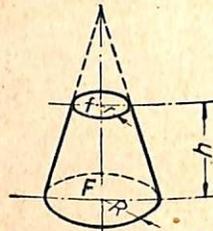
$$2. \text{ Mittelfläche} = S_m \cdot S_m.$$

Rauminhalt = Mittelfläche mal (angenähert) Höhe.

$$V = M \cdot h.$$

Rauminhalt: (genau) $V = \frac{h}{6} (F + f + 4M).$

g) Abgestumpfter Kegel.



F = Grundfläche; f = Kopffläche; M = Mittelfläche;
 h = Höhe; R = Halbmesser der Grundfläche; r = Halbmesser der Kopffläche.

Die Mittelfläche wird aus dem mittleren Halbmesser berechnet:

$$1. \text{ Mittlerer Halbmesser} = \frac{R + r}{2} = r_m.$$

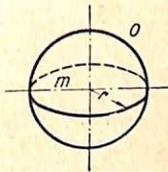
$$2. \text{ Mittelfläche} = r_m \cdot r_m \cdot 3,14.$$

Rauminhalt = Mittelfläche mal (angenähert) Höhe.

$$V = M \cdot h.$$

Rauminhalt: (genau) $V = \frac{h}{6} (F + f + 4M).$

h) Kugel.



r = Halbmesser; m = Mittelfreis; O = Oberfläche.

1. Halbmesser mal Halbmesser mal 3,14 = Mittelfreis;

$$r \cdot r \cdot \pi = m.$$

2. Mittelfreis mal 4 = Oberfläche;

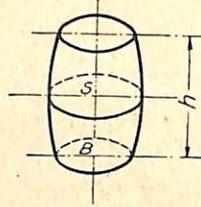
$$r \cdot r \cdot \pi \cdot 4 = \text{Oberfläche.}$$

Rauminhalt = Oberfläche mal Halbmesser, geteilt durch 3.

$$V = r \cdot r \cdot \pi \cdot 4 \cdot \frac{r}{3},$$

$$V = \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi.$$

i) Saß.



S = Spundkreis; B = Bodentreis; h = Höhe.

Halbmesser r für die Inhaltsberechnung = $\frac{2}{3}$ Halbmesser des Spundes und $\frac{1}{3}$ Halbmesser des Bodens.

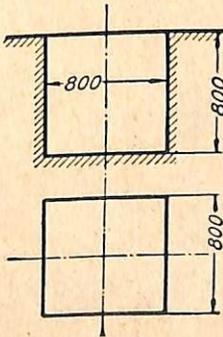
Rauminhalt = Halbmesser mal Halbmesser mal 3,14 mal Saßhöhe.

$$V = r \cdot r \cdot \pi \cdot h.$$

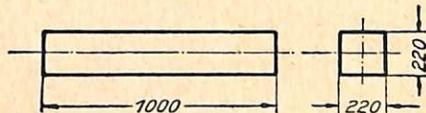
3. Aufgaben zur Körperberechnung.

Anmerkung: Vergleiche die Vorbemerkungen zu den Aufgaben aus der Flächenberechnung auf Seite 27.

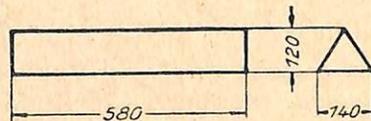
1. Bestimme den Inhalt eines Würfels aus Flußstahl von 120 mm Seitenlänge: a) in mm³; b) in cm³; c) in dm³!



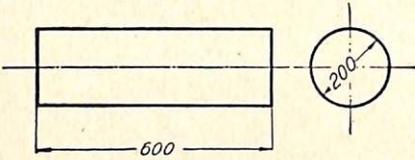
2. Bestimme den Fundamentaushub in m³!



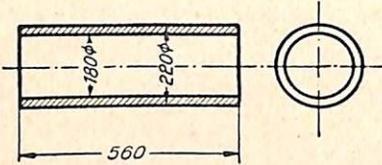
3. Bestimme den Inhalt des Quadratstahls in dm³!



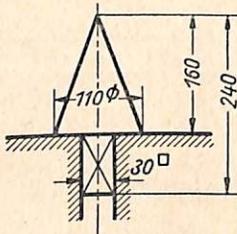
4. Bestimme den Inhalt des Dreieckstahls in dm³!



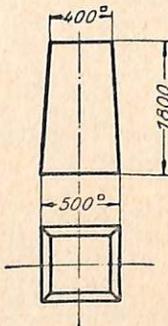
5. Bestimme den Inhalt des Rundstahls in dm^3 !



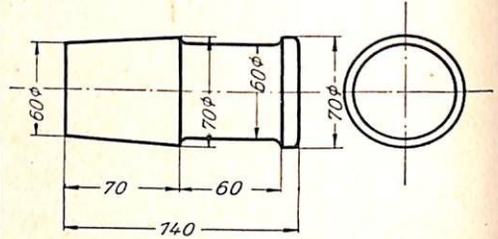
6. Bestimme den Inhalt der Büchse in dm^3 ! (Kreisring mal Höhe.)



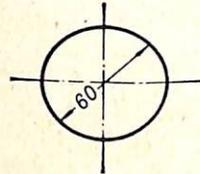
7. Bestimme den Inhalt des Amboßeinsetzes in mm^3 !



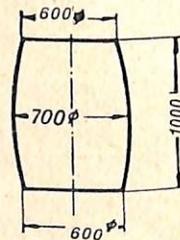
8. Bestimme den Inhalt des Blockes aus Stahlfuß in m^3 !



9. Bestimme den Inhalt des Kurbelzapfens in dm^3 ! (Abrundungen bleiben unberücksichtigt.)



10. Bestimme den Inhalt einer Stahlfugel von 60 mm Durchmesser in dm^3 !



11. Bestimme den Inhalt des mit Maschinöl gefüllten Fasses in l!

Hohlmaße und Inhaltsberechnung.

Die Einheit der Hohlmaße ist das Liter.

$$1 \text{ Liter (l)} = 1 \text{ Kubikdezimeter (dm}^3\text{)}$$

$$1 \text{ Zentiliter (cl)} = \frac{1}{100} \text{ Liter (l)}$$

$$1 \text{ Hektoliter (hl)} = 100 \text{ Liter (l)}$$

$$1000 \text{ Liter (l)} = 1 \text{ Kubikmeter (m}^3\text{)}$$

1. Derwandle in Hektoliter: 982, 42, 3485, 25,4, 8, 4289,6, 7,5, 3,08, 0,86, 54,36, 22,3, 0,6 l!
2. Derwandle in Liter: 3,45, 45, 47,36, 482,5, 3964,05, 8892, 9,3, 0,42, 0,09, 0,008 hl!
3. Ein Tank hat eine Grundfläche von $2,50 \times 1,80$ m und eine Höhe von 2,40 m. In welcher Zeit ist er bis zu 30 cm vom Rande gefüllt, wenn in der Minute 50 l einfließen.
4. Ein Gasbehälter hat einen lichten Durchmesser von 25 m und eine äußerste Süllhöhe von 12,5 m. Welchen Luftraum hat der Kessel? (Die Süllmenge an Gas ist natürlich bedeutend größer, da es unter Druck steht und zusammengedrückt wird.)
5. Ein Flammrohrkessel hat einen inneren Durchmesser von 1,8 m und eine Länge von 5,2 m, während das eingebaute Flammrohr einen äußeren Durchmesser von 0,9 m besitzt. Wieviel l Wasser vermag der Kessel zu fassen, wenn $\frac{1}{3}$ des Kesselraumes als Dampfraum übrigbleiben soll?
6. Wieviel l faßt ein trichterförmiger Behälter aus Zinkblech von 1,2 m lichtigem Durchmesser und 0,95 m Tiefe?
7. Ein halbfugelförmiger Bottich aus Kupfer hat einen lichten Durchmesser von 1,50 m. Wieviel l Inhalt faßt er, wenn er bis zum Rande gefüllt ist? (Maße in dm; $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$.)

Gewichte und Gewichtsberechnung.

Die Einheit des Gewichtes ist das Kilogramm. Es ist das Gewicht von 1 Liter (1 dm^3) Wasser bei 4°C .

$$1 \text{ Kilogramm (kg)} = 1000 \text{ Gramm (g)}$$

$$1 \text{ Hektogramm (hg)} = 100 \text{ Gramm (g)}$$

$$1 \text{ Tonne (t)} = 1000 \text{ kg}$$

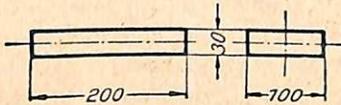
$$1 \text{ Doppelzentner (dz)} = 100 \text{ kg}$$

1. Schreibe nach Diktat in dezimaler Form untereinander: 1 kg 500 g, 5 kg 70 g, 58 kg 7 g, 9 kg 99 g, 30 g, 7 g, 866 kg 6 g; zähle zusammen!
2. Derwandle in Kilogramm: 4268,2, 3654, 726,1, 486, 67,5, 85, 6,7, 8, 36,04, 342, 7,2 g!
3. Derwandle in Gramm: 2, 3,5, 7,2, 4,25, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $4\frac{1}{2}$ kg!
4. Derwandle in Tonnen: 8723,5, 9613, 624,2, 483, 500, 42,3, 86, 9,2, 6 kg!
5. Derwandle in Kilogramm: 10, 15, 25, 85, 150, 840, 1500 t!
6. Ein Rheinfahr von 480 t Ladegewicht ist voll mit Kohlen beladen. Wieviel Eisenbahnwagen zu je 15 t wären zur Beförderung der Ladung nötig?
7. Ein Eisenbahnwagen hat 15 t Ladegewicht. Wieviel eiserne Träger zu 650 kg können darauf verladen werden?

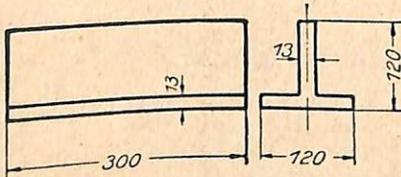
8. Beim Abwiegen von Messingguß auf einer Dezimalwaage werden folgende Gewichte aufgesetzt: 2 kg, 0,5 kg und 0,1 kg. Wieviel Kilogramm wiegt der Messingguß?

Raumeinheitengewichte (Spezifische Gewichte)							
Metalle			Brennstoffe				
Elektron . . .	1,8	Roßeisen . . .	7,2	Nickel . . .	8,9	Holzfohle	0,4
Aluminium . . .	2,7	Gußeisen . . .	7,3	Silber . . .	10,5	Koks	0,5
Duralumin . . .	2,8	Stahl	7,8	Blei	11,3	Braunfohle	1,3
Laotal	2,8	Bronze	8,0	Quecksilber . . .	13,6	Steinfohle	1,4
Zink	7,0	Messing	8,5	Gold	19,3	Benzin	0,7
Zinn	7,2	Kupfer	8,9	Platin	21,5	Benzol	0,9

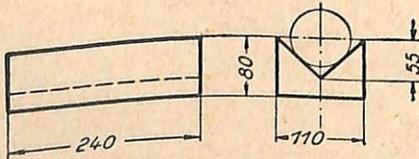
Anmerkung: Das Raumeinheitsgewicht gibt an, wieviel Gramm 1 cm³ oder wieviel Kilogramm 1 dm³ des betreffenden Stoffes wiegt.



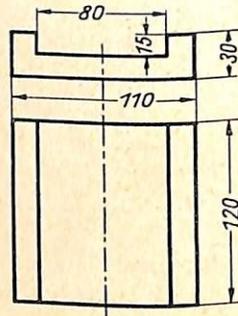
9. Bestimme das Gewicht der Platte in kg! (Werkstoff: Flußstahl.)



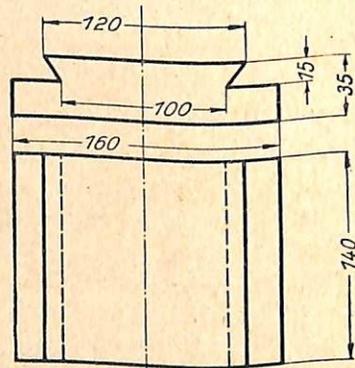
10. Bestimme das Gewicht des Profilstahls in kg! (Werkstoff: Flußstahl.)



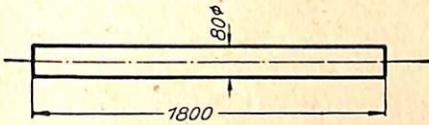
11. Bestimme das Gewicht des Prismas in kg! (Werkstoff: Gußeisen.)



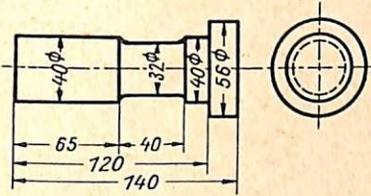
12. Bestimme das Gewicht der Führungsplatte in kg! (Werkstoff: Gußeisen.)



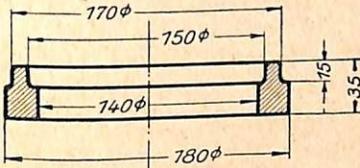
13. Bestimme das Gewicht der Schlittenführung in kg! (Werkstoff: Gußeisen.)



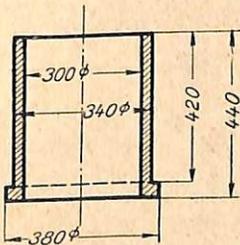
14. Bestimme das Gewicht der Welle in kg! (Werkstoff: Flußstahl.)



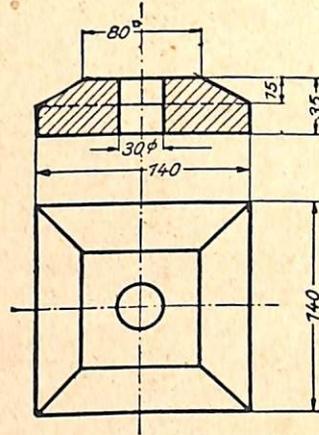
15. Bestimme das Gewicht für 6 Bolzen in kg! (Werkstoff: Flußstahl.)



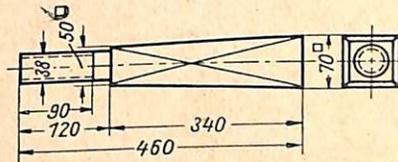
16. Bestimme das Gewicht des Manschettenringes in kg! (Werkstoff: Bronze.)



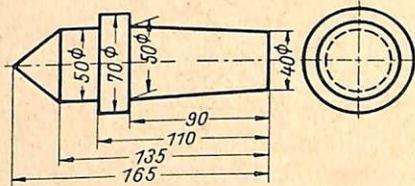
17. Bestimme das Gewicht der Büchse für einen hydraulischen Zylinder in kg! (Werkstoff: Bronze.)



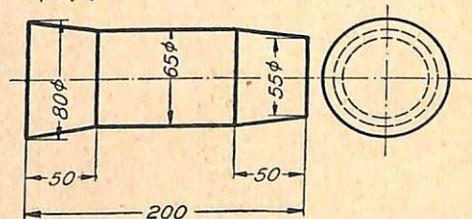
18. Bestimme das Gewicht der Ankerplatte in kg! (Werkstoff: Gußeisen.)



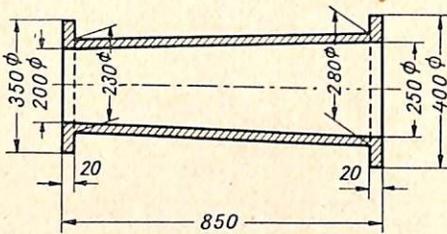
19. Bestimme das Gewicht für 12 Stein-
schrauben in kg (angenähert)! (Werkstoff: Flußstahl.)



20. Bestimme das Gewicht der Drehbank-
Körnerspitze in kg! (Werkstoff: Flußstahl.)

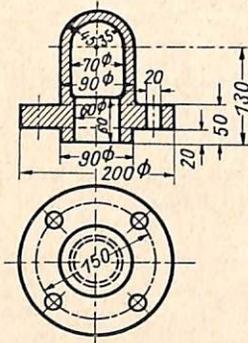


21. Bestimme das Gewicht des Kreuzkopf-
zapfens in kg! (Werkstoff: Flußstahl.)

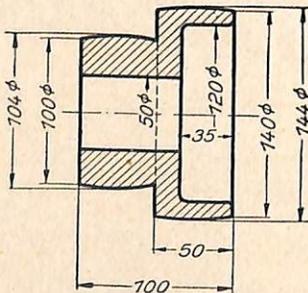


22. Bestimme das Gewicht des Rohrstützens in kg! (Werkstoff: Gußeisen.)

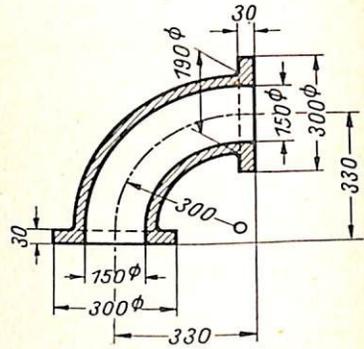
23. Bestimme das Gewicht für 2 Kugelgewichte eines Reglers in kg! (Werkstoff: Gußeisen.)



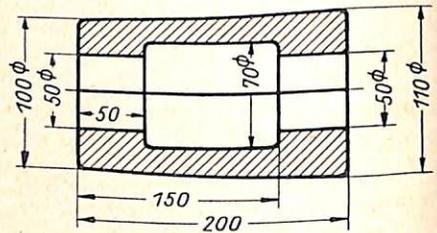
24. Bestimme das Gewicht der Führungshülse in kg! (Werkstoff: Bronze.)



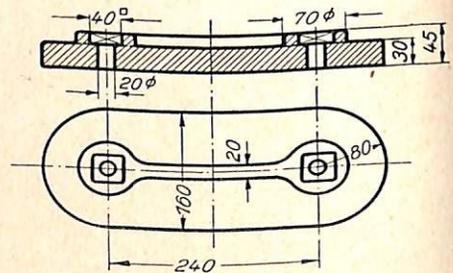
25. Bestimme das Gewicht der Stufenscheibe in kg! (Werkstoff: Gußeisen.)



26. Bestimme für den Krümmer: a) das Gewicht in kg; b) den Preis, wenn 1 kg 0,85 *R.M.* kostet! (Werkstoff: Gußeisen.)



27. Bestimme für die zweiteilige Kuppelungshülse: a) das Gewicht in kg; b) den Preis, wenn 1 kg 0,95 *R.M.* kostet! (Werkstoff: Gußeisen.)



28. Bestimme für die Ankerplatte: a) das Gewicht in kg; b) den Preis, wenn 1 kg 0,45 *R.M.* kostet! (Werkstoff: Gußeisen.)

Die elektrotechnischen Grundlagen.

1. Die elektrotechnischen Maßeinheiten Volt, Ampere, Ohm.

Das Volt ist die Maßeinheit der elektromotorischen Kraft und der Spannung.

Ein Volt ist die Spannung, die an den Enden eines Leiters von 1 Ohm (Ω) Widerstand vorhanden sein muß, um durch diesen Widerstand einen Strom von 1 Ampere zu schicken.

Ein Millivolt (mV) = $\frac{1}{1000}$ Volt.

Ein Kilovolt (kV) = 1000 Volt.

Das Ampere ist die Maßeinheit der elektrischen Stromstärke.

Ein Ampere ist die Stromstärke, die durch einen Leiter von 1 Ohm Widerstand fließt, wenn zwischen den Enden dieses Leiters eine Spannung von 1 Volt besteht.¹⁾

Ein Milliampere (mA) = 0,001 oder $\frac{1}{1000}$ Ampere.

Das Ohm (Ω) ist die Maßeinheit des elektrischen Widerstandes.

Ein Ohm ist der Widerstand, den eine Quecksilberfäule von 106,3 cm Länge und 1 mm² Querschnitt bei 0° C hat.

Ein Leiter hat den Widerstand von 1 Ohm, wenn beim Anschluß der Enden des Leiters an 1 Volt Spannung durch den Leiter eine Stromstärke von 1 Ampere fließt.

Ein Megohm (M Ω) = 1000000 Ohm.

Anmerkung: die Vorsilbe Kilo bedeutet das Tausendfache,

 " " Mega " das Millionfache,

 " " Milli " 0,001 oder ein Tausendstel,

 " " Mikro " 0,000001 oder ein Milliontel.

Aufgaben.

1. Wieviel Volt sind 25 Kilovolt (kV)?
2. Wieviel Kilovolt (kV) sind 120 000 Volt?
3. Wieviel Milliampere (mA) sind 0,2 Ampere?
4. Wieviel Ampere (A) sind 750 Milliampere (mA)?
5. Wieviel Ohm (Ω) sind 5 Megohm (M Ω)?
6. Wieviel Megohm (M Ω) sind 650 000 Ohm (Ω)?

2. Ohmsches Gesetz.

Die Stromstärke in einem Leiter ist abhängig von der Spannung zwischen den Enden des Leiters und von dem Widerstand des Leiters.

Zwischen der Stromstärke, der Spannung und dem Widerstand besteht folgender Zusammenhang:

1) Nach dem Gesetz vom 1. VI. 1898 ist ein Ampere die Stromstärke, die aus einer Lösung von Silbernitrat in einer Sekunde 1,118 mg Silber auscheidet.

Stromstärke = Spannung : Widerstand.

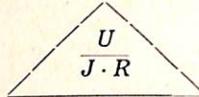
Bedeutet

U die Spannung in Volt (V),
 J die Stromstärke in Ampere (A),
 R den Widerstand in Ohm (Ω),

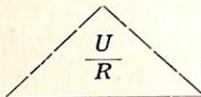
dann ist

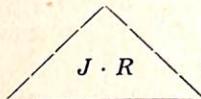
$$J = U : R \quad \text{oder} \quad J = \frac{U}{R},$$

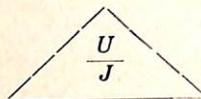
$$U = J \cdot R \quad \text{und} \quad R = \frac{U}{J}.$$



Man merke sich ein Dreieck mit U über und $J \cdot R$ unter dem Bruchstrich. Wird die gesuchte Größe aus dem Dreieck genommen, dann bleiben die beiden bekannten Größen und die Art, wie mit ihnen zu rechnen ist, im Dreieck angegeben, z. B.:

Gesucht J , im Dreieck bleibt  , d. h. U ist durch R zu teilen.

Gesucht U , im Dreieck bleibt  , d. h. J ist mit R zu multiplizieren

Gesucht R , im Dreieck bleibt  , d. h. U ist durch J zu teilen.

7. Ein Draht aus Kupfer hat einen Widerstand von 10Ω . Der Draht ist an 100 Volt Spannung angeschlossen. Wie groß ist die Stromstärke in diesem Draht?

Lösung: Gegeben $R = 10 \Omega$; $U = 100$ Volt.

Gesucht J . Nach dem Ohmschen Gesetz ist

$$J = \frac{U}{R} = \frac{100}{10} = 10 \text{ Ampere.}$$

8. Ein Stromkreis hat einen Widerstand von 220Ω . Der Stromkreis ist an 110 Volt angeschlossen. Wieviel Ampere fließen durch den Stromkreis?
9. Ein Spule aus isoliertem Kupferdraht hat einen Widerstand von 22Ω . Die Spule ist an 110 Volt angeschlossen. Wie stark ist der Strom in Ampere, der durch die Spule fließt?
10. Der Leuchtdraht einer Glühlampe hat, wenn er glüht, einen Widerstand von 440Ω . Durch den Leuchtdraht fließt ein Strom von 0,5 Ampere. An welche Spannung in Volt ist die Glühlampe angeschlossen?

11. Durch eine Leitung aus Kupfer fließen 10, 25, 50, 75, 100 Ampere. Die Leitung hat einen Widerstand von $0,2 \Omega$. a) Wieviel Volt Spannung sind erforderlich, um diesen Strom durch die Leitung zu schicken? b) Wieviel Volt Spannung sind am Ende der Leitung vorhanden, wenn die Spannung am Anfang der Leitung 25 Volt beträgt?
12. Durch eine Magnetspule, die einen Widerstand von 25, 55, 300, 1000Ω hat, sollen 2 Ampere fließen. An wieviel Volt Spannung ist die Magnetspule anzuschließen?
13. Durch ein elektrisches Bügeleisen sollen 2,5 Ampere fließen. Der Widerstand des Heizdrahtes im Bügeleisen beträgt 88Ω . a) An wieviel Volt Spannung ist das Bügeleisen anzuschließen? b) Wieviel Ampere würden durch den Heizdraht des Bügeleisens fließen, wenn die Spannung 110, 440 Volt betrüge?
14. Durch die Magnetwicklung einer elektrischen Klingel von 10Ω Widerstand sollen, damit die Klingel kräftig klingelt, 100, 200, 350 Milliampere fließen. An wieviel Volt Spannung ist die Klingel anzuschließen?
15. Welchen Widerstand hat der glühende Leuchtdraht einer Lampe, deren Stromstärke beim Anschluß an 110, 220 Volt 0,5; 1 Ampere beträgt?
16. a) Wieviel Ω Widerstand hat jeder der 5 Widerstände r_1, r_2, r_3, r_4 und r_5 , wenn an den Enden des Widerstandes r_1 die Spannung 5 Volt; an den Enden des Widerstandes r_2 die Spannung 12 Volt; an den Enden des Widerstandes r_3 die Spannung 15 Volt; an den Enden des Widerstandes r_4 die Spannung 20 Volt und an den Enden des Widerstandes r_5 die Spannung 58 Volt beträgt und durch die Widerstände ein Strom von 3 Ampere fließt? b) Wie groß muß die Spannung an den Anschlußklemmen P und N sein?

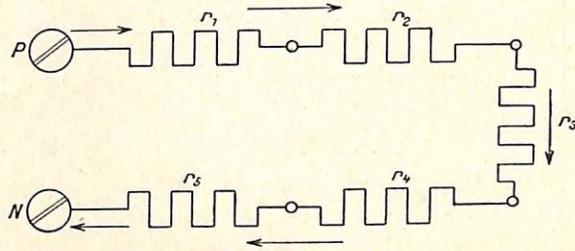


Abb. 1 (zu Aufg. 16).

an den Enden des Widerstandes r_5 die Spannung 58 Volt beträgt und durch die Widerstände ein Strom von 3 Ampere fließt? b) Wie groß muß die Spannung an den Anschlußklemmen P und N sein?

3. Der Widerstand in elektrischen Leitungen.

Die Größe des Widerstandes, den ein Leiter dem durchfließenden Strom entgegensetzt, ist vom Werkstoff, aus dem der Leiter besteht, von der Länge des Leiters und vom Querschnitt des Leiters abhängig.

Der Widerstand, den ein Leiter von 1 m Länge und 1 mm^2 Querschnitt hat, wird spezifischer Widerstand genannt.

Den Kehrwert (reziproken Wert) des spezifischen Widerstandes nennt man Leitfähigkeit.

Ein Kupferdraht von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt hat einen Widerstand von 0,0178 Ω oder als achten Bruch geschrieben $\frac{178}{10000}$ Ω oder $\frac{1}{56}$ Ω. Mithin ist die Leitfähigkeit des Kupfers $\frac{56}{1}$ oder 56.¹⁾

Bedeutet R den Widerstand in Ω, ρ den spezifischen Widerstand, l die Länge der Leitung in m, F den Querschnitt der Leitung in mm², dann gilt für die Berechnung des Widerstandes R die Formel

$$\text{Widerstand in } \Omega = \frac{\text{Spezifischer Widerstand} \times \text{Länge in m}}{\text{Querschnitt in mm}^2}$$

oder in Buchstaben

$$R = \frac{\rho \cdot l}{F}$$

Bezeichnet man die Leitfähigkeit mit dem griechischen Buchstaben κ , dann kann der Widerstand einer Leitung nach der Formel

$$\text{Widerstand in } \Omega = \frac{\text{Länge in m}}{\text{Leitfähigkeit} \times \text{Querschnitt in mm}^2}$$

oder

$$R = \frac{l}{\kappa \cdot F} \quad \text{errechnet werden.}$$

Spezifischer Widerstand, Leitfähigkeit und spezifisches Gewicht verschiedener Metalle und Legierungen.

Werkstoff	Spezifischer Widerstand ρ bei 20°C	Leitfähigkeit κ bei 20°C	Spezifisches Gewicht γ
Kupfer (Cu)	0,0178 oder $\frac{1}{56,1}$ <i>0,018</i>	abgerundet 56	8,9
Aluminium (Al)	0,0294 " $\frac{1}{34}$	34	2,7
Zink (Zn)	0,0625 " $\frac{1}{16}$ <i>0,063</i>	16	7,2
Stahl [Eisen (Fe)]	0,10—0,15 " $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{6,6}$ <i>0,13</i>	10—6,6 8	7,8
Elektron	0,063 " $\frac{1}{16}$	16	1,8
Neusilber (Cu, Ni, Zn)	0,15—0,4 " $\frac{1}{6,6}$ " $\frac{1}{2,5}$	6,6—2,5	} 8,4—8,7 <i>8,5</i>
Nickelin (Cu, Ni)	0,35—0,44 " $\frac{1}{2,86}$ " $\frac{1}{2,27}$ <i>0,4</i>	2,86—2,27 2	
Rheotan (Cu, Ni, Zn)	0,47 " $\frac{1}{2,13}$	2,13	
Konstantan (Cu, Ni)	0,46—0,5 " $\frac{1}{2,17}$ " $\frac{1}{2}$	2,17—2	

17. Berechne den Widerstand einer Kupferleitung von 125 m Länge und 25 mm² Querschnitt mit Hilfe des spezifischen Widerstandes!

1) Unter Leitfähigkeit versteht man demnach die Länge in m, die ein Leiter von 1 mm² Querschnitt bei 1 Ω Widerstand hat (56 m Kupferleitung von 1 mm² Querschnitt haben 1 Ω Widerstand).

18. Wie groß wäre der Widerstand dieser Leitung, wenn statt Kupfer Aluminium Verwendung fände?
19. Eine Leitung aus Stahl ist 27,5 m lang und hat einen Querschnitt von 19,63 mm². Wie groß ist der Widerstand dieser Leitung, wenn der verwendete Stahl einen spezifischen Widerstand von 0,12 hat?
20. Eine Leitung aus Aluminium hat eine einfache Länge von 56 m und einen Querschnitt von 50 mm². Wie groß ist der Widerstand der Hin- und Rückleitung?
21. Berechne mit Hilfe der Leitfähigkeit den Widerstand einer 150 m langen Rundkupferleitung, deren Durchmesser 5 mm beträgt!
22. Die einfache Länge einer Freileitung aus Kupfer für Hochspannung beträgt 5 km. Die Leitung hat einen Querschnitt von 25 mm². Berechne mit Hilfe der Leitfähigkeit den Widerstand dieser Leitung!
23. Wie groß wäre der Widerstand der Leitung aus Aufg. 22, wenn als Werkstoff nicht Kupfer, sondern Aluminium Verwendung finden würde?
24. Für die Herstellung eines Vorwiderstandes werden 55 m Nickeldraht (Leitfähigkeit 2,5) von 2,5 mm Durchmesser verwendet. Wieviel Ω hat dieser Widerstand?

4. Berechnung des Gewichtes von Leitungen.

Bedeutet G_{kg} das Gewicht einer Leitung in kg, l die gesamte Länge der Leitung in m, F den Querschnitt der Leitung in mm², γ (sprich: Gamma) das spezifische Gewicht des Leitungswerkstoffes, dann ist

$$\text{Gewicht in kg} = \frac{\text{Länge in m} \times \text{Querschnitt in mm}^2 \times \text{Spezifisches Gewicht}}{1000}$$

oder

$$G_{\text{kg}} = \frac{l \cdot F \cdot \gamma}{1000}$$

25. Eine Kupferleitung mit einem Querschnitt von 25 mm² ist 125 m lang. Wie groß ist das Gewicht dieser Leitung in kg, wenn Kupfer ein spezifisches Gewicht von $\gamma = 8,9$ hat?
26. a) Wie groß ist das Gewicht der Kupferleitung aus Aufg. 22? b) Wieviel kg wird diese Leitung wiegen, wenn man an Stelle von Kupfer Aluminium verwendet?
27. Eine Eisenleitung mit 5 mm Durchmesser und 225 m Länge wird als Anschlußleitung für eine Lichtanlage benutzt. Wie groß ist das Gewicht dieser Leitung?
28. Eine verfeilte Kupferleitung von 50 mm² Querschnitt ist 625 m lang. Wieviel kg wiegt diese Leitung?
29. Die Oberleitung aus hartgezogenem Kupferdraht für eine Straßenbahnstrecke von 12 km Länge hat einen Querschnitt von 80 mm². a) Wieviel kg wiegt die Leitung? b) Wie teuer ist die Leitung, wenn das kg hartgezogenes Kupfer 2,30 *RM* kostet?

5. Berechnung der Länge von Leitungen.

Sind Widerstand, Querschnitt und spezifischer Widerstand (oder Leitfähigkeit) einer Leitung bekannt, dann berechnet sich die Länge der Leitung aus der Formel

$$\text{Länge der Leitung in m} = \frac{\text{Widerstand in } \Omega \times \text{Querschnitt in mm}^2}{\text{Spezifischen Widerstand}}$$

oder
$$l = \frac{R \cdot F}{\rho}$$

oder
$$l = R \cdot F \cdot \kappa \quad (\kappa = \text{Leitfähigkeit}).$$

30. Welche Länge hat ein Kupferdraht von 12Ω Widerstand bei einem Querschnitt von 6 mm^2 ? Wie groß ist das Gewicht dieser Leitung?
31. Es soll ein Vorwiderstand für 25Ω aus Stahldraht von $3,5 \text{ mm}$ Durchmesser hergestellt werden. a) Wie lang muß der Draht sein, wenn $\rho = 0,11$ ist? b) Wieviel kg wiegt der Draht? c) Wie hoch stellen sich die Werkstoffkosten, wenn das kg Stahldraht $0,18 \text{ RM}$ kostet?
32. Für eine Klingelleitung wird isolierter Kupferdraht verwendet. Der Durchmesser des blanken Kupferdrahtes beträgt $0,8 \text{ mm}$. Die Leitung hat einen Widerstand von $3,2 \Omega$. a) Wie lang ist die Leitung bei einer Leitfähigkeit $\kappa = 56$? b) Wie groß ist das Gewicht des blanken Drahtes?
33. Durch einen Widerstand sollen beim Anschluß an 55 Volt 5 Ampere fließen. Der Widerstandsdraht hat einen Durchmesser von $0,65 \text{ mm}$ und ist aus Werkstoff mit einer Leitfähigkeit von $2,8$ hergestellt. Welche Länge muß der Widerstandsdraht haben?

6. Berechnung des Querschnittes.¹⁾

Sind Widerstand, Länge und spezifischer Widerstand (oder Leitfähigkeit) einer Leitung bekannt, dann berechnet sich der Querschnitt aus

$$\text{Querschnitt in mm}^2 = \frac{\text{Spezifischer Widerstand} \times \text{Länge in m}}{\text{Widerstand in } \Omega}$$

oder
$$F = \frac{\rho \cdot l}{R} \quad \text{oder} \quad F = \frac{l}{\kappa \cdot R}.$$

34. Welchen Querschnitt hat ein 66 m langer Draht aus Konstantan ($\rho = 0,5$), dessen Widerstand 3 Ohm beträgt? Wieviel kg wiegt dieser Draht, wenn $\gamma = 8,6$ ist?
35. Ein Vorwiderstand aus Stahldraht besteht aus 95 Windungen, deren mittlerer Durchmesser 100 mm beträgt. Jedes gerade Anschlußende ist 25 mm

1) Ausführliche Leitungsberechnung siehe: Sachkunde für Elektriker, Teil III. Best.-Nr. 9120.

lang. Bei einer Stromstärke von 15 Ampere beträgt die Spannung an den Enden des Widerstandes 15 Volt. a) Wie groß ist die Länge des Drahtes in m? b) Wie groß ist sein Widerstand in Ω ? c) Welchen Querschnitt hat der Stahldraht?

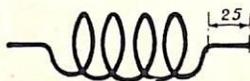


Abb. 2 (zu Aufg. 35).

7. Der Spannungsverlust in elektrischen Leitungen.

Die Verbindungsleitungen zwischen Stromerzeuger und Stromverbraucher setzen dem durchfließenden Strom einen Widerstand entgegen. Zur Überwindung dieses Leitungswiderstandes wird ein Teil der vom Stromerzeuger erzeugten Spannung verbraucht. Diese bereits von den Leitungen verbrauchte Spannung geht für die Stromverbraucher verloren. Sie stellt einen Verlust dar und wird infolgedessen Spannungsverlust genannt.

Der Spannungsverlust u in einer Leitung ist von der Stromstärke J in der Leitung und von dem Widerstand R der Leitung abhängig. Nach dem Ohmschen Gesetz ist

Spannungsverlust in Volt = Stromstärke in Ampere \times Widerstand in Ohm
oder in Buchstaben

$$u = J \cdot R.$$

36. An den Klemmen eines Generators wird eine Spannung von 112, 115, 225, 235 Volt gemessen. Die Spannung an den Glühlampen beträgt nur 109, 111, 212, 224,5 Volt. a) Wie groß ist der Spannungsverlust in den Verbindungsleitungen zwischen Generator und Glühlampen? b) Wie groß ist der Spannungsverlust in v. H., bezogen auf die Spannung an den Klemmen des Generators?
37. Eine Leitung aus Kupfer hat einen Widerstand von 0,3; 1,3; 2,5; 3 Ω . Durch die Leitung fließen 15 Ampere. a) Wie groß ist der Spannungsverlust in der Leitung? b) Wie hoch ist die Spannung an den Enden der Leitung, wenn sie am Anfang 225 Volt beträgt?
38. Eine Leitung aus Kupfer (Abb. 3) ist 15,5 m lang (einfache Länge) und hat einen Querschnitt von 2,5 mm². Am Anfang der Leitung wird eine Spannung von 112 Volt gemessen. Am Ende der Leitung ist ein Kronleuchter mit 5 Lampen angeschlossen. Durch jede der 5 Lampen muß, damit sie richtig leuchtet, 0,5 Ampere fließen. a) Wieviel Ω Widerstand hat die Leitung? b) Mit wieviel Volt Spannung brennen die Glühlampen?
39. a) Berechne den Spannungsverlust in der Kupferleitung a in Abb. 4, wenn diese Leitung 15 m lang ist; b) in der Kupferleitung b , wenn diese Leitung 5 m lang ist; c) in der Kupferleitung c , wenn diese Leitung 12,5 m lang ist; d) in der Kupferleitung d , wenn diese Leitung 12,5 m lang ist. e) Mit wieviel Volt brennen die Lampen I, II und III, wenn alle drei Lampen eingeschaltet sind? f) Mit wieviel Volt brennen die Lampen I und II, wenn diese Lampen allein eingeschaltet sind?

40. Die einfache Länge der beiden Zuleitungen (Hin- und Rückleitung) für den Gleichstrommotor in Abb. 5 mißt 57 m. Die Leitungen sind aus Kupfer hergestellt. Wenn der Motor voll belastet ist, fließen durch die Leitungen 25 Ampere. Am Anfang der Leitungen herrscht eine Spannung von 225 Volt. Die Leitung hat einen Querschnitt von 6 mm^2 .
- Wieviel Ω Widerstand hat die Leitung?
 - Wieviel Volt Spannungsverlust entstehen in der Leitung?
 - Wieviel v. h. sind das?
 - Wie groß ist das Kupfergewicht der Leitung?
 - Wieviel Ω Widerstand hätte die Leitung, und welcher Spannungsverlust in Volt und in v. h. würde entstehen, wenn die Leitung aus Aluminium mit einem Querschnitt von 10 mm^2 hergestellt wäre?

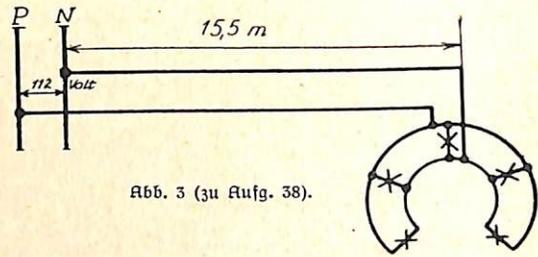


Abb. 3 (zu Aufg. 38).

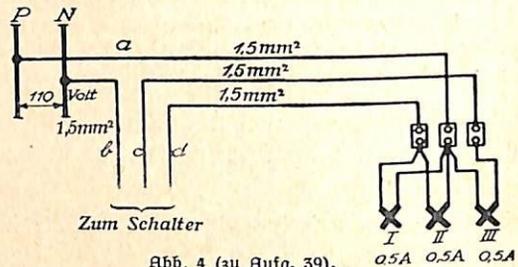


Abb. 4 (zu Aufg. 39).

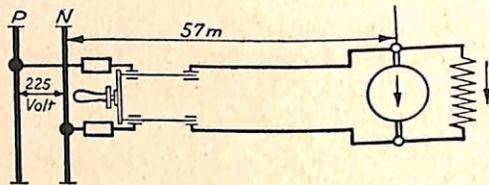


Abb. 5 (zu Aufg. 40).

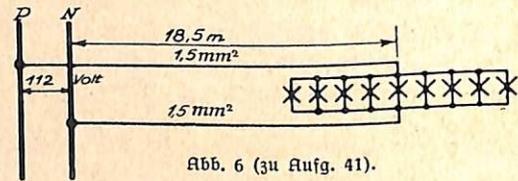


Abb. 6 (zu Aufg. 41).

41. Als Zuleitung für eine Reflektierbeleuchtung dient eine Kupferleitung mit $1,5 \text{ mm}^2$ Querschnitt und $18,5 \text{ m}$ einfacher Länge. Die Reflektierbeleuchtung besteht aus 9 Glühlampen für 110 Volt und $0,5 \text{ Ampere}$.
- Wieviel Ampere fließen durch die Zuleitung?
 - Mit wieviel Volt Spannung brennen die Lampen, wenn die Spannung am Anfang der Leitung 112 Volt beträgt?
 - Wieviel v. h. der Betriebsspannung (112 Volt) gehen in der Zuleitung verloren?
 - Wie groß wäre der Spannungsverlust in v. h., wenn an Stelle von Kupfer Aluminium verwendet würde?
42. Eine tragbare Akkumulatorenbatterie für Kleinbeleuchtung besteht aus 2 Zellen. Als Ladewiderstand dient eine Kohlefadenlampe, deren glühender Leuchtfaden

einen Widerstand von 110Ω hat. Die Ladestromstärke soll 1 Ampere betragen. Die Leitung zwischen Netz und Akkumulator ist aus Kupfer und hat eine gesamt Länge von 50 m bei einem Querschnitt von $1,5 \text{ mm}^2$. a) Wieviel Volt Spannung verbraucht die Glühlampe? b) Wieviel Volt gehen in der Zuleitung verloren? c) Wie hoch ist die Ladepannung an den Klemmen des Akkumulators?

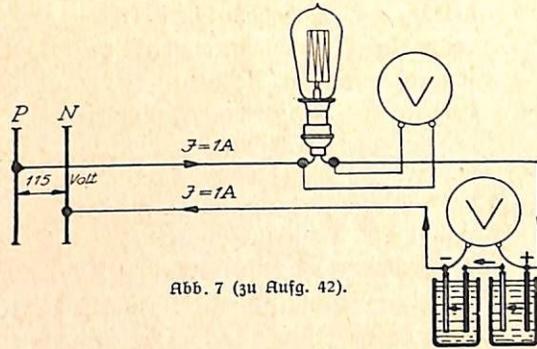


Abb. 7 (zu Aufg. 42).

43. In einer Leitung aus Kupfer dürfen 2,2 Volt Spannung verloren gehen. Die Leitung hat einen Widerstand von $0,7; 1,2; 1,7 \Omega$. a) Wieviel Ampere dürfen durch die Leitung fließen? b) Mit wieviel Volt Spannung brennen die Glühlampen, wenn die Spannung am Anfang der Leitung 113 Volt beträgt?

8. Die Stärke des Stromes bei Kurzschluß.

Wenn sich Leiter eines Stromkreises, zwischen denen eine Spannung besteht, auf ihrem Weg zu einem Stromverbraucher blank berühren oder durch einen dritten Leiter mit geringem Widerstand in direkte Berührung gebracht werden, dann wählt sich der Strom den bequemen kurzen Weg von Draht zu Draht. Zwischen den Drähten entsteht ein kurzer Schluß, den man Kurzschluß nennt. Die Stärke des Kurzschlußstromes ist von der Netzspannung und von dem Widerstand des Kurzschlußstromkreises abhängig. Dieser Widerstand setzt sich zusammen aus dem Widerstand der kurzgeschlossenen Leitungen und dem Widerstand, den der Strom an der Kurzschlußstelle beim Übergang von dem einen in den anderen Leiter findet. Dieser Widerstand wird daher auch Übergangswiderstand genannt. Der Übergangswiderstand läßt sich nicht ermitteln. Infolgedessen ist auch die genaue Berechnung der Kurzschlußstromstärke praktisch nicht durchführbar. In den nachstehenden Aufgaben ist der Übergangswiderstand als bekannt angenommen, um zu zeigen, wie gefährlich hoch die Kurzschlußstromstärke ansteigen kann und wie gefährlich es ist, wenn an Stelle richtig bemessener Sicherungen zu starke Sicherungen oder gar starke Drähte aus Kupfer oder Stahl eingesetzt sind.

Bedeutet U die Netzspannung in Volt, R den Widerstand des Kurzschlußstromkreises (Widerstand der Leitungen nebst Übergangswiderstand) in Ω , dann berechnet sich die Kurzschlußstromstärke nach dem Ohmschen Gesetz aus

$$J = \frac{U}{R}.$$

44. In einem Glühlampen-Stromkreis entsteht in 8,5 m Entfernung von den Sicherungen ein Kurzschluß. Die Netzspannung beträgt 110 Volt. Die Leitung ist aus Kupfer und hat einen Querschnitt von $1,5 \text{ mm}^2$. Es wird angenommen, daß der Übergangswiderstand an der Kurzschlußstelle $0,1; 0,22; 2,2 \Omega$

beträgt. a) Wie hoch könnte (theoretisch) die Kurzschlußstromstärke ansteigen, wenn an Stelle von richtig bemessenen Sicherungen Kupferdrähte von $1,5 \text{ mm}^2$ eingesetzt wären? b) Wie oft mal übersteigt die Kurzschlußstromstärke die höchstzulässige Dauerstromstärke der Kupferleitung, die bei $1,5 \text{ mm}^2$ Querschnitt 16 Ampere betragen darf?

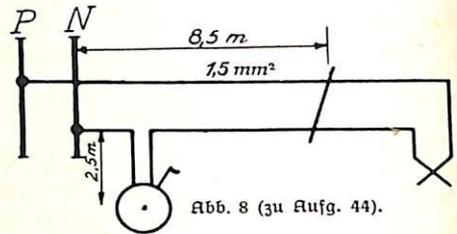


Abb. 8 (zu Aufg. 44).

45. In einem Motorstromkreis entsteht in 10 m Entfernung von den Sicherungen ein Kurzschluß. Die Leitungen sind aus Kupfer (Aluminium) und haben einen Querschnitt von 50 mm^2 (Aluminiumleitungen 70 mm^2). Die Betriebsspannung beträgt 220 Volt. a) Wie hoch könnte die Kurzschlußstromstärke ansteigen, wenn

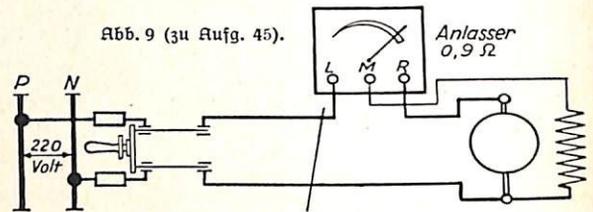


Abb. 9 (zu Aufg. 45).

- an Stelle von Sicherungen dicke Kupferdrähte eingesetzt sind und der Übergangswiderstand mit $0,11 \text{ Ohm}$ angenommen wird. b) Wie oft mal so hoch wäre die Kurzschlußstromstärke wie die normale Betriebsstromstärke, wenn diese bei voller Belastung des Motors 100 Ampere beträgt?
46. Über eine blanke Freileitung aus Kupfer mit einem Querschnitt von 70 mm^2 wird in $2,35 \text{ km}$ Entfernung von der Zentrale ein blanker Kupferdraht von

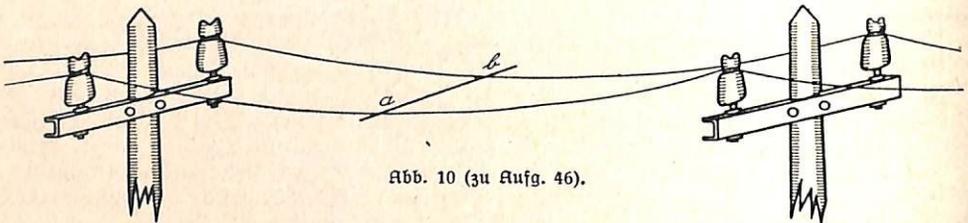


Abb. 10 (zu Aufg. 46).

50 mm^2 so geworfen, daß er beide Leitungen berührt und dadurch Kurzschluß verursacht. Die Betriebsspannung der Freileitung beträgt 450 Volt. Der Übergangswiderstand an jeder der beiden Berührungsstellen a und b wird mit $0,08 \text{ Ohm}$ angenommen.

Wie hoch könnte die Kurzschlußstromstärke ansteigen, wenn die Sicherungen in der Zentrale durch starke Kupferdrähte überbrückt wären?

Stromverzweigungen.

1. Nebeneinander (parallel) geschaltete Widerstände.

Werden zwischen zwei Leitungen mehrere Widerstände nebeneinander (parallel) angeschlossen, dann bildet jeder Widerstand einen Stromzweig (Abb. 11).

Der Hauptstrom J in den Zuleitungen teilt sich in so viele Zweigströme $i_1 - i_2 - i_3$ usw., wie Widerstände nebeneinander geschaltet sind.

Für Stromverzweigungen gelten folgende Kirchhoffschen Gesetze:

1. In jedem Punkt eines Stromkreises ist die Summe der zufließenden Ströme gleich der Summe der abfließenden Ströme.

2. In nebeneinander geschalteten Widerständen verhalten sich die Zweigströme umgekehrt wie ihre Widerstände.

3. Die nebeneinander geschalteten Einzelwiderstände lassen sich durch einen Widerstand ersetzen. Dieser Ersatzwiderstand wird Gesamtwiderstand oder auch Kombinationswiderstand genannt.

Bezeichnet man den Ersatzwiderstand mit R und die Zweigwiderstände mit $r_1 - r_2 - r_3$ usw., dann erhält man den Ersatzwiderstand R aus der Formel

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \text{ usw. oder } R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \text{ usw.}}$$

Ist die Spannung U nicht bekannt, dann kann zur Ermittlung des Ersatzwiderstandes R folgender Rechnungsgang dienen:

Man denke sich die Einzelwiderstände $r_1 - r_2 - r_3$ usw. an 1 Volt Spannung angeschlossen. Teilt man 1 Volt durch jeden Einzelwiderstand $r_1 - r_2 - r_3$ usw., dann erhält man die Zweigströme $i_1 - i_2 - i_3$ usw. Durch Zusammenzählen dieser Einzelströme ergibt sich ein Gesamtstrom J . Teilt man jetzt 1 Volt durch den Gesamtstrom J , dann erhält man den gesuchten Ersatzwiderstand R . Statt an 1 Volt kann man sich die Einzelwiderstände auch an 10 Volt oder an 100 Volt angeschlossen denken.

47. Wie groß ist der Gesamtstrom J (Abb. 11), wenn die Zweigströme $i_1 = 10$ Ampere; $i_2 = 7,5$ Ampere; $i_3 = 5$ Ampere sind?

48. Zwischen den Anschlußklemmen a und b der 5 nebeneinander geschalteten Widerstände $r_1 - r_2 - r_3 - r_4 - r_5$ (Abb. 12) herrscht eine Spannung von 110 Volt. a) Wie groß sind die einzelnen Zweigströme i_1 bis i_5 , wenn $r_1 = 10 \Omega$; $r_2 = 15 \Omega$; $r_3 = 20 \Omega$; $r_4 = 25 \Omega$; $r_5 = 30 \Omega$; ist? b) Wie groß ist der Gesamtstrom J ? c) Wie groß wären die Einzelströme $i_1 - i_2 - i_3 -$

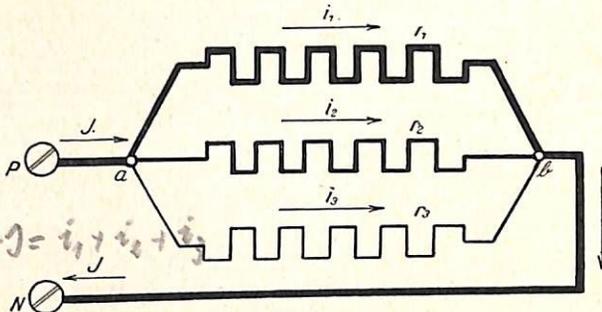


Abb. 11.

$i_4 - i_5$ und der Gesamtstrom J , wenn die Spannung zwischen den Anschlußpunkten a und b 220 Volt betragen würde? d) Wie groß ist der Ersatzwiderstand R ?

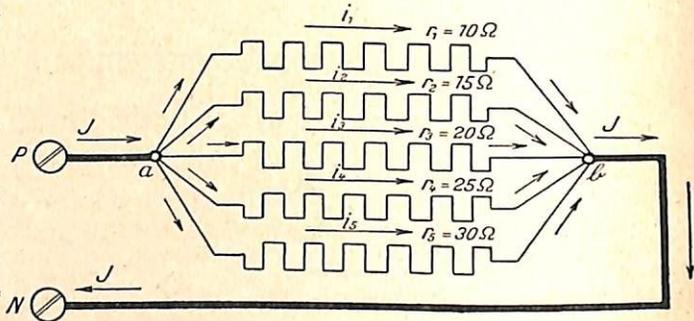


Abb. 12 (zu Aufg. 48).

49. Die beiden Widerstände $r_1 = 5 \Omega$ und $r_2 = 5 \Omega$ (Abb. 13) sind nebeneinander geschaltet. a) Wie groß ist der Ersatzwiderstand R ? b) Wie groß ist der Ersatzwiderstand R bei $r_1 = 5 \Omega$ und $r_2 = 10 \Omega$? c) Wie groß ist in beiden Fällen der Hauptstrom J , wenn die Anschlußpunkte a und b an 220 Volt angeschlossen werden?

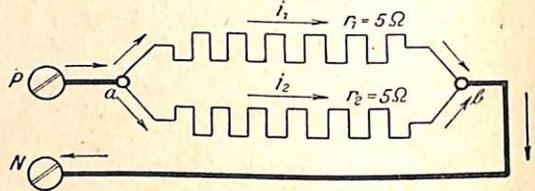


Abb. 13 (zu Aufg. 49).

50. Ein Gleichstrommotor (Abb. 14) ist an 440, 220, 110 Volt angeschlossen. Die Magnetwicklung hat einen Widerstand von 800, 200, 50 Ω . Durch den Anker fließen 20, 40, 80 Ampere. a) Wie groß ist der Zweigstrom i in der Magnetwicklung? b) Wie groß ist der Gesamtstrom J ?

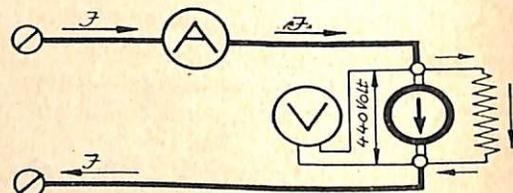


Abb. 14 (zu Aufg. 50).

51. Zwei Widerstände $r_1 = 10 \Omega$ und $r_2 = 2 \Omega$ sind nebeneinander geschaltet. Der Gesamtstrom J in der Zuleitung hat eine Stärke von 36 Ampere. a) Wie groß sind die Zweigströme i_1 und i_2 ? b) Wie groß ist der Ersatzwiderstand R ? c) Wie hoch ist die Spannung zwischen den Anschlußpunkten a und b ?

In Gleichstromanlagen werden stärkere Ströme indirekt mit genau anzeigenden Meßgeräten (Milliamperemeter) gemessen. Weil diese Meßgeräte nur von schwachen Strömen durchflossen werden dürfen, schaltet man neben (parallel) diese Meßgeräte passende Widerstände (Nebenwiderstände). Ein viel benutztes Meßgerät ist das Drehspulmeßgerät. Das Meßgerät in Abb. 15 hat einen Eigenwiderstand von 1 Ω . Die Skala des Meßgeräts ist in 150 Teile geteilt. Bei direkten Messungen ohne Nebenwiderstand entspricht jeder Teilstrich einer Stromstärke von 0,001 Ampere (1 Milliampere). Das Meßgerät ist infolgedessen bei direkten Messungen nur für eine Stromstärke von höchstens $150 \cdot 0,001 = 0,15$ Ampere oder 150 Milliampere zu gebrauchen. Es kann jedoch bei Verwendung passender Nebenwiderstände zur Messung der stärksten Ströme benutzt werden.

52. Abbildung 15 zeigt die Schaltung eines Strommessers (Milliamperemeters) mit Nebenwiderstand. Mit dem Meßgerät sollen Ströme von 1,5; 15; 150 und 1500 Ampere gemessen werden. a) Wie groß sind bei den einzelnen Messungen die Stromstärken in den Nebenwiderständen r_2 ? b) Wieviel Ω Widerstand müssen die einzelnen Nebenwiderstände haben?

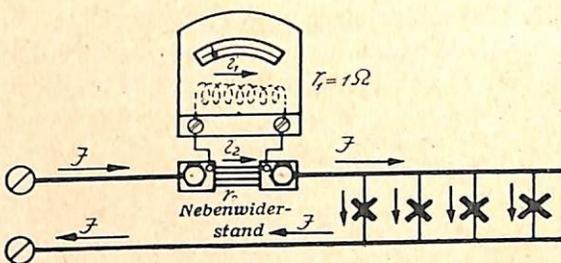


Abb. 15 (zu Aufg. 52).

53. Dem Meßgerät mit 1Ω Eigenwiderstand ist ein Widerstand von $\frac{1}{9}$; $\frac{1}{99}$; $\frac{1}{999} \Omega$ neben (parallel) geschaltet. Bei einer Strommessung steht der Zeiger des Meßgeräts über dem Teilstrich 100; 125; 148. a) Wie groß ist die Stromstärke im Nebenwiderstand r_2 ? b) Wie groß ist die zu messende Stromstärke J in den Zuleitungen?
54. Auf welchem Teilstrich steht der Zeiger bei Verwendung eines Nebenwiderstandes von $\frac{1}{99} \Omega$, wenn die zu messende Stromstärke in den Zuleitungen 9; 11; 14,5 Ampere beträgt?

2. Hintereinander geschaltete Widerstände.

Bei der Hintereinanderschaltung (Abb. 16) durchfließt der Strom nacheinander die einzelnen Widerstände. Infolgedessen ist die Stromstärke an jeder Stelle des Stromkreises dieselbe. Der Gesamtwiderstand des Stromkreises ist gleich der Summe der Einzelwiderstände. Mithin ist $R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5$. Das Ohmsche Gesetz gilt sowohl für den Gesamtstromkreis wie auch für jeden einzelnen Teil des Stromkreises.

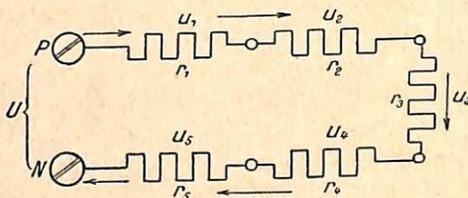


Abb. 16.

Ist U die Gesamtspannung an den Anschlußklemmen P und N des Stromkreises und bedeuten $u_1 - u_2 - u_3 - u_4 - u_5$ die Teilspannungen an den Anschlußklemmen der Einzelwiderstände, dann ist $u_1 = J \cdot r_1$; $u_2 = J \cdot r_2$; $u_3 = J \cdot r_3$; $u_4 = J \cdot r_4$ und $u_5 = J \cdot r_5$.

55. Die drei Widerstände $r_1 = 5 \Omega$; $r_2 = 10 \Omega$; $r_3 = 15 \Omega$ sind hintereinander geschaltet. Die Netzspannung an den Anschlußklemmen P und N beträgt 110 Volt. a) Wie groß ist der Gesamtwiderstand R des Stromkreises? b) Wie groß ist die Stromstärke J ? c) Wie groß wird die Stromstärke J , wenn die Netzspannung 220; 440 Volt beträgt? (Abb. 17).
56. a) Wie groß ist die Netzspannung U an den Klemmen P und N , wenn die Stromstärke J 10 Ampere beträgt? b) Wie groß sind die Einzelspannungen u_1 ; u_2 ; u_3 ; u_4 ? (Abb. 18.)

57. Welche Spannung muß eine galvanische Batterie zum Betriebe eines Türöffners haben, wenn die Magnetwindlung des Öffners einen Widerstand von 30Ω hat, der Widerstand der Hin- und Rückleitung des Türöffnerstromkreises

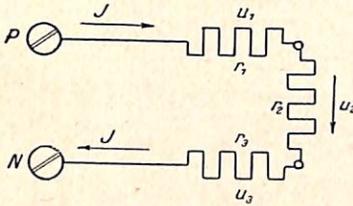


Abb. 17 (zu Aufg. 55).

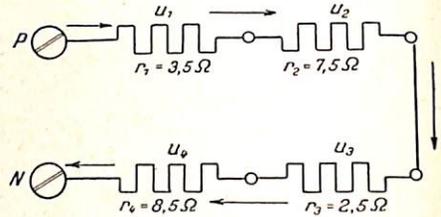


Abb. 18 (zu Aufg. 56).

- 5Ω beträgt und die Stromstärke zur Betätigung des Öffners $0,1$ Ampere betragen soll?
58. Wie groß ist die Spannung u an den Anschlußklemmen des Türöffners der vorigen Aufgabe?
59. Zur Beleuchtung eines Straßenbahnwagens dienen 5 hintereinander geschaltete Glühlampen, von denen jede, wenn sie glüht, 220Ω Widerstand hat. Die Lampenstromstärke beträgt $0,5$ Ampere.

- a) An welche Netzspannung ist der Lampenstromkreis angeschlossen? b) Wie groß ist die Spannung an den Klemmen einer jeden Lampe? Elektrische Kocher sind so eingerichtet, daß ihre Heizwiderstände entweder nebeneinander (parallel), hintereinander oder einzeln geschaltet werden können.

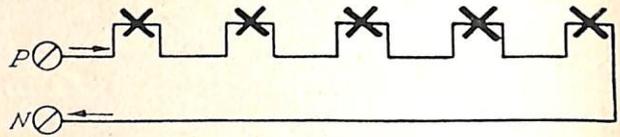


Abb. 19 (zu Aufg. 59).

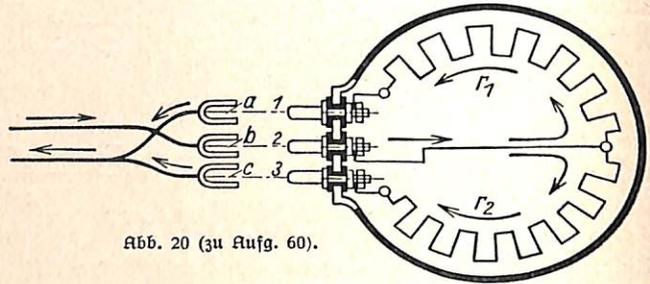


Abb. 20 (zu Aufg. 60).

60. a) Wieviel Schaltungen sind bei der obenstehend skizzierten Wärmeplatte möglich? b) Wie sind die Heizwiderstände bei den einzelnen Möglichkeiten geschaltet? c) Wie groß sind die Stromstärken bei den einzelnen Schaltungen, wenn $r_1 = 110 \Omega$; $r_2 = 55 \Omega$ und die Netzspannung 110 Volt beträgt? d) Wieviel Ω Widerstand müßten die Widerstände r_1 und r_2 haben, damit beim Anschluß der Wärmeplatte an 220 Volt die Ströme dieselbe Stärke wie unter c) haben?

3. Gemischt geschaltete Widerstände.

Werden mehrere Gruppen nebeneinander geschalteter Widerstände hintereinander (in Reihe) geschaltet, dann spricht man von einer gemischten Schaltung. Weil diese Schaltung eine Vereinigung der Reihenschaltung mit der Nebeneinanderschaltung (Parallelschaltung) ist, wird sie auch gemischte Schaltung (Reihenparallelschaltung) genannt.

61. In der gemischten Schaltung nach Abbildung 21 hat der Widerstand r_1 5 Ω ; der Widerstand r_2 8 Ω ; der Widerstand r_3 5 Ω und der Widerstand r_4 15 Ω .

Die Netzspannung an den Anschlußklemmen P und N beträgt 130 Volt.

a) Wie groß ist der Ersatzwiderstand für Gruppe I? b) Für Gruppe II?

c) Wie groß ist der Gesamtwiderstand der hintereinander geschalteten

Gruppen I und II? d) Wie groß ist die Gesamtstromstärke J ?

e) Wie groß sind die Spannungen u_1 und u_2 zwischen den Anschlußpunkten $a-b$ und $c-d$? f) Wie groß sind die Zweigströme $i_1 - i_2 - i_3 - i_4$?

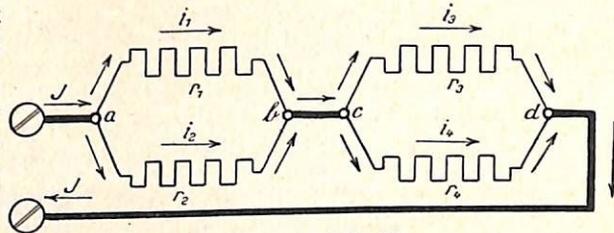


Abb. 21 (zu Aufg. 61).

Die elektrische Leistung.

1. Die elektrische Leistung bei Gleichstrom.

Unter Leistung versteht man die in einer Sekunde geleistete Arbeit.

Die Einheit der elektrischen Leistung wird Watt genannt. Ein Watt (W) ist diejenige elektrische Arbeit, die ein Strom von 1 Ampere (A) Stärke während einer Sekunde in einem Leiter leistet, wenn an den Enden des Leiters eine Spannung von 1 V herrscht.

$$1 \text{ W} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A.}$$

Bedeutet N_W die Leistung in Watt bei Gleichstrom, dann ist

$$N_W = U \cdot J. \tag{I}$$

Nach dem Ohmschen Gesetz ist $U = J \cdot R$ und $J = \frac{U}{R}$. Ersetzt man in der Formel $N_W = U \cdot J$ die Spannung U durch $J \cdot R$, dann gelten für die Berechnung der Leistung auch folgende Formeln:

$$N_W = J \cdot J \cdot R \quad \text{oder} \quad N_W = J^2 \cdot R. \tag{II}$$

Ebenso kann man in der Formel $N_W = U \cdot J$ die Stromstärke J durch $\frac{U}{R}$ ersetzen. Es wird dann

$$N_W = \frac{U \cdot U}{R} \quad \text{oder} \quad N_W = \frac{U^2}{R}. \tag{III}$$

Bei größeren Leistungen rechnet man mit dem 1000fachen Betrag von 1 W. Man bezeichnet 1000 W als 1 Kilowatt (kW).

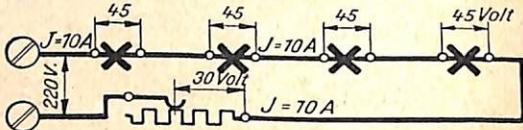
62. An den Klemmen eines Vorwiderstandes wird eine Spannung von 25 V gemessen. Durch den Widerstand fließen 10, 12, 15 A. Wieviel Watt verbraucht der Widerstand?
63. Durch den Leucht draht einer Glühlampe fließt bei einer Spannung von 220 V ein Strom von 0,46 A, durch den Leucht draht einer zweiten Lampe fließt bei einer Spannung von 220 V ein Strom von 2,27 A und durch den Leucht draht einer dritten Lampe fließt bei einer Spannung von 220 V ein Strom von 4,55 A. a) Wieviel Watt elektrische Leistung verbraucht jede Lampe? b) Wieviel Watt elektrische Leistung verbrauchen die drei Lampen zusammen? c) Wieviel Kilowatt sind das?
64. An einem Kronleuchter sind 7 Glühlampen für 110 V und 0,25 A und außerdem 3 Lampen für 110 V und 0,55 A angeschlossen. Wieviel Kilowatt verbrauchen die 10 Lampen zusammen?
65. Ein elektrisches Bügeleisen ist an 220 V angeschlossen. Durch die Zuleitungen zum Bügeleisen fließen 1,8 Ampere. Wieviel Watt elektrische Leistung verbraucht das Bügeleisen?
66. In einem Bogenlampenstromkreis sind 4 Bogenlampen und ein Vorwiderstand hintereinander geschaltet. Durch den Stromkreis fließen bei einer Netzspannung von 220 V 10 A. Die Spannung an den Klemmen einer jeden Lampe beträgt 45 V, während an den Klemmen des Vorwiderstandes eine Spannung von 30 V herrscht.
- 
- a) Wieviel Volt Spannung gehen in der Leitung verloren? b) Wieviel Watt elektrische Leistung verbraucht jede Lampe? c) der Vorwiderstand? d) die Leitung? e) der ganze Stromkreis?
67. Die Spule eines Lasthebemagneten ist an 220 V angeschlossen. Durch die Spule fließen 6,5; 7,5; 9 A. Wieviel Watt elektrische Leistung verbraucht die Spule?
68. Durch einen Gleichstrommotor fließen bei 220 V Netzspannung 25 A. Wieviel Watt verbraucht der Motor?
69. Durch einen Vorwiderstand von $2,5 \Omega$ fließen 8 A. Wieviel Kilowatt verbraucht der Widerstand? (Ausrechnung nach Formel II.)
70. Die Leitung für einen Gleichstrommotor hat 2Ω Widerstand. Durch die Leitung fließen 15 A. Wieviel Kilowatt elektrische Leistung gehen in der Leitung verloren? (Ausrechnung nach Formel II.)
71. Zwischen den Anschlußklemmen eines Widerstandes wird mit einem Spannungsmesser eine Spannung von 25 V gemessen. Der Widerstand hat 5Ω . Berechne den Wattverbrauch des Widerstandes nach Formel III!

Abb. 22 (zu Aufg. 66).

45 W

71 a. Die elektrische Lichtanlage eines Wohnhauses ist an eine Netzspannung von 110 V angeschlossen. In dem Wohnhause sind installiert:

12 Glühlampen zu je 40 W

5 " " " " 60 W

1 Tischventilator, dessen Stromstärke 1 A beträgt

1 elektrisches Bügeleisen, " " 2 A " = 400 Kw

Wie groß ist der Verbrauch an elektrischer Leistung in dieser Anlage, wenn Glühlampen, Ventilator und Bügeleisen eingeschaltet sind?

72. An die Licht- und Kraftanlage einer kleinen Fabrik sind angeschlossen

50 Glühlampen für 220 V zu je 40 W

5 hochkerzige Glühlampen " 220 V " " 750 W

2 Motoren " 220 V " " 15 A

1 Motor " 220 V und 35 A

1 " " 220 V " 40 A

1 Ventilator " 220 V " 2,5 A

1 elektrische Schweißmaschine für 1,5 kW.

Mit wieviel Kilowatt wird der Generator der Fabrikzentrale belastet, wenn alle Glühlampen, alle Motoren, der Ventilator und die Schweißmaschine eingeschaltet sind?

2. Berechnung der Stromstärke aus Leistung und Spannung.

Ist die Leistung in Watt und die Spannung in Volt bekannt, dann berechnet sich die Stromstärke aus $\text{Stromstärke} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Spannung}}$ oder $\text{Ampere} = \frac{\text{Watt}}{\text{Volt}}$ oder in

Buchstaben $J = \frac{N_W}{U}$.

73. Eine hochkerzige Glühlampe für 110 V verbraucht 1 kW elektrische Leistung. Wieviel Ampere fließen durch den Leuchtdraht der Lampe?

74. Ein Gleichstrommotor ist an 500 V angeschlossen und verbraucht bei voller Belastung 25 kW. a) Wieviel Ampere fließen durch den Motor? b) Wieviel Ampere würden durch einen Motor für dieselbe Leistung bei 220 V fließen?

75. Ein elektrisches Kochgerät für 110 V verbraucht 400 W. a) Wieviel Ampere fließen durch den Heizwiderstand des Kochgerätes? b) Wieviel Ampere werden fließen, wenn das Gerät irrtümlich an 220 V angeschlossen wird?

76. Die Magnetwicklung eines Elektromagneten verbraucht 800 W bei 115 V Netzspannung. Wieviel Ampere fließen durch die Magnetwicklung?

77. Von wieviel Ampere wird ein elektrischer Ofen für 1,35 kW und 115 V Spannung durchflossen?

3. Berechnung der Spannung aus Leistung und Stromstärke.

Ist die Leistung in Watt und die Stromstärke in Ampere bekannt, dann berechnet sich die Spannung aus $\text{Spannung} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Stromstärke}}$ oder $\text{Volt} = \frac{\text{Watt}}{\text{Ampere}}$

oder in Buchstaben $U = \frac{N_W}{J}$.

78. An welche Netzspannung muß ein elektrisches Bügeleisen für 440 W angeschlossen werden, wenn durch das Eisen 2 A fließen sollen?
79. Ein Widerstand für eine Dauerstromstärke von 15 A verbraucht 500 W. Wieviel Volt Spannung gehen in diesem Widerstand verloren?
80. Eine Bogenlampe für 12 A verbraucht 540 W. Wie groß ist die Klemmenspannung dieser Bogenlampe?
81. Durch die Zuleitung zu einem Gleichstrommotor fließen bei voller Belastung des Motors 50 A. Der Motor verbraucht 5500 W elektrische Leistung. In der Zuleitung zum Motor gehen 5 v. H. der elektrischen Leistung, die der Motor verbraucht, verloren. Wie groß ist der Spannungsverlust in der Zuleitung zum Motor?
82. Eine Freileitung dient zur Übertragung von 150 kW Gleichstrom. In der Freileitung dürfen bis 10 v. H. der zu übertragenden Leistung verlorengelassen. Die Netzspannung beträgt 500 V. Wie groß ist der höchste Spannungsverlust, der in der Freileitung auftreten darf?

4. Mechanische Leistung in PS und in kW.

Die Einheiten für mechanische Leistungen sind

1. Das Kilogrammster je Sekunde (kgm/s)
2. Die Pferdestärke (PS)
3. Das Kilowatt (kW)

$$1 \text{ PS} = 75 \text{ kgm/s}$$

$$1 \text{ kgm/s} = 9,81 \text{ W (Watt)}$$

$$1 \text{ PS} = 75 \cdot 9,81 = 736 \text{ W}$$

$$1 \text{ PS} = 0,736 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS.}$$

Während früher die mechanische Leistung nur in PS angegeben wurde, wird heute bei Elektromotoren die mechanische Leistung sowohl in PS als auch in kW angegeben. Für die Umrechnung von PS in kW gilt die Formel: Leistung in kW = Leistung in PS \cdot 0,736

$$N_{\text{kW}} = N_{\text{PS}} \cdot 0,736.$$

Die Umrechnung von kW in PS erfolgt nach der Formel

$$\text{Leistung in PS} = \frac{\text{Leistung in kW}}{0,736}$$

$$N_{\text{PS}} = \frac{N_{\text{kW}}}{0,736}.$$

83. Wieviel Kilowatt leistet ein Motor für 5; 7,5; 10; 20; 50 PS?
84. Wieviel „ leistet eine Dampfmaschine für 350 PS?
85. Wieviel „ leistet eine Dampfturbine für 13 600 PS?
86. Wieviel „ sind 1500 PS?
87. Zum Antrieb einer Transmission ist ein Motor für 25 PS erforderlich. Wieviel Kilowatt mechanische Leistung erfordert der Antrieb dieser Transmission?
88. Ein Generator wird durch eine Dampfturbine angetrieben, die 450 kW leistet. Für wieviel PS mechanische Leistung ist die Dampfturbine gebaut?
89. Wieviel PS leistet ein Elektromotor für 10 kW?
90. Wieviel PS leistet ein Dieselmotor für 22,08 kW?
91. In dem elektrischen Kraftwerk des Goldenbergwerkes in Knappsack b. Köln laufen Dampfturbinen, von denen jede bis etwa 70000 PS leistet. Wieviel Kilowatt leistet jede dieser Turbinen?
92. Auf dem Leistungsschild eines alten Gleichstrommotors ist die Leistung des Motors mit 15 PS angegeben. Der Motor soll zum Antrieb einer Transmission verwendet werden, die eine Antriebsleistung von 11 kW erfordert. Ist die Leistung des Motors ausreichend?

Die elektrische Arbeit.

$$\text{Arbeit} = \text{Leistung} \cdot \text{Zeit}$$

oder $A = N \cdot t$ (wenn der Buchstabe A das Zeichen für Arbeit, der Buchstabe N das Zeichen für Leistung und der Buchstabe t das Zeichen für Zeit ist).

Die Einheit der elektrischen Arbeit wird Wattstunde (Wh) genannt. Multipliziert man die Einheit der elektrischen Leistung (Watt) mit der Einheit der Zeit (Stunde), dann erhält man die Einheit der elektrischen Arbeit (Wattstunde).

$$\begin{aligned} 1 \text{ Wattstunde} &= 1 \text{ Watt} \cdot 1 \text{ Stunde,} \\ 1 \text{ Kilowattstunde} &= 1000 \text{ Wattstunden.} \end{aligned}$$

Der Verbrauch an elektrischer Arbeit wird allgemein nach Kilowattstunden (kWh) berechnet.

$$\text{Arbeitsverbrauch (A) in Kilowattstunden (kWh)} = \text{Kilowatt (kW)} \times \text{Stunden (h)}$$

$$\text{oder } A_{\text{kWh}} = \text{kW} \cdot \text{h.}$$

1. Berechnung des Verbrauchs an elektrischer Arbeit bei Gleichstrom.

93. Ein Stromkreis ist an 220 V Netzspannung angeschlossen. Durch den Stromkreis fließen 25 A. Wieviel Kilowattstunden (kWh) elektrische Arbeit verbraucht der Stromkreis in 1; 5; 12; 48 Stunden?
94. Durch die Wicklung eines Elektromagneten fließen 12,5 A. An den Klemmen des Elektromagneten wird eine Spannung von 225 V gemessen. Die Wicklung ist täglich 6 Stunden eingeschaltet. Wieviel Kilowattstunden verbraucht der Elektromagnet täglich?
95. Wieviel Kilowattstunden verbraucht ein Heizwiderstand für 130 V und 2,5 A. in 1 Stunde 25 Minuten?

2. Berechnung des elektrischen Arbeitsverbrauchs und dessen Kosten.

a) In Lichtanlagen für Gleichstrom.

96. Eine Glühlampe verbraucht 60 W.
 a) Wieviel Kilowattstunden verbraucht die Lampe in 1 Stunde?
 b) Wieviel Kilowattstunden verbraucht die Lampe im Monat, wenn sie täglich 3,5 Stunden eingeschaltet ist und der Monat mit 30 Tagen gerechnet wird?
97. Eine Glühlampe verbraucht 60 W. Wieviel Kilowattstunden verbraucht die Lampe in 5 Stunden?
98. Eine Treppenbeleuchtung besteht aus 5 Glühlampen von je 25 W. Die Lampen sind im Monat Dezember von 5³⁰ bis 9³⁰ abends eingeschaltet. Der Preis für eine Kilowattstunde beträgt 0,40 *R.M.* a) Wieviel Kilowattstunden verbraucht die Treppenbeleuchtung im Monat Dezember? b) Für wieviel *R.M.* elektrische Arbeit verbraucht die Treppenbeleuchtung im Monat Dezember?
99. In einer Wohnung sind 5 Lampen zu je 25 W und 2 Lampen zu je 60 W installiert. Von diesen Lampen brennen im Monat Januar 2 Stück zu je 25 W 4 Stunden und ein Stück von 60 W 2,5 Stunden täglich. Die Kilowattstunde kostet 0,32 *R.M.* a) Wieviel Kilowattstunden verbraucht die Anlage im Monat Januar? b) Wie hoch stellen sich die Kosten für elektrische Arbeit in diesem Monat?
100. In einem Warenhaus brennen
- | | | | | | | | |
|----|----|-------------|------------|-------|--------|---------|---------------------------------------|
| 1. | 6 | hochkerzige | Glühlampen | zu je | 500 W | täglich | 4 ¹ / ₄ Stunden |
| 2. | 2 | " | " | " | 1000 W | " | 3 " |
| 3. | 85 | " | " | " | 75 W | " | 4 ¹ / ₄ " |
| 4. | 10 | " | " | " | 40 W | " | 14 " |
| 5. | 12 | " | " | " | 25 W | " | 4 ¹ / ₄ " |
- a) Wie hoch stellen sich die täglichen Kosten für elektrische Beleuchtung, wenn die Kilowattstunde 0,30 *R.M.* kostet? b) Wie hoch stellen sich die Kosten im Jahr, wenn die Lampen unter
- | | | | | | | |
|----|----|-----|-------|---------|------------------|---------------------------------------|
| 1. | an | 300 | Tagen | täglich | durchschnittlich | 1 ³ / ₄ Stunden |
| 2. | " | 300 | " | " | " | 1 ¹ / ₄ " |
| 3. | " | 300 | " | " | " | 1 ³ / ₄ " |
| 4. | " | 365 | " | " | " | 6 ¹ / ₂ " |
| 5. | " | 300 | " | " | " | 1 ³ / ₄ " |
- eingeschaltet sind?
101. In einem Straßenbahnwagen sind 10 Lampen für je 60 W, 110 V, 0,55 A in zwei Serien zu je 5 Lampen hintereinander geschaltet. Die Spannung zwischen dem Fahrdrabt und den Schienen beträgt 500 V. Die Lampen

sind täglich durchschnittlich $6\frac{1}{2}$ Stunden eingeschaltet. Die Kilowattstunde wird mit 0,1 *R.M.* berechnet. Wie hoch stellen sich die Kosten für die Wagenbeleuchtung im Monat bei 30 Tagen?

102. Zur Beleuchtung einer Straße dienen 16 hochkerzige Glühlampen, von denen jede 300 W verbraucht. Es brennen alle 16 Lampen von $17\frac{1}{2}$ bis 22 Uhr und 8 Lampen von 22 Uhr bis 24 Uhr. Die Kilowattstunde kostet 0,30 *R.M.* a) Wie hoch stellen sich die Beleuchtungskosten für einen Tag? b) wie hoch für die Monate Dezember und Januar?

103. Zur Beleuchtung einer Bahnsteighalle dienen 18 Glühlampen zu je 60 W. Hier von brennen 5 Lampen dauernd in der Zeit von 17 Uhr bis 22³⁰. Beim Eintreffen eines Zuges werden die übrigen Lampen 10 Minuten lang eingeschaltet.

Auf dem Bahnhof laufen in der Zeit von 17 Uhr bis 22³⁰ 5 Züge ein. Der Bahnhof ist an eine Überlandzentrale angeschlossen und bezahlt für die Kilowattstunde 0,25 *R.M.* a) Wie hoch stellen sich die Beleuchtungskosten für einen Tag? b) für die Zeit vom 30. November bis 1. Februar (ausschließlich dieser beiden Tage)?

104. In einem Warenhaus brennen in der Zeit von 17 Uhr bis 19¹⁵

24 Glühlampen zu je 100 W
12 " " " 60 W

Als Nachtbeleuchtung brennen von 19¹⁵ bis 8¹⁵

6 Glühlampen zu je 40 W
4 " " " 25 W

Der elektrische Arbeitsverbrauch wird nach einem Doppeltarif berechnet. Im hohen Tarif kostet die Kilowattstunde 0,40 *R.M.*, im niedrigen Tarif 0,25 *R.M.* Der hohe Tarif beginnt um 17 Uhr und endet um 22 Uhr. a) Berechne die Beleuchtungskosten für einen Tag; b) für den Monat November, wenn an 4 Sonntagen das Warenhaus geschlossen ist!

105. Ein Bogenlampenstromkreis (Abb. 24) besteht aus 2 Bogenlampen für 8 A. Die Lampenspannung beträgt 45 V. Mit den Lampen ist ein Vorwiderstand hintereinander geschaltet, der bei 8 A 12 V Klemmenspannung hat. Der Stromkreis ist an 110 V angeschlossen. Die Kilowattstunde kostet 0,30 *R.M.*

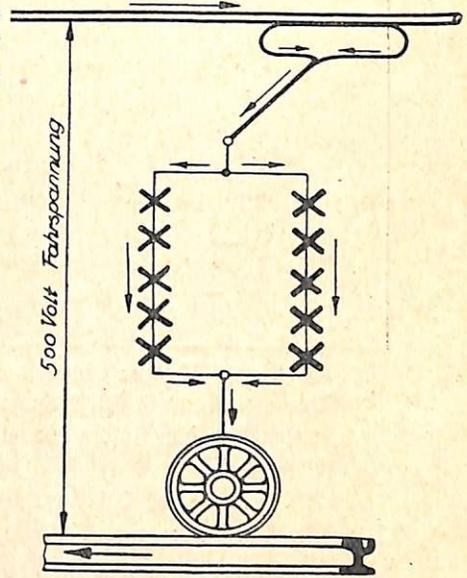


Abb. 23 (zu Aufg. 101).

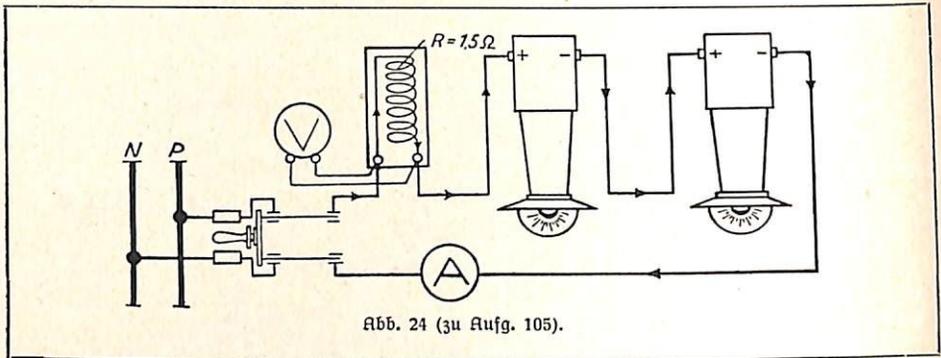


Abb. 24 (zu Aufg. 105).

a) Wieviel Kilowattstunden verbraucht jede Lampe in 3,5 Stunden? b) der Vorwiderstand in 3,5 Stunden? c) die Zuleitung in 3,5 Stunden? d) Wie hoch stellen sich die Kosten für elektrische Arbeit für den ganzen Stromkreis in dieser Zeit?

b) In Kraftanlagen für Gleichstrom.

106. Ein Gleichstrommotor für 220 V und 12,5 A läuft täglich 8 Stunden. Die Kilowattstunde kostet 0,35 *RM*. a) Wie hoch stellen sich die Kosten für verbrauchte elektrische Arbeit pro Tag? b) Wie hoch stellen sich diese Kosten im Jahr bei 300 Arbeitstagen?

107. Ein elektrischer Schnellbahnzug besteht aus 4 Wagen, von denen 2 Wagen Triebwagen sind. In jeden Triebwagen sind 2 Motoren eingebaut, von denen jeder während der Fahrt durchschnittlich 125 A aufnimmt. Die Fahrspannung ist 1000 V. Die Fahrtdauer zwischen Anfangs- und Endstation beträgt 45 Minuten. Die Kilowattstunde wird mit 0,08 *RM* berechnet. a) Wie hoch stellen sich die Kosten der verbrauchten elektrischen Arbeit für eine Fahrt? b) für alle Tagesfahrten, wenn der Zug morgens 7 Uhr die erste und abends 23 Uhr die letzte und außerdem jede volle Stunde eine Fahrt macht?

108. In einer Fabrik sind folgende Gleichstrommotoren vorhanden:

2 Motoren	für 440 V	und 60 A	
1 Motor	" 440 V	" 36 A	
1 "	" 440 V	" 8 A	
2 Motoren	" 220 V	" 2 A	
2 Wandringventilatoren,	von denen jeder 110 W verbraucht		
2 Tischbohrmaschinen,	von denen jede 150 W		"
2 Handbohrmaschinen,	von denen jede 130 W		"
2	" " "	" "	330 W
1 Werkzeugschleifmaschine,	die 250 W		"

a) Wieviel Kilowattstunden werden verbraucht, wenn alle Maschinen mit voller Belastung laufen? b) Wie hoch stellen sich die Kosten für den Bezug elektrischer Arbeit bei einem Preis von 0,15 *RM* für die Kilowattstunde, wenn die 6 Gleichstrommotoren täglich 8 Stunden und die übrigen Maschinen und Ventilatoren täglich $4\frac{1}{2}$ Stunden vollbelastet laufen?

c) In Licht- und Kraftanlagen für Gleichstrom.

109. An das Leitungsnetz eines Wohnhauses mit Werkstatt sind angeschlossen

I. Wohnhaus: 16 Glühlampen zu je 40 W, 110 V

II. Werkstatt: 5 " " " " 60 W, 110 V

1 Gleichstrommotor für 110 V, 25 A.

a) Wie hoch stellen sich die jährlichen Kosten für Licht und Kraft, wenn im Wohnhaus 50 v. H. aller Lampen an 365 Tagen täglich durchschnittlich $1\frac{3}{4}$ Stunden, in der Werkstatt 80 v. H. aller Lampen an 300 Arbeitstagen täglich durchschnittlich 50 Minuten brennen, der Motor an 300 Arbeitstagen täglich durchschnittlich $4\frac{1}{4}$ Stunden vollbelastet läuft, die Kilowattstunde für Licht 0,42 *RM* und die Kilowattstunde für Kraft 0,25 *RM* kostet? b) Für wieviel Ampere muß der Zähler für Licht gebaut sein, wenn seine Stromstärke 70 v. H. der gesamten Stromstärke für Licht (Haus und Werkstatt) betragen soll?

110. In einer kleinen Fabrik sind folgende Glühlampen, Motoren und Bohrmaschinen vorhanden:

1. 2 hochtnerzige Glühlampen zu je 300 W

2. 1 Glühlampe " 150 W

3. 6 Glühlampen " " 75 W

4. 18 Glühlampen " " 60 W

5. 1 Gleichstrommotor für 220 V und 20 A

6. 1 " " 220 V " 4 A

7. 1 Tischbohrmaschine " 220 V " 130 W

8. 1 Handbohrmaschine " 220 V " 130 W

a) Wie groß ist der gesamte Anschlußwert dieser Anlage? b) Wieviel Kilowattstunden werden täglich verbraucht, wenn alle Glühlampen durchschnittlich $3\frac{3}{4}$ Stunden eingeschaltet sind, die Motoren 8 Stunden und die beiden Bohrmaschinen durchschnittlich $5\frac{1}{2}$ Stunden vollbelastet laufen? c) Wie hoch stellen sich die täglichen Kosten für verbrauchte elektrische Arbeit, wenn die Kilowattstunde 0,25 *RM* kostet? d) Wie hoch stellen sich die Kosten für Licht und Kraft im Jahr bei 300 Arbeitstagen?

111. An dem Kilowattstundenzähler für Licht und Kraft eines Warenhauses wurde am 1. Dezember morgens die Zahl 1285, am 1. Januar morgens die Zahl 1876 und am 1. Februar morgens die Zahl 2395 abgelesen. a) Wieviel Kilowattstunden wurden im Monat Dezember und im Monat Januar verbraucht? b) Wieviel *RM* sind für verbrauchte elektrische Arbeit in jedem der beiden Monate zu zahlen, wenn die Kilowattstunde 0,18 *RM* kostet?

112. An das Netz eines Elektrizitätswerkes sind angeschlossen

550 Zähler mit einem Eigenverbrauch (Leerlauf) von je 3,8 W

600 " " " " " " " 4,2 W

3560 " " " " " " " 4,5 W

5290 " " " " " " " 4,8 W

Die Zähler sind täglich durchschnittlich 5 Stunden belastet. Die Kilowattstunde wird vom Wert mit 0,35 *R.M.* berechnet. a) Wieviel Kilowattstunden Leerlauf verbrauchen die Zähler jährlich? b) Wie hoch stellen sich die Kosten für Leerlauf?

113. Der Gleichstrom-Generator einer Fabrikzentrale ist an einem Tage

während 3 Stunden mit 675 A

" $1\frac{3}{4}$ " " 862 A

" $2\frac{3}{4}$ " " 586 A

" $1\frac{1}{2}$ " " 380 A

belastet. Die Spannung des Generators wird dauernd auf 460 V gehalten. Die Selbstkosten für die erzeugte elektrische Arbeit an dem betreffenden Tag betragen 315 *R.M.* Wie hoch stellen sich die Selbstkosten für eine erzeugte Kilowattstunde?

Wechselstrom.

Spannung und Stromstärke bei Wechselstrom.

Unter Wechselstrom versteht man einen Strom, der dauernd seine Richtung wechselt und seine Stärke ändert. Er wird durch eine Wellenlinie (Sinuslinie) a—b—c—d—e dargestellt. Die obere Halbwelle a—b—c gibt den Verlauf des Stromes in der einen Richtung an, während die untere Halbwelle c—d—e den Verlauf desselben Stromes in der entgegengesetzten Richtung darstellt. Der Verlauf des Stromes von a bis e wird Periode genannt. Während einer Periode wechselt der Strom zweimal seine Richtung. Die Zahl der Perioden in einer Sekunde heißt Frequenz. In Deutschland wird für Licht- und Kraftanlagen fast ausschließlich Wechselstrom mit 50 Perioden oder 100 Wechseln in der Sekunde verwendet. Weil die Spannung des Wechselstromes und damit auch die Höhe der Stromstärke in jedem Augenblick eine andere ist, muß zur Berechnung der Leistung des Wechselstromes mit einer mittleren Stromstärke und mit einer mittleren Spannung ge-

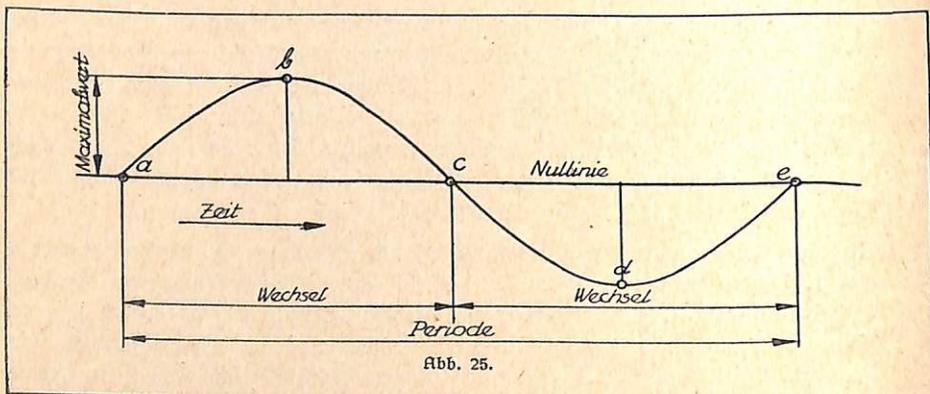


Abb. 25.

rechnet werden. ~~Diese mittlere Stromstärke wird wirksame oder effektive Stromstärke genannt.~~ Ebenso wird die mittlere Spannung als wirksame oder effektive Spannung bezeichnet. Die Zeiger der Spannungs- und Strommesser für Wechselstrom zeigen die effektive Stromstärke bzw. effektive Spannung direkt an. Die bei jedem Wechsel auftretende höchste Spannung wird maximale Spannung genannt. In gleicher Weise wird die bei jedem Wechsel einmal auftretende höchste Stromstärke als maximale Stromstärke bezeichnet. Die maximale Stromstärke J_m ist $\sqrt{2}$ oder 1,41 mal so hoch wie die

effektive Stromstärke J . $J_m = 1,41 \cdot J$. Mithin ist die effektive Stromstärke $J = \frac{J_m}{1,41}$.

Die maximale Spannung U_m ist $U_m = 1,41 \cdot U$, wenn U die effektive Spannung bedeutet.

Mithin ist die effektive Spannung

$$U = \frac{U_m}{1,41}$$

114. Ein Spannungsmesser zeigt eine effektive Spannung von 110 V an.
a) Wie hoch ist die maximale Spannung dieses Wechselstromes? b) Wie oft tritt diese maximale Spannung bei 50 Perioden in der Sekunde auf?

$U_m = U \cdot 1,41$

115. Ein Stromkreis ist an Wechselstrom angeschlossen. Mit einem Spannungsmesser wird eine effektive Spannung von 225 V und mit einem Strommesser eine effektive Stromstärke von 75 A gemessen. a) Wie hoch ist die maximale Spannung dieses Wechselstromes? b) Wie hoch ist die maximale Stromstärke dieses Wechselstromes?

$J_m = 1,41$

116. Die effektive Netzspannung einer Lichtanlage für Wechselstrom beträgt 127 V. Mit wieviel Volt Maximalspannung wird die Isolation der Leitungen beansprucht?

117. Die NGA-Isolation einer Starkstromleitung soll nach den Vorschriften des D. D. E. mit 2000 V Wechselspannung geprüft werden. Wie hoch muß die Prüfspannung sein, wenn die Prüfung mit Gleichspannung vorgenommen wird?

118. Wie hoch sind effektive Spannung und effektive Stromstärke, wenn die maximale Spannung 705 V und die maximale Stromstärke 423 A beträgt?

Die Phasenverschiebung.

1. Phasenverschiebung zwischen Wechselströmen.

Zwei Wechselströme sind in gleicher Phase, wenn sie in demselben Zeitpunkt ihre Richtung wechseln, in demselben Zeitpunkt ihren höchsten positiven Wert und in demselben Zeitpunkt ihren höchsten negativen Wert erreichen (Abb. 26 a). Wechselt dagegen

der eine Wechselstrom früher seine Richtung als der andere, erreicht er früher seinen höchsten positiven Wert und demnach auch früher seinen höchsten negativen Wert, dann sind beide Ströme gegeneinander verschoben. Man sagt, zwischen den beiden Wechselströmen besteht eine Phasenverschiebung (Abb. 26 b). Die Größe der Phasenverschiebung wird in Winkelgraden gemessen.

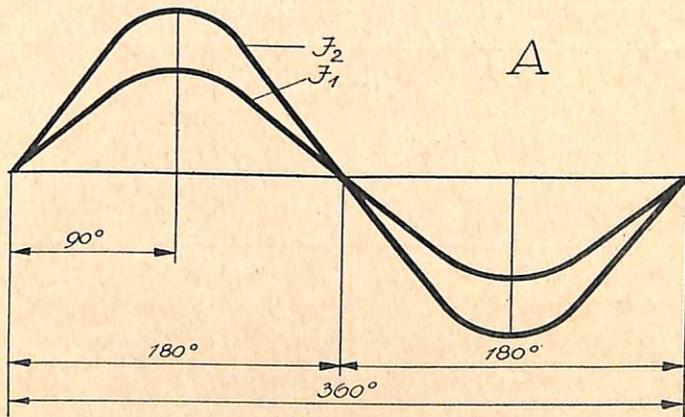
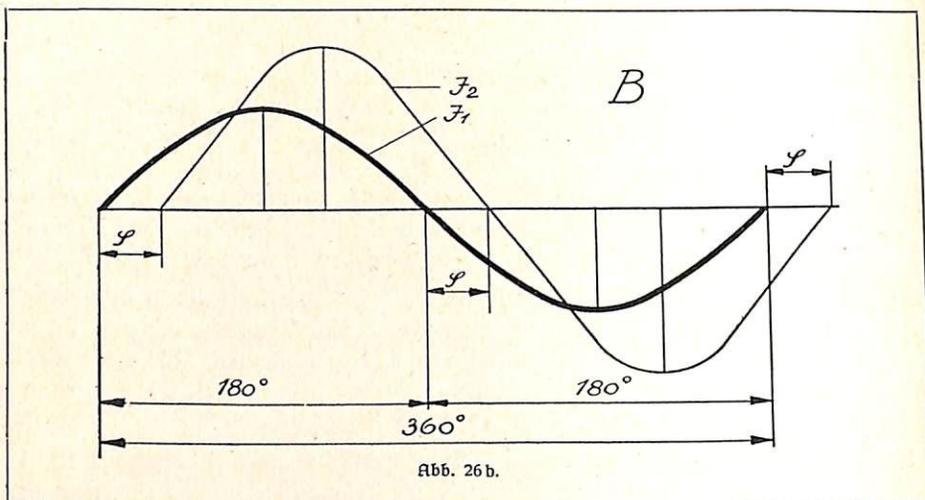


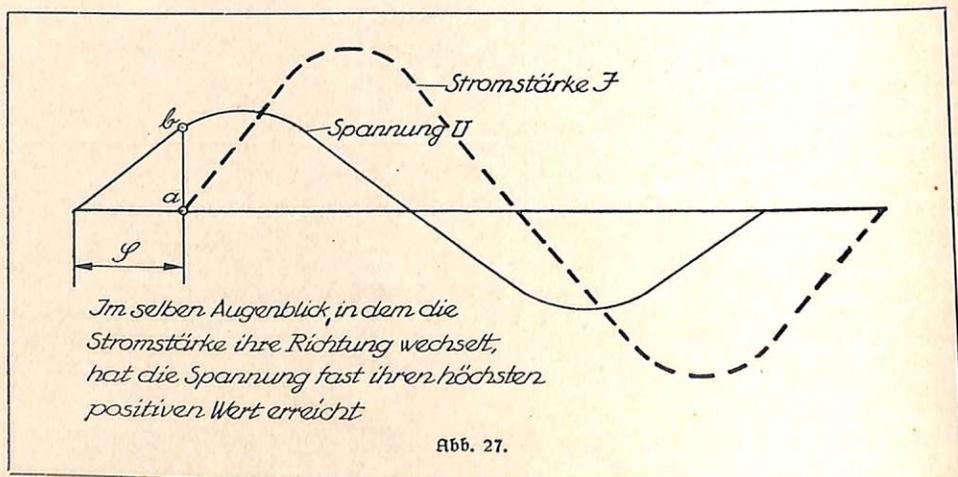
Abb. 26 a.



119. Zwei Wechselströme sind so gegeneinander verschoben, daß der eine in demselben Zeitpunkt seine Richtung wechselt, wenn der andere seinen höchsten Wert hat.
- a) Um wieviel Grad sind beide Wechselströme gegeneinander verschoben?
 b) Welcher Bruchteil einer Periode ist das? c) Welcher Bruchteil eines Wechsels ist das?
120. Drei Wechselströme sind um $\frac{1}{3}$ Periode gegeneinander verschoben. Um wieviel Grad eilen die Ströme einander nach?

2. Phasenverschiebung zwischen Stromstärke und Spannung.

Auch zwischen Stromstärke und Spannung desselben Wechselstromes kann Phasenverschiebung bestehen. Eine Phasenverschiebung zwischen Stromstärke und Spannung tritt immer dann auf, wenn Wechselstrom durch Magnetspulen fließt. Der Wechselstrom



Im selben Augenblick, in dem die Stromstärke ihre Richtung wechselt, hat die Spannung fast ihren höchsten positiven Wert erreicht

erzeugt in solchen Magnetspulen Selbstinduktion. Die EMK der Selbstinduktion wirkt der Spannung des Wechselstromes entgegen. Dadurch wird die Entwicklung der Stromstärke des Wechselstromes zurückgehalten. Infolgedessen eilt die Stromstärke der Spannung nach. Stromstärke und Spannung sind gegeneinander verschoben. Die Größe dieser Verschiebung wird in Winkelgraden gemessen und durch den Winkel φ (sprich: Phi) ausgedrückt. Alle Stromverbraucher, die eine Phasenverschiebung erzeugen, bilden eine induktive Belastung. Eine induktive Belastung bilden demnach alle Wechselstrommotoren, Wechselstrommagnete und Drosselspulen, weil in ihren Magnetwicklungen, die zur Erzeugung eines kräftigen magnetischen Feldes dienen, beim Durchfließen des Wechselstromes Selbstinduktion erzeugt wird. Es gibt auch Stromverbraucher, in denen so gut wie keine Selbstinduktion entsteht. Sie sind praktisch induktionsfrei und werden infolgedessen auch induktionsfreie Belastung genannt. Hierzu gehören Glühlampen und Heizwiderstände.

121. Wie groß ist der Winkel φ , wenn die Spannung der Stromstärke um $\frac{1}{3}$ Wechsel voreilt?
122. Zwischen Spannung und Stromstärke eines Wechselstromes besteht eine Phasenverschiebung von $\varphi = 15^\circ$. Um den wievielten Teil eines Wechsels eilt die Stromstärke der Spannung nach?

Der Einphasenstrom.

Zur Fortleitung des Stromes bei Einphasenstromanlagen genügen zwei Leitungen (wie bei Gleichstrom). Bei Maschinen und Umspannern (Transformatoren) für Einphasenstrom wird der Anfang der Phasenwicklung mit dem Buchstaben U und das Ende dieser Wicklung mit dem Buchstaben V bezeichnet. Die beiden Leitungen zur Fortleitung des Stromes werden durch die Buchstaben R und S gekennzeichnet. Der Einphasenstrom findet hauptsächlich in Deutschland, Österreich, der Schweiz und in Skandinavien zum Betriebe von elektrischen Vollbahnen Verwendung. (Bahnstrom meistens $16\frac{2}{3}$ Perioden.)

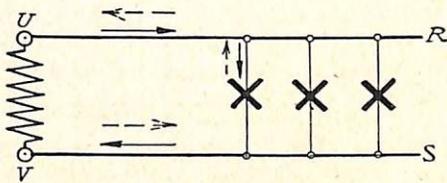


Abb. 28.

1. Berechnung der Leistung bei Einphasenstrom und induktionsfreier Belastung.

Sind an ein Wechselstromnetz nur Glühlampen und Heizwiderstände angeschlossen, die eine induktionsfreie Belastung bilden, dann wird die von diesen verbrauchte Leistung in Watt in derselben Weise berechnet wie bei Gleichstrom: Leistung in Watt = effektive Spannung in Volt \times effektive Stromstärke in Ampere, oder

$$N_W = U \cdot J \dots \text{Watt,}$$

$$J = \frac{N_W}{U} \dots \text{Ampere,}$$

$$U = \frac{N_W}{J} \dots \text{Volt.}$$

Hierin bedeutet N_W die Leistung in Watt,

U die effektive Spannung in Volt,

J die effektive Stromstärke in Ampere.

123. In einer Lichtanlage, die an ein Einphasennetz angeschlossen ist, wird mit einem Strommesser eine Stromstärke von 23,5 A und mit einem Spannungsmesser eine Spannung von 115 V gemessen. Wieviel Watt verbraucht die Anlage?

124. Für welche Stromstärke ist ein Heizwiderstand für 1,5 kW und 225 V bestimmt?

2. Berechnung der Leistung bei Einphasenstrom und induktiver Belastung.

Wenn an ein Einphasennetz nicht nur induktionsfreie Stromverbraucher (Glühlampen, Heizwiderstände), sondern auch induktive Stromverbraucher (Motoren, Elektromagnete, Drosselspulen) angeschlossen sind, ergibt das Produkt aus Volt \times Ampere nur scheinbar die verbrauchte Leistung. Die scheinbare Leistung oder Scheinleistung (N_S) wird, weil sie sich aus der Multiplikation von Volt \times Ampere ergibt, in Voltampere (VA) ausgedrückt, so daß Scheinleistung in Voltampere = Volt \times Ampere, oder

$$N_S = U \cdot J \dots \text{Voltampere ergibt.}$$

Ein Kilovoltampere = 1000 Voltampere (1 kVA = 1000 VA).

Um die wirkliche Leistung oder Wirkleistung (N_W) in Watt zu erhalten, muß die Scheinleistung aus Spannung \times Stromstärke noch mit einer Zahl multipliziert werden, die kleiner ist als die Zahl 1. Weil diese Zahl ein Faktor zur Berechnung der wirklichen Leistung (Wirkleistung) ist, wird sie Leistungsfaktor genannt. Der mathematische Ausdruck für Leistungsfaktor heißt $\cos \varphi$ (sprich: cosinus Phi). Man spricht infolgedessen vom Leistungsfaktor $\cos \varphi$. Bezeichnet man mit

$$\begin{aligned} N_W & \text{ die Wirkleistung in Watt,} \\ U & \text{ die effektive Spannung in Volt,} \\ J & \text{ die effektive Stromstärke in Ampere,} \\ \cos \varphi & \text{ den Leistungsfaktor,} \end{aligned}$$

dann gilt für Einphasenstrom bei induktiver Belastung die Formel

$$\text{Wirkleistung in Watt} = \text{Spannung} \times \text{Stromstärke} \times \text{Leistungsfaktor}$$

$$\text{oder} \quad N_W = U \cdot J \cdot \cos \varphi \dots \text{Watt.}$$

125. Eine Wechselstromanlage ist durch Motoren und Elektromagnete induktiv belastet. Die Anlage ist an eine Netzspannung von 225 V angeschlossen. Durch die Hauptleitungen der Anlage fließen 85 A. Bei dieser Belastung sei der Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,8$. a) Wieviel Kilovoltampere Scheinleistung entspricht diese Belastung? b) Wieviel Kilowatt Wirkleistung werden in der Anlage verbraucht?

126. Wieviel Voltampere (VA) Scheinleistung entfallen auf einen Einphasen-Wechselstrommotor im Anschluß an 115 V, wenn durch die Wicklung des Motors 18 A fließen.

127. Eine Licht- und Kraftanlage ist an 220 V Wechselstrom angeschlossen. Bei reinem Lichtbetrieb (wenn nur Glühlampen eingeschaltet sind) fließen durch die Hauptleitungen 45 A. Sind außer den Glühlampen auch die Motoren eingeschaltet, dann fließen 215 A. a) Wieviel Kilowatt verbrauchen die

Glühlampen? b) Wieviel Kilowatt werden verbraucht, wenn auch die Motoren eingeschaltet sind und der Leistungsfaktor der Anlage $\cos \varphi = 0,83$ ist?

128. In einem Elektrizitätswerk für Einphasenstrom zeigt der Spannungsmesser auf der Hauptschalttafel eine Netzspannung von 2200 V an. Die gesamte Netzstromstärke beträgt 675 A bei einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,71$. a) Wieviel Kilovoltampere Scheinleistung liefert das Werk? b) Wieviel Kilowatt Wirkleistung liefert das Werk? c) Wieviel Kilowatt Wirkleistung liefert das Werk bei derselben Stromstärke und Spannung, wenn durch besondere Einrichtungen (Kondensatoren) der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ auf 0,95 erhöht wird?

129. Ein Wechselstromgenerator liefert bei einer Klemmenspannung von 535 V 800 A. Bei dieser Belastung stellt sich der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ auf 0,78. a) Wieviel Kilovoltampere Scheinleistung erzeugt der Generator? b) Wieviel Kilowatt Wirkleistung erzeugt der Generator?

3. Berechnung der Stromstärke aus Leistung, Spannung und Leistungsfaktor.

Nach der Formel: Scheinleistung in Voltampere = Volt \times Ampere oder $N_S = U \cdot J$
 ist die Stromstärke in Ampere = $\frac{\text{Scheinleistung in Voltampere}}{\text{Volt}}$ oder $J = \frac{N_S}{U}$.

Aus der Formel für die Wirkleistung: Wirkleistung in Watt = Volt \times Ampere \times Leistungsfaktor oder $N_W = U \cdot J \cdot \cos \varphi$ berechnet sich die Stromstärke zu

$$\text{Stromstärke in Ampere} = \frac{\text{Wirkleistung in Watt}}{\text{Spannung in Volt} \times \text{Leistungsfaktor} \cos \varphi}$$

oder
$$J = \frac{N_W}{U \cdot \cos \varphi}$$

130. Ein Motor für Einphasenstrom entnimmt dem Netz bei einer Spannung von 115 V 3,45 kVA, a) Wieviel Ampere fließen durch den Motor? b) Wieviel Ampere fließen, wenn der Motor bei einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,7$ eine Wirkleistung von 2415 W verbraucht?

131. Nach den Angaben auf dem Leistungsschild eines Umspanners (Transformators) für Einphasenstrom und 230 V Sekundär-Spannung kann dieser Umspanner mit 25 kVA belastet werden. a) Wieviel Ampere dürfen durch die 230 V-Wicklung des Umspanners fließen? b) Wieviel Ampere fließen durch dieselbe Wicklung, wenn der Umspanner mit 18,8 kW bei einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,82$ belastet ist?

132. Ein Generator für Einphasenstrom ist bei 530 V Klemmenspannung mit 215 kVA Scheinleistung belastet. a) Wieviel Ampere liefert der Generator? b) Wieviel Ampere würde der Generator bei einer Belastung von 215 kW Wirkleistung liefern, wenn der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ bei dieser Leistung 0,87 ist?

4. Berechnung des Leistungsfaktors $\cos \varphi$ bei Einphasenstrom.

Sind Wirkleistung in Watt, Spannung in Volt und Stromstärke in Ampere bekannt, dann berechnet sich der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ aus der Formel

$$N_W = U \cdot J \cdot \cos \varphi \quad (\text{Wirkleistung in Watt} = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Leistungsfaktor})$$

$$\cos \varphi = \frac{N_W}{U \cdot J} \quad (\text{Leistungsfaktor} = \frac{\text{Watt}}{\text{Volt} \times \text{Ampere}}).$$

133. Wie groß ist der Leistungsfaktor eines Elektromagneten, der an 110 V Wechselstrom angeschlossen ist, wenn dieser Magnet bei 8 A 616 W Wirkleistung verbraucht?
134. Ein Wechselstrommotor verbraucht bei 220 V Nennspannung und 35 A Nennstrom eine Wirkleistung von 6 kW. Wie groß ist der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ dieses Motors?
135. Ein Wechselstromgenerator liefert bei 5500 V und 225 A 1000 kW Wirkleistung. Wie groß ist der Leistungsfaktor $\cos \varphi$?
136. Ein Umspanner für Einphasenstrom ist mit 12 000 kW belastet. Die Spannung beträgt 25 000 V, die Stromstärke 600 A. Wie groß ist der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ der an den Umspanner angeschlossenen Anlage?
- 136a. Berechne den Leistungsfaktor $\cos \varphi$ für Einphasenstrom aus folgenden Angaben:

Leistungsmesser	Spannungsmesser	Strommesser	Leistungsfaktor $\cos \varphi$
25 kW	115 V	270 A	
73 "	225 V	380 A	
105 "	500 V	240 A	
223 "	3 000 V	80 A	
670 "	6 000 V	120 A	
1125 "	10 000 V	125 A	

Der Zweiphasenstrom.

Unter Zweiphasenstrom versteht man zwei Wechselströme, die um 90° oder $\frac{1}{4}$ Periode gegeneinander verschoben sind. Hat z. B. der Wechselstrom J_1 in einem bestimmten Augenblick seinen höchsten positiven Wert erreicht, dann ist im selben Augenblick der Wechselstrom J_2 Null, d. h. der Wechselstrom J_2 wechselt in diesem Augenblick seine Richtung. Wenn im nächsten Augenblick der Wechselstrom J_1 auf Null gesunken ist (seine Richtung wechselt), hat der Wechselstrom J_2 seinen höchsten positiven Wert erreicht usw. Sind

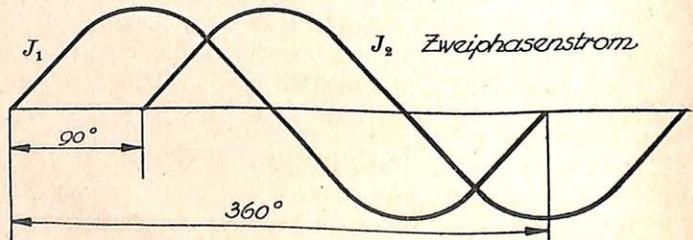
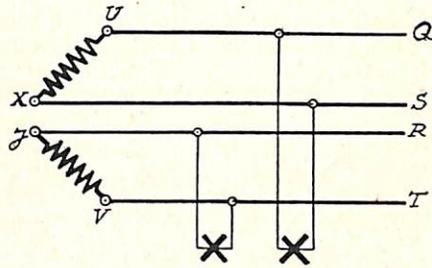


Abb. 29.

die beiden Phasenwicklungen $U-X$ und $V-Y$ nicht miteinander verbunden (verkettet), dann sind zur Fortleitung der beiden Wechselströme vier Leitungen erforderlich (Abb. 30). Werden die beiden Enden X und Y miteinander verbunden (verkettet), dann genügen zur Fortleitung der beiden Wechselströme drei Leitungen. Diese drei Leitungen werden durch die Buchstaben $Q-R/S$ und T gekennzeichnet. (Abb. 31.)

Bei verkettetem Zweiphasenstrom ist die Spannung zwischen den beiden äußeren Leitungen Q und T 1,41 oder $\sqrt{2}$ mal so hoch wie die Spannung zwischen einem der äußeren Leitungen Q oder T und dem mittleren Leiter R/S . (Verkettete Spannung = $1,41 \times$ Phasenspannung.) Im mittleren Leiter, der beiden Phasen gemeinsam ist, fließt ein Strom, dessen Stärke 1,41 oder $\sqrt{2}$ mal so stark ist wie der Strom, der in jedem der beiden äußeren Leiter Q und T fließt. (Abb. 32.)



Unverkettet
Abb. 30.

Bedeutet U_v die verkettete Spannung bei Zweiphasenstrom, U_{ph} die Phasenspannung bei Zweiphasenstrom, dann ist

$$U_v = 1,41 \cdot U_{ph}.$$

Bedeutet J_m die Stromstärke im mittleren Leiter R/S bei verkettetem Zweiphasenstrom, J die Stromstärke in einem der beiden äußeren Leiter Q oder T , dann ist

$$J_m = 1,41 \cdot J.$$

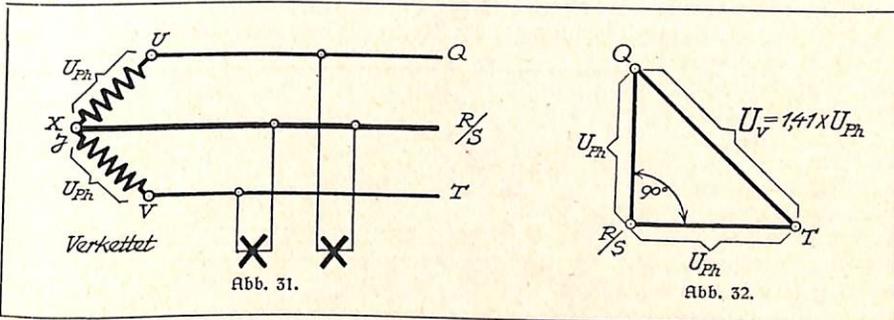


Abb. 31.

Abb. 32.

137. Bei verkettetem Zweiphasenstrom wird eine Phasenspannung von 100, 110, 225 V gemessen. Wie groß ist die verkettete Spannung zwischen den beiden Leitungen Q und T ?
138. Wie groß ist die Stromstärke in dem mittleren Leiter R/S bei verkettetem Zweiphasenstrom, wenn durch jeden der beiden äußeren Leiter 25, 40, 95, 135 A fließen?
139. Zwischen den beiden äußeren Leitern Q und T bei verkettetem Zweiphasenstrom wird eine Spannung von 310 V gemessen. Wie groß die Phasenspannung?
140. In einem verketteten Zweiphasennetz mit einer Phasenspannung von 115 V fließen durch jeden der beiden äußeren Leiter Q und T 75 A, a) Wie groß ist die verkettete Spannung U_v , b) die Stromstärke J_m im mittleren Leiter R/S ?

Der Dreiphasenstrom oder Drehstrom.

Unter Dreiphasenstrom oder Drehstrom versteht man drei Wechselströme, die um 120° oder $\frac{1}{3}$ Periode gegeneinander verschoben sind (Abb. 33). Sollen diese drei Wechselströme getrennt, d. h. jeder für sich fortgeleitet werden, dann sind für jeden Wechselstrom zwei Leitungen und für alle drei Ströme mithin sechs Leitungen erforderlich (Abb. 34). Werden jedoch die drei Phasen miteinander verbunden (verkettet), dann genügen zur

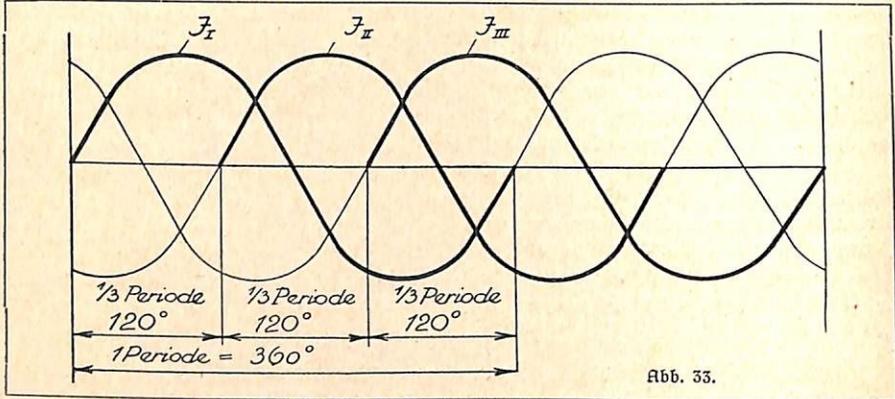


Abb. 33.

Fortleitung der drei Ströme drei Leitungen. Die drei Phasen können entweder im Stern (Λ) oder im Dreieck (Δ) geschaltet werden.

Bei der Sternschaltung sind die Enden der drei Phasen miteinander verbunden (verkettet). Bei dieser Schaltung kann die Fortleitung der drei Ströme entweder durch drei oder auch durch vier Leitungen erfolgen. Der vierte Leiter wird dann an den Nullpunkt, der auch Verkettungspunkt genannt wird, angeschlossen (Abb. 36).

Das Drehstromsystem mit vier Leitungen wird kurz Drehstrom = Vierleitersystem genannt. Bei diesem System unterscheidet

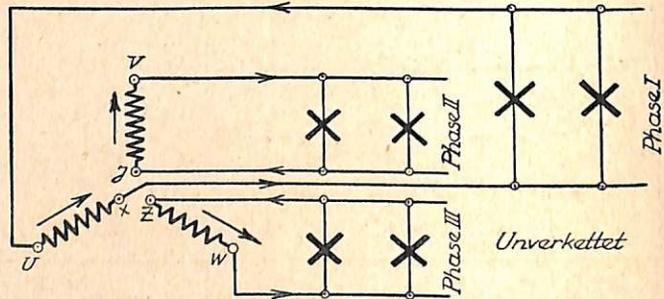


Abb. 34.

man zwei verschiedene Spannungen. Die eine dieser Spannungen wird Phasenspannung oder Nullleiterspannung oder auch Lichtspannung genannt. Die andere Spannung wird als verkettete Spannung oder Hauptleiterspannung oder auch als Kraftspannung bezeichnet.

Die verkettete Spannung U_v ist $1,73$ oder $\sqrt{3}$ mal so hoch wie die Phasenspannung U_{ph} (Abb. 35 b).

Verkettete Spannung = Phasenspannung $\cdot 1,73$.

$$U_v = U_{ph} \cdot 1,73$$

und
$$U_{ph} = \frac{U_v}{1,73}$$

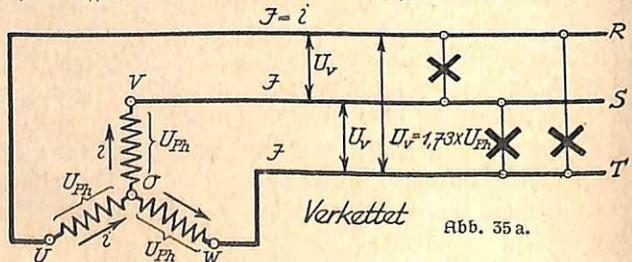


Abb. 35 a.

Bei der Sternschaltung ist die Stromstärke J in jedem Hauptleiter genau so groß wie die Stromstärke j in jeder der drei Phasenentwicklungen. Beim Drehstrom-Vierleiterystem (Abb. 36) werden die Glühlampen alle mit einem Pol an den Nulleiter und mit dem anderen Pol an einen der drei Hauptleiter (Phasenspannung) angeschlossen. Hierbei ist zu beachten, daß die gesamte Belastung möglichst gleichmäßig auf die drei Phasen verteilt wird. Motoren werden an die drei Hauptleiter (verfettete Spannung) angeschlossen. Sind die drei Phasen genau gleich belastet, dann ist der Nulleiter stromlos, d. h. durch den Nulleiter fließt kein Strom. Da sich eine genau gleichmäßige Belastung praktisch nicht erzielen läßt, wird der Nulleiter stets von Strom durchflossen.

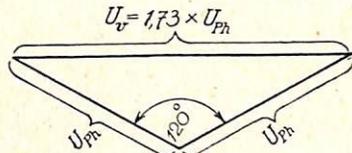


Abb. 35 b.

Bei der Dreieckschaltung (Abb. 37) ist das Ende X der ersten Phase mit dem Anfang V der zweiten Phase, das Ende Y der zweiten Phase mit dem Anfang W der dritten Phase und das Ende Z der dritten Phase mit dem Anfang U der ersten Phase verbunden.

Bei dieser Schaltung ist die Phasenspannung genau so hoch wie die verfettete Spannung. Dagegen ist die Stromstärke J in jeder der drei Hauptleitungen 1,73 oder $\sqrt{3}$ mal so groß wie die Stromstärke i in jeder Phasenentwicklung.

Stromstärke in jeder Leitung =
Stromstärke in einer Phase $\times 1,73$
oder

$$J = i \cdot 1,73$$

und
$$i = \frac{J}{1,73}.$$

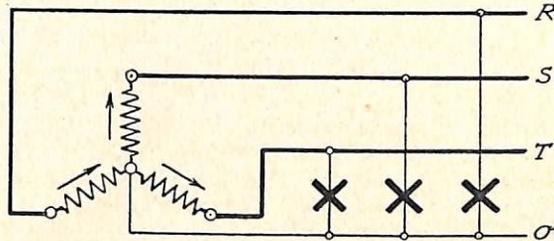


Abb. 36.

141. In einem Drehstrom-Vierleiternetz ist eine Phasenspannung von 110, 127, 220 V vorhanden. Wie hoch ist die verfettete Spannung?
142. Für wieviel Volt Spannung sind in der vorigen Aufgabe die Glühlampen und die Motoren zu bestellen?
143. In einer Drehstrom-Vierleiteranlage mit 380 V verfetteter Spannung wird irrtümlich eine Glühlampe an die verfettete Spannung angeschlossen.

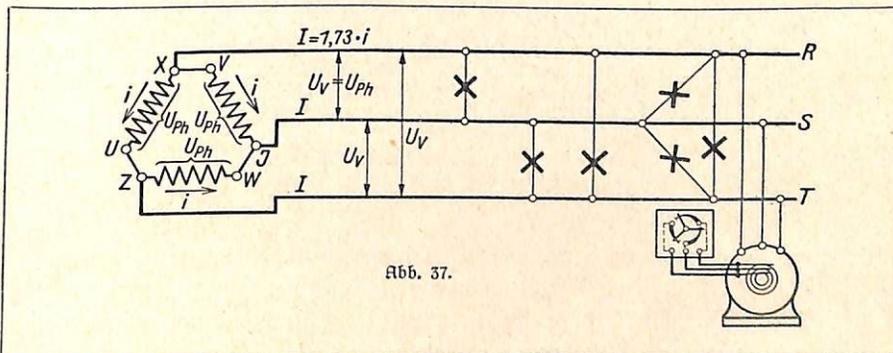


Abb. 37.

a) Mit wieviel Volt Überspannung brennt diese Lampe? b) Welche Erscheinung zeigt sich hierbei?

144. Zwischen jede der drei Phasen eines Drehstromnetzes mit 3 Hauptleitungen (ohne Nulleiter) ist ein Glühlampenstromkreis angeschlossen. Die Stromstärke eines jeden Stromkreises beträgt 6 A. Wie groß ist die Stromstärke in jeder der drei Hauptleitungen?

145. Zwischen je 2 Hauptleitungen eines Drehstromnetzes ohne Nulleiter sind 8 Glühlampenstromkreise angeschlossen. Jeder Glühlampenstromkreis wird von 4,5 A durchflossen. Wie groß ist die Stromstärke in jeder der 3 Hauptleitungen?

1. Berechnung der Leistung bei Drehstrom und induktionsfreier Belastung.

Sind an ein Drehstromnetz nur Glühlampen und Heizwiderstände angeschlossen, die eine induktionsfreie Belastung bilden, dann wird der Verbrauch an elektrischer Leistung nach der Formel

$$\text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Zahlenfaktor}$$

oder

$$N_W = U \cdot J \cdot 1,73$$

berechnet. Hierin bedeutet N_W die Leistung in Watt, U die Spannung in Volt zwischen zwei Hauptleitungen, J die Stromstärke in Ampere in einer Hauptleitung, 1,73 den Zahlenfaktor. Die Stromstärke J ergibt sich dann aus

$$J = \frac{N_W}{U \cdot 1,73}$$

146. An ein Drehstromnetz sind nur Glühlampen angeschlossen. Die Spannung zwischen zwei Hauptleitungen beträgt 225 V. Durch jede Hauptleitung fließen 12,5 A. Wieviel Watt werden in der Anlage verbraucht?

147. An einen Drehstromgenerator sind nur Glühlampen angeschlossen. Der Generator ist in der Lage, bei 225 V Spannung (zwischen den Hauptleitungen) 50 A zu liefern. Wieviel Kilowatt leistet der Generator?

148. Ein Drehstromumspanner ist nur mit Glühlampen belastet. Durch jede der drei Hauptleitungen zwischen Umspanner und Glühlampen fließen 16,5 A. Die Spannung zwischen zwei Hauptleitungen beträgt 236 V. Mit wieviel Kilowatt ist der Umspanner belastet?

149. Durch jede Zuleitung zu einem Heizwiderstand für Drehstrom fließen 6,7 A bei 220 V Spannung zwischen den Leitungen. Wieviel Kilowatt verbraucht der Heizwiderstand?

150. An eine Drehstromanlage sind nur Glühlampen angeschlossen, die zusammen 2,3 kW verbrauchen. Die Spannung zwischen zwei Hauptleitungen beträgt 225 V. Wieviel Ampere fließen durch jede Hauptleitung, wenn gleiche Belastung in den 3 Phasen vorausgesetzt wird?

151. An ein Drehstromnetz sind 165 Glühlampen angeschlossen. Jede Lampe verbraucht 40 W. Die Spannung zwischen 2 Hauptleitungen beträgt 110 V.
 a) Mit wieviel Kilowatt ist die Anlage durch Glühlampen belastet? b) Wieviel Ampere fließen in jeder der 3 Hauptleitungen, die die Verteilungstafel für Glühlampen mit der Hauptschalttafel verbinden?
152. Ein Drehstromumspanner für Licht (Glühlampen) hat eine Klemmenspannung von 230 V. Nach den Angaben eines eingeschalteten Leistungsmessers ist der Umspanner mit 12,5 kW belastet. Wieviel Ampere wird der Strommesser anzeigen, der in eine der 3 Hauptleitungen eingeschaltet ist, wenn die 3 Phasen gleichmäßig belastet sind?

2. Berechnung der Leistung bei Drehstrom und induktiver Belastung.

Sind an ein Drehstromnetz außer Glühlampen und Heizwiderständen auch induktive Leistungsverbraucher, wie Motoren, Elektromagnete, Drosselspulen angeschlossen, dann hat man zwischen einer Scheinleistung (N_S) in Voltampere (VA) und einer Wirkleistung (N_W) in Watt zu unterscheiden. Die Scheinleistung wird bei Drehstrom nach der Formel

$$\text{Scheinleistung in Voltampere} = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Zählfaktor}$$

oder
berechnet.

$$N_S = U \cdot J \cdot 1,73 \dots \text{ Voltampere}$$

Um die Wirkleistung (N_W) in Watt zu finden, muß die Scheinleistung in Voltampere noch mit dem Leistungsfaktor $\cos \varphi$ multipliziert werden. Zur Berechnung der Wirkleistung bei induktiver Belastung gilt demnach die Formel

$$\text{Wirkleistung in Watt} = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \text{Zählfaktor} \times \text{Leistungsfaktor}$$

oder

$$N_W = U \cdot J \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi.$$

153. An ein Drehstromnetz sind außer Glühlampen auch Motoren angeschlossen. Wieviel Kilowatt werden in diesem Netz verbraucht, wenn die Spannung zwischen 2 Hauptleitungen 380 V beträgt, durch jede Hauptleitung 86 A fließen und der Leistungsfaktor dieses Netzes $\cos \varphi = 0,75$ ist?
154. Ein Drehstrommotor ist an 380 V Spannung angeschlossen. Durch jede Zuleitung zum Motor fließen bei Vollast (wenn der Motor voll belastet ist) 18,5 A. Der Motor hat bei dieser Last einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,85$. Wieviel Kilowatt verbraucht der Motor?
155. Durch jede Leitung eines Hochspannungsnetzes für Drehstrom mit 6000 V Spannung am Ende der Leitung fließen 15, 17, 25 A. Der Leistungsfaktor dieses Netzes ist $\cos \varphi = 0,85$. Wieviel Kilowatt werden durch das Netz übertragen?
156. Wieviel Kilowatt überträgt ein Hochspannungsnetz, wenn die Hochspannung 100 000 V beträgt, durch jede der 3 Leitungen 65 A fließen und der Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,85$ ist?

157. Das elektrische Großkraftwerk „Goldenbergwerk“ bei Köln liefert an das Erstwerk bei Grevenbroich zur Gewinnung von Aluminium elektrische Energie. Die Spannung im Erstwerk stellt sich auf 100 000 V. Wieviel Kilowatt entnimmt das Erstwerk dem Hochspannungsnetz, wenn die Stromstärke in jeder Leitung 35 A beträgt und der Leistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ ist?
158. Ein Drehstromgenerator hat eine Klemmenspannung von 5600 V. Durch jeden Leiter des Verbindungskabels zwischen Generator und Hauptschalttafel fließen 300 A bei einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,82$. Mit wieviel Kilowatt ist der Generator belastet?
159. Eine Fabrik ist an Drehstrom mit 225 V Netzspannung angeschlossen. In der Fabrik sind folgende Glühlampen und Drehstrommotoren installiert bzw. aufgestellt:
1. 8 hochkerzige Glühlampen zu je 500 W
 2. 10 " " " " 300 W
 3. 25 " " " " 100 W
 4. 600 " " " " 60 W
 5. 3 Drehstrommotoren, von denen jeder bei Vollast 25 A aufnimmt und einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,83$ hat.
 6. 5 Drehstrommotoren, von denen jeder bei Vollast 45 A aufnimmt und einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,86$ hat.
- a) Wie groß ist der Anschlußwert für Licht? b) für Kraft? c) Wie groß ist der gesamte Anschlußwert?
160. An eine Licht- und Kraftanlage für 380/220 V sind folgende Drehstrommotoren angeschlossen:
1. 1 Drehstrommotor 380 V, 3,2 A, $\cos \varphi = 0,75$.
 2. 1 " 380 V, 8,6 A, " " = 0,79
 3. 1 " 380 V, 15,4 A, " " = 0,82
 4. 1 " 380 V, 23,5 A, " " = 0,86
 5. 10 hochkerzige gasgefüllte Glühlampen für je 500 W und 220 V
 6. 2 " " " " 150 W " 220 V
 7. 80 Glühlampen " " " " 40 W " 220 V
- a) Wie groß ist der Anschlußwert für Kraft? b) für Licht? c) Wie groß ist der gesamte Anschlußwert für Licht und Kraft?

3. Berechnung der Stromstärke aus Leistung, Spannung und Leistungsfaktor.

a) Induktionsfreie Belastung.

Nach der Formel

$$\text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times 1,73 \quad \text{oder} \quad N_W = U \cdot J \cdot 1,73$$

ist

$$J = \frac{N_W}{U \cdot 1,73} \dots \text{Ampere.}$$

b) Induktive Belastung.

Nach der Formel

$$\text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times 1,73 \times \text{Leistungsfaktor} \quad \text{oder} \quad N_W = U \cdot J \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi$$

$$\text{ist} \quad J = \frac{N_W}{U \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi}.$$

161. Eine Lichtanlage ist an ein Drehstromnetz mit 220 V Spannung angeschlossen. Wenn alle Lampen eingeschaltet sind, verbraucht die Anlage 3,2 kW. Wie groß ist die Stromstärke, die durch jede der drei Hauptleitungen fließt?
162. Ein Heizwiderstand ist an 220 V Drehstrom angeschlossen. Der Widerstand verbraucht 2,3 kW. Wie groß ist die Stromstärke in Ampere?
163. An eine Verteilungstafel für Drehstrom sind 9 Lichtstromkreise angeschlossen, von denen jeder 10 Lampen zu je 60 W besitzt. Wie groß ist die Stromstärke J in der Zuleitung zur Verteilungstafel, wenn die Netzspannung 220 V beträgt?
164. Ein Drehstrommotor für 380 V verbraucht bei Vollast 5,6 kW. Der Motor hat bei dieser Belastung einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,82$. Wie groß ist die Stromstärke in der Zuleitung zum Motor?
165. Ein Drehstrom-Generator leistet bei einer Klemmenspannung von 550 V 350 kW. Der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ ist 0,86. Wieviel Ampere fließen durch die Verbindungsleitungen zwischen Generator und Netz?

4. Berechnung des Leistungsfaktors $\cos \varphi$ bei Drehstrom.

Sind die Wirkleistung in Watt, die Spannung in Volt und die Stromstärke in Ampere bekannt, dann ergibt sich der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ nach der Formel

$$N_W = U \cdot J \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{N_W}{U \cdot J \cdot 1,73}.$$

Die Formel zur Berechnung des Leistungsfaktors lautet demnach in Worten

$$\text{Leistungsfaktor} = \frac{\text{Wirkleistung in Watt}}{\text{Spannung in Volt} \times \text{Stromstärke in Ampere} \times \text{Zahlenfaktor } 1,73}.$$

166. In einer Drehstromanlage mit 225 V Netzspannung wird mit einem Leistungsmesser ein Verbrauch von 16 kW gemessen. Der Strommesser, welcher in eine der drei Hauptleitungen geschaltet ist, zeigt eine Stromstärke von 48 A an. Wie groß ist der Leistungsfaktor dieser Anlage?
167. Ein Drehstrommotor verbraucht bei Vollast 7,6 kW. Die Netzspannung beträgt 380 V, die Stromstärke in der Zuleitung zum Motor 13,6 A. Wie groß ist der Leistungsfaktor $\cos \varphi$?

168. Berechne den Leistungsfaktor $\cos \varphi$ bei Drehstrom aus folgenden Angaben:

Leistungsmesser	Spannungsmesser	Strommesser	Leistungsfaktor $\cos \varphi$
12 kW	113 V	71 A	
25 kW	226 V	75 A	
45 kW	380 V	80 A	
100 kW	500 V	130 A	
250 kW	3000 V	55 A	
600 kW	6000 V	70 A	
1350 kW	10000 V	90 A	
3000 kW	25000 V	75 A	
10000 kW	100000 V	65 A	

Berechnung des elektrischen Arbeitsverbrauchs und dessen Kosten bei Wechselstrom.

Die Berechnung der elektrischen Arbeit in Kilowattstunden (kWh) erfolgt nach der Formel

$$\text{Arbeit} = \text{Leistung} \times \text{Zeit} \quad \text{oder} \quad A = N \cdot t,$$

so daß Arbeitsverbrauch (A) in Kilowattstunden (kWh) = Kilowatt (kW) \times Stunden (h)

$$A_{\text{kWh}} = \text{kW} \cdot \text{h}.$$

1. Bei Einphasenstrom und induktionsfreier Belastung.

$$\text{Leistung in Watt } N_W = U \cdot J;$$

$$\frac{\text{Leistung in Watt}}{1000} = \text{Kilowatt}; \quad \text{oder} \quad \frac{N_W}{1000} = \text{kW};$$

$$A_{\text{kWh}} = \text{kW} \cdot \text{h}.$$

169. Eine Lichtanlage ist an ein Einphasenneß mit 115 V Netzspannung angeschlossen. Durch die Zuleitung zu dieser Lichtanlage fließen 25 A. Die Anlage ist täglich 3,5 Stunden eingeschaltet. Die Kilowattstunde kostet 0,32 *R.M.* a) Wieviel Kilowattstunden (kWh) werden in dieser Anlage täglich verbraucht? b) Wie hoch stellen sich die Kosten für verbrauchte elektrische Arbeit im Monat, wenn die Anlage an 25 Arbeitstagen eingeschaltet ist?
170. Ein elektrischer Kocher ist an 225 V Wechselspannung angeschlossen. Der Kocher verbraucht 380 W. Die Kilowattstunde kostet 0,40 *R.M.* Wie hoch stellen sich die Kosten für verbrauchte elektrische Arbeit, wenn der Kocher täglich 5 mal 12 Minuten lang eingeschaltet ist?
171. Durch einen elektrischen Heizofen fließen bei 220 V 8 A. Die Kilowattstunde kostet 0,22 *R.M.* Der Ofen ist im Monat November täglich $2\frac{1}{4}$ Stunden, im Monat Dezember täglich $3\frac{1}{2}$ Stunden, im Monat Januar täglich $4\frac{1}{4}$ Stunden eingeschaltet. Für wieviel *R.M.* elektrische Arbeit verbraucht der Heizofen in den 3 Monaten November, Dezember und Januar?

2. Bei Einphasenstrom und induktiver Belastung.

$$\text{Leistung in Watt } N_W = U \cdot J \cdot \cos \varphi;$$

$$\frac{\text{Leistung in Watt}}{1000} = \text{Kilowatt oder } \frac{N_W}{1000} = \text{kW};$$

$$A_{\text{kWh}} = \text{kW} \cdot \text{h}.$$

172. Eine Licht- und Kraftanlage für Einphasenstrom verbraucht 25,3 kW während $3\frac{1}{2}$ Stunden. Wieviel Kilowattstunden verbraucht die Anlage?
173. Ein Motor für Einphasenstrom verbraucht 6,7 kW und läuft täglich 8 Stunden. Die Kilowattstunde kostet 0,25 *R.M.* a) Wieviel Kilowattstunden verbraucht der Motor täglich? b) Wie hoch stellen sich die Kosten für verbrauchte elektrische Arbeit täglich?
174. An ein Einphasennez ist ein Motor angeschlossen, der bei 220 V Spannung 12,5 A aufnimmt und bei dieser Belastung einen Leistungsfaktor $\cos \varphi$ von 0,77 hat. Die Kilowattstunde kostet 0,25 *R.M.* Für wieviel Mark elektrische Arbeit verbraucht dieser Motor in der Woche bei 6 Arbeitstagen, wenn er täglich 8 Stunden läuft?

3. Bei Drehstrom und induktionsfreier Belastung.

$$\text{Leistung in Watt } N_W = U \cdot J \cdot 1,73;$$

$$\frac{\text{Leistung in Watt}}{1000} = \text{Kilowatt oder } \frac{N_W}{1000} = \text{kW};$$

$$A_{\text{kWh}} = \text{kW} \cdot \text{h}.$$

175. Eine Lichtanlage mit 225 V Netzspannung ist an Drehstrom angeschlossen. Der Verbrauch an elektrischer Leistung für Licht beträgt 3,8 kW. Wie hoch stellen sich die Kosten an Licht für einen Tag, wenn die Anlage täglich $3\frac{3}{4}$ Stunden eingeschaltet ist und die Kilowattstunde 0,32 *R.M.* kostet?
176. In einer Lichtanlage im Anschluß an 220 V Drehstrom brennen 3 Stromkreise, von denen jeder 550 W verbraucht, täglich 3 Stunden
- | | | | | | | | |
|---|---|---|---|--------|---|---|------------------|
| 4 | " | " | " | 480 W | " | " | $3\frac{1}{2}$ " |
| 6 | " | " | " | 1000 W | " | " | $2\frac{3}{4}$ " |
| 2 | " | " | " | 900 W | " | " | $3\frac{1}{4}$ " |
- Die Kilowattstunde kostet 0,40 *R.M.* a) Wieviel Kilowattstunden werden in der Anlage täglich verbraucht? b) Wie hoch stellen sich die täglichen Kosten für Licht?
177. Eine Lichtanlage ist an Drehstrom angeschlossen. Durch die Zuleitung zur Hauptverteilungstafel für Licht fließen 25 A. Die Netzspannung beträgt 220 V. Die Kilowattstunde kostet 0,28 *R.M.* Wie hoch stellen sich die Kosten für Licht, wenn die Anlage im Monat Januar 96 Stunden eingeschaltet war?
178. Durch die Zuleitung zu einem elektrischen Heizofen, der an Drehstrom 220 V angeschlossen ist, fließen 3,9 A. a) Wieviel Kilowattstunden verbraucht der Ofen im Monat April, wenn er täglich 4 Stunden eingeschaltet ist? b) Wie hoch stellen sich die Kosten für Heizung, wenn die Kilowattstunde 0,24 *R.M.* kostet?

4. Bei Drehstrom und induktiver Belastung.

$$\text{Leistung in Watt } N_W = U \cdot J \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi;$$

$$\frac{\text{Leistung in Watt}}{1000} = \text{Kilowatt oder } \frac{N_W}{1000} = \text{kW};$$

$$A_{\text{kWh}} = \text{kW} \cdot h.$$

179. Durch die Zuleitung zu einem Drehstrommotor fließen 23 A; der Motor ist an 380 V angeschlossen. Sein Leistungsfaktor $\cos \varphi$ ist bei dieser Belastung 0,8. Die Kilowattstunde kostet 0,25 $\mathcal{R}\mathcal{M}$. a) Wie hoch stellt sich der Leistungsverbrauch in Kilowatt? b) Wie hoch stellt sich der Arbeitsverbrauch in Kilowattstunden, wenn der Motor 54 Stunden gelaufen hat? c) Wie hoch stellen sich die Kosten für verbrauchte elektrische Arbeit in dieser Zeit?
180. Durch die Zuleitung zu einem Drehstrom-Umspanner fließen, wenn der Umspanner „leerläuft“ (durch die Sekundärwindung des Umspanners fließt kein Strom), 0,35 A bei einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,15$ und einer Klemmenspannung von 5500 V zwischen den Anschlußklemmen der Primärwindung. Der Umspanner „läuft“ von 24 Stunden täglich 6 Stunden „leer“. Die Kilowattstunde wird mit 0,30 $\mathcal{R}\mathcal{M}$ berechnet. a) Wieviel Kilowatt „Leerlauf“ verbraucht der Umspanner? b) Wieviel Kilowattstunden verbraucht der Umspanner an „Leerlauf“ im Monat Mai? c) Wie hoch stellen sich die Kosten für „Leerlauf“ im Monat Mai?
181. Ein Drehstrommotor für 380 V Klemmenspannung nimmt bei Leerlauf (wenn er unbelastet läuft) 15 A auf. Sein Leistungsfaktor stellt sich bei „Leerlauf“ auf $\cos \varphi = 0,18$. Der Motor läuft täglich $2\frac{3}{4}$ Stunden „leer“. Die Kilowattstunde kostet 0,38 $\mathcal{R}\mathcal{M}$. Wie hoch stellen sich die Kosten für „Leerlauf“ im Jahr bei 300 Arbeitstagen?
182. In einer Drehstromanlage mit 380/220 V Spannung sind
 3 Glühlampenstromkreise mit 220 V Lampenspannung, von denen jeder Stromkreis mit 3,8 A belastet ist, täglich $2\frac{3}{4}$ Stunden,
 2 Glühlampenstromkreise 220 V und je 8 A Belastung täglich $2\frac{1}{2}$ Stunden,
 1 Glühlampenstromkreis 220 V und 5,8 A Belastung täglich $2\frac{1}{4}$ Stunden,
 1 Drehstrommotor 380 V, 12,6 A, $\cos \varphi = 0,82$ täglich 7 Stunden, 1 Drehstrommotor 380 V, 18,6 A, $\cos \varphi = 0,85$ täglich 8 Stunden, 1 Drehstrommotor 380 V, 25 A, $\cos \varphi = 0,87$ täglich 8 Stunden eingeschaltet.
 a) Wieviel Kilowattstunden werden am Tage verbraucht für Licht? b) für Kraft?
 c) Wie hoch stellen sich die Kosten für Licht im Monat bei 25 Arbeitstagen, wenn die Kilowattstunde für Licht 0,38 $\mathcal{R}\mathcal{M}$ kostet? d) Wie hoch stellen sich die Kosten für Kraft im Monat bei 25 Arbeitstagen, wenn die Kilowattstunde für Kraft 0,25 $\mathcal{R}\mathcal{M}$ kostet? e) Wie hoch stellen sich die Gesamtkosten für Licht und Kraft im Monat?

Der Wirkungsgrad bei Generatoren und Motoren.

1. Der Wirkungsgrad bei Generatoren.

Jeder Generator verbraucht zu seinem Antrieb mechanische Leistung. Er liefert dafür elektrische Leistung. Man sagt, der Generator nimmt mechanische Leistung auf und gibt elektrische Leistung ab. Die aufgenommene mechanische Leistung ist immer größer als die abgegebene elektrische Leistung, weil ein Teil der aufgenommenen mechanischen Leistung im Generator verlorengeht. Um diesen Verlust muß die abgegebene Leistung kleiner sein als die aufgenommene. Der Grad der Wirkung eines Generators wird daher um so höher sein, je kleiner die Verluste sind, die im Generator entstehen. Den Grad der Wirkung eines Generators erhält man, wenn man die abgegebene Leistung durch die aufgenommene Leistung teilt. Das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur aufgenommenen Leistung wird Wirkungsgrad genannt.

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{abgegebene Leistung}}{\text{aufgenommene Leistung}}$$

Als Abkürzung für das Wort Wirkungsgrad wurde der griechische Buchstabe η (sprich: Eta) gewählt.

Bedeutet

η den Wirkungsgrad,
 N_1 die aufgenommene Leistung,
 N_2 die abgegebene Leistung,

dann ist

$$\eta = \frac{N_2}{N_1}$$

Bei Maschinen, die zum Antrieb von Generatoren dienen (Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Wasserturbinen, Gasmotoren, Dieselmotoren usw.) wird die mechanische Leistung in PS angegeben, während die elektrische Leistung bei Generatoren für Gleichstrom in Kilowatt und bei Generatoren für Wechselstrom in Kilovoltampere ausgedrückt wird. (Bei Generatoren für Wechselstrom erhält man die Wirkleistung in Kilowatt, wenn man die angegebene Scheinleistung in Kilovoltampere mit dem angegebenen Leistungsfaktor $\cos \varphi$ multipliziert). 1 PS mechanische Leistung entspricht 0,736 Kilowatt elektrischer Leistung. Um die von den Generatoren aufgenommene mechanische Leistung in PS in Kilowatt elektrische Leistung umzurechnen, hat man die mechanische Leistung in PS mit 0,736 zu multiplizieren. Bedeutet N_{PS} die aufgenommene mechanische Leistung in PS und N_{kW} die abgegebene elektrische Leistung in Kilowatt, dann ist

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{abgegebene Leistung in Kilowatt}}{\text{aufgenommene Leistung in PS} \times 0,736}$$

oder

$$\eta = \frac{N_{kW}}{N_{PS} \cdot 0,736}$$

Weil das Rechnen mit Brüchen leichter zu Irrtümern führt als das Rechnen mit ganzen Zahlen, ist es einfacher, sowohl die aufgenommene als auch die abgegebene Leistung in Watt (W) auszudrücken.

Da 1 PS = 736 W sind, lautet die Formel für den Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{N_W}{N_{PS} \cdot 736}$$

oder in Worten

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{abgegebene Leistung in Watt}}{\text{aufgenommene Leistung in PS} \times 736}$$

N_W bedeutet die abgegebene Leistung in Watt,
 N_{PS} " " aufgenommene mechanische Leistung in PS.

2. Berechnung des Wirkungsgrades bei Generatoren für Gleichstrom.

Bei Gleichstrom-Generatoren berechnet sich die abgegebene Leistung zu

$$N_W = U \cdot J,$$

infolgedessen wird

$$\eta = \frac{U \cdot J}{N_{PS} \cdot 736}.$$

183. Ein Generator für Gleichstrom nimmt 250 kW mechanische Leistung auf und gibt 226 kW elektrische Leistung ab. Wie groß ist der Wirkungsgrad dieses Generators?
184. Ein Generator für Gleichstrom liefert bei 250 V Spannung 125 A. Die Dampfmaschine, die zum Antrieb dieses Generators dient, leistet 52 PS. Dampfmaschine und Generator sind direkt gekuppelt. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Generators?

3. Berechnung des Wirkungsgrades bei Generatoren für Drehstrom.

Bei Drehstrom-Generatoren berechnet sich die abgegebene elektrische Leistung in Watt zu

$$N_W = U \cdot J \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi.$$

Infolgedessen ist

$$\eta = \frac{N_2}{N_1},$$

wenn aufgenommene und abgegebene Leistung in kW oder W angegeben sind, und

$$\eta = \frac{U \cdot J \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi}{N_{PS} \cdot 736},$$

wenn die Spannung, die Stromstärke und der Leistungsfaktor des Generators sowie die vom Generator aufgenommene mechanische Leistung in PS bekannt sind.

185. Ein Generator für Drehstrom kann bei Vollast mit 12 500 kVA bei $\cos \varphi = 0,8$ belastet werden. Bei dieser Belastung ist zum Antrieb des Generators eine mechanische Leistung von 10 526 kW erforderlich. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Generators?
186. Ein Generator für Drehstrom ist bei einer Klemmenspannung von 5600 V und einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,8$ mit 1500 A belastet. Die Dampfturbine, die zum Antrieb des Generators dient, leistet 17 500 PS. a) Wie groß ist der Wirkungsgrad des Drehstrom-Generators? b) Wieviel Kilowatt gehen in dem Generator verloren?

4. Berechnung der aufgenommenen Leistung aus der abgegebenen Leistung und dem Wirkungsgrad.

Aus der Formel Wirkungsgrad = $\frac{\text{abgegebene Leistung}}{\text{aufgenommene Leistung}}$ erhält man die aufgenommene Leistung zu

$$\text{Aufgenommene Leistung} = \frac{\text{abgegebene Leistung}}{\text{Wirkungsgrad}}$$

oder

$$N_1 = \frac{N_2}{\eta}.$$

Ist die abgegebene Leistung in Watt bekannt, dann erhält man die aufgenommene Leistung in PS aus

$$\text{Aufgenommene Leistung in PS} = \frac{\text{abgegebene Leistung in Watt}}{\text{Wirkungsgrad} \times 736}$$

oder
$$N_{PS} = \frac{N_W}{\eta \cdot 736}$$

N_{PS} bedeutet die aufgenommene mechanische Leistung in PS.
 N_W " " abgegebene elektrische " " Watt.

5. Berechnung der aufgenommenen mechanischen Leistung bei Generatoren für Gleichstrom.

Ist die abgegebene oder abzugebende elektrische Leistung in Watt oder Kilowatt eines Generators für Gleichstrom bekannt, dann berechnet sich die aufgenommene bzw. aufzunehmende mechanische Leistung in Watt oder Kilowatt aus

$$N_1 = \frac{N_2}{\eta}$$

Sind dagegen Spannung und Stromstärke des Generators bekannt, dann ergibt sich die aufzunehmende Leistung in PS aus

$$N_{PS} = \frac{U \cdot J}{\eta \cdot 736}$$

187. Ein Generator für Gleichstrom liefert bei voller Belastung 500 kW. Der Generator hat bei dieser Belastung einen Wirkungsgrad $\eta = 0,93$. Wieviel Kilowatt mechanische Leistung nimmt der Generator bei voller Belastung auf?
188. Ein Generator für Gleichstrom für 550 V und 1820 A hat einen Wirkungsgrad von $\eta = 0,93$. Wieviel PS muß die Dampfmaschine leisten, die diesen Generator antreibt?
189. Ein Generator für 250 V Klemmenspannung und 200 A hat einen Wirkungsgrad von $\eta = 0,87$. Berechne die Leistung der Kraftmaschine in PS, die zum Antrieb dieses Generators dient.

6. Berechnung der aufgenommenen mechanischen Leistung bei Generatoren für Drehstrom.

$N_1 = \frac{N_2}{\eta}$, wenn die abgegebene elektrische Leistung in Kilowatt oder Watt gegeben ist und die aufgenommene mechanische Leistung in Kilowatt oder Watt berechnet werden soll.

$N_{PS} = \frac{U \cdot J \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi}{\eta \cdot 736}$, wenn Spannung, Stromstärke und Leistungsfaktor des Generators gegeben sind und die aufgenommene mechanische Leistung in PS berechnet werden soll.

Ist bei einem Drehstrom-Generator die Scheinleistung in Kilovoltampere und der Leistungsfaktor gegeben, dann ist die Scheinleistung Kilovoltampere in die Wirkleistung Kilowatt umzurechnen. Wirkleistung = Scheinleistung \times Leistungsfaktor oder Kilowatt = Kilovoltampere \cdot Leistungsfaktor ($N_W = N_S \cdot \cos \varphi$).

190. Ein Generator für Drehstrom leistet 25 000 kVA bei $\cos \varphi = 0,8$. Der Generator nimmt bei dieser Leistung 21 100 kW mechanische Leistung auf. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Generators?
191. Ein Generator für Drehstrom mit einer Klemmenspannung von 5500 V ist mit 1050 A belastet. Die Belastung ist induktiv. Der Leistungs-

faktor $\cos \varphi$ ist 0,75. Der Generator hat bei dieser Belastung einen Wirkungsgrad von $\eta = 0,91$. Der Antrieb des Generators erfolgt durch eine Dampfturbine. Wieviel PS muß die Dampfturbine leisten?

192. Ein Drehstrom-Generator ist mit einer Wasserturbine direkt gekuppelt. Der Leistungsmesser des Generators zeigt eine Leistungsabgabe von 20 000 kW an. Der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ ist 0,82. Der Generator hat bei dieser Belastung einen Wirkungsgrad $\eta = 0,93$. Wie groß ist die Leistung der Wasserturbine in PS?

Der Wirkungsgrad bei Motoren.

Der Elektromotor verhält sich umgekehrt wie der Generator. Während der Generator mechanische Leistung aufnimmt, gibt der Elektromotor mechanische Leistung ab. Dagegen nimmt der Elektromotor elektrische Leistung auf, während der Generator elektrische Leistung abgibt. Die vom Motor aufgenommene elektrische Leistung ist immer größer als die abgegebene mechanische Leistung. Für die Berechnung des Wirkungsgrades bei Motoren gilt dieselbe allgemeine Formel wie bei Generatoren:

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{abgegebene Leistung}}{\text{aufgenommene Leistung}}$$

oder $\eta = \frac{N_2}{N_1}$, wenn N_1 die aufgenommene und N_2 die abgegebene Leistung bedeutet.

Bei Elektromotoren soll die abzugebende mechanische Leistung des Motors in Kilowatt angegeben sein. Um Unklarheiten zu vermeiden, ist auf dem Leistungsschild bei Elektromotoren sowohl die mechanische Leistung in Kilowatt als auch in PS angegeben. Bei der Umrechnung von Kilowatt in PS hat man die mechanische Leistung in Kilowatt durch 0,736 zu teilen, so daß $N_{PS} = \frac{N_{KW}}{0,736}$ ist. Soll umgekehrt die mechanische Leistung von PS in Kilowatt umgerechnet werden, dann ist die Zahl der PS mit 0,736 zu multiplizieren. Mithin ist $N_{KW} = 0,736 \cdot N_{PS}$.

Wie bereits in dem Kapitel „Wirkungsgrad bei Generatoren“ gesagt wurde, ist es zweckmäßig, statt mit Kilowatt mit Watt zu rechnen. Werden aufgenommene elektrische Leistung und abgegebene mechanische Leistung in Watt ausgedrückt, dann berechnet sich der Wirkungsgrad bei Elektromotoren nach der Formel

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{abgegebene Leistung in PS} \times 736}{\text{aufgenommene Leistung in Watt}}$$

oder

$$\eta = \frac{N_{PS} \cdot 736}{N_W}$$

N_W ist die aufgenommene elektrische Leistung in Watt

N_{PS} „ „ abgegebene mechanische Leistung in PS.

1. Berechnung des Wirkungsgrades bei Motoren für Gleichstrom.

Bei Gleichstrommotoren berechnet sich die aufgenommene elektrische Leistung in Watt aus $N_W = U \cdot J$.

Es ist $\eta = \frac{N_2}{N_1}$, wenn aufgenommene und abgegebene Leistung in Kilowatt oder Watt

angegeben sind und $\eta = \frac{N_{PS} \cdot 736}{U \cdot J}$, wenn die vom Motor abgegebene mechanische Leistung in PS, die Klemmenspannung U des Motors und die vom Motor aufgenommene Stromstärke J bekannt sind.

193. Ein Gleichstrommotor nimmt 17,5 kW elektrische Leistung auf und gibt 15 kW mechanische Leistung ab. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Motors?
194. Die Nennleistung (Leistung bei Vollast) eines Gleichstrommotors ist auf dem Leistungsschild mit 3,5 kW angegeben. Die Nennspannung beträgt 220 V, die Nennstromstärke 18,7 A. Wie groß ist der Wirkungsgrad dieses Motors?
195. Ein Gleichstrommotor leistet 4,5 PS. Der Motor nimmt bei dieser Belastung bei einer Nennspannung von 110 V einen Nennstrom von 36 A auf. a) Wie groß ist der Wirkungsgrad? b) Wieviel Kilowatt Verlust entstehen im Motor?

2. Berechnung des Wirkungsgrades bei Motoren für Einphasen-Wechselstrom.

Bei Einphasenmotoren berechnet sich die aufgenommene elektrische Leistung in Watt aus $N_W = U \cdot J \cdot \cos \varphi$.

Es ist $\eta = \frac{N_2}{N_1}$, wenn aufgenommene und abgegebene Leistung in Kilowatt oder Watt angegeben sind, und $\eta = \frac{N_{PS} \cdot 736}{U \cdot J \cdot \cos \varphi}$, wenn die vom Motor abgegebene mechanische Leistung in PS, die Klemmenspannung U , die Stromstärke J und der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ bekannt sind.

196. Ein Motor für Einphasenstrom nimmt 5,75 kW elektrische Leistung auf und gibt 5 kW mechanische Leistung ab. Wie groß ist der Wirkungsgrad?
197. Ein Einphasenmotor für 1500 Umdrehungen in der Minute leistet 4 PS (Nennleistung) und hat einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,8$. Die Nennspannung des Motors ist 115 V, die Nennstromstärke 39 A. Wie groß ist der Wirkungsgrad dieses Motors?

3. Berechnung des Wirkungsgrades bei Motoren für Drehstrom.

Bei Drehstrommotoren berechnet sich die aufgenommene elektrische Leistung in Watt aus $N_W = U \cdot J \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi$.

Es ist $\eta = \frac{N_2}{N_1}$, wenn die aufgenommene und abgegebene Leistung in Kilowatt oder Watt angegeben sind, und $\eta = \frac{N_{PS} \cdot 736}{U \cdot J \cdot 1,73 \cdot \cos \varphi}$, wenn die vom Motor abgegebene mechanische Leistung in PS, die Klemmenspannung U , die Stromstärke J und der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ bekannt sind.

198. Ein Drehstrommotor nimmt 8,6 kW elektrische Leistung auf und gibt 7,5 kW mechanische Leistung ab. Wie groß ist der Wirkungsgrad?
199. Ein Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer für 1,5 kW bei 220 V Nennspannung hat einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,88$. Der Motor macht 3000 Umdrehungen in der Minute. Wie groß ist der Wirkungsgrad dieses Motors, wenn die Nennstromstärke 5,3 A beträgt?
200. Ein Drehstrommotor mit Schleifringläufer leistet 15 PS. Der Motor macht 1500 Umdrehungen in der Minute und hat einen Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,87$. Die Nennspannung beträgt 380 V, die Nennstromstärke 22 A. Wie groß ist der Wirkungsgrad dieses Motors?

Akkumulatoren.

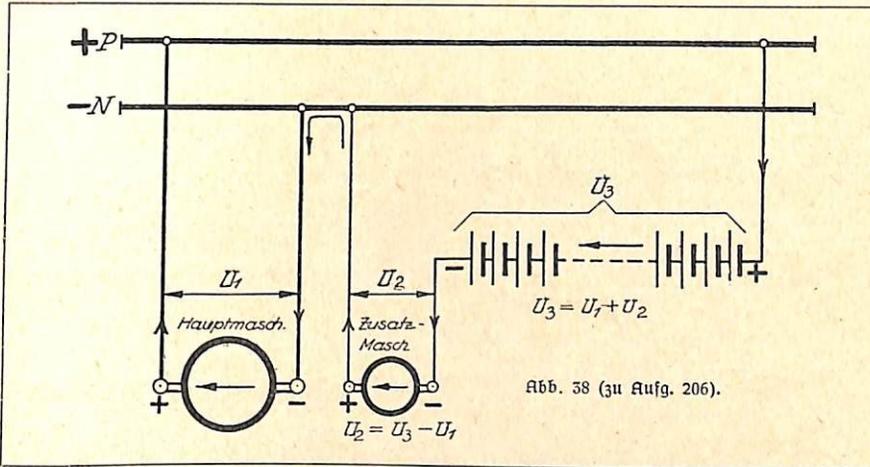
Ein Akkumulator (Sekundärelement) dient zum Aufspeichern elektrischer Energie.¹⁾ Mehrere miteinander verbundene Akkumulatorenzellen werden als Akkumulatoren-Batterie bezeichnet. Bei der Ladung steigt die Spannung einer Akkumulatorenzelle auf höchstens 2,75 V. Bei der Entladung soll die Spannung einer Akkumulatorenzelle nicht unter 1,83 V sinken. Sobald bei einer geladenen Akkumulatoren-Batterie mit der Entladung begonnen wird, sinkt die Spannung pro Zelle auf rund 2 V. Die Kapazität (Aufnahmefähigkeit) eines Akkumulators wird in Amperestunden Ah ausgedrückt. [Ampere (A) \times Stundenzahl (h) = Amperestundenzahl (Ah)]. Für gewöhnlich wird die Kapazität für eine kürzeste Entladezeit von 3 Stunden angegeben. Dauert die Entladung infolge geringerer Stromentnahme länger als 3 Stunden, dann nimmt die Kapazität der Batterie zu. Hat z. B. eine Batterie bei 3stündiger Entladung eine Kapazität von 60 Ah, dann steigt die Kapazität bei 5stündiger Entladung auf ca. 80, bei 7stündiger Entladung auf ca. 84 und bei 10stündiger Entladung auf ca. 90 Ah an.

Zum Laden von Akkumulatoren darf nur Gleichstrom verwendet werden.

Das Abschalten von Akkumulatorenzellen bei der Ladung und das Zuschalten von Zellen bei der Entladung erfolgt durch Zellschalter. Man unterscheidet Einfach-Zellschalter und Doppelzellschalter. Der Einfach-Zellschalter kommt zur Anwendung, wenn während der Ladung für Licht- oder Kraftzwecke aus der Batterie kein Strom entnommen zu werden braucht. Mit Hilfe des Doppelzellschalters ist es möglich, auch während der Ladung Strom mit der Netzspannung für Licht- und Kraftzwecke aus der Batterie zu entnehmen.

201. Aus wieviel Zellen muß eine Akkumulatoren-Batterie mindestens bestehen, wenn bei der geringsten Entladespannung von 1,83 V pro Zelle die Gesamtspannung der Batterie 110, 220, 440 V betragen soll?
202. a) Wie hoch steigt die höchste Ladepannung einer Akkumulatoren-Batterie, die 60 Zellen hat? b) Wieviel Volt Spannung hat diese Batterie beim Beginn der Entladung? c) Um wieviel Volt übersteigt die Entladespannung (bei 2 V pro Zelle) die Betriebsspannung von 110 V? d) Wieviel Zellen müssen beim Beginn der Entladung abgeschaltet werden, damit die Betriebsspannung von 110 V nicht überschritten wird? e) Wieviel Kontakte muß der für diese Batterie passende Einfachzellschalter haben?
203. Wieviel Zellen müssen bei einer Batterie von 60 Zellen abgeschaltet werden, wenn jede Zelle 2,75 V Spannung hat und die Entladespannung nicht mehr als 110 V sein soll? Der wievielte Teil der gesamten Zellenzahl ist das?
204. Berechne die Zahl der abzuschaltenden Zellen für eine Batterie für 220 V bei 120 Zellen!
205. Auf wieviel Volt muß die Spannung einer Gleichstrom-Nebenschlußmaschine zum Laden einer Akkumulatoren-Batterie für a) 110 V und 60 Zellen; b) 220 V und 120 Zellen; c) 440 V und 240 Zellen gesteigert werden können?

1) Streng genommen wird beim Laden eines Akkumulators elektrische Energie in chemische Energie und beim Entladen des Akkumulators chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt. Ein Aufspeichern elektrischer Energie findet also tatsächlich nicht statt (Siehe II. Teil: Sachkunde für Elektriker.)



206. Zum Laden einer Akkumulatorenbatterie mit 60 Zellen dient eine Hauptmaschine und eine Zusatzmaschine. Die Hauptmaschine hat eine Spannung von 110 V. Wie hoch muß die Spannung der Zusatzmaschine gesteigert werden können?
207. Wie hoch muß sich die Spannung der Zusatzmaschine für eine Akkumulatorenbatterie von 120, 240 Zellen steigern lassen, wenn die Spannung der Hauptmaschine 220, 440 V beträgt?
208. Berechne die Entladestromstärken der in nachstehender Tafel angegebenen Batterien!

Zfd. Nr.	Kapazität in Amperestunden, wenn die Entladung				Entladestromstärke in Ampere, wenn die Entladung			
	3	5	7	10	3	5	7	10
	Stunden dauert				Stunden dauert			
1	7,5	9,5	11	12				
2	22,5	28	32	36				
3	30	38	42	48				
4	45	56	63	70				
5	75	94	105	110				
6	90	104	126	130				

Die Wärmewirkung des elektrischen Stromes.

Fließt Strom durch einen Leiter, dann erwärmt sich der Leiter. Der Strom erzeugt im Leiter eine bestimmte Wärmemenge.

Die Einheit für die Messung der Wärmemenge ist die Kilokalorie (kcal).

Die Kilokalorie (kcal) ist diejenige Wärmemenge, durch welche ein Kilogramm Wasser um 1° C erwärmt wird.¹⁾

Der tausendste Teil einer Kilokalorie heißt Grammkalorie (cal).

1) Die gesetzliche Kilokalorie ist diejenige Wärmemenge, durch welche ein Kilogramm Wasser bei atmosphärischem Druck von 14,5° auf 15,5° erwärmt wird.

Durch Versuche wurde festgestellt, daß mit der elektrischen Arbeit von einer Kilowattstunde (kWh) eine Wärmemenge von 860 Kilokalorien erzeugt werden, so daß

$$1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal.}$$

Eine Kilokalorie sind $860 \cdot 1000 = 860000$ Grammkalorien. Eine Kilowattstunde sind $60 \cdot 60 \cdot 1000 = 3600000$ Wattsekunden (Ws). Infolgedessen entspricht eine Wattsekunde $\frac{860000}{3600000} = 0,239$ oder rund 0,24 Grammkalorien (cal)

$$1 \text{ Ws} = 0,24 \text{ cal.}$$

Bedeutet Q_{kcal} die erforderliche Wärmemenge in Kilokalorien und A_{kWh} die zur Erzeugung dieser Wärmemenge erforderliche elektrische Arbeit in Kilowattstunden, dann ist

$$A_{\text{kWh}} = \frac{Q_{\text{kcal}}}{860} \quad (I)$$

oder in Worten:

$$\text{Elektrische Arbeit in Kilowattstunden} = \frac{\text{Erforderliche Wärmemenge in Kilokalorien}}{860}$$

Ist die erforderliche Wärmemenge in Grammkalorien Q_{cal} bekannt, dann wird

$$A_{\text{kWh}} = \frac{Q_{\text{cal}}}{860000} \quad (II)$$

Die zur Erwärmung einer bestimmten Gewichtsmenge Wasser erforderliche Wärmemenge (Q_{kcal}) berechnet sich aus dem Gewicht des Wassers in kg, multipliziert mit der Zahl der Wärmegrade, um welche die Temperatur des Wassers erhöht werden soll.

Bedeutet G_{kg} das Gewicht des zu erwärmenden Wassers in kg,

t_1 die Anfangstemperatur des Wassers in Grad C,

t_2 " Endtemperatur " " " " "

dann ist

$$Q_{\text{kcal}} = G_{\text{kg}} \cdot (t_2 - t_1). \quad (III)$$

Beispiel: 2 kg Wasser (2 Liter) sollen von 15°C auf 100°C erwärmt werden. Wie groß ist die erforderliche Wärmemenge Q_{kcal} ?

Lösung: Bei $G_{\text{kg}} = 2 \text{ kg}$, $t_2 = 100^\circ \text{C}$ und $t_1 = 15^\circ \text{C}$ wird

$$Q_{\text{kcal}} = 2 \cdot (100 - 15) = 2 \cdot 85 = 170 \text{ kcal.}$$

Bei elektrischen Kochtöpfen, Brat- und Badöfen geht ein Teil der vom Strom erzeugten Wärmemenge durch die Erwärmung der Gefäße und durch Wärmestrahlung für die Erwärmung des Wassers verloren. Es muß infolgedessen eine größere Wärmemenge erzeugt werden, als an das Wasser abgegeben wird.

Das Verhältnis der an das Wasser abgegebenen Wärmemenge zu der vom Strom erzeugten Wärmemenge wird Wirkungsgrad des Kochtopfes genannt.

Bedeutet η den Wirkungsgrad, dann berechnet sich die erforderliche elektrische Arbeit aus

$$A_{\text{kWh}} = \frac{Q_{\text{kcal}}}{860 \cdot \eta} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Wenn die erforderliche} \\ \text{Wärmemenge in Kilo-} \\ \text{kalorien gegeben ist.} \end{array} \right. \quad (IV)$$

$$A_{\text{kWh}} = \frac{Q_{\text{cal}}}{860000 \cdot \eta} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Wenn die erforderliche} \\ \text{Wärmemenge in Gramm-} \\ \text{kalorien gegeben ist.} \end{array} \right. \quad (V)$$

Beispiel: 1,5 kg Wasser sollen von 20°C auf 95°C erwärmt werden. a) Wie groß ist die erforderliche Wärmemenge in kcal? b) Wie groß ist der elektrische Arbeitsverbrauch in kWh zur Erwärmung des Wassers, wenn der Kochtopf einen Wirkungsgrad $\eta = 0,9$ hat?

Lösung: Zu a) Bei

$$G_{\text{kg}} = 1,5 \text{ kg}, t_2 = 95^\circ \text{ C und } t_1 = 20^\circ \text{ C}$$

$$Q_{\text{kcal}} = 1,5 \cdot (95 - 20) = 1,5 \cdot 75 = 112,5 \text{ kcal.}$$

Zu b) $A_{\text{kWh}} = \frac{112,5}{860 \cdot 0,9} = 0,145 \text{ kWh.}$

209. Ein elektrischer Kochtopf enthält 5 kg (5 l) Wasser von 12° C . Das Wasser soll zum Sieden (100° C) gebracht werden. Der Kochtopf hat einen Wirkungsgrad von $\eta = 0,95$. a) Wie groß ist die erforderliche Wärmemenge in kcal? b) Wie groß ist der elektrische Arbeitsverbrauch?
210. Ein elektrischer Kochtopf faßt 25 l (25 kg). Der Kochtopf hat einen Wirkungsgrad von 0,95. Das Wasser soll von 8° C auf 65° C erwärmt werden.
a) Wie groß ist die erforderliche Wärmemenge Q_{kcal} ?
b) Wie groß ist der erforderliche elektrische Arbeitsverbrauch A_{kWh} ?

1. Berechnung der entwickelten Wärmemenge aus Stromstärke, Spannung und Zeit.

Durch ein Watt wird in einer Sekunde eine Wärmemenge von 0,24 Grammkalorien erzeugt. Watt ist das Produkt aus Volt mal Ampere. Multipliziert man das Produkt aus Stromstärke in Ampere und der Spannung in Volt noch mit der Zeit in Sekunden, dann erhält man die elektrische Arbeit in Wattsekunden (Ws). Die Zahl der Wattsekunden, mit der Zahl 0,24 multipliziert, ergibt die erzeugte Wärmemenge in Grammkalorien.

Bedeutet U die Spannung in Volt,
 J die Stromstärke in Ampere,
 t die Zeit in Sekunden,
 Q_{cal} die erzeugte Wärmemenge in Grammkalorien,

dann ist $Q_{\text{cal}} = 0,24 \cdot U \cdot J \cdot t$ Grammkalorien.

Beispiel: Ein Heizwiderstand ist an 220 V Spannung angeschlossen. Durch den Heizwiderstand fließen 5 A. Der Heizwiderstand ist 10 Stunden eingeschaltet. Wie groß ist die im Heizwiderstand entwickelte Wärmemenge?

Lösung: Bei

$$U = 220 \text{ V}, J = 5 \text{ A und } t = 10 \cdot 60 \cdot 60 = 36\,000 \text{ Sekunden}$$

wird $Q_{\text{cal}} = 0,24 \cdot 220 \cdot 5 \cdot 36\,000 = 9\,504\,000$ Grammkalorien

oder $\frac{9\,504\,000}{1000} = 9\,504$ Kilokalorien.

211. Durch einen Widerstand, der an 110 V Spannung angeschlossen ist, fließen 12 A. Der Widerstand ist 3 Stunden eingeschaltet. Wie hoch ist die im Widerstand entwickelte Wärmemenge?
212. Eine Kohlesfadenglühlampe für 16 HK ist an 110 V Spannung angeschlossen. Durch die Lampe fließt $\frac{1}{2}$ A. Wie hoch ist die in einer Stunde im Leuchtfaden der Lampe entwickelte Wärmemenge?
213. Eine gasgefüllte Metalldrahtlampe für 40 W ist eine Stunde eingeschaltet. Wie groß ist die im Leuchtdraht dieser Lampe entwickelte Wärmemenge?

Sind entwickelte Wärmemengen Q_{kcal} , Anfangstemperatur t_1 , Endtemperatur t_2 und Wirkungsgrad η bekannt, dann berechnet sich das Gewicht des Wassers in kg (G_{kg}), welches durch die Wärmemenge Q_{kcal} von $t_1^\circ \text{ C}$ auf $t_2^\circ \text{ C}$ erwärmt werden kann, aus

$$G_{\text{kg}} = \frac{Q_{\text{kcal}} \cdot \eta}{t_2 - t_1} \quad (\text{VI})$$

Beispiel: Wieviel kg Wasser von $t_1 = 12^\circ \text{C}$ lassen sich mit der im Widerstand des Beispiels auf Seite 89 entwickelten Wärmemenge bei einem Wirkungsgrad $\eta = 0,95$ zum Sieden (100°C) bringen?

Lösung: $Q_{\text{kcal}} = 9504$, $t_1 = 12^\circ \text{C}$, $t_2 = 100^\circ \text{C}$, $\eta = 0,95$

$$G_{\text{kg}} = \frac{9504 \cdot 0,95}{100 - 12} = \frac{9028,8}{88} = 102,6 \text{ kg.}$$

214. Wieviel kg Wasser lassen sich mit der im Leuchtfaden der Kohlenfadenlampe Seite 89, Aufgabe 212 entwickelten Wärmemenge von 15°C auf 100°C in einem Kochtopf erwärmen, wenn der Topf einen Wirkungsgrad von 0,92 hat?

2. Berechnung der entwickelten Wärmemenge aus der Stromstärke, dem Widerstand und der Zeit.

Nach dem Ohmschen Gesetz ist $U = J \cdot R$. Setzt man in die Formel $Q_{\text{cal}} = 0,24 \cdot U \cdot J \cdot t$ für U den Wert $J \cdot R$ ein, dann ist

$$Q_{\text{cal}} = 0,24 \cdot J \cdot J \cdot R \cdot t \text{ oder } Q_{\text{cal}} = 0,24 \cdot J^2 \cdot R \cdot t. \quad (\text{VII})$$

Beispiel: Durch einen Widerstand von 10Ω fließen 5 A 2 Stunden lang. Wie groß ist die entwickelte Wärmemenge?

Lösung: Bei

$$J = 5 \text{ A}, R = 10 \Omega \text{ und } t = 2 \cdot 60 \cdot 60 = 7200 \text{ Sekunden}$$

wird $Q_{\text{cal}} = 0,24 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 7200 = 432000$ Grammcalorien

oder $\frac{432000}{1000} = 432$ Kilocalorien.

215. Durch eine Freileitung aus Kupfer mit $1,5 \Omega$ Widerstand fließen täglich während 8 Stunden 75 A. a) Wie groß ist die in der Leitung entwickelte Wärmemenge?

b) Wieviel kg Wasser lassen sich mit der in der Freileitung entwickelten Wärmemenge bei einem Wirkungsgrad von $\eta = 0,9$ von 15°C zum Sieden (100°) bringen?

216. An einer Motorschalttafel entsteht zwischen einem Anschlußbolzen und der Motorleitung schlechter Kontakt. Der Übergangswiderstand an der Kontaktstelle möge auf $0,5 \Omega$ ansteigen. Durch die Motorleitung fließen 25 A. Der Motor ist 5 Stunden eingeschaltet. a) Wie groß ist die an der schlechten Kontaktstelle entwickelte Wärmemenge? b) Wieviel kg Wasser könnten mit dieser Wärmemenge in einem Kochtopf mit einem Wirkungsgrad $\eta = 0,95$ von 15°C zum Sieden gebracht werden?

Berechnung der Beleuchtung von Innenräumen.

Maßgebend für die Beleuchtung von Flächen durch Glühlampen ist der von den Glühlampen ausgehende Lichtstrom.

Die Einheit zum Messen des Lichtstromes ist das Lumen (lm).

Bedeutet J die Lichtstärke einer Glühlampe in Hefnerkerzen (HK),

Φ den von der Glühlampe ausgehenden Lichtstrom in Lumen (lm),

dann ist $\Phi = 4 \cdot \pi \cdot J$ oder $\Phi = 12,56 \cdot J$.

Die Stärke der Beleuchtung einer Fläche ist abhängig von der Stärke des Lichtstromes und von der Größe der Fläche. Die Einheit zum Messen der Beleuchtungsstärke ist das Lux (lx).

Bedeutet E die Beleuchtungsstärke in Lux (lx),

F die Größe der zu beleuchtenden Fläche in m^2 ,

Φ den zur Beleuchtung dieser Fläche erforderlichen Lichtstrom in Lumen (lm),

dann ergibt sich die Beleuchtungsstärke zu $E = \frac{\Phi}{F}$.

Soll die Beleuchtungsstärke einer Fläche von der Größe F im Mittel E Lux betragen, dann berechnet sich der hierfür erforderliche Lichtstrom aus

$$\Phi = E \cdot F.$$

In der nachstehenden Zahlentafel 1 ist der von Osramlampen ausgehende ungefähre Lichtstrom angegeben. Die Werte in dieser Tafel entstammen der bekannten Firma „Osram“, Berlin.

Tafel 1. Ungefähre Lichtströme in Lumen (lm) der Osram-Lampen.

Spannung in Volt	Osram-Lampen Einheitsform		Osram-K-Lampe	Osram-D-Lampen				Osram-Soffitten-Lampen				
	15 Watt	25 Watt	40 Watt	40 Watt	60 Watt	75 Watt	100 Watt	15 Watt	25 Watt	40 Watt	60 Watt	100 Watt
bei 110 bis 125	150 lm	270 lm	—	560 lm	915 lm	1210 lm	1710 lm	132 lm	252 lm	416 lm	630 lm	1020 lm
bei 220 bis 230	135 „	240 „	525 lm	480 „	805 „	1060 „	1510 „	—	224 „	380 „	605 „	990 „
Spannung in Volt	Osram-Nitra-Lampen											
	150 Watt	200 Watt	300 Watt	500 Watt	750 Watt	1000 Watt	1500 Watt	2000 Watt				
bei 100 bis 165	2620 lm	3620 lm	6000 lm	10500 lm	16500 lm	23500 lm	35000 lm	44000 lm				
bei 200 bis 260	2280 „	3220 „	5260 „	9500 „	15300 „	21000 „	34000 „	41600 „				

Osram-Nitra-Lampen werden bis einschließlich 200 W mit Edisonsockel E 27, ab 300 W mit Edisonsockel E 40 ausgerüstet

Ein Teil des von den Glühlampen ausgehenden Lichtstromes wird von dem Werkstoff der Leuchten verschluckt (absorbiert). Ein anderer Teil dient zur Beleuchtung der Decke und Wände und wird von diesen nur teilweise auf die Bodenfläche zurückgeworfen. Der erzeugte Lichtstrom muß infolgedessen erheblich größer als der ausgenutzte Lichtstrom sein. Das Verhältnis des ausgenutzten Lichtstromes zum erzeugten Lichtstrom wird Wirkungsgrad η der Beleuchtung genannt. Der Ermittlung des Wirkungsgrades dient nachstehende Zahlentafel 2. Diese Zahlentafel ist dem AEG-Hilfsbuch für elektrische Licht- und Kraftanlagen, dritte Ausgabe, entnommen.

Tafel 2. Wirkungsgrade für Allgemeinbeleuchtung von Innenräumen. (Leuchtenabstand 1 bis 2 \times Aufhängehöhe.)

Art der Beleuchtung	Direkt		Vorwiegend direkt		Halbindirekt		Indirekt		Indirekt (Hohlleuchte)		
											
	Wirkungsgrad des Beleuchtungs Körpers ca.										
	65%		80%		80%		70%				
	Raumbreite zu Aufhängehöhe ¹⁾	Wirkungsgrad η %	Raumbreite zu Aufhängehöhe ¹⁾	Wirkungsgrad η %	Raumbreite zu Deckenhöhe ¹⁾	Wirkungsgrad η %	Raumbreite zu Deckenhöhe ¹⁾	Wirkungsgrad η %	Wirkungsgrad η %		
Decke hell, Wände mittelhell	1	25	1	17	0,6	14	0,6	11	15		
	1,5	36	1,5	25	1	21	1	15			
	2,5	44	2,5	33	1,5	27	1,5	20			
	4	51	4	41	2,5	35	2,5	26			
Decke mittelhell, Wände dunkel	1	18	1	9	0,6	7	0,6	6	10		
	1,5	30	1,5	16	1	13	1	8			
	2,5	40	2,5	23	1,5	17	1,5	11			
	4	47	4	30	2,5	24	2,5	16			
	8	58	8	53	5	46	5	34			
	8	54	8	41	5	33	5	22			

1) Die Höhe versteht sich über Messebene, die 1 m über Fußboden liegt. Die Wirkungsgrade η gelten streng genommen nur für Räume mit quadratischem Querschnitt. Sie ergeben aber auch für langgestreckte Räume eine für die Praxis im allgemeinen ausreichende Genauigkeit, wenn zu den Werten ein Zuschlag von einigen Prozent gemacht wird.

Notwendige Beleuchtungsstärken.¹⁾
Tafel 3. Arbeitsstätten einschließlich Schulen.

Art der Arbeit	Reine Allgemeinbeleuchtung			Arbeitsplatzbeleuchtung mit zusätzlicher Allgemeinbeleuchtung		
	Mittlere Beleuchtungsstärke		Beleuchtungsstärke der ungünstigsten Stelle	Arbeitsplatzbeleuchtungsstärke der Arbeitsstelle	Allgemeinbeleuchtung	
	Mindestwert	Empfohlener Wert			Mittlere Beleuchtungsstärke	Beleuchtungsstärke der ungünstigsten Stelle
	lx	lx	lx	lx		
Grobe Arbeiten . .	20	40	10	50—100	20	10
Mittelfeine Arbeiten	40	80	20	100—300	30	15
Feine Arbeiten . .	75	150	50	300—1000	40	20
Sehr feine Arbeiten	150	300	100	1000—5000	50	30

Beispiele für die verschiedenen Arbeitsarten in einzelnen Industrie- und Handwerksbetrieben.

Grobe Arbeiten. Gießerei: Eisengießen — Gußpußen. Metallbearbeitung: Grobwalzen und -ziehen — Schmieden — Schrappen. Glashütten. Siegelei. Gerberei.

Mittelfeine Arbeiten. Gießerei: Spritzguß — einfaches Formen. Metallbearbeitung: Revolverdrehbank (ausgenommen Einrichten) — Pressen — Stanzen — Grobmontage.

Holzbearbeitung: Sägen, Hobeln, Fräsen — Zusammenbau. Papier: Zellulose- und Holzstoffbearbeitung, Arbeiten an Papiermaschinen. Lebensmittelbetriebe: Bäckereien — Mehlereien — Mühlen — Küchen.

Feine Arbeiten. Gießerei: Schwieriges Formen. Metallbearbeitung: Feinwalzen und -ziehen — Einrichten von Revolverdrehbänken — Feindreihen — feine Pressarbeit — Feinmontage. Holz: Feine Sägearbeiten — Polieren. Papier: Zurichten und Fertigmachen. Gewebe: Spinnen — Weben — Färben — Zuschneiden und Nähen. Druckerei: Maschinensatz, Drucken. Büroarbeit: Maschinenschreiben, Lesen und Schreibarbeit.

Sehr feine Arbeiten. Metallbearbeitung: Gravieren — feinmechanische Arbeiten — Zusammenbau von Meßinstrumenten. Glas: Schleifen und Polieren optischer Gläser. Gewebe: Spinnen, Weben, Zuschneiden, Nähen. Druckerei: Zurichten an Druckmaschinen, Handsatz, Papierprüfen. Büroarbeit: Zeichnen.

Tafel 4. In Aufenthalts- und Wohnräumen.

Art der Ansprüche	Reine Allgemeinbeleuchtung			Arbeitsplatzbeleuchtung. Beleuchtungsstärke der Arbeitsstelle
	Mittlere Beleuchtungsstärke		Beleuchtungsstärke der ungünstigsten Stelle	
	Mindestwert	Empfohlener Wert		
	lx	lx	lx	
Niedrige Ansprüche	20	40	10	wie in Tafel 3
Mittlere Ansprüche	40	80	20	
Hohe Ansprüche . .	75	150	50	

Bei Allgemeinbeleuchtung wird die Beleuchtungsstärke auf eine waagerechte Ebene in 1 m Höhe über dem Fußboden, bei Arbeitsplatzbeleuchtung auf die Arbeitsfläche bezogen.

Bei Berücksichtigung des Wirkungsgrades berechnet sich der erforderliche Lichtstrom aus $\Phi = \frac{E \cdot F}{\eta}$. Damit die Beleuchtung möglichst gleichmäßig wird, ist es zweckmäßig, den Lampen-

¹⁾ Die Angaben über notwendige Beleuchtungsstärken usw. sind den Leitfäden der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft entnommen.

abstand 1- bis 2 mal so groß wie die Aufhängehöhe zu wählen. Unter Aufhängehöhe ist die Entfernung zwischen der Lampe und der zu beleuchtenden Fläche zu verstehen. Die Entfernung der zu beleuchtenden Fläche vom Fußboden wird mit 1 m angenommen. Man nennt die zu beleuchtende Fläche auch Meßebeane.

Beispiel: Ein kaufmännisches Büro mit weißer Decke und hellen Wänden ist 8 m lang, 6 m breit und 4,2 m hoch. Die Allgemeinbeleuchtung dieses Raumes soll 120 Lux betragen. a) Wie groß ist der erforderliche Lichtstrom in Lumen? b) Wieviel Lampen sind zu wählen, wenn die Netzspannung 220 V beträgt?

Lösung: Zu a) Gewählt wird halbindirekte Beleuchtung.

Das Verhältnis der Raumbreite zur Aufhängehöhe stellt sich bei einer Raumbreite von 6 m und einer Deckenhöhe von 3,2 m über Meßebeane auf $\frac{6}{3,2} \approx 1,9$. Dieses Verhältnis entspricht bei halbindirekter Beleuchtung einem Wirkungsgrad von ca. 30%. Weil der Raum rechteckig und nicht quadratisch ist, wird ein Wirkungsgrad von $\eta = 32$ gewählt. Bei $F = 48 \text{ m}^2$, $\eta = 32\%$ und $E = 120 \text{ Lux}$ wird

$$\Phi = \frac{120 \cdot 48}{0,32} = 18\,000 \text{ Lumen.}$$

Zu b) Zur Erzeugung dieses Lichtstromes können

6 Lampen à 200 W mit einem Lichtstrom von je 3220 Lumen = 19 320 Lumen,
oder 4 " " 300 W " " " " " " 5260 " = 21 040 "
gewählt werden.

Bei Verwendung von 6 Lampen wird der Lampenabstand in der Längsrichtung $\frac{6}{6} = 2,66 \text{ m}$
" " " 4 " " " " " " " " $\frac{6}{4} = 4 \text{ m}$.

Bei Verwendung von 6 Lampen ist der Lampenabstand $\frac{2,66}{3,2} = 0,83$ mal und bei Verwendung von 4 Lampen $\frac{4}{3,2} = 1,25$ mal so groß wie die Aufhängehöhe. Gewählt werden 4 Lampen à 300 W, die bei gleichem Wattverbrauch einen um 1720 Lumen größeren Lichtstrom liefern. Die mit diesen 4 Lampen erzeugte Beleuchtungsstärke beträgt

$$E = \frac{\Phi \cdot \eta}{F} = \frac{21\,040 \cdot 0,32}{48} \approx 141 \text{ Lux.}$$

Beispiel: Ein Arbeitsraum, in dem Anzüge zugeschnitten und genäht werden, ist mit einer ausreichenden Allgemeinbeleuchtung zu versehen. Der Raum ist 10 m lang, 6 m breit und 3,4 m hoch. Die Decke ist weiß, die Wände sind hell. Die mittlere Beleuchtungsstärke soll 150 Lux betragen. Aus Ersparnisgründen sollen Leuchten für vorwiegend direkte Beleuchtung verwandt werden. Die Netzspannung beträgt 220 V. a) Wie groß ist der erforderliche Lichtstrom in Lumen? b) Wieviel Lampen sind zu wählen? c) Wie hoch stellen sich die Kosten für den elektrischen Arbeitsverbrauch zur Beleuchtung dieses Raumes im Monat bei 25 Arbeitstagen, wenn die Lampen täglich 2 Stunden eingeschaltet sind und die Kilowattstunde 0,25 RM kostet?

Lösung: Zu a) Die Aufhängehöhe beträgt $3,4 - 1 = 2,4 \text{ m}$.

Das Verhältnis der Raumbreite zur Aufhängehöhe stellt sich auf $\frac{6}{2,4} = 2,5$. Bei diesem Verhältnis und vorwiegend direkter Beleuchtung ist nach Tafel 2 (S. 91) mit einem Wirkungsgrad von 33% zu rechnen. Weil der Raum rechteckig und nicht quadratisch ist, wird mit einem Wirkungsgrad von 35% gerechnet.

Bei $F = 10 \cdot 6 = 60 \text{ m}^2$, $\eta = 35\%$ und $E_m = 150 \text{ Lux}$ wird

$$\Phi = \frac{150 \cdot 60}{0,35} = 25\,714 \text{ Lumen.}$$

Zu b) Zur Erzeugung dieses Lichtstromes können 8 Lampen à 200 W oder 6 Lampen à 300 W gewählt werden.

8 Lampen à 200 W erzeugen einen Lichtstrom von $8 \cdot 3220 = 25\,760 \text{ mm}$,

6 " à 300 W " " " " " " $6 \cdot 5260 = 31\,560 \text{ "}$,

Bei Verwendung von 8 Lampen beträgt der Leuchtenabstand $\frac{10}{4} = 2,5 \text{ m}$,

" " " 6 " " " " " $\frac{10}{3} = 3,3 \text{ "}$

Beispiel: In einer Lichtanlage darf der zulässige Spannungsverlust 2 v. H. der Netzspannung $U = 220$ V betragen. Wie groß ist der Spannungsverlust in Volt? Bedeutet U die Netzspannung in Volt, u_p den Spannungsverlust in v. H. der Netzspannung und u den Spannungsverlust in Volt, dann wird $u = \frac{U \cdot u_p}{100}$. Bei $U = 220$, $u_p = 2$ wird $u = \frac{220 \cdot 2}{100} = 4,4$ V.

Beispiel: Durch eine Leitung aus Kupfer mit einer einfachen Länge von 35 m sollen 15 A fließen. Der Spannungsverlust darf 1,5 v. H. der Netzspannung betragen. Wie groß wird der Kennquerschnitt der Leitung, wenn die Netzspannung 220 V beträgt?

Lösung: $l = 35$ m, $J = 15$ A, $u = \frac{220 \cdot 1,5}{100} = 3,3$ V. $F = \frac{2 \cdot 35 \cdot 15}{56 \cdot 3,3} = 5,6$ mm². F gewählt mit 6 mm². 6 mm² kann mit 35 A belastet und mit 25 A abgesichert werden.

225. Durch eine Leitung aus Kupfer mit einer einfachen Länge von 40 m sollen 20 A fließen. Die Leitung ist an eine Netzspannung von 110 V angeschlossen. Der Spannungsverlust in der Leitung darf 2 v. H. der Netzspannung nicht übersteigen. Welcher Kennquerschnitt ist zu wählen?

1. Berechnung des Spannungsverlustes.

Aus der Formel für den Querschnitt berechnet sich der Spannungsverlust in Volt zu

$$u = \frac{2 \cdot l \cdot J}{\kappa \cdot F}$$

Beispiel: Durch eine Kupferleitung mit einem Kennquerschnitt von 4 mm² und 15 m einfacher Länge fließen 12 A. Wie groß ist der Spannungsverlust in dieser Leitung?

Lösung: Bei $F = 4$ mm², $l = 15$ m, $J = 12$ A und $\kappa = 56$ wird $u = \frac{2 \cdot 15 \cdot 12}{56 \cdot 4} = 1,6$ V.

224. Durch eine Kupferleitung mit einem Kennquerschnitt von 6 mm² und 25 m einfacher Länge fließen 22 A. Wie groß ist der Spannungsverlust in dieser Leitung?

Soll der Spannungsverlust in Volt in v. H. der Netzspannung umgerechnet werden, dann wird, wenn U die Netzspannung in Volt, u den Spannungsverlust in Volt und

u_p den Spannungsverlust in v. H. der Netzspannung bedeutet, $u_p = \frac{100 \cdot u}{U}$.

Beispiel: In einer Leitung, die an eine Netzspannung $U = 220$ V angeschlossen ist, entsteht ein Spannungsverlust von $u = 4,4$ V. Wieviel v. H. der Netzspannung sind 4,4 V?

$$u_p = \frac{100 \cdot 4,4}{220} = 2 \text{ v. H.}$$

225. Durch eine Aluminiumleitung mit einem Querschnitt von 10 mm² und 47 m einfacher Länge fließen 20 A. Die Leitung ist an 110 V Netzspannung angeschlossen. Wie groß ist der Spannungsverlust in Volt und in v. H. der Netzspannung?

2. Steigeleitung.¹⁾

Eine Steigeleitung hat in der Regel in ihrer ganzen Länge den gleichen Querschnitt. Für die Berechnung des Querschnittes einer solchen Steigeleitung gilt die Formel

$$F = \frac{2 \cdot (l_1 \cdot J_1 + l_2 \cdot J_2 + l_3 \cdot J_3 + \text{usw.})}{\kappa \cdot u}$$

Der Spannungsverlust in Volt wird nach der Formel

$$u = \frac{2 \cdot (l_1 \cdot J_1 + l_2 \cdot J_2 + l_3 \cdot J_3 + \text{usw.})}{\kappa \cdot F} \text{ berechnet.}$$

1) Die ausführliche Berechnung von Steigeleitungen für Gleichstrom, Einphasen- und Dreiphasenstrom siehe III. Teil der Sachkunde für Elektriker.

Beispiel: Es soll der Nennquerschnitt aus Aluminium für die in Abb. 39 dargestellte Steigeleitung bestimmt werden. Die Netzspannung beträgt 220 V, der Spannungsverlust in der Steigeleitung darf 1 v. H. der Netzspannung nicht übersteigen.

Lösung: Auf der Strecke $l_1 = 11,5$ m fließt die Stromstärke J_1 , die sich aus den Stromstärken J_A und J_B zusammensetzt, so daß $J_1 = J_A + J_B$ ist. $J_A = 5,2 + 4,3 + 2,5 = 12$ A. $J_B = 5 + 3 = 8$ A. $J_1 = 12 + 8 = 20$ A. Auf der Strecke $l_2 = 5,5$ m fließt die Stromstärke $J_2 = J_B = 8$ A.

Bei einer Netzspannung von 220 V wird der zulässige Spannungsverlust $u = \frac{1 \cdot 220}{100} = 2,2$ V.

Wenn $l_1 = 11,5$ m, $J_1 = 20$ A, $l_2 = 5,5$ m, $J_2 = 8$ A und $u = 2,2$ V ist, wird

$$F = \frac{2 \cdot (11,5 \cdot 20 + 5,5 \cdot 8)}{34 \cdot 2,2} = \frac{2 \cdot 274}{74,8} = \frac{548}{74,8} = 7,3 \text{ mm}^2.$$

Der nächsthöhere Nennquerschnitt ist 10 mm². Der Nennquerschnitt von 10 mm² kann mit 38 A belastet und mit 25 A abgesichert werden.

Beispiel: Wie groß wird der Spannungsverlust in Volt und in v. H. bei einem Nennquerschnitt von 6 mm²?

$$\begin{aligned} \text{Lösung: } \mu &= \frac{2 \cdot (11,5 \cdot 20 + 5,5 \cdot 8)}{34 \cdot 6} \\ &= \frac{548}{204} = 2,68 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\text{oder } u_p = \frac{100 \cdot 2,68}{220} = 1,2 \text{ v. H.}$$

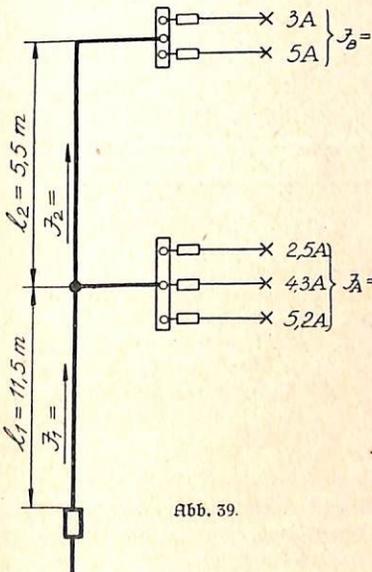


Abb. 39.

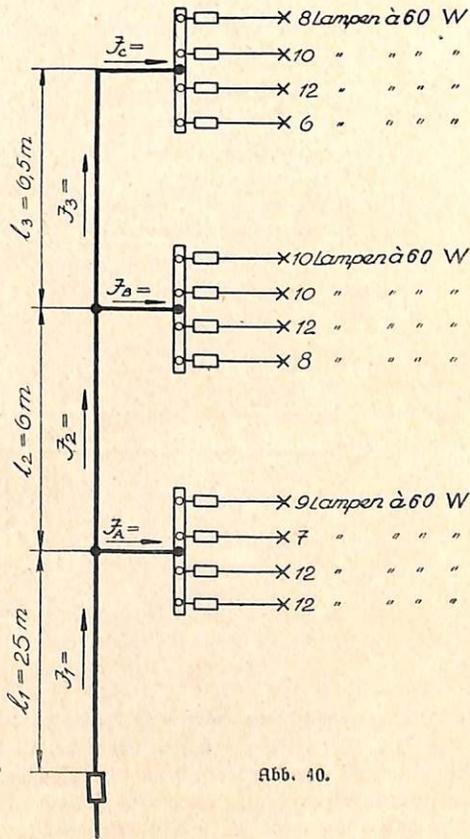


Abb. 40.

226. Die Steigeleitung der Anlage in Abb. 40 ist an eine Netzspannung von 220 V angeschlossen. Der Spannungsverlust in der Steigeleitung darf 1,2 v. H. der Netzspannung nicht übersteigen.

- Wie groß sind die Stromstärken J_A , J_B und J_C ?
- " " " " " " J_1 , J_2 " J_3 ?
- " " ist der zulässige Spannungsverlust in Volt?
- " " wird der Querschnitt der Steigeleitung?
- Welcher Kupferquerschnitt (Nennquerschnitt) ist zu wählen?
- Wie groß wird der Spannungsverlust in Volt und in v. H. bei dem gewählten Nennquerschnitt?

Lichtstromkreise.

Beispiel: Bei dem Stromkreis in Abb. 41 darf der Spannungsverlust 0,8 v. H. der Netzspannung $U = 220$ V nicht übersteigen. Für jede Glühlampe sind 60 W zu rechnen. Wie groß ist der Kupferquerschnitt der Hauptleitung dieses Stromkreises zu wählen?

Lösung: $l_1 = 5$ m, $l_2 = 3$ m, $l_3 = 4,5$ m, $l_4 = 6,5$ m.

$$J_1 = \frac{13 \cdot 60}{220} \approx 3,5 \text{ A}, \quad J_2 = \frac{11 \cdot 60}{220} = 3,5 \text{ A}.$$

$$J_3 = \frac{7 \cdot 60}{220} = 1,9 \text{ A}, \quad J_4 = \frac{3 \cdot 60}{220} \approx 0,82 \text{ A}.$$

$$l_1 \cdot J_1 = 5 \cdot 3,5 = 17,5$$

$$l_2 \cdot J_2 = 3 \cdot 3 = 9$$

$$l_3 \cdot J_3 = 4,5 \cdot 1,9 = 8,55$$

$$l_4 \cdot J_4 = 6,5 \cdot 0,82 = 5,33$$

$$\hline 40,38$$

$$u = \frac{0,8 \cdot 220}{100} = 1,76 \text{ V}$$

$$F = \frac{2 \cdot 40,38}{56 \cdot 1,76} = \frac{80,76}{98,56} = 0,82 \text{ mm}^2$$

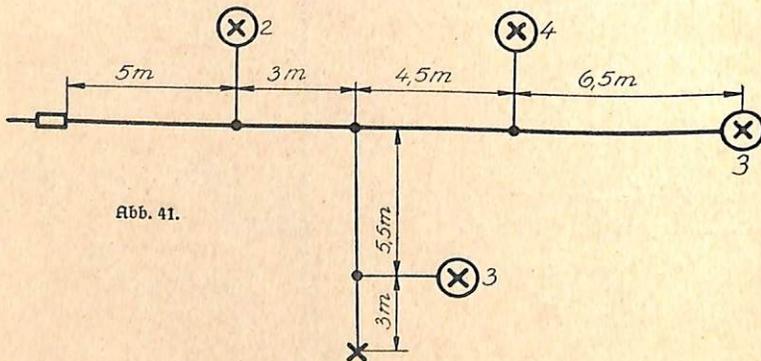


Abb. 41.

Der nächsthöhere zulässige Nennquerschnitt ist 1,5 mm².

Um Werkstoff zu sparen, kann bei Serienschaltung der direkte Poldraht zu den Lampen und der Poldraht zum Serienschalter in 1,5 mm², dagegen können die beiden Seriendrähte zwischen Schalter und Lampen in 1 mm² verlegt werden, wenn der Stromkreis mit nicht mehr als 6 A abgeschlossen ist.

227. Bei dem Stromkreis in Abb. 42 darf der Spannungsverlust 1 v. H. der Netzspannung $U = 220 \text{ V}$ nicht übersteigen. Für jede Glühlampe sind 60 W zu rechnen. a) Wie groß ist der Kupferquerschnitt dieses Stromkreises zu wählen? b) Wie groß wird der Spannungsverlust in Volt und in v. H. bei dem gewählten Nennquerschnitt?

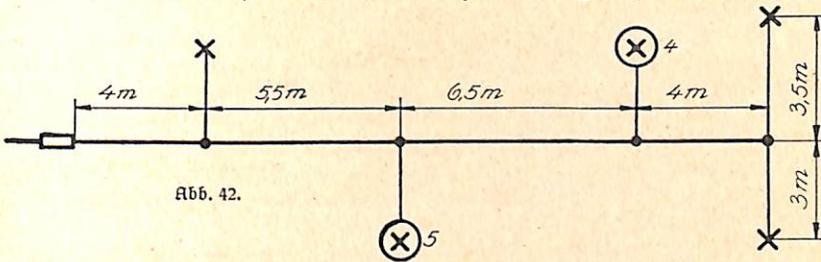


Abb. 42.

Kostenberechnung.

Unter Kostenberechnung (Kalkulation) versteht man die Berechnung des Herstellungspreises für Neuanlagen, Erweiterungen und Instandsetzungen.

Der Herstellungspreis setzt sich zusammen aus: 1. den Materialkosten, 2. den Arbeitslöhnen, 3. den Gemeinkosten (Geschäftsunkosten), 4. dem Gewinn.

Die Summe aus Materialkosten, Arbeitslöhnen und Gemeinkosten ergibt die Selbstkosten.

1. Die Materialkosten.

Die Materialkosten berechnen sich aus den Materialmengen, multipliziert mit den Materialpreisen. Die Materialmengen werden entweder aus der Zeichnung (Installationszeichnung) oder durch Aufmaß an Ort und Stelle ermittelt. Auf die ermittelten Rohr- und Leitungslängen ist noch ein Zuschlag von 5 bis 10 v. H. für Materialabfall (Verschnitt) zu rechnen.

Zu den Materialkosten gehören auch die Kosten für Befestigungs-, Löt- und Isoliermaterial, wie Stahldübel mit Schrauben, Holzdübel mit Holzschrauben, Lötzinn, Löt-fett, Isolierband, Gips, Zement usw. Die Kosten für Befestigungs-, Löt- und Isoliermaterial stellen sich in der Regel auf 3 bis 5 v. H. der gesamten übrigen Materialkosten.

2. Arbeitslöhne. (Kosten für Montage.)

Die Arbeitslöhne erhält man aus der Arbeitszeit in Stunden, multipliziert mit dem Stundenlohn. Zur genauen Feststellung der Arbeitszeit wird die Arbeit in die einzelnen Arbeitsvorgänge zerlegt und der Zeitbedarf für diese bestimmt, wie z. B. Verlegen der Rohre einschließlich Einziehen der Leitungen, Befestigen und Anschließen der Schalter und Steckdosen, Anbringen und Anschließen der Verteilungstafeln, Aufhängen und Anschließen der Beleuchtungskörper usw. Häufig wird der Arbeitslohn, der in der Elektrotechnik auch als Montagekosten bezeichnet wird, nach der Zahl der zu installierenden Brennstellen berechnet. Für den erfahrenen Elektromeister ist es bei kleinen Anlagen in der Regel nicht schwer, die genauen Montagekosten pro Brennstelle anzugeben, ohne die einzelnen Arbeitsvorgänge besonders zu berücksichtigen. Die auf die eine oder andere Weise ermittelten Löhne werden Produktivlöhne genannt, weil sie an der Herstellung oder Produktion unmittelbar beteiligt sind.

3. Gemeinkosten. (Geschäftsunkosten.)

Sie entstehen durch Ausgaben für die Geschäftsführung und ergeben sich aus der Buchführung eines verflohenen Jahres. Sie setzen sich wie folgt zusammen:

a) Werkstattunkosten: Miete, Beleuchtung, Heizung. Im eigenen Hause: Mietwert oder Verzinsung und Abschreibung des Gebäudewertes, Instandhaltung des Ge-

bäudes. Verzinsung des Anlage- und Betriebskapitals, Abschreibung und Instandhaltungskosten für Maschinen, Werkzeuge, Mobilien usw., Rücklagen für voraussichtliche Mehrkosten durch Ersatzanschaffungen an Maschinen, Werkzeugen im kommenden Geschäftsjahr.

b) Bürokosten: Entschädigung des Elektromeisters (Ingenieurs) für die Leitung des Geschäftes, Gehälter der Bürobeamten, des Lagerverwalters, des Montageleiters und des Zeichners (Unproduktive Löhne), Kosten für Büromaterial, Porto, Fernsprecher, Geschäftsreflamme, Fahrgelder, Fachzeitschriften; Verluste durch uneinziehbare Sorderungen und die hiermit verbundenen Prozesse, Nachlässe an Lieferungen.

c) Allgemeine Betriebsunkosten: Ausgaben für Betriebskraft (elektrischer Strom), Betriebsmaterial (Schmier- und Putzmittel, Wasser).

d) Steuern und Beiträge: Gewerbesteuer, Umsatzsteuer, Beiträge für die Handwerkskammer und die Innung, Beiträge für die Kranken-, Invaliden-, Unfall- und Haftpflichtversicherung, Schulbeiträge für die Berufsschule.

Die Gemeinkosten können nicht für jede Anlage, Erweiterung oder Instandsetzung berechnet werden wie die Materialkosten und die produktiven Löhne. Sie müssen jedoch so auf die gelieferten Arbeiten verteilt werden, daß am Ende des Geschäftsjahres alle Unkosten gedeckt sind. Beim Abschluß des Geschäftsjahres lassen sich die Gemeinkosten, die produktiven Löhne und die Materialkosten feststellen. Daraus ergeben sich folgende Möglichkeiten für die Verteilung der Gemeinkosten: 1. auf die Materialkosten, 2. auf die produktiven Löhne, 3. auf die Herstellungskosten (Materialkosten und produktive Löhne).

In der Regel erfolgt die Verrechnung der allgemeinen Unkosten auf die produktiven Löhne.

4. Gewinn.

Der Gewinn schwankt zwischen 10 und 25 v. H. des Selbstkostenpreises. In schlechten Zeiten wird man mit niedrigerem, in guten Zeiten mit höherem Gewinn rechnen.

Verteilung der Gemeinkosten nach den drei verschiedenen Verfahren.

228. Nach der Buchführung des verfloffenen Jahres betragen die Gemeinkosten 3250 *R.M.*

Die Verteilung soll erfolgen:

1. Auf die Materialkosten.

Nach der Buchführung des verfloffenen Jahres betragen die Materialkosten 7350 *R.M.*

Auf 7350 *R.M.* Materialkosten kommen 3250 *R.M.* Gemeinkosten.

Auf 100 *R.M.* Materialkosten $\frac{3250 \cdot 100}{7350} = 44,2$ *R.M.* Gemeinkosten.

Die Gemeinkosten betragen demnach 44,2 v. H. oder rund 45 v. H. der Materialkosten.

2. Auf die produktiven Löhne.

Nach der Buchführung des verfloffenen Jahres betragen die produktiven Löhne 9862 *R.M.*

Auf 9862 *R.M.* produktive Löhne kommen 3250 *R.M.* Gemeinkosten.

Auf 100 *R.M.* produktive Löhne $\frac{3250 \cdot 100}{9862} = 32,95$ oder rund 33 *R.M.* Gemeinkosten.

Die Gemeinkosten betragen demnach 33 v. H. der produktiven Löhne.

3. Auf die Herstellungskosten.

Nach der Buchführung des verflossenen Jahres ergaben sich für

Materialkosten	7 350 <i>R.M.</i>
Produktive Löhne	9 862 "
Mithin für Herstellungskosten	<u>17 212 <i>R.M.</i></u>

Auf 17 212 *R.M.* Herstellungskosten kommen 3250 *R.M.* Gemeinkosten.

Auf 100 *R.M.* Herstellungskosten demnach

$$\frac{3250 \cdot 100}{17212} = 18,88 \text{ *R.M.* Gemeinkosten.}$$

Die Gemeinkosten betragen demnach 18,88 v. H. oder rund 19 v. H. der Herstellungskosten.

229. Ein Elektro-Installationsgeschäft hat nach der Buchführung des verflossenen Jahres

Materialkosten	10 000 <i>R.M.</i>
Produktive Löhne	15 000 "
Gemeinkosten	7 800 "

Berechne den prozentualen Zuschlag für Gemeinkosten: 1. auf die Herstellungskosten, 2. auf die Materialkosten, 3. auf die produktiven Löhne.

230. Ein Elektromeister beschäftigt einen Gehilfen und einen Lehrling.

Nach den Lohnlisten des verflossenen Geschäftsjahres betrug der produktive Lohn

für den Gehilfen	1 680 <i>R.M.</i>
" " Lehrling	250 "
der produktive Meisterlohn betrug .	1 500 "

Nach der Buchführung ergaben sich für das verflossene Geschäftsjahr Ausgaben für

Materialkosten von	2 850 <i>R.M.</i>
Gemeinkosten von	1 200 "

Berechne den Zuschlag in v. H. für Gemeinkosten: 1. auf die Herstellungskosten, 2. auf die Materialkosten, 3. auf die produktiven Löhne.

231. In einem Elektro-Installationsgeschäft sind außer dem Meister 2 Gehilfen und 2 Lehrlinge tätig. Der eine Lehrling lernt im 4., der andere im 2. Jahr. Der Meister rechnet für sich durchschnittlich 36 produktive Arbeitsstunden in der Woche, da er wegen Geschäftserledigung nicht dauernd mit installieren kann; für jeden Lehrling wegen Versäumnis der Arbeit durch Schulbesuch und durch Erledigung von Geschäftsgängen je 35 produktive Arbeitsstunden und für jeden Gehilfen 48 produktive Arbeitsstunden. 1. Berechne die produktiven Arbeitsstunden im Jahr, wenn das Jahr mit 50 Arbeitswochen angenommen wird

- a) für den Meister
- b) " " einen Gehilfen
- c) " " anderen "
- d) " " älteren Lehrling
- e) " " jüngeren "

2. Berechne die produktiven Löhne für das Jahr, wenn für den Meister und die beiden Gehilfen ein produktiver Stundenlohn von 1,10 *R.M.*, für den älteren Lehrling ein produktiver Stundenlohn von 0,40 *R.M.* und für den jüngeren Lehrling ein solcher von 0,25 *R.M.* gerechnet wird,

a) für den Meister	<i>R.M.</i>
b) " " einen Gehilfen	"
c) " " anderen "	"
d) " " älteren Lehrling	"
e) " " jüngeren "	"
Produktiver Lohn im Jahr	<i>R.M.</i>

3. Berechne den Zuschlag in v. H. für Gemeinkosten: 1. auf die Herstellungskosten, 2. auf die Materialkosten, 3. auf die produktiven Löhne, wenn für Gemeinkosten 2500 *R.M.* und für Materialkosten 5200 *R.M.* im Jahr verausgabt wurden.

252. In einem Elektro-Installationsgeschäft soll der Zuschlag in v. H. für Gemeinkosten berechnet werden. Aus der Buchführung geht hervor, daß nach der Inventur am 1. Januar 1938 ein Lagerbestand von 1800 *R.M.* vorhanden war. Im Jahre 1938 betrug der Materialeingang 6400 *R.M.*. Am 31. Dezember 1938 betrug der Lagerbestand noch 3100 *R.M.*. 1. Berechne die Materialkosten für das Jahr 1938. 2. Berechne die gesamten produktiven Löhne für das Geschäftsjahr 1938 für den Meister mit einem Gehilfen und einem Lehrling, wenn der jährliche produktive Lohn des Meisters 2000 *R.M.*, der des Gehilfen 2400 *R.M.* und der des Lehrlings 810 *R.M.* It. Buchführung beträgt. 3. Berechne den Zuschlag in v. H. für Gemeinkosten: a) auf die Herstellungskosten, b) auf die Materialkosten, c) auf die produktiven Löhne, wenn im Jahr 1938 für Gemeinkosten insgesamt 2650 *R.M.* verausgabt wurden.

253. Wieviel v. H. der Herstellungskosten betragen die Gemeinkosten in folgenden Fällen:

a) 5950	b) 10 600	c) 14 600 <i>R.M.</i> jährliche Materialkosten,
6200	13 500	13 700 " produktive Löhne,
1820	4 850	6 950 " Gemeinkosten.

254. Wieviel v. H. der Materialkosten betragen die Gemeinkosten in folgenden Fällen:

a) 3500	b) 6750	c) 12 420 <i>R.M.</i> jährliche Materialkosten,
1050	2750	6 300 " Gemeinkosten.

255. Wieviel v. H. der produktiven Löhne betragen die Gemeinkosten in folgenden Fällen:

a) 4600	b) 7300	c) 15 400 <i>R.M.</i> produktive Löhne,
1000	3400	9 250 " Gemeinkosten.

256. Bestimme den Selbstkostenpreis in folgenden Fällen, wenn für Gemeinkosten 25 v. H. auf die Herstellungskosten gerechnet werden:

a) 2850	b) 4750	c) 12 300 <i>R.M.</i> Materialkosten,
2320	4450	11 600 " produktive Löhne.

237. Bestimme den Selbstkostenpreis in folgenden Fällen, wenn für Gemeinkosten 45 v. H. auf die Materialkosten gerechnet werden:
- | | | |
|---------|---------|---------------------------------------|
| a) 2670 | b) 9350 | c) 18 600 <i>R.M.</i> Materialkosten, |
| 2500 | 8600 | 15 700 " produktive Löhne. |
238. Bestimme den Selbstkostenpreis in folgenden Fällen, wenn für Gemeinkosten 55 v. H. auf die produktiven Löhne gerechnet werden:
- | | | |
|---------|-----------|---------------------------------------|
| a) 7300 | b) 25 000 | c) 42 000 <i>R.M.</i> Materialkosten, |
| 5400 | 18 000 | 32 000 " produktive Löhne. |
239. Bestimme den Verkaufspreis in folgenden Fällen, wenn ein Gewinn von 25 v. H. zu den Selbstkosten geschlagen wird:
- | | | |
|--------|--------|-----------------------------------|
| a) 152 | b) 465 | c) 2376 <i>R.M.</i> Selbstkosten. |
|--------|--------|-----------------------------------|
240. Ein Elektro-Installateur gibt von seinem Lager eine Flachkupferschiene von 35×5 mm und 3 m Länge ab. Das kg Kupfer kostet im Einkauf 1,2 *R.M.* Er schlägt für Lagerung und Verdienst 15 v. H. auf den Einkaufspreis. Berechne a) das Gewicht; b) den Einkaufspreis; c) den Verkaufspreis für die 3 m lange Kupferschiene.
241. Bei einer Hausklingelanlage ist die Batterie instand zu setzen.
- | | |
|--|------------------|
| Material: 3 Zinkzylinder zu 0,70 <i>R.M.</i> | 2,10 <i>R.M.</i> |
| 150 g Erregersalz | 0,25 " |
- Arbeitszeit: $2\frac{1}{2}$ Stunden einschließlich Weg des Gehilfen mit einem Stundenlohn von 0,90 *R.M.*
- Gemeinkosten: 25 v. H. der Herstellungskosten.
 Gewinn: 20 v. H. der Selbstkosten.
 Berechne die Kosten der Instandsetzung.
242. Der elektrische Türöffner einer Haustür wird instand gesetzt.
- | | |
|--------------------------------|------------------|
| Material: Eine neue Spannfeder | 1,00 <i>R.M.</i> |
| Lötzinn und Isolierband | 0,25 " |
- Arbeitszeit: $1\frac{1}{2}$ Stunde einschließlich Weg des Gehilfen mit einem Stundenlohn von 0,90 *R.M.*
- Gemeinkosten: 50 v. H. der Materialkosten.
 Gewinn: 25 v. H. der Selbstkosten.
 Berechne die Gesamtkosten der Instandsetzung.
243. Die Installation einer Klingelanlage erforderte
- | | |
|---|------------------|
| 1 Unterbrecherwecker mit Flachschale 7 cm in Holzkasten | 1,70 <i>R.M.</i> |
| 2 Beutelemente 16 cm hoch zu 1,65 <i>R.M.</i> | 3,30 " |
| 2 Druckknöpfe aus Holz zu 0,20 <i>R.M.</i> | 0,40 " |
| 45 m Wachsdraht, 0,8 mm $2 \times$ umspinnen, 100 m 2,— <i>R.M.</i> | 0,90 " |
| Für Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten für Wachsdraht | 0,09 " |
| Löt-, Isolier- und Befestigungsmaterial | 0,50 " |
| Gesamtpreis für Material | <i>R.M.</i> |
- Arbeitszeit: 1 Gehilfe 4,5 Stunden mit einem Stundenlohn von 0,90 *R.M.*
 1 Lehrling 4,5 Stunden mit einem Stundenlohn von 0,40 *R.M.*

Gemeinkosten: 45 v. H. des produktiven Lohnes.

Gewinn: 25 v. H. der Selbstkosten.

Wie hoch stellt sich der Preis für die Anlage?

244. Es ist eine Hausklingelanlage für ein Miethaus, bestehend aus Erdgeschloß, I., II. und III. Obergeschloß, herzustellen.

Material:

4 Beutelemente 16 cm hoch, kompl. pro Stück 1,65 <i>R.M.</i>	6,60 <i>R.M.</i>
1 Elementschrank aus Fichtenholz, gebeizt, 240 mm hoch, 480 mm breit, 130 mm tief	2,00 "
4 Unterbrecherwecker mit 7 cm Flachschale in Holzkasten pro Stück 1,70 <i>R.M.</i>	6,80 "
1 Haustürkontaktplatte mit 4 Kontakten	5,00 "
4 Druckknöpfe aus Holz pro Stück 0,20	0,80 "
52 m verbleites Eisenrohr 9 mm, pro 100 m 10,00 <i>R.M.</i>	5,20 "
Sür Verschnitt 10 v. H. d. Selbstkosten f. 52 m verbleites Eisenrohr	0,52 "
9 T-Stücke 9 mm, pro 100 Stück 3,50 <i>R.M.</i>	0,32 "
4 L-Stücke 9 " " 100 " 3,00 "	0,12 "
100 Rohrschellen 9 mm	0,25 "
100 Stahlbübel mit Schrauben	1,20 "
170 m Wachsdraht, pro 100 m 2,00 <i>R.M.</i>	3,40 "
Sür Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten für 170 m Wachsdraht	0,34 "
Löt-, Isolier- und Befestigungsmaterial	1,50 "
Gesamtpreis für Material <i>R.M.</i>	

Arbeitszeit: 1 Gehilfe 18 Stunden mit einem Stundenlohn von 0,90 *R.M.*,

1 Lehrling 18 Stunden mit einem Stundenlohn von 0,50 *R.M.*

Gemeinkosten: 20 v. H. der Herstellungskosten.

Gewinn: 20 v. H. der Selbstkosten.

Wie hoch stellt sich der Preis für die Anlage?

245. In einem Haus, bestehend aus Erdgeschloß und 2 Stockwerken, soll eine Türöffneranlage im Anschluß an einen Klingeltransformator installiert werden.

Material:

1 zweipoliges Sicherungselement einschl. Stöpselkopf, Paßschrauben und Sicherungspatronen für 6 A	1,20 <i>R.M.</i>
1 Klingeltransformator 220/3, 5, 8 V, 1 A	5,00 "
1 Türöffner für Kettenzug, Größe 120 × 100 × 40 mm, einschließl. Spannwinkel, Ketten und Ringe	17,50 "
24 m verbleites Eisenrohr, 9 mm, pro 100 m 10,00 <i>R.M.</i>	2,40 "
1 m dto. 11 mm, pro 100 m 12 <i>R.M.</i>	0,12 "
50 m Wachsdraht, pro 100 m 2,00 <i>R.M.</i>	1,00 "
2 m NGA-Leitung, 1,5 mm ² pro 100 m 8,— <i>R.M.</i>	0,16 "
4 Druckknöpfe aus Holz, pro Stück 0,20 <i>R.M.</i>	0,80 "
Sür Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten für Isolierrohr u. Leitungen	0,37 "
Löt-, Isolier- und Befestigungsmaterial	2,00 "
Gesamtpreis für Material <i>R.M.</i>	

Arbeitszeit: Meister 12 Stunden mit einem Stundenlohn von 1,00 *R.M.*,
 1 Lehrling 12 Stunden mit einem Stundenlohn von 0,40 *R.M.*

Gemeinkosten: 55 v. H. der Materialkosten.

Gewinn: 25 v. H. der Selbstkosten.

Wie hoch stellt sich der Preis für die Anlage?

246. Die Herstellung einer Ruftafelanlage mit Ruftafel für 5 Klappen und mechanischer Abstellung erforderte

Material:

1 Ruftafel mit 5 Klappen für mechanische Abstellung . . .	10,00	<i>R.M.</i>
1 Unterbrecherwecker mit 7 cm Flachschale	1,70	"
3 Beutelemente 16 cm hoch pro Element 2,00 <i>R.M.</i>	6,00	"
1 Elementenschränk aus Fichtenholz, gebeizt	2,00	"
5 Druckknöpfe aus Holz, pro Stück 0,20 <i>R.M.</i>	1,00	"
27 m verbleites Isolierrohr, 9 mm, pro 100 m 10,00 <i>R.M.</i>	2,70	"
110 m Wachsdraht, 0,8 mm 2× umspinnen, pro 100 m 2,00 <i>R.M.</i>	2,20	"
Sür Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten für verbleites Isolierrohr und Wachsdraht	0,50	"
Löt-, Isolier- und Befestigungsmaterial	2,00	"
Gesamtpreis für Material		<i>R.M.</i>

Arbeitszeit:

Sür Befestigen und Anschließen der Ruftafel	60	Minuten
" " des Elementenschranks, Ansetzen und Anschließen der Batterie	40	"
" Befestigen und Anschließen des Weckers	20	"
" Verlegen der Rohre einschließlich Einziehen der Leitungen und Herstellen der Leitungsverbindungen, pro m Rohr 15 Minuten	405	"
" Befestigen und Anschließen der Druckknöpfe, pro Druckknopf 15 Minuten	75	"
Summa	600	Minuten

Gemeinkosten: 60 v. H. des produktiven Lohnes.

Gewinn: 20 v. H. der Selbstkosten.

a) Bestimme die Materialkosten; b) berechne den Arbeitslohn, wenn der Stundenlohn 0,90 *R.M.* beträgt; c) bestimme den Gesamtpreis für die Anlage.

247. Es soll eine Ruftafelanlage mit Ruftafel für 5 Klappen und elektrischer Abstellung installiert werden. Mit der Ruftafelanlage ist eine Hausfernsprechanlage für einseitigen Anruf zu verbinden, so daß die Leitungen der Ruftafelanlage gleichzeitig als Fernsprechleitungen Verwendung finden.

Material:

Laufende Nummer	Anzahl	Material	Einzelpreis		Gesamtpreis	
			R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.
1	1	Kipplappentafel mit 5 Klappen und elektrischer Abstellung, Gehäuse in Holz, nußbaumartig	18	—		
2	1	Unterbrecherwecker, 3,5 Ω , mit 7 cm Flachschale, in Holzgehäuse	1	70		
3	1	Batterie, bestehend aus 4 Beutel- elementen 16 cm, pro Element . . .	1	65		
4	1	Elementschrank für vier Elemente, Eichenholz, braun, gebeizt und ge- wächst, mit Schloß	4	—		
5	4	Glasnöpfe auf Dübel montiert, mit Steckvorrichtung und Haken für Mikrotelephon, mit feingeschliffener Glasplatte zum Schutz der Tapete, pro Stück	1	—		
6	1	Birnentontakt mit Einsteckösen für den Anschluß des Steckkontaktes für das Mikrotelephon	—	80		
7	1	Holzrosfette	—	20		
8	1	Druckknopf aus Holz zum Abstellen der Tafelklappen	—	20		
9	1	Mikrotelephon (Zimmerapparat) mit 2adriger Schnur u. Anschlußstöpsel	10	—		
10	1	Mikrotelephon (Dienstapparat) mit Anschlußrosfette	11	50		
11	25	m verbleites Isolierrohr 11mm, p. 100m	12	—		
12	18	" " " 9 " " 100 "	10	—		
13	7	" Abzweigdosen mit verbleitem Eisen- mantel, pro Stück	—	22		
14	3	m Leitungsschnur, 2 adrig, aus Seide, pro m	—	10		
15	150	m Gummiadersignalleitung, 0,8 mm, mit Gummi umpreßt, mit Baum- wolle einmal umspinnen und ge- wächst, pro 100 m	4	—		
16		Für Durchschnitt 10 v. H. der Selbstkosten der unter den lauf. Nrn. 11, 12, 13 u. 15 aufgeführten Materialien				
17		Für Löt-, Isolier- und Befestigungs- material sind 5 v. H. der gesamten Materialselbstkosten zu rechnen .				
		Gesamtbetrag der Materialkosten				

	Arbeitszeit:	Gehilfe:		Helfer:	
		Minuten		Minuten	
Für Anbringen und Anschließen der Ruftafel		60		60	
Für Anbringen und Anschließen des Weckers		20		20	
Für Anbringen des Elementschranke, Ansetzen und Anschließen der Batterie		40		40	
Für Anbringen und Anschließen der vier Glasknöpfe, pro Knopf 20 Minuten		80		80	
Für Anbringen und Anschließen des Birnenkontaktes einschl. Holzrossette		20		20	
Für Anbringen und Anschließen des Abstelldruckknopfes . .		15		15	
Für Anbringen und Anschließen der Anschlußrossette für das Mikrotelephon (Diensttelephon)		20		20	
Für Verlegen von 43 m Isolierrohr 11 und 9 mm und ein- schließlich Einziehen der Leitungen bei Verlegung unter Puß, pro m 15 Minuten		645		645	
	Summe	900 Min.		900 Min.	

Gemeinkosten: 25 v. H. der Herstellungskosten.

Gewinn: 25 v. H. der Selbstkosten.

a) Berechne die Materialkosten; b) berechne den Arbeitslohn, wenn der Ge-
hilfe einen Stundenlohn von 0,90 *R.M.* und der Helfer einen Stundenlohn von
0,70 *R.M.* hat; c) berechne den Gesamtpreis für die Anlage.

248. Es sollen die Kosten der Installation einer elektrischen Lichtanlage für ein
Einfamilienhaus mit 4 Zimmern, Küche, Badezimmer, 2 Mansardenzimmern
und Keller ermittelt werden.

Material (Selbstkosten):

Laufende Nummer	Anzahl	Material	Einzelpreis		Gesamtpreis	
			<i>R.M.</i>	<i>Rpf.</i>	<i>R.M.</i>	<i>Rpf.</i>
1	1	Zählertafel aus Isolierstoff für drei Stromkreise einschließlich drei ein- gebauten Kleinselbstschaltern für 6 A und drei Befestigungsbolzen. Größe der Tafel 200 × 495 mm			25	—
		Übertrag			25	—

Anmerkung: Die in den Kostenberechnungen eingefügten Preise sind unverbindlich
und haben lediglich den Zweck zu zeigen, wie Kostenberechnungen aufgestellt werden können.

Laufende Nummer	Anzahl	Material	Einzelpreis		Gesamtpreis	
			R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.
		Übertrag			25	—
		Leitungsmaterial				
2	15	m verbleites Isolierrohr 16 mm, pro m	—	18		
3	35	" " " 13,5 " " "	—	15		
4	32	m NGA-Leitung 4 mm ² , pro m	—	13		
5	45	" " 2,5 " " "	—	10		
6	30	" " 1,5 " " "	—	7		
7	1	Abzweigdose mit verbleitem Eisenmantel für die Küche	—	30		
8	6	Porzellanabzweigdosens, pro Stück . .	—	30		
9	5	Dosenausschalter 6 A, pro Stück . .	—	60		
10	2	Dosenschalter (Wechselschalter) für Schlafzimmer, pro Stück	—	70		
11	2	Dosenschalter (Serienschalter) f. Schlafzimmer und Herrenzimmer, pro Stück	—	70		
12	2	wasserdichte Porzellanochalter f. Küche und Keller, pro Stück	1	—		
13	2	Steckdosens 10 A, pro Stück	1	—		
14	6	Deckenhaken, pro Stück	—	03		
	30	Rohrschellen mit Stahldübel u. Schrauben für 16-mm-Rohr pro Stück .	—	03		
	70	Rohrschellen mit Stahldübel u. Schrauben für 13,5-mm-Rohr pro Stück	—	02		
		Sür Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten d. unter den laufenden Nummern 2, 3, 4, 5 und 6 aufgeführten Materialien				
		Löt-, Isolier- und Befestigungsmaterial 3 v. H. der Materialselbstkosten				
		Summe				
		Beleuchtungskörper				
15	1	Kellerfassung, kompl., zum Hängen .	1	—		
16	1	wasserdichte Porzellanleuchte für Badezimmer	2	50		
17	2	einfache Deckenbeleuchtungen für die Mansardenzimmer, pro Stück . .	1	25		
18	1	Rohrpendel mit Porzellanleuchte für Küche	2	50		
19	1	Ampel für Schlafzimmer, Messing, mattgold, mit Fassung und matterter Schale	15	—		
		Übertrag				

Laufende Nummer	Anzahl	Material	Einzelpreis		Gesamtpreis	
			<i>R.M.</i>	<i>Rpf.</i>	<i>R.M.</i>	<i>Rpf.</i>
		Übertrag				
20	1	Krone aus Messing für 1—3 Lampen im Eßzimmer	58	—		
21	1	Krone aus Messing, matt, für 1—3 Lampen im Herrenzimmer	48	—		
22	1	Deckenleuchte für die Diele	15	—		
		Summe				
		Montage (Selbstkosten)				
23		Sür Anbringen und Anschließen der Zählertafel	3	—		
24		Sür Verlegen von 50 m Isolierrohr auf Putz einschließlich Einziehen der Leitungen und Herstellen der Leitungsverbindungen, pro m	—	50		
25		Sür Anbringen und Anschließen von 11 Dofenschaltern, pro Stück	—	65		
26		Sür Anbringen und Anschließen von zwei Steckdosen, pro Stück	—	65		
27		Sür Aufhängen und Anschließen einer Kellerfassung	—	60		
28		Sür Aufhängen und Anschließen einer wasserdichten Porzellanleuchte		85		
29		Sür Aufhängen und Anschließen von zwei einf. Deckenleuchten, pro Stück	—	60		
30		Sür Aufhängen und Anschließen eines Rohrpendels	1	—		
31		Sür Aufhängen und Anschließen einer Ampel	2	—		
32		Sür Aufhängen und Anschließen einer Krone für das Eßzimmer	3	50		
33		Sür Aufhängen und Anschließen einer Krone für das Herrenzimmer	3	50		
34		Sür Aufhängen und Anschließen einer Deckenleuchte in der Diele	2	50		
		Summe				
		Zusammenstellung (Selbstkosten)				
		I. Zählertafel				
		II. Leitungsmaterial				
		III. Beleuchtungskörper				
		IV. Montage				
		Gesamtsumme				

Gemeinkosten: 60 v. H. der Materialkosten.

Gewinn: 20 v. H. der Selbstkosten.

a) Berechne die Materialkosten; b) berechne den Arbeitslohn bzw. die Montagekosten; c) berechne den Gesamtpreis für die Anlage.

249. Es sind die Kosten einer elektrischen Lichtanlage für ein mehrstöckiges Wohnhaus, bestehend aus Erdgeschoß, I., II. und III. Obergeschoß, zu ermitteln. Für die Deckung der allgemeinen Unkosten sind auf den produktiven Lohn 50 v. H. Zuschlag zu rechnen. Als Gewinn sind 25 v. H. der Material-Selbstkosten und der Montage-Selbstkosten (produktiver Lohn) einzusetzen. Der Verkaufspreis für das Material beträgt demnach: Material-Selbstkosten + 25 v. H. Aufschlag für Gewinn. Die gesamten Montagekosten dagegen setzen sich zusammen aus: Montage-Selbstkosten + 50 v. H. Aufschlag für Gemeinkosten + 25 v. H. Aufschlag für Gewinn. Auf die Montage-Selbstkosten kommt demnach ein Gesamtaufschlag von $50 + 25 = 75$ v. H.

Laufende Nr.	Anzahl	Material	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis (Selbstkosten + 25 v. H. Aufschlag für Gewinn)			
			Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis	
			R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.
I. Steigeleitung								
1	25	m verbleites Isolierrohr 23 mm, pro m	—	25				
2	53	m NGA-Leitung 16 mm ² , pro m	—	45				
3	3	Etagenabzweigkasten mit Schutzkappe, plombierbar, f. 2×16 mm ² , pr. Stk.	1	50				
4	5	Endtüllen mit verbleiter Muffe für 23-mm-Rohr, pro Stück	—	05				
5	45	Rohrschellen mit Stahldübel und Schrauben, pro Stück	—	03				
6		Für Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten der unter den laufenden Nummern 1 und 2 aufgeführten Materialien						
		3 v. H. der Materialselbstkosten						
		Summe						
II. Erdgeschoß								
7	1	Zählertafel aus Isolierstoff für 2 Stromkreise einschließlich 2 eingebauten Kleinselbstschaltern für 6 A und 3 Befestigungsbolzen. Größe der Tafel 200 × 495 mm.						
		Preis	20	—				
		Übertrag						

Laufende Nr.	Anzahl	Material	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis (Selbstkosten + 25 v. H. Aufschlag für Gewinn)				
			Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis		
			R.M.	R Pf.	R.M.	R Pf.	R.M.	R Pf.	
		Übertrag							
8	30	m verbleites Isolierrohr 16 mm, p. m	—	18					
9	50	" " " 13,5 " " "	—	15					
10	55	m NGA-Leitung 2,5 mm ² , pro m	—	10					
11	125	" " 1,5 " " "	—	07					
12	5	Winkelstücke 13,5 mm, pro Stück	—	05					
13	1	Rohrdose mit verbleitem Eisenmantel für die Küche, pro Stück	—	40					
14	6	Porzellanabzweigdosen, pro Stück	—	30					
15	2	Dosenausshalter 6 A, pro Stück	—	60					
16	4	Dosenumschalter (Wechselschalter) 6 A, pro Stück	—	70					
17	2	Dosenumschalter (Serien-schalt.) 6 A, pro Stück	—	70					
18	1	Porzellanausshalter für Küche 6 A, pro Stück	1	10					
19	2	Stekdosen für 10 A, pro Stück	1	—					
20	6	Endtüllen mit verbleiter Muffe, pro Stück	—	04					
21	50	Rohrschellen mit Stahldübel u. Schrauben für 16-mm-Rohr, pro Stück	—	04					
22	80	Rohrschellen mit Stahldübel u. Schrauben für 13,5-mm-Rohr, pro Stück	—	03					
23		Sür Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten der unter den lauf. Nummern 8, 9, 10 u. 11 aufgeführten Materialien Löt-, Isolier- und Befestigungsmaterial 3 v. H. der Materialselbstkosten							
		Summe							
24		III. 1. Obergeschoß Ausführung wie im Erdgeschoß. Materialkosten							
		Summe							

Laufende Nr.	Anzahl	Material	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis (Selbstkosten + 25 v. H. Aufschlag für Gewinn)			
			Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis	
			R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.
IV. 2. Obergeschoß								
Ausführung wie im Erdgeschoß.								
25		Materialkosten						
		Summe						
V. 3. Obergeschoß								
Ausführung wie im Erdgeschoß.								
26		Materialkosten						
		Summe						
VI. Treppenbeleuchtung								
27	1	Zählertafel aus Isolierstoff für 1 Stromkreis einschließlich einem eingebauten Kleinselbstschalter für 6 A und 3 Befestigungsbolzen . .	14	50				
28	32	m verbleites Isolierrohr 13,5 mm, p.m	—	15				
29	68	m NGA-Leitung 2,5 mm ² , pro m .	—	10				
30	35	" " 1,5 " " " .	—	07				
31	8	Porzellanabzweigdosen, pro Stück .	—	30				
32	5	Endtüllen mit verbleiter Muffe, pro Stück	—	04				
33	5	Lichtdruckknöpfe, pro Stück	—	90				
34		Für Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten der unter den laufenden Nummern 28, 29 und 30 aufgeführten Ma- terialien						
35		Löt-, Isolier- und Befestigungsmate- rial 3 v. H. der Materialselbstkosten						
		Summe						

Laufende Nr.	Anzahl	Montage	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis (Selbstkosten + 75 v. H. Aufschlag für Gemeinkosten u. Gewinn)			
			Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis	
			R.M.	Rpf.	R.M.	Rpf.	R.M.	Rpf.
Ia. Steigeleitung								
36	25	m Isolierrohr 23 mm auf Putz verlegen einschließlich Einziehen der Leitung und Herstellen der Leitungsverbindungen, pro m	—	70				
		Summe						
IIa. Erdgeschöß								
37	1	Zählertafel anbringen und anschließen	3	—				
38	80	m Isolierrohr auf Putz verlegen, einschließlich Einziehen der Leitungen und Herstellen der Leitungsverbindungen, pro m	—	50				
39	11	Dosenschalter und Steckdosen anbringen und anschließen, pro Stück	—	65				
		Summe						
IIIa. 1. Obergeschöß								
40		Wie für das Erdgeschöß						
		Summe						
IVa. 2. Obergeschöß								
41		Wie für das Erdgeschöß						
		Summe						
Va. 3. Obergeschöß								
42		Wie für das Erdgeschöß						
		Summe						
VIa. Treppenbeleuchtung								
43	32	m Isolierrohr auf Putz verlegen, einschließlich Einziehen der Leitungen und Herstellen der Verbindungen, pro m	—	50				
44	1	Zählertafel anbringen und anschließen	3	—				
45	5	Lichtdruckknöpfe anbringen und anschließen, pro Stück	—	65				
		Summe						

Laufende Nummer	Anzahl		Einzelpreis		Gesamtpreis		
			<i>R.M.</i>	<i>R.Pf.</i>	<i>R.M.</i>	<i>R.Pf.</i>	
		Zusammenstellung					
		A. Steigeleitung:					
		I. Materialkosten					
		Ia. Montagekosten					
			<hr/>	<hr/>			
		B. Erdgeschöß:					
		II. Materialkosten					
		IIa. Montagekosten					
			<hr/>	<hr/>			
		C. 1. Obergeschöß:					
		III. Materialkosten					
		IIIa. Montagekosten					
			<hr/>	<hr/>			
		D. 2. Obergeschöß:					
		IV. Materialkosten					
		IVa. Montagekosten					
			<hr/>	<hr/>			
		E. 3. Obergeschöß:					
		V. Materialkosten					
		Va. Montagekosten					
			<hr/>	<hr/>			
		F. Treppenbeleuchtung:					
		VI. Materialkosten					
		VIa. Montagekosten					
		Gesamtsumme			<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>	

250. Es ist der Gesamtpreis einer Kraftanlage für Gleichstrom zu ermitteln. Zur Deckung der Gemeinkosten sind auf die Selbstkosten für Material und Montage 25 v. H. und für Gewinn ebenfalls 25 v. H. Aufschlag zu rechnen.

Laufende Nr.	Anzahl	Gegenstand	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis (Selbstkostenpreis + 50 v. H. Zuschlag für Gemeinkosten und Gewinn)			
			Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis	
			R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.
Material								
1	1	Gleichstrom = Nebenschlußmotor, offene Bauart mit Wendepolen, für 4 kW (5,5 PS), 440 V Nennspannung, 11 A Nennstrom, 1430 Umdrehungen in der Minute, mit Riemenscheibe von 180 mm Durchmesser und 120 mm Breite, einschließlich Stellschienen und Fundamentbolzen.	300	—				
2	1	Metallanlasser mit Luftkühlung für Anlauf mit halber Last	25	—				
3	1	Motorzuschalter für Gleichstrom und 440 V Nennspannung, 15 A Dauerstrom mit verzögerter Überstromauslösung, Schnellauslösung, Zeit- auslösung und Unterspannungsaus- lösung einschließlich Strommesser bis 25 A. Der Schalter ist als magnetisch gesteuerter Ölschalter für selbsttätiges Ein- und Ausschalten ausgebildet. Preis	75	—				
	1	Druckknopf aus Isoguß (isoliert gefapfelt) zum Ein- und Ausschalten des Motor- schutzschalters durch Hand oder Fuß. Preis	4	25				
4	30	m Isolierrohr mit verbleitem Eisenmantel, 13,5 mm, pro m	—	15				
5	65	m NGA-Leitung, 4 mm ² , pro m	—	14				
6	25	m desgl., 1,5 mm ² , pro m	—	07				
7	25	Doppelrohrschellen für 13,5 mm Rohr, pro Stk.	—	02				
8	50	Stahlbübel mit Schrauben, pro Stück	—	01				
9	6	Endfüllen für 13,5-mm-Rohr, pro Stück	—	04				
10		Für Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten der unter den laufenden Nrn. 4, 5 und 6 aufgeführten Materialien						
11		Löt-, Isolier- und Befestigungsmaterial, 3 v. H. der Materialselbstkosten						
Summe								

Laufende Nr.	Anzahl	Gegenstand	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis (Selbstkostenpreis + 50 v. H. Zuschlag für Gemeinkosten und Gewinn)				
			Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis		
			R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	
		Übertrag							
		Montage							
12	1	Motorschutzschalter anbring. u. anschließen	5	—					
13	1	Motor aufstellen und anschließen . . .	8	—					
14	1	Anlasser anbringen und anschließen . .	3	—					
15	30	m Isolierrohr auf Fuß verlegen, einschließl. Einziehen der Leitungen, pro m	—	50					
		Zusammenstellung							
		Materialkosten (Verkaufspreis)							
		Montage (Verkaufspreis)							
		Gesamtsumme							

251. Es sind die Gesamtkosten einer Kraftanlage für Drehstrom zu ermitteln. Zur Deckung der Gemeinkosten sind auf die Selbstkosten für Montage 40 v. H. Zuschlag zu rechnen. Der Gewinn soll 20 v. H. der Selbstkosten für Material und Montage betragen. Während also auf die Materialselbstkosten ein Zuschlag von 20 v. H. kommt, beträgt der Zuschlag auf die Montage $40 + 20 = 60$ v. H.

Efd. Nr.	Anzahl	Gegenstand	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis				
			Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis		
			R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	
		I. Motoren							
1	1	Drehstrommotor mit Schleifringläufer, tropfwassergeschützt, für 15 kW (20 PS), Drehzahl 1450, Nennspannung 380/220 V, mit Bürstenabhebevorrichtung einschl. Riemenscheibe, Stellschienen und Fundamentschrauben	550	—					
2	1	Drehstrommotor mit Schleifringläufer, offene Bauart, für 8 kW (11 PS), Drehzahl 1440, Nennspannung 380/220 V, mit Bürstenabhebevorrichtung einschl. Riemenscheibe, Stellschienen und Fundamentschrauben . .	350	—					
		Übertrag							

Zfde.	Nr.	Anzahl	Gegenstand	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis				
				Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis		
				R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	
			Übertrag							
3	1		Drehstrommotor mit Kurzschlußläufer, geschlossene Bauart, für 1,5 kW (2 PS), Drehzahl 1420, Nennspannung 380/220 Volt, mit Einrichtung für Stern-dreieck-Anlassschaltung, einschl. Riemenscheibe, Stellschienen und Fundamentschrauben	100	—					
4	1		Anlasser für Halblast mit Ölkühlung für Motor 15 kW	35						
5	1		desgl. mit Luftkühlung für Motor 8 kW	25						
6	1		Stern-dreieck-Anlassschalter f. Motor 1,5 kW	9	—					
			Summe							
II. Kraftverteilung.										
7	1		Stahl-gezapfelte Kraftverteilung nach Schutzart P 30 (tropfwasserdicht) bestehend aus: 1 Sammelschienenkasten mit eingebauten Sammelschienen, 1 Sicherungskasten, 3 polig, für 60 A mit trägen Sicherungspatronen für 60 A, 1 desgleichen für 60 A mit trägen Sicherungspatronen für 25 A, 1 desgleichen für 25 A mit trägen Sicherungspatronen für 10 A, 1 Schaltkasten mit Hauptschalter für 100 A, 3 polig, für Handbetätigung. Preis	195	—					
			1 Motorschutzschalter für Drehstrom 380 V Nennspannung, 60 A Dauerstrom mit verzögerter Überstromauslösung und Unterspannungsauslösung einschl. Strommesser bis 60 A. Preis	80	—					
8	1		1 Motorschutzschalter für 60 A mit Strommesser bis 50 A. Preis	80	—					
			Übertrag							

Lfd. Nr.	Anzahl	Gegenstand	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis				
			Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis		
			R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	
		Übertrag							
9	1	desgl. für 25 A mit Strommesser bis 25 A. Preis	65	—					
10	3	Druckknöpfe zum Ein- und Ausschalten der Motorschutzschalter durch Hand oder Fuß. Preis pro Stück	4	25					
		Summe							
		III. Leitungsmaterial							
11	25	m Isolierrohr mit Stahlmantel (Stahlpanzerrohr) 36 mm, pro m	2	25					
12	25	m desgl. 29 mm, pro m	1	60					
13	33	" " 21 " " " " " "	1	—					
14	25	" " 16 " " " " " "	—	70					
15	2	Normalbogen für 36-mm-Rohr, pro Stk.	1	20					
16	2	" " 29 " " " " " "	—	85					
17	2	" " 21 " " " " " "	—	45					
18	1	Winkelstück aus Gußeisen für Stahlpanzerrohr 36 mm, pro Stk.	—	50					
19	3	desgl. 29 " " " " " "	—	40					
20	6	" " 21 " " " " " "	—	25					
21	45	Rohrschellen einschl. Holzschrauben für Stahlpanzerrohr 36 mm, pro Stk.	—	05					
22	45	desgl. für 29 " " " " " "	—	04					
23	60	" " 21 " " " " " "	—	03					
24	2	Endtüllen für 36-mm-Rohr, " " " "	—	40					
25	6	" " 29 " " " " " "	—	30					
26	12	" " 21 " " " " " "	—	18					
27	80	m NGA Leitung 25 mm ² , pro m	—	65					
28	80	desgl. 16 " " " " " "	—	40					
29	60	" " 10 " " " " " "	—	25					
30	48	" " 4 " " " " " "	—	14					
31	80	" " 1,5 " " " " " "	—	07					
32	6	Kabelschuhe für 25 " " " Stk.	—	10					
33	6	" " 16 " " " " " "	—	08					
34	12	" " 10 " " " " " "	—	06					
35	12	" " 4 " " " " " "	—	05					
		Sür Verschnitt 10 v. H. der Selbstkosten der unter den laufenden Nummern 11, 12, 13, 14, 27, 28, 29, 30 und 31 aufgeführten Materialien	—	—					
		Sür Löt-, Isolier- und Befestigungsmaterial 3 v. H. der Materialselbstkosten	—	—					
		Summe							

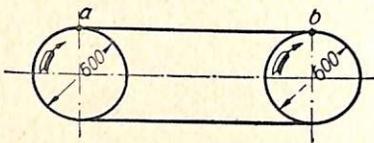
Sbe. Nr.	Anzahl	Gegenstand	Selbstkostenpreis		Verkaufspreis			
			Einzelpreis		Einzelpreis		Gesamtpreis	
			R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.	R.M.	R.Pf.
Montage								
36	1	Drehstrommotor für 15 kW aufstellen und anschließen	15	—				
37	1	desgl. für 8 kW	12	—				
38	1	" " 1,5 "	8	—				
39	1	Anlasser für Motor 15 kW befestigen und anschließen	7	—				
40	1	desgl. für 8 kW	5	—				
41	1	Stern dreieckschalter befestigen und anschließen	3	—				
42	1	Stahl-gekapselte Kraftverteilung befestigen und anschließen	25	—				
43	3	Motor schutzschalter befestigen und anschließen, pro Stk.	3	50				
44	3	Druckknöpfe für Motorschutzschalter befestigen und anschließen, pro Stück	1	50				
45	25	m Stahlpanzerrohr 36 mm auf die Wand verlegen einschl. Einziehen der Leitungen, pro m	1	20				
46	25	m desgl. 29 mm, pro m	1	—				
47	33	" " 21 " " " "	—	80				
48	25	" " 16 " " " "	—	50				
Summe								
Zusammenstellung								
A. Materialkosten (Verkaufspreis)								
I. Motoren								
II. Kraftverteilung								
III. Leitungsmaterial								
B. Montagekosten (Verkaufspreis)								
Gesamtsumme								

Vorbemerkungen.

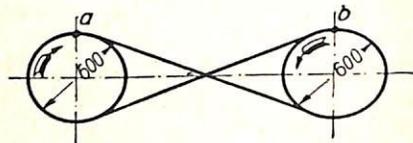
1. Denke an die entsprechenden Belehungen in der Fachkunde! (Riemenmaterial, Riemenherstellung, Pflege des Riemens, Gruppen- oder Einzelantriebe, Wirtschaftlichkeit, Unfallverhütungsvorschriften usw.).
2. Übe das freihändige Skizzieren von Riementrieben.
3. Bilde und löse ähnliche Aufgaben wie die folgenden nach eigener Beobachtung in der Werkstatt.

Riementrieb.

Beim Riementrieb sind zwei Riemenscheiben durch einen Riemen verbunden. Die eine Scheibe sitzt auf der treibenden Welle. Sie nimmt beim Antrieb den Riemen insofern der Reibung mit. Dadurch wird die Bewegung der treibenden Welle auf die getriebene Welle übertragen. Der Riemen kann offen oder gekreuzt sein. Beim offenen Riemen (Abb. 43) drehen sich beide Wellen nach einer Richtung; beim gekreuzten Riemen (Abb. 44) ist die



Antrieb Abb. 43.



Antrieb Abb. 44.

Drehrichtung der beiden Wellen entgegengesetzt. Der Riemen bewirkt, daß in einer bestimmten Zeit ein Punkt auf dem Umfange der getriebenen Scheibe denselben Weg zurücklegt wie ein Punkt auf der treibenden Scheibe. Bei den Riementrieben Abb. 43 und 44 legt z. B.

Punkt a einen Weg von $600 \cdot 3,14 = 1884$ mm,

Punkt b einen Weg von $600 \cdot 3,14 = 1884$ mm

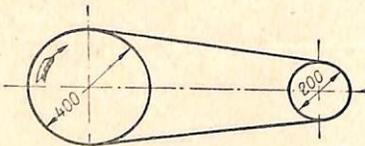
bei einer Umdrehung zurück. Hieraus folgt

$\text{Umfang} \times \text{Umlaufzahl der treibenden Scheibe} = \text{Umfang} \times \text{Umlaufzahl der getriebenen Scheibe.}$

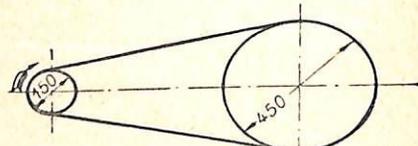
Da der Umfang sich in beiden Fällen aus dem Durchmesser, vervielfacht mit 3,14, ergibt, kann man die Regel vereinfachen in

$\text{Durchmesser} \times \text{Umlaufzahl der treibenden Scheibe} = \text{Durchmesser} \times \text{Umlaufzahl der getriebenen Scheibe.}$

Unter Umlaufzahl versteht man die Anzahl der Umdrehungen in 1 Minute. Die Umlaufzahl wird in der Technik mit dem Buchstaben „n“ bezeichnet. Haben die beiden Scheiben gleiche Durchmesser, so sind die Umdrehungen der beiden Wellen gleich (Abb. 43 und 44). Ist die getriebene Scheibe kleiner, so ist ihre Umlaufzahl größer als die der treibenden Scheibe und umgekehrt (Abb. 45 und 46). Die kleinere Scheibe



Antrieb Abb. 45.



Antrieb Abb. 46.

hat immer die größere Umlaufzahl. Ist der Durchmesser der getriebenen Scheibe halb so groß, so macht sie die doppelten Umdrehungen. Ist der Durchmesser dreimal so groß, so macht die getriebene Scheibe nur ein Drittel der Umdrehungen.

Ringzug führt zu gleicher Umdrehungszahl und Ringzug führt zu doppelten Umdrehungen

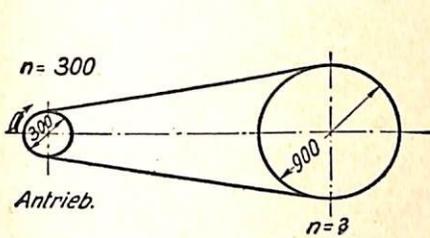


Abb. 47.

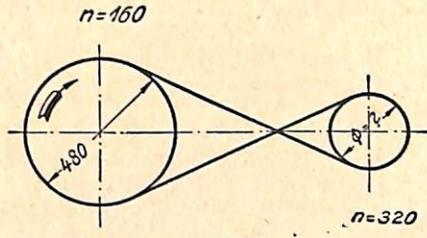


Abb. 48.

1. Bestimme die Umlaufzahl n der getriebenen Scheibe für den Riementrieb Abb. 47!

2. Bestimme den Durchmesser der getriebenen Scheibe für den Riementrieb Abb. 48!

Das Verhältnis der Umlaufzahl der treibenden Scheibe zur Umlaufzahl der getriebenen Scheibe nennt man das Übersetzungsverhältnis. Es wird meistens mit dem Buchstaben i bezeichnet.

$$i = \frac{\text{Umlaufzahl der treibenden Scheibe}}{\text{Umlaufzahl der getriebenen Scheibe}}$$

$$i = \frac{\text{Durchmesser der getriebenen Scheibe}}{\text{Durchmesser der treibenden Scheibe}}$$

oder

Beispiele:

a) Riementrieb Abb. 47:

$$i = \frac{\varnothing 900}{\varnothing 300} = \frac{3}{1};$$

b) Riementrieb Abb. 48:

$$i = \frac{n 160}{n 320} = \frac{1}{2}$$

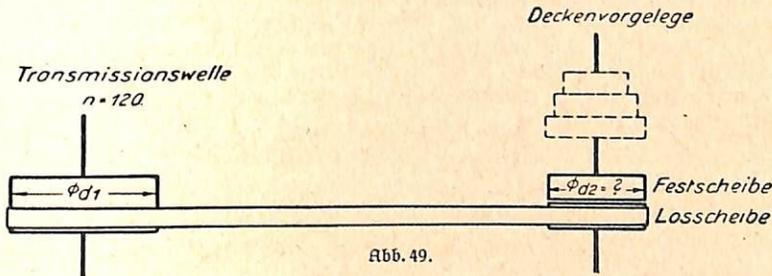


Abb. 49.

3. Bestimme für den Riementrieb Abb. 49:

1. den Durchmesser d_2 der Fest- und Losscheibe; 2. das Übersetzungsverhältnis.

- a) Durchmesser $d_1 = 360$ mm
Deckenvorgelege $n = 180$ Umdrehungen
- b) Durchmesser $d_1 = 600$ mm
Deckenvorgelege $n = 150$ Umdrehungen
- c) Durchmesser $d_1 = 375$ mm
Deckenvorgelege $n = 200$ Umdrehungen

4. Bestimme die Umlaufzahlen n der Stufenscheibe auf der Drehbank in den 4 verschiedenen Riemenlagen für den Riementrieb Abb. 50!

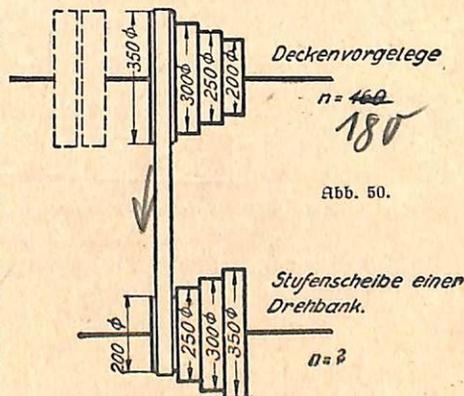


Abb. 50.

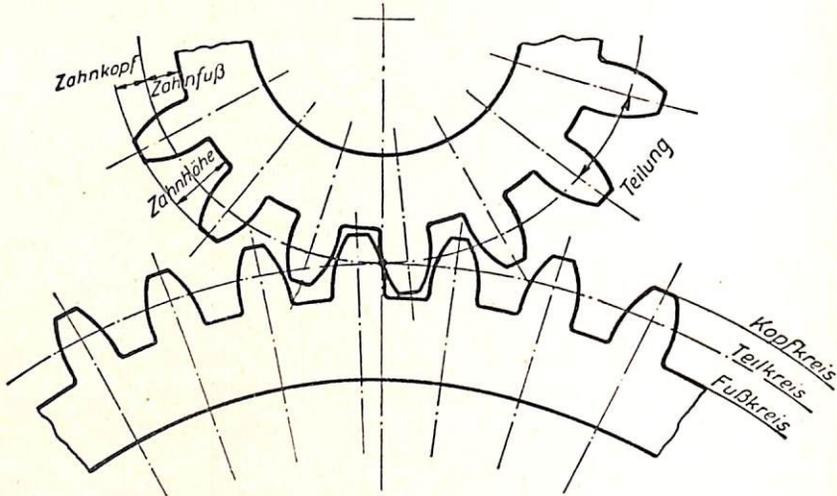


Abb. 51.

Zahnradgetriebe.

Um eine drehende Bewegung von einer Welle auf eine andere Welle zu übertragen, benutzt man auch Zahnräder. Die Zahnräder greifen mit ihren Zähnen ineinander, wodurch eine zwangsläufige Übertragung zustande kommt.

Man unterscheidet bei einem Zahnrad **Teilkreis**, **Kopfkreis** und **Fußkreis** (Abb. 51). Auf dem Teilkreis wird die **Teilung** gemessen. Man versteht darunter das Maß von Mitte Zahn bis Mitte Zahn auf dem Bogen des Teilkreises. Als Maß der Teilung wird stets ein Vielfaches der Verhältniszahl 3,14 genommen. Die Zahl, mit der man 3,14 vervielfacht, nennt man **Modul**. Es ist also

$$\text{Teilung} = \text{Modul} \times 3,14.$$

Für Modul 5 z. B. ist die Teilung $5 \cdot 3,14 = 15,7$ mm. Dadurch, daß man für die Teilung ein Vielfaches von 3,14 nimmt, berechnet sich der Teilkreisdurchmesser sehr einfach und wird immer eine ganze Zahl, wenn der Modul eine ganze Zahl ist.

Beispiel: Teilung: Modul 4 = $4 \cdot 3,14$ mm

Zähnezahl: 30

Es ist Teilkreisumfang = $30 \cdot 4 \cdot 3,14$

$$\text{Teilkreisdurchmesser} = \frac{30 \cdot 4 \cdot 3,14}{3,14} = 120 \text{ mm.}$$

Die Berechnung zeigt, daß man die Verhältniszahl 3,14 fortlassen kann, und man erhält die Regel

$$\text{Teilkreisdurchmesser} = \text{Zähnezahl} \times \text{Modul.}$$

Bei einem Zahn unterscheidet man

Zahnkopf, Zahnfuß und Zahnhöhe (Abb. 51).

Die gebräuchlichen Maße für den Zahn sind

Zahnkopf = Modul in mm,

Zahnfuß = Modul \cdot 1,16 in mm,

Zahnhöhe = Modul \cdot 2,16 in mm.

Der Zahnkopf wird durch den Kopfkreis, der Zahnfuß durch den Fußkreis begrenzt (Abb. 51).

Vergleiche die Vorbemerkungen zu den Aufgaben über Riementriebe auf S. 120.

1. Bestimme die Teilung bei Modul 2; 2,5; 3; 4,5; 8; 10; 15; 18!
2. Bestimme den Modul bei einer Teilung von 6,28; 9,42; 10,99; 15,7; 28,26; 31,4; 34,54 mm!
3. Die Teilung sei Modul 5; 8; 10; 12,5; 15; 16,5; 18; 20. Bestimme a) den Zahnkopf; b) den Zahnfuß!
4. Bestimme den Teilkreisdurchmesser folgender Zahnräder:

Zähnezahl:	a) 30	b) 45	c) 68	d) 84	e) 115
Teilung: Modul	5	7	10,5	12	15
5. Bestimme die Zähnezahl in folgenden Fällen:

Teilkreisdurchmesser:	a) 215	b) 360	c) 420	d) 630 mm
Teilung: Modul	5	6	7,5	9

Beachte: Zähnezahl = $\frac{\text{Teilkreisdurchmesser}}{\text{Modul}}$.

6. Bestimme a) den Teilkreisdurchmesser, b) den Kopfkreisdurchmesser, c) den Fußkreisdurchmesser folgender Zahnräder:

Zähnezahl:	a) 60	b) 80	c) 95	d) 115	e) 127
Teilung: Modul	5	4,5	8	8,5	3

Bei parallelen Wellen verwendet man Stirnräder (Abb. 52). Schneiden sich die beiden Wellen, so kommen Kegelräder in Anwendung (Abb. 53).

Für Stirnräder und Kegelräder gilt: Haben die Zahnräder gleiche Zähnezahl, so sind die Umlaufzahlen der beiden Wellen gleich. Hat das getriebene Rad eine kleinere Zähnezahl, so ist seine Umlaufzahl größer und umgekehrt. Das kleinere Rad hat immer die größere Umlaufzahl. Ist das getriebene Rad halb so groß, so macht es die doppelten Umdrehungen. Ist das getriebene Rad dreimal so groß, so macht es nur ein Drittel der Umdrehungen.

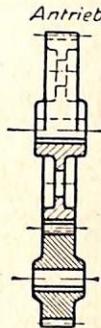


Abb. 52.

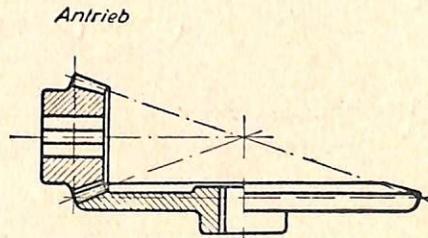


Abb. 53.

Merke: Die Umlaufzahlen zweier Zahnräder verhalten sich umgekehrt wie die Zähnezahlen; oder auch: die Umlaufzahlen zweier Zahnräder verhalten sich umgekehrt wie die Durchmesser.

Wie beim Riementrieb gilt auch für das Zahnradgetriebe die Regel:

$$\text{Umfang} \times \text{Umlaufzahl des treibenden Rades} = \text{Umfang} \times \text{Umlaufzahl des getriebenen Rades.}$$

Unter Umfang ist hier der Teilkreisumfang zu verstehen. Der Teilkreisumfang eines Zahnrades ist gleich Zähnezahl \times Teilung. Da die Teilung bei zwei ineinandergreifenden Zahnrädern gleich sein muß, kann man sie unberücksichtigt lassen, und man erhält die einfachere Regel:

$$\text{Zähnezahl} \times \text{Umlaufzahl des treibenden Rades} = \text{Zähnezahl} \times \text{Umlaufzahl des getriebenen Rades.}$$

$z_a \times n_a = z_g \times n_g$

Bei Zahnradgetrieben gilt wie bei Riementrieben:

Übersetzungsverhältnis $i = \frac{\text{Umlaufzahl des treibenden Rades}}{\text{Umlaufzahl des getriebenen Rades}}$
 oder $i = \frac{\text{Zähnezahl des getriebenen Rades}}{\text{Zähnezahl des treibenden Rades}}$

Bei mehrfacher Übersetzung ergibt sich wie beim Riementrieb das gesamte Übersetzungsverhältnis durch Vervielfachen (Malnehmen) der einzelnen Übersetzungsverhältnisse ($i = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots$) oder auch:

$$\text{Gesamt-Übersetzungsverhältnis } i = \frac{\text{Anfangs-Umlaufzahl}}{\text{End-Umlaufzahl}}$$

7. Bestimme für das Zahnradgetriebe Abb. 54 a) die Umlaufzahl n des getriebenen Rades; b) das Übersetzungsverhältnis.

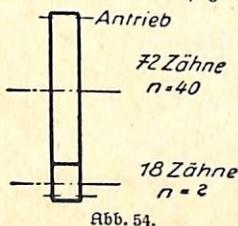


Abb. 54.

Lösung: a) $18 \cdot n = 72 \cdot 40$

$$n = \frac{72 \cdot 40}{18} = 160.$$

$$\text{b) } i = \frac{40}{160} = \frac{1}{4}$$

$$\text{oder } i = \frac{18}{72} = \frac{1}{4}.$$

8. Bestimme: a) die Umlaufzahl n des getriebenen Rades; b) das Übersetzungsverhältnis in folgenden Fällen:

Treibrad:	a) 100	b) 80	c) 75	d) 64	e) 26 Zähne,
"	60	90	120	48	70 Umdrehungen/min.
Getriebenes Rad:	50	60	45	96	65 Zähne.

9. Bestimme die Zähnezahl des getriebenen Rades in folgenden Fällen:

Treibrad:	a) 45	b) 65	c) 108	d) 36	e) 25 Zähne,
"	125	90	120	48	70 Umdrehungen/min.
Getriebenes Rad:	75	130	120	60	20 Umdrehungen/min.

10. Bestimme die Zähnezahl des treibenden Rades in folgenden Fällen:

Getriebenes Rad:	a) 75	b) 24	c) 18	d) 36	e) 225 Zähne,
"	90	30	60	105	150 Umdrehungen/min.
Treibrad:	150	20	15	45	250 Umdrehungen/min.

11. Bestimme den Mittenabstand der beiden Achsen für das Zahnradgetriebe Abb. 55

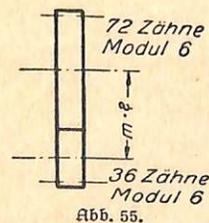


Abb. 55.

Lösung:

Der Mittenabstand ist gleich der Summe der beiden Teilkreisbahnmesser:

$$\text{Teilkreisbahnmesser Rad I} = \frac{72 \cdot 6}{2} = 216 \text{ mm}$$

$$\text{Rad II} = \frac{36 \cdot 6}{2} = 108 \text{ "}$$

$$\text{Mittenabstand} = 324 \text{ "}$$

12. Bestimme den Mittenabstand der beiden Achsen in folgenden Fällen:

Rad I:	a) 72	b) 18	c) 65	d) 42	e) 80 Zähne,
Rad II:	36	24	30	56	126 "
Teilung Modul:	5	6	8	10	10,5 "

Anleitung zum Gebrauch der Zahlentafeln.

1. Quadrat.

a) Gegeben: Eine beliebige ganze Zahl, z. B. 225. Gesucht: Das Quadrat dieser Zahl. (225^2 , lies: 225 zum Quadrat.) Aufschlagen: $n = 225$.

$$n^2 = 225 \cdot 225 = 50625.$$

b) Gegeben: $n = 2250$. Gesucht: 2250^2 . Aufschlagen: $n = 225$.

$$n^2 = 2250 \cdot 2250 = 5062500.$$

c) Gegeben: $n = 22500$. Gesucht: 22500^2 . Aufschlagen: $n = 225$.

$$n^2 = 22500 \cdot 22500 = 506250000.$$

Regel: Ist die Zahl n durch Anhängen von Nullen um 1, 2 oder mehr Stellen vergrößert, so vergrößert sich n^2 um die doppelte Anzahl, also um 2, 4 oder mehr Stellen.

d) Gegeben: Eine beliebige Dezimalzahl, z. B. 22,5. Gesucht: $22,5^2$. Aufschlagen: $n = 225$.

$$n^2 = 22,5 \cdot 22,5 = 506,25.$$

e) Gegeben: $n = 2,25$. Gesucht: $2,25^2$. Aufschlagen: $n = 225$.

$$n^2 = 2,25 \cdot 2,25 = 5,0625.$$

Regel: Verschiebt sich das Komma in n um 1, 2 oder mehr Stellen nach links, so verschiebt es sich in n^2 um die doppelte Anzahl, also um 2, 4 oder mehr Stellen nach links.

2. Wurzel.

a) Gegeben: Eine beliebige ganze Zahl, z. B. 489. Gesucht: Die Wurzel aus dieser Zahl. ($\sqrt{489}$, lies: Wurzel aus 489.) Aufschlagen: $n = 489$.

$$\sqrt{489} = 22,1153.$$

Anmerkung: Die Zahl 22,1153 ist die Seite eines Quadrates, welches einen Flächeninhalt von 489 hat.

b) Gegeben: $n = 48900$. Gesucht: $\sqrt{48900}$. Aufschlagen: $n = 489$.

$$\sqrt{48900} = 221,153.$$

c) Gegeben: $n = 4890000$. Gesucht: $\sqrt{4890000}$. Aufschlagen: $n = 489$.

$$\sqrt{4890000} = 2211,53.$$

Regel: Ist die Zahl n durch Anhängen von Nullen um 2, 4 oder mehr Stellen vergrößert, so vergrößert sich \sqrt{n} um die halbe Anzahl, also um 1, 2 oder mehr Stellen.

d) Gegeben: Eine beliebige Dezimalzahl, z. B. 4,89. Gesucht: $\sqrt{4,89}$. Aufschlagen: $n = 489$.

$$\sqrt{4,89} = 2,21153.$$

e) Gegeben: 0,0489. Gesucht: $\sqrt{0,0489}$. Aufschlagen: $n = 489$.

$$\sqrt{0,0489} = 0,221153.$$

Regel: Verschiebt sich das Komma in n um 2, 4 oder mehr Stellen nach links, so verschiebt es sich in \sqrt{n} um die halbe Anzahl, also um 1, 2 oder mehr Stellen nach links.

3. Kreisumfang.

a) Gegeben: Eine beliebige ganze Zahl als Durchmesser eines Kreises, z. B. 745. Gesucht: Der Kreisumfang zu diesem Durchmesser. ($\pi \cdot 745$, lies: pi mal 745. π ist ein griechischer Buchstabe, den man für die Zahl 3,14 setzt.) Aufschlagen: $d = 745$.

$$\pi \cdot d = 3,14 \cdot 745 = 2340,5.$$

b) Gegeben: $d = 7450$. Gesucht: $\pi \cdot 7450$. Aufschlagen: $d = 745$.

$$\pi \cdot d = 3,14 \cdot 7450 = 23405.$$

c) Gegeben: $d = 74500$. Gesucht: $\pi \cdot 74500$. Aufschlagen: $d = 745$.

$$\pi \cdot d = 3,14 \cdot 74500 = 234050.$$

Regel: Ist die Zahl d durch Anhängen von Nullen um 1, 2 oder mehr Stellen vergrößert, so vergrößert sich $\pi \cdot d$ ebenfalls um 1, 2 oder mehr Stellen.

d) Gegeben: Eine beliebige Dezimalzahl, z. B. 74,5. Gesucht: $\pi \cdot 74,5$. Aufschlagen: $d = 745$.

$$\pi \cdot d = 3,14 \cdot 74,5 = 234,05.$$

e) Gegeben: $d = 7,45$. Gesucht: $\pi \cdot 7,45$. Aufschlagen: $d = 745$.

$$\pi \cdot d = 3,14 \cdot 7,45 = 23,405.$$

Regel: Verschiebt sich das Komma in d um 1, 2 oder mehr Stellen nach links, so verschiebt es sich in $\pi \cdot d$ ebenfalls um 1, 2 oder mehr Stellen nach links.

4. Kreisfläche.

a) Gegeben: Eine beliebige ganze Zahl als Durchmesser eines Kreises, z. B. 886. Gesucht: Die Kreisfläche zu diesem Durchmesser. ($\frac{\pi \cdot 886^2}{4}$, lies: pi mal 886 zum Quadrat, geteilt durch 4.) Aufschlagen: $d = 886$.

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 886 \cdot 886}{4} = 616\,534.$$

b) Gegeben: $d = 8860$. Gesucht: $\frac{\pi \cdot 8860^2}{4}$. Aufschlagen: $d = 886$.

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 8860 \cdot 8860}{4} = 61\,653\,400.$$

c) Gegeben: $d = 88600$. Gesucht: $\frac{\pi \cdot 88600^2}{4}$. Aufschlagen: $d = 886$.

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 88600 \cdot 88600}{4} = 6\,165\,340\,000.$$

Regel: Ist die Zahl d durch Anhängen von Nullen um 1, 2 oder mehr Stellen vergrößert, so vergrößert sich $\frac{\pi d^2}{4}$ um die doppelte Anzahl, also um 2, 4 oder mehr Stellen.

d) Gegeben: Eine beliebige Dezimalzahl, z. B. 88,6. Gesucht: $\frac{\pi \cdot 88,6^2}{4}$. Aufschlagen: $d = 886$.

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 88,6 \cdot 88,6}{4} = 6165,34.$$

e) Gegeben: $d = 8,86$. Gesucht: $\frac{\pi \cdot 8,86^2}{4}$. Aufschlagen: $d = 886$.

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 8,86 \cdot 8,86}{4} = 61,6534.$$

Regel: Verschiebt sich das Komma in d um 1, 2 oder mehr Stellen nach links, so verschiebt es sich in $\frac{\pi d^2}{4}$ um die doppelte Anzahl, also um 2, 4 oder mehr Stellen nach links.

Zahlentafeln.

Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
1	1	1,0000	3,1416	0,79	41	16 81	6,4031	128,81	13 20,25
2	4	1,4142	6,2832	3,14	42	17 64	6,4807	131,95	13 85,44
3	9	1,7321	9,4248	7,07	43	18 49	6,5574	135,09	14 52,20
4	16	2,0000	12,566	12,57	44	19 36	6,6332	138,23	15 20,53
5	25	2,2361	15,708	19,63	45	20 25	6,7082	141,37	15 90,43
6	36	2,4495	18,850	28,27	46	21 16	6,7823	144,51	16 61,90
7	49	2,6458	21,991	38,48	47	22 09	6,8557	147,65	17 34,94
8	64	2,8284	25,133	50,27	48	23 04	6,9282	150,80	18 09,56
9	81	3,0000	28,274	63,62	49	24 01	7,0000	153,94	18 85,74
10	1 00	3,1623	31,416	78,54	50	25 00	7,0711	157,08	19 63,50
11	1 21	3,3166	34,558	95,03	51	26 01	7,1414	160,22	20 42,82
12	1 44	3,4641	37,699	1 13,10	52	27 04	7,2111	163,36	21 23,72
13	1 69	3,6056	40,841	1 32,73	53	28 09	7,2801	166,50	22 06,18
14	1 96	3,7417	43,982	1 53,94	54	29 16	7,3485	169,65	22 90,22
15	2 25	3,8730	47,124	1 76,71	55	30 25	7,4162	172,79	23 75,83
16	2 56	4,0000	50,265	2 01,06	56	31 36	7,4833	175,93	24 63,01
17	2 89	4,1231	53,407	2 26,98	57	32 49	7,5498	179,07	25 51,76
18	3 24	4,2426	56,549	2 54,47	58	33 64	7,6158	182,21	26 42,08
19	3 61	4,3589	59,690	2 83,53	59	34 81	7,6811	185,35	27 33,97
20	4 00	4,4721	62,832	3 14,16	60	36 00	7,7460	188,50	28 27,43
21	4 41	4,5826	65,973	3 46,36	61	37 21	7,8102	191,64	29 22,47
22	4 84	4,6904	69,115	3 80,13	62	38 44	7,8740	194,78	30 19,07
23	5 29	4,7958	72,257	4 15,48	63	39 69	7,9373	197,92	31 17,25
24	5 76	4,8990	75,398	4 52,39	64	40 96	8,0000	201,06	32 16,99
25	6 25	5,0000	78,540	4 90,87	65	42 25	8,0623	204,20	33 18,31
26	6 76	5,0990	81,681	5 30,93	66	43 56	8,1240	207,35	34 21,19
27	7 29	5,1962	84,823	5 72,56	67	44 89	8,1854	210,49	35 25,65
28	7 84	5,2915	87,965	6 15,75	68	46 24	8,2462	213,63	36 31,68
29	8 41	5,3852	91,106	6 60,52	69	47 61	8,3066	216,77	37 39,28
30	9 00	5,4772	94,25	7 06,86	70	49 00	8,3666	219,91	38 48,45
31	9 61	5,5678	97,39	7 54,77	71	50 41	8,4261	223,05	39 59,19
32	10 24	5,6569	100,53	8 04,25	72	51 84	8,4853	226,19	40 71,50
33	10 89	5,7446	103,67	8 55,30	73	53 29	8,5440	229,34	41 85,39
34	11 56	5,8310	106,81	9 07,92	74	54 76	8,6023	232,48	43 00,84
35	12 25	5,9161	109,96	9 62,11	75	56 25	8,6603	235,62	44 17,86
36	12 96	6,0000	113,10	10 17,88	76	57 76	8,7178	238,76	45 36,46
37	13 69	6,0828	116,24	10 75,21	77	59 29	8,7750	241,90	46 56,63
38	14 44	6,1644	119,38	11 34,11	78	60 84	8,8318	245,04	47 78,36
39	15 21	6,2450	122,52	11 94,59	79	62 41	8,8882	248,19	49 01,67
40	16 00	6,3246	125,66	12 56,64	80	64 00	8,9443	251,33	50 36,55

Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
80	64 00	8,9443	251,33	50 26	120	1 44 00	10,9545	376,99	1 13 10
81	65 61	9,0000	254,47	51 53	121	1 46 41	11,0000	380,13	1 14 99
82	67 24	9,0554	257,61	52 81	122	1 48 84	11,0454	383,27	1 16 90
83	68 89	9,1104	260,75	54 10	123	1 51 29	11,0905	386,42	1 18 82
84	70 56	9,1652	263,89	55 41	124	1 53 76	11,1355	389,56	1 20 76
85	72 25	9,2195	267,04	56 74	125	1 56 25	11,1803	392,70	1 22 72
86	73 96	9,2736	270,18	58 08	126	1 58 76	11,2250	395,84	1 24 69
87	75 69	9,3274	273,32	59 44	127	1 61 29	11,2694	398,98	1 26 68
88	77 44	9,3808	276,46	60 82	128	1 63 84	11,3137	402,12	1 28 68
89	79 21	9,4340	279,60	62 21	129	1 66 41	11,3578	405,27	1 30 70
90	81 00	9,4868	282,74	63 61	130	1 69 00	11,4018	408,41	1 32 73
91	82 81	9,5394	285,88	65 04	131	1 71 61	11,4455	411,55	1 34 78
92	84 64	9,5917	289,03	66 48	132	1 74 24	11,4891	414,69	1 36 85
93	86 49	9,6437	292,17	67 93	133	1 76 89	11,5326	417,83	1 38 93
94	88 36	9,6954	295,31	69 40	134	1 79 56	11,5758	420,97	1 41 03
95	90 25	9,7468	298,45	70 88	135	1 82 25	11,6190	424,12	1 43 14
96	92 16	9,7980	301,59	72 38	136	1 84 96	11,6619	427,26	1 45 27
97	94 09	9,8489	304,73	73 90	137	1 87 69	11,7047	430,40	1 47 41
98	96 04	9,8995	307,88	75 43	138	1 90 44	11,7473	433,54	1 49 57
99	98 01	9,9499	311,02	76 98	139	1 93 21	11,7898	436,68	1 51 75
100	1 00 00	10,0000	314,16	78 54	140	1 96 00	11,8322	439,82	1 53 94
101	1 02 01	10,0499	317,30	80 12	141	1 98 81	11,8743	442,96	1 56 15
102	1 04 04	10,0995	320,44	81 71	142	2 01 64	11,9164	446,11	1 58 37
103	1 06 09	10,1489	323,58	83 32	143	2 04 49	11,9583	449,25	1 60 61
104	1 08 16	10,1980	326,73	84 95	144	2 07 36	12,0000	452,39	1 62 86
105	1 10 25	10,2470	329,87	86 59	145	2 10 25	12,0416	455,53	1 65 13
106	1 12 36	10,2956	333,01	88 25	146	2 13 16	12,0830	458,67	1 67 42
107	1 14 49	10,3441	336,15	89 92	147	2 16 09	12,1244	461,81	1 69 72
108	1 16 64	10,3923	339,29	91 61	148	2 19 04	12,1655	464,96	1 72 03
109	1 18 81	10,4403	342,43	93 31	149	2 22 01	12,2066	468,10	1 74 37
110	1 21 00	10,4881	345,58	95 03	150	2 25 00	12,2474	471,24	1 76 71
111	1 23 21	10,5357	348,72	96 77	151	2 28 01	12,2882	474,38	1 79 08
112	1 23 44	10,5830	351,86	98 52	152	2 31 04	12,3288	477,52	1 81 46
113	1 27 69	10,6301	355,00	1 00 29	153	2 34 09	12,3693	480,66	1 83 85
114	1 29 96	10,6771	358,14	1 02 07	154	2 37 16	12,4097	483,81	1 86 27
115	1 32 25	10,7238	361,28	1 03 87	155	2 40 25	12,4499	486,95	1 88 69
116	1 34 56	10,7703	364,42	1 05 68	156	2 43 36	12,4900	490,09	1 91 13
117	1 36 89	10,8167	367,57	1 07 51	157	2 46 49	12,5300	493,23	1 93 59
118	1 39 24	10,8628	370,71	1 09 36	158	2 49 64	12,5698	496,37	1 96 07
119	1 41 61	10,9087	373,85	1 11 22	159	2 52 81	12,6095	499,51	1 98 56
120	1 44 00	10,9545	376,99	1 13 10	160	2 56 00	12,6491	502,65	2 01 06

Be- liebige Zahl n od. \bar{d}	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang ($\pi \bar{d}$)	Kreis- fläche ($\frac{\pi \bar{d}^2}{4}$)	Be- liebige Zahl n od. \bar{d}	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang ($\pi \bar{d}$)	Kreis- fläche ($\frac{\pi \bar{d}^2}{4}$)
160	2 56 00	12,6491	502,65	2 01 06	200	4 00 00	14,1421	628,32	3 14 16
161	2 59 21	12,6886	505,80	2 03 58	201	4 04 01	14,1774	631,46	3 17 31
162	2 62 44	12,7279	508,94	2 06 12	202	4 08 04	14,2127	634,60	3 20 47
163	2 65 69	12,7671	512,08	2 08 67	203	4 12 09	14,2478	637,74	3 23 65
164	2 68 96	12,8062	515,22	2 11 24	204	4 16 15	14,2829	640,88	3 26 85
165	2 72 25	12,8452	518,36	2 13 82	205	4 20 25	14,3178	644,03	3 30 06
166	2 75 56	12,8841	521,50	2 16 42	206	4 24 36	14,3527	647,17	3 33 29
167	2 78 89	12,9228	524,65	2 19 04	207	4 28 49	14,3875	650,31	3 36 54
168	2 82 24	12,9615	527,79	2 21 67	208	4 32 64	14,4222	653,45	3 39 79
169	2 85 61	13,0000	530,93	2 24 32	209	4 36 81	14,4568	656,59	3 43 07
170	2 89 00	13,0384	534,07	2 26 98	210	4 41 00	14,4914	659,73	3 46 36
171	2 92 41	13,0767	537,21	2 29 66	211	4 45 21	14,5258	662,88	3 49 67
172	2 95 84	13,1149	540,35	2 32 35	212	4 49 44	14,5602	666,02	3 52 99
173	2 99 29	13,1529	543,50	2 35 06	213	4 53 69	14,5945	669,16	3 56 33
174	3 02 76	13,1909	546,64	2 37 79	214	4 57 96	14,6287	672,30	3 59 68
175	3 06 25	13,2288	549,78	2 40 53	215	4 62 25	14,6629	675,44	3 63 05
176	3 09 76	13,2665	552,92	2 43 28	216	4 66 56	14,6969	678,59	3 66 44
177	3 13 29	13,3041	556,06	2 46 06	217	4 70 89	14,7309	681,73	3 69 84
178	3 16 84	13,3417	559,20	2 48 85	218	4 75 24	14,7648	684,87	3 73 25
179	3 20 41	13,3791	562,35	2 51 65	219	4 79 61	14,7986	688,01	3 76 68
180	3 24 00	13,4164	565,49	2 54 47	220	4 84 00	14,8324	691,15	3 80 13
181	3 27 61	13,4536	568,63	2 57 30	221	4 88 41	14,8661	694,29	3 83 60
182	3 31 24	13,4907	571,77	2 60 16	222	4 92 84	14,8997	697,43	3 87 08
183	3 34 89	13,5277	574,91	2 63 02	223	4 97 29	14,9332	700,58	3 90 57
184	3 38 56	13,5647	578,05	2 65 90	224	5 01 76	14,9666	703,72	3 94 08
185	3 42 25	13,6015	581,19	2 68 80	225	5 06 25	15,0000	706,86	3 97 61
186	3 45 96	13,6382	584,34	2 71 72	226	5 10 76	15,0333	710,00	4 01 15
187	3 49 69	13,6748	587,48	2 74 65	227	5 15 29	15,0665	713,14	4 04 71
188	3 53 44	13,7113	590,62	2 77 59	228	5 19 84	15,0997	716,28	4 08 28
189	3 57 21	13,7477	593,76	2 80 55	229	5 24 41	15,1327	719,42	4 11 87
190	3 61 00	13,7840	596,90	2 83 53	230	5 29 00	15,1658	722,57	4 15 48
191	3 64 81	13,8203	600,04	2 86 52	231	5 33 61	15,1987	725,71	4 19 10
192	3 68 64	13,8564	603,19	2 89 53	232	5 38 24	15,2315	728,85	4 22 73
193	3 72 49	13,8924	606,33	2 92 55	233	5 42 89	15,2643	731,99	4 26 38
194	3 76 36	13,9284	609,47	2 95 59	234	5 47 56	15,2971	735,13	4 30 05
195	3 80 25	13,9642	612,61	2 98 65	235	5 52 25	15,3297	738,27	4 33 74
196	3 84 16	14,0000	615,75	3 01 72	236	5 56 96	15,3623	741,42	4 37 44
197	3 88 09	14,0357	618,89	3 04 81	237	5 61 69	15,3948	744,56	4 41 15
198	3 92 04	14,0712	622,04	3 07 91	238	5 66 44	15,4272	747,70	4 44 88
199	3 96 01	14,1067	625,18	3 11 03	239	5 71 21	15,4596	750,84	4 48 63
200	4 00 00	14,1421	628,32	3 14 16	240	5 76 00	15,4919	753,98	4 52 39

Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (<i>n</i> ²)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (<i>n</i> ²)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
240	5 76 00	15,4919	753,98	4 52 39	280	7 84 00	16,7332	879,65	6 15 75
241	5 80 81	15,5242	757,12	4 56 17	281	7 89 61	16,7631	882,79	6 20 16
242	5 85 64	15,5563	760,27	4 59 96	282	7 95 24	16,7929	885,93	6 24 58
243	5 90 49	15,5885	763,41	4 63 77	283	8 00 89	16,8226	889,07	6 29 02
244	5 95 36	15,6205	766,55	4 67 59	284	8 06 56	16,8523	892,21	6 33 47
245	6 00 25	15,6525	769,69	4 71 44	285	8 12 25	16,8819	895,35	6 37 94
246	6 05 16	15,6844	772,83	4 75 29	286	8 17 96	16,9115	898,50	6 42 42
247	6 10 09	15,7162	775,97	4 79 16	287	8 23 69	16,9411	901,64	6 46 92
248	6 15 04	15,7480	779,11	4 83 05	288	8 29 44	16,9706	904,78	6 51 44
249	6 20 01	15,7797	782,26	4 86 95	289	8 35 21	17,0000	907,92	6 55 97
250	6 25 00	15,8114	785,40	4 90 87	290	8 41 00	17,0294	911,06	6 60 52
251	6 30 01	15,8430	788,54	4 94 81	291	8 46 81	17,0587	914,20	6 65 08
252	6 35 04	15,8745	791,68	4 98 76	292	8 52 64	17,0880	917,35	6 69 66
253	6 40 09	15,9060	794,82	5 02 73	293	8 58 49	17,1172	920,49	6 74 26
254	6 45 16	15,9374	797,96	5 06 71	294	8 64 36	17,1464	923,63	6 78 87
255	6 50 25	15,9687	801,11	5 10 71	295	8 70 25	17,1756	926,77	6 83 49
256	6 55 36	16,0000	804,25	5 14 72	296	8 76 16	17,2047	929,91	6 88 13
257	6 60 49	16,0312	807,39	5 18 75	297	8 82 09	17,2337	933,05	6 92 79
258	6 65 64	16,0624	810,53	5 22 79	298	8 88 04	17,2627	936,19	6 97 46
259	6 70 81	16,0935	813,67	5 26 85	299	8 94 01	17,2916	939,34	7 02 15
260	6 76 00	16,1245	816,81	5 30 93	300	9 00 00	17,3205	942,48	7 06 86
261	6 81 21	16,1555	819,96	5 35 02	301	9 06 01	17,3494	945,62	7 11 58
262	6 86 44	16,1864	823,10	5 39 13	302	9 12 04	17,3781	948,76	7 16 31
263	6 91 69	16,2173	826,24	5 43 25	303	9 18 09	17,4069	951,90	7 21 07
264	6 96 96	16,2481	829,38	5 47 39	304	9 24 16	17,4356	955,04	7 25 83
265	7 02 25	16,2788	832,52	5 51 55	305	9 30 25	17,4642	958,19	7 30 62
266	7 07 56	16,3095	835,66	5 55 72	306	9 36 36	17,4929	961,33	7 35 42
267	7 12 89	16,3401	838,81	5 59 90	307	9 42 49	17,5214	964,47	7 40 23
268	7 18 24	16,3707	841,95	5 64 10	308	9 48 64	17,5499	967,61	7 45 06
269	7 23 61	16,4012	845,09	5 68 32	309	9 54 81	17,5784	970,75	7 49 91
270	7 29 00	16,4317	848,23	5 72 56	310	9 61 00	17,6068	973,89	7 54 77
271	7 34 41	16,4621	851,37	5 76 80	311	9 67 21	17,6352	977,04	7 59 64
272	7 39 84	16,4924	854,51	5 81 07	312	9 73 44	17,6635	980,18	7 64 54
273	7 45 29	16,5227	857,65	5 85 35	313	9 79 69	17,6918	983,32	7 69 45
274	7 50 76	16,5529	860,80	5 89 65	314	9 85 96	17,7200	986,46	7 74 37
275	7 56 25	16,5831	863,94	5 93 96	315	9 92 25	17,7482	989,60	7 79 31
276	7 61 76	16,6132	867,08	5 98 28	316	9 98 56	17,7764	992,74	7 84 27
277	7 67 29	16,6433	870,22	6 02 63	317	10 04 89	17,8045	995,88	7 89 24
278	7 72 84	16,6733	873,36	6 06 99	318	10 11 24	17,8326	999,03	7 94 23
279	7 78 41	16,7033	876,50	6 11 36	319	10 17 61	17,8606	1002,2	7 99 23
280	7 84 00	16,7332	879,65	6 15 75	320	10 24 00	17,8885	1005,3	8 04 25

Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n ²)	Wurzel (√n)	Kreis- umfang (π d)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n ²)	Wurzel (√n)	Kreis- umfang (π d)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
320	10 24 00	17,8885	1005,3	8 04 25	360	12 96 00	18,9737	1131,0	10 17 88
321	10 30 41	17,9165	1008,5	8 09 28	361	13 03 21	19,0000	1134,1	10 23 54
322	10 36 84	17,9444	1011,6	8 14 33	362	13 10 44	19,0263	1137,3	10 29 22
323	10 43 29	17,9722	1014,7	8 19 40	363	13 17 69	19,0526	1140,4	10 34 91
324	10 49 76	18,0000	1017,9	8 24 48	364	13 24 96	19,0788	1143,5	10 40 62
325	10 56 25	18,0278	1021,0	8 29 58	365	13 32 25	19,1050	1146,7	10 46 35
326	10 62 76	18,0555	1024,2	8 34 69	366	13 39 56	19,1311	1149,8	10 52 09
327	10 69 29	18,0831	1027,3	8 39 82	367	13 46 89	19,1572	1153,0	10 57 84
328	10 75 84	18,1108	1030,4	8 44 96	368	13 54 24	19,1833	1156,1	10 63 62
329	10 82 41	18,1384	1033,6	8 50 12	369	13 61 61	19,2094	1159,2	10 69 41
330	10 89 00	18,1659	1036,7	8 55 30	370	13 69 00	19,2354	1162,4	10 75 21
331	10 95 61	18,1934	1039,9	8 60 49	371	13 76 41	19,2614	1165,5	10 81 03
332	11 02 24	18,2209	1043,0	8 65 70	372	13 83 84	19,2873	1168,7	10 86 87
333	11 08 89	18,2483	1046,2	8 70 92	373	13 91 29	19,3132	1171,8	10 92 72
334	11 15 56	18,2757	1049,3	8 76 16	374	13 98 76	19,3391	1175,0	10 98 58
335	11 22 25	18,3030	1052,4	8 81 41	375	14 06 25	19,3649	1178,1	11 04 47
336	11 28 96	18,3303	1055,6	8 86 68	376	14 13 76	19,3907	1181,2	11 10 36
337	11 35 69	18,3576	1058,7	8 91 97	377	14 21 29	19,4165	1184,4	11 16 28
338	11 42 44	18,3848	1061,9	8 97 27	378	14 28 84	19,4422	1187,5	11 22 21
339	11 49 21	18,4120	1065,0	9 02 59	379	14 36 41	19,4679	1190,7	11 28 15
340	11 56 00	18,4391	1068,1	9 07 92	380	14 44 00	19,4936	1193,8	11 34 11
341	11 62 81	18,4662	1071,3	9 13 27	381	14 51 61	19,5192	1196,9	11 40 09
342	11 69 64	18,4932	1074,4	9 18 63	382	14 59 24	19,5448	1200,1	11 46 08
343	11 76 49	18,5203	1077,6	9 24 01	383	14 66 89	19,5704	1203,2	11 52 09
344	11 83 36	18,5472	1080,7	9 29 41	384	14 74 56	19,5959	1206,4	11 58 12
345	11 90 25	18,5742	1083,8	9 34 82	385	14 82 25	19,6214	1209,5	11 64 16
346	11 97 16	18,6011	1087,0	9 40 25	386	14 89 96	19,6469	1212,7	11 70 21
347	12 04 09	18,6279	1090,1	9 45 69	387	14 97 69	19,6723	1215,8	11 76 28
348	12 11 04	18,6548	1093,3	9 51 15	388	15 05 44	19,6977	1218,9	11 82 37
349	12 18 01	18,6815	1096,4	9 56 62	389	15 13 21	19,7231	1222,1	11 88 47
350	12 25 00	18,7083	1099,6	9 62 11	390	15 21 00	19,7484	1225,2	11 94 59
351	12 32 01	18,7350	1102,7	9 67 62	391	15 28 81	19,7737	1228,4	12 00 72
352	12 39 04	18,7617	1105,8	9 73 14	392	15 36 64	19,7990	1231,5	12 06 87
353	12 46 09	18,7883	1109,0	9 78 68	393	15 44 49	19,8242	1234,6	12 13 04
354	12 53 16	18,8149	1112,1	9 84 23	394	15 52 36	19,8494	1237,8	12 19 22
355	12 60 25	18,8414	1115,3	9 89 80	395	15 60 25	19,8746	1240,9	12 25 42
356	12 67 36	18,8680	1118,4	9 95 38	396	15 68 16	19,8997	1244,1	12 31 63
357	12 74 49	18,8944	1121,5	10 00 98	397	15 76 09	19,9249	1247,2	12 37 86
358	12 81 64	18,9209	1124,7	10 06 60	398	15 84 04	19,9499	1250,4	12 44 10
359	12 88 81	18,9473	1127,8	10 12 23	399	15 92 01	19,9750	1253,5	12 50 36
360	12 96 00	18,9737	1131,0	10 17 88	400	16 00 00	20,0000	1256,6	12 56 64

Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche $(\frac{\pi d^2}{4})$	Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche $(\frac{\pi d^2}{4})$
400	16 00 00	20,0000	1256,6	12 56 64	440	19 36 00	20,9762	1382,3	15 20 53
401	16 08 01	20,0250	1259,8	12 62 93	441	19 44 81	21,0000	1385,4	15 27 45
402	16 16 04	20,0499	1262,9	12 69 23	442	19 53 64	21,0238	1388,6	15 34 39
403	16 24 09	20,0749	1266,1	12 75 56	443	19 62 49	21,0476	1391,7	15 41 34
404	16 32 16	20,0998	1269,2	12 81 90	444	19 71 36	21,0713	1394,9	15 48 30
405	16 40 25	20,1246	1272,3	12 88 25	445	19 80 25	21,0950	1398,0	15 55 28
406	16 48 36	20,1494	1275,5	12 94 62	446	19 89 16	21,1187	1401,2	15 62 28
407	16 56 49	20,1742	1278,6	13 01 00	447	19 98 09	21,1424	1404,3	15 69 30
408	16 64 64	20,1990	1281,8	13 07 41	448	20 07 04	21,1660	1407,4	15 76 33
409	16 72 81	20,2237	1284,9	13 13 82	449	20 16 01	21,1896	1410,6	15 83 37
410	16 81 00	20,2485	1288,1	13 20 25	450	20 25 00	21,2132	1413,7	15 90 43
411	16 89 21	20,2731	1291,2	13 26 70	451	20 34 01	21,2368	1416,9	15 97 51
412	16 97 44	20,2978	1294,3	13 33 17	452	20 43 04	21,2603	1420,0	16 04 60
413	17 05 69	20,3224	1297,5	13 39 65	453	20 52 09	21,2838	1423,1	16 11 71
414	17 13 96	20,3470	1300,6	13 46 14	454	20 61 16	21,3073	1426,3	16 18 83
415	17 22 25	20,3715	1303,8	13 52 65	455	20 70 25	21,3307	1429,4	16 25 97
416	17 30 56	20,3961	1306,9	13 59 18	456	20 79 36	21,3542	1432,6	16 33 13
417	17 38 89	20,4206	1310,0	13 65 72	457	20 88 49	21,3776	1435,7	16 40 30
418	17 47 24	20,4450	1313,2	13 72 28	458	20 97 64	21,4009	1438,8	16 47 48
419	17 55 61	20,4695	1316,3	13 78 85	459	21 06 81	21,4243	1442,0	16 54 68
420	17 64 00	20,4939	1319,5	13 85 44	460	21 16 00	21,4476	1445,1	16 61 90
421	17 72 41	20,5183	1322,6	13 92 05	461	21 25 21	21,4709	1448,3	16 69 14
422	17 80 84	20,5426	1325,8	13 98 67	462	21 34 44	21,4942	1451,4	16 76 39
423	17 89 29	20,5670	1328,9	14 05 31	463	21 43 69	21,5174	1454,6	16 83 65
424	17 97 76	20,5913	1332,0	14 11 96	464	21 52 96	21,5407	1457,7	16 90 93
425	18 06 25	20,6155	1335,2	14 18 63	465	21 62 25	21,5639	1460,8	16 98 23
426	18 14 76	20,6398	1338,3	14 25 31	466	21 71 56	21,5870	1464,0	17 05 54
427	18 23 29	20,6640	1341,5	14 32 01	467	21 80 89	21,6102	1467,1	17 12 87
428	18 31 84	20,6882	1344,6	14 38 72	468	21 90 24	21,6333	1470,3	17 20 21
429	18 40 41	20,7123	1347,7	14 45 45	469	21 99 61	21,6564	1473,4	17 27 57
430	18 49 00	20,7364	1350,9	14 52 20	470	22 09 00	21,6795	1476,5	17 34 44
431	18 57 61	20,7605	1354,0	14 58 96	471	22 18 41	21,7025	1479,7	17 42 34
432	18 66 24	20,7846	1357,2	14 65 74	472	22 27 84	21,7256	1482,8	17 49 74
433	18 74 89	20,8087	1360,3	14 72 54	473	22 37 29	21,7486	1486,0	17 57 16
434	18 83 56	20,8327	1363,5	14 79 34	474	22 46 76	21,7715	1489,1	17 64 60
435	18 92 25	20,8567	1366,6	14 86 17	475	22 56 25	21,7945	1492,3	17 72 05
436	19 00 96	20,8806	1369,7	14 93 01	476	22 65 76	21,8174	1495,4	17 79 52
437	19 09 69	20,9045	1372,9	14 99 87	477	22 75 29	21,8403	1498,5	17 87 01
438	19 18 44	20,9284	1376,0	15 06 74	478	22 84 84	21,8632	1501,7	17 94 51
439	19 27 21	20,9523	1379,2	15 13 63	479	22 94 41	21,8861	1504,8	18 02 03
440	19 36 00	20,9762	1382,3	15 20 53	480	23 04 00	21,9089	1508,0	18 09 56

Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n ²)	Wurzel (√n)	Kreis- umfang (π d)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n ²)	Wurzel (√n)	Kreis- umfang (π d)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
480	23 04 00	21,9089	1508,0	18 09 56	520	27 04 00	22,8035	1633,6	21 23 72
481	23 13 61	21,9317	1511,1	18 17 11	521	27 14 41	22,8254	1636,8	21 31 89
482	23 23 24	21,9545	1514,2	18 24 67	522	27 24 84	22,8473	1639,9	21 40 08
483	23 32 89	21,9773	1517,4	18 32 35	523	27 35 29	22,8692	1643,1	21 48 29
484	23 42 56	22,0000	1520,5	18 39 84	524	27 45 76	22,8910	1646,2	21 56 51
485	23 52 25	22,0227	1523,7	18 47 45	525	27 56 25	22,9129	1649,3	21 64 75
486	23 61 96	22,0454	1526,8	18 55 08	526	27 66 76	22,9347	1652,5	21 73 01
487	23 71 69	22,0681	1530,0	18 62 72	527	27 77 29	22,9565	1655,6	21 81 28
488	23 81 44	22,0907	1533,1	18 70 38	528	27 87 84	22,9783	1658,8	21 89 56
489	23 91 21	22,1133	1536,2	18 78 05	529	27 98 41	23,0000	1661,9	21 97 87
490	24 01 00	22,1359	1539,4	18 85 74	530	28 09 00	23,0217	1665,0	22 06 18
491	24 10 81	22,1585	1542,5	18 93 45	531	28 19 61	23,0434	1668,2	22 14 52
492	24 20 64	22,1811	1545,7	19 01 17	532	28 30 24	23,0651	1671,3	22 22 87
493	24 30 49	22,2036	1548,8	19 08 90	533	28 40 89	23,0868	1674,5	22 31 23
494	24 40 36	22,2261	1551,9	19 16 65	534	28 51 56	23,1084	1677,6	22 39 61
495	24 50 25	22,2486	1555,1	19 24 42	535	28 62 25	23,1301	1680,8	22 48 01
496	24 60 16	22,2711	1558,2	19 32 21	536	28 72 96	23,1517	1683,9	22 56 42
497	24 70 09	22,2935	1561,4	19 40 00	537	28 83 69	23,1733	1687,0	22 64 84
498	24 80 04	22,3159	1564,5	19 47 82	538	28 94 44	23,1948	1690,2	22 73 29
499	24 90 01	22,3383	1567,7	19 55 65	539	29 05 21	23,2164	1693,3	22 81 75
500	25 00 00	22,3607	1570,8	19 63 50	540	29 16 00	23,2379	1696,5	22 90 22
501	25 10 01	22,3830	1573,9	19 71 36	541	29 26 81	23,2594	1699,6	22 98 71
502	25 20 04	22,4054	1577,1	19 79 23	542	29 37 64	23,2809	1702,7	23 07 22
503	25 30 09	22,4277	1580,2	19 87 13	543	29 48 49	23,3024	1705,9	23 15 74
504	25 40 16	22,4499	1583,4	19 95 04	544	29 59 36	23,3238	1709,0	23 24 28
505	25 50 25	22,4722	1586,5	20 02 96	545	29 70 25	23,3452	1712,2	23 32 83
506	25 60 36	22,4944	1589,6	20 10 90	546	29 81 16	23,3666	1715,3	23 41 40
507	25 70 49	22,5167	1592,8	20 18 86	547	29 92 09	23,3880	1718,5	23 49 98
508	25 80 64	22,5389	1595,9	20 26 83	548	30 03 04	23,4094	1721,6	23 58 58
509	25 90 81	22,5610	1599,1	20 34 82	549	30 14 01	23,4307	1724,7	23 67 20
510	26 01 00	22,5832	1602,2	20 42 82	550	30 25 00	23,4521	1727,9	23 75 83
511	26 11 21	22,6053	1605,4	20 50 84	551	30 36 01	23,4734	1731,0	23 84 48
512	26 21 44	22,6274	1608,5	20 58 87	552	30 47 04	23,4947	1734,2	23 93 14
513	26 31 69	22,6495	1611,6	20 66 92	553	30 58 09	23,5160	1737,3	24 01 82
514	26 41 96	22,6716	1614,8	20 74 99	554	30 69 16	23,5372	1740,4	24 10 51
515	26 52 25	22,6936	1617,9	20 83 07	555	30 80 25	23,5584	1743,6	24 19 22
516	26 62 56	22,7156	1621,1	20 91 17	556	30 91 36	23,5797	1746,7	24 27 95
517	26 72 89	22,7376	1624,2	20 99 28	557	31 02 49	23,6008	1749,9	24 36 69
518	26 83 24	22,7596	1627,3	21 07 41	558	31 13 64	23,6220	1753,0	24 45 45
519	26 93 61	22,7816	1630,5	21 15 56	559	31 24 81	23,6432	1756,2	24 54 22
520	27 04 00	22,8035	1633,6	21 23 72	560	31 36 00	23,6643	1759,3	24 63 01

Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche $(\frac{\pi d^2}{4})$	Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche $(\frac{\pi d^2}{4})$
560	31 36 00	23,6643	1759,3	24 63 01	600	36 00 00	24,4949	1885,0	28 27 43
561	31 47 21	23,6854	1762,4	24 71 81	601	36 12 01	24,5153	1888,1	28 36 87
562	31 58 44	23,7065	1765,6	24 80 63	602	36,24 04	24,5357	1891,2	28 46 31
563	31 69 69	23,7276	1768,7	24 89 47	603	36 36 09	24,5561	1894,4	28 55 78
564	31 80 96	23,7487	1771,9	24 98 32	604	36 48 16	24,5764	1897,5	28 65 26
565	31 92 25	23,7697	1775,0	25 07 19	605	36 60 25	24,5967	1900,7	28 74 75
566	32 03 56	23,7908	1778,1	25 16 07	606	36 72 36	24,6171	1903,8	28 84 26
567	32 14 89	23,8118	1781,3	25 24 97	607	36 84 49	24,6374	1906,9	28 93 79
568	32 26 24	23,8328	1784,4	25 33 88	608	36 96 64	24,6577	1910,1	29 03 33
569	32 37 61	23,8537	1787,6	25 42 81	609	37 08 81	24,6779	1913,2	29 12 89
570	32 49 00	23,8747	1790,7	25 51 76	610	37 21 00	24,6982	1916,4	29 22 47
571	32 60 41	23,8956	1793,8	25 60 72	611	37 33 21	24,7184	1919,5	29 32 06
572	32 71 84	23,9165	1797,0	25 69 70	612	37 45 44	24,7386	1922,7	29 41 66
573	32 83 29	23,9374	1800,1	25 78 69	613	37 57 69	24,7588	1925,8	29 51 28
574	32 94 76	23,9583	1803,3	25 87 70	614	37 69 96	24,7790	1928,9	29 60 92
575	33 06 25	23,9792	1806,4	25 96 72	615	37 82 25	24,7992	1932,1	29 70 57
576	33 17 76	24,0000	1809,6	26 05 76	616	37 94 56	24,8193	1935,2	29 80 24
577	33 29 29	24,0208	1812,7	26 14 82	617	38 06 89	24,8395	1938,4	29 89 92
578	33 40 84	24,0416	1815,8	26 23 89	618	38 19 24	24,8596	1941,5	29 99 62
579	33 52 41	24,0624	1819,0	26 32 98	619	38 31 61	24,8797	1944,6	30 09 34
580	33 64 00	24,0832	1822,1	26 42 08	620	38 44 00	24,8998	1947,8	30 19 07
581	33 75 61	24,1039	1825,3	26 51 20	621	38 56 41	24,9199	1950,9	30 28 82
582	33 87 24	24,1247	1828,4	26 60 33	622	38 68 84	24,9399	1954,1	30 38 58
583	33 98 89	24,1454	1831,5	26 69 48	623	38 81 29	24,9600	1957,2	30 48 36
584	34 10 56	24,1661	1834,7	26 78 65	624	38 93 76	24,9800	1960,4	30 58 15
585	34 22 25	24,1868	1837,8	26 87 83	625	39 06 25	25,0000	1963,5	30 67 96
586	34 33 96	24,2074	1841,0	26 97 03	626	39 18 76	25,0200	1966,6	30 77 79
587	34 45 69	24,2281	1844,1	27 06 24	627	39 31 29	25,0400	1969,8	30 87 63
588	34 57 44	24,2487	1847,3	27 15 47	628	39 43 84	25,0599	1972,9	30 97 48
589	34 69 21	24,2693	1850,4	27 24 71	629	39 56 41	25,0799	1976,1	31 07 36
590	34 81 00	24,2899	1853,5	27 33 97	630	39 69 00	25,0998	1979,2	31 17 25
591	34 92 81	24,3105	1856,7	27 43 25	631	39 81 61	25,1197	1982,3	31 27 15
592	35 04 64	24,3311	1859,8	27 52 54	632	39 94 24	25,1396	1985,5	31 37 07
593	35 16 49	24,3516	1863,0	27 61 84	633	40 06 89	25,1595	1988,6	31 47 00
594	35 28 36	24,3721	1866,1	27 71 17	634	40 19 56	25,1794	1991,8	31 56 96
595	35 40 25	24,3926	1869,2	27 80 51	635	40 32 25	25,1992	1994,9	31 66 92
596	35 52 16	24,4131	1872,4	27 89 86	636	40 44 96	25,2190	1998,1	31 76 90
597	35 64 09	24,4336	1875,5	27 99 23	637	40 57 69	25,2389	2001,2	31 86 90
598	35 76 04	24,4540	1878,7	28 08 62	638	40 70 44	25,2587	2004,3	31 96 92
599	35 88 01	24,4745	1881,8	28 18 02	639	40 83 21	25,2784	2007,5	32 06 95
600	36 00 00	24,4949	1885,0	28 27 43	640	40 96 00	25,2982	2010,6	32 16 99

Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
640	40 96 00	25,2982	2010,6	32 16 99	680	46 24 00	26,0768	2136,3	36 31 68
641	41 08 81	25,3180	2013,8	32 27 05	681	46 37 61	26,0960	2139,4	36 42 37
642	41 21 64	25,3377	2016,9	32 37 13	682	46 51 24	26,1151	2142,6	36 53 08
643	41 34 49	25,3574	2020,0	32 47 22	683	46 64 89	26,1343	2145,7	36 63 80
644	41 47 36	25,3772	2023,2	32 57 33	684	46 78 56	26,1534	2148,8	36 74 53
645	41 60 25	25,3969	2026,3	32 67 45	685	46 92 25	26,1725	2152,0	36 85 28
646	41 73 16	25,4165	2029,5	32 77 59	686	47 05 96	26,1916	2155,1	36 96 05
647	41 86 09	25,4362	2032,6	32 87 75	687	47 19 69	26,2107	2158,3	37 06 84
648	41 99 04	25,4558	2035,8	32 97 92	688	47 33 44	26,2298	2161,4	37 17 64
649	42 12 01	25,4755	2038,9	33 08 10	689	47 47 21	26,2488	2164,6	37 28 45
650	42 25 00	25,4951	2042,0	33 18 31	690	47 61 00	26,2679	2167,7	37 39 28
651	42 38 01	25,5147	2045,2	33 28 53	691	47 74 81	26,2869	2170,8	37 50 13
652	42 51 04	25,5343	2048,3	33 38 76	692	47 88 64	26,3059	2174,0	37 60 99
653	42 64 09	25,5539	2051,5	33 49 01	693	48 02 49	26,3249	2177,1	37 71 87
654	42 77 16	25,5734	2054,6	33 59 27	694	48 16 36	26,3439	2180,3	37 82 76
655	42 90 25	25,5930	2057,7	33 69 55	695	48 30 25	26,3629	2183,4	37 93 67
656	43 03 36	25,6125	2060,9	33 79 85	696	48 44 16	26,3818	2186,5	38 04 59
657	43 16 49	25,6320	2064,0	33 90 16	697	48 58 09	26,4008	2189,7	38 15 53
658	43 29 64	25,6515	2067,2	34 00 49	698	48 72 04	26,4197	2192,8	38 26 49
659	43 42 81	25,6710	2070,3	34 10 83	699	48 86 01	26,4386	2196,0	38 37 46
660	43 56 00	25,6905	2073,5	34 21 19	700	49 00 00	26,4575	2199,1	38 48 45
661	43 69 21	25,7099	2076,6	34 31 57	701	49 14 01	26,4764	2202,3	38 59 45
662	43 82 44	25,7294	2079,7	34 41 96	702	49 28 04	26,4953	2205,4	38 70 47
663	43 95 69	25,7488	2082,9	34 52 37	703	49 42 09	26,5141	2208,5	38 81 51
664	44 08 96	25,7682	2086,0	34 62 79	704	49 56 16	26,5330	2211,7	38 92 56
665	44 22 25	25,7876	2089,2	34 73 23	705	49 70 25	26,5518	2214,8	39 03 63
666	44 35 56	25,8070	2092,3	34 83 68	706	49 84 36	26,5707	2218,0	39 14 71
667	44 48 89	25,8263	2095,4	34 94 15	707	49 98 49	26,5895	2221,1	39 25 80
668	44 62 24	25,8457	2098,6	35 04 64	708	50 12 64	26,6083	2224,2	39 36 92
669	44 75 61	25,8650	2101,7	35 15 14	709	50 26 81	26,6271	2227,4	39 48 05
670	44 89 00	25,8844	2104,9	35 25 65	710	50 41 00	26,6458	2230,5	39 59 19
671	45 02 41	25,9037	2108,0	35 36 18	711	50 55 21	26,6646	2233,7	39 70 35
672	45 15 84	25,9230	2111,2	35 46 73	712	50 69 44	26,6833	2236,8	39 81 53
673	45 29 29	25,9422	2114,3	35 57 30	713	50 83 69	26,7021	2240,0	39 92 72
674	45 42 76	25,9615	2117,4	35 67 88	714	50 97 96	26,7208	2243,1	40 03 93
675	45 56 25	25,9808	2120,6	35 78 47	715	51 12 25	26,7395	2246,2	40 15 15
676	45 69 76	26,0000	2123,7	35 89 08	716	51 26 56	26,7582	2249,4	40 26 39
677	45 83 29	26,0192	2126,9	35 99 71	717	51 40 89	26,7769	2252,5	40 37 65
678	45 96 84	26,0384	2130,0	36 10 35	718	51 55 24	26,7955	2255,7	40 48 92
679	46 10 41	26,0576	2133,1	36 21 01	719	51 69 61	26,8142	2258,8	40 60 20
680	46 24 00	26,0768	2136,3	36 31 68	720	51 84 00	26,8328	2261,9	40 71 50

Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n ²)	Wurzel (√n)	Kreis- umfang (π d)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- liebige Zahl n od. d	Quadrat (n ²)	Wurzel (√n)	Kreis- umfang (π d)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
720	51 84 00	26,8328	2261,9	40 71 50	760	57 76 00	27,5681	2387,6	45 36 46
721	51 98 41	26,8514	2265,1	40 82 82	761	57 91 21	27,5862	2390,8	45 48 41
722	52 12 84	26,8701	2268,2	40 94 15	762	58 06 44	27,6043	2393,9	45 60 37
723	52 27 29	26,8887	2271,4	41 05 50	763	58 21 69	27,6225	2397,0	45 72 34
724	52 41 76	26,9072	2274,5	41 16 87	764	58 36 96	27,6405	2400,2	45 84 34
725	52 56 25	26,9258	2277,7	41 28 25	765	58 52 25	27,6586	2403,3	45 96 35
726	52 70 76	26,9444	2280,8	41 39 65	766	58 67 56	27,6767	2406,5	46 08 37
727	52 85 29	26,9629	2283,9	41 51 06	767	58 82 89	27,6948	2409,6	46 20 41
728	52 99 84	26,9815	2287,1	41 62 48	768	58 98 24	27,7128	2412,7	46 32 47
729	53 14 41	27,0000	2290,2	41 73 93	769	59 13 61	27,7308	2415,9	46 44 54
730	53 29 00	27,0185	2293,4	41 85 39	770	59 29 00	27,7489	2419,0	46 56 63
731	53 43 61	27,0370	2296,5	41 96 86	771	59 44 41	27,7669	2422,2	46 68 73
732	53 58 24	27,0555	2299,6	42 08 35	772	59 59 84	27,7849	2425,3	46 80 85
733	53 72 89	27,0740	2302,8	42 19 86	773	59 75 29	27,8029	2428,5	46 92 98
734	53 87 56	27,0924	2305,9	42 31 38	774	59 90 76	27,8209	2431,6	47 05 13
735	54 02 25	27,1109	2309,1	42 42 92	775	60 06 25	27,8388	2434,7	47 17 30
736	54 16 96	27,1293	2312,2	42 54 47	776	60 21 76	27,8568	2437,9	47 29 48
737	54 31 69	27,1477	2315,4	42 66 04	777	60 37 29	27,8747	2441,0	47 41 68
738	54 46 44	27,1662	2318,5	42 77 62	778	60 52 84	27,8927	2444,2	47 53 89
739	54 61 21	27,1846	2321,6	42 89 22	779	60 68 41	27,9106	2447,3	47 66 12
740	54 76 00	27,2029	2324,8	43 00 84	780	60 84 00	27,9285	2450,4	47 78 36
741	54 90 81	27,2213	2327,9	43 12 47	781	60 99 61	27,9464	2453,6	47 90 62
742	55 05 64	27,2397	2331,1	43 24 12	782	61 15 24	27,9643	2456,7	48 02 90
743	55 20 49	27,2580	2334,2	43 35 78	783	61 30 89	27,9821	2459,9	48 15 19
744	55 35 36	27,2764	2337,3	43 47 46	784	61 46 56	28,0000	2463,0	48 27 50
745	55 50 25	27,2947	2340,5	43 59 16	785	61 62 25	28,0179	2466,2	48 39 82
746	55 65 16	27,3130	2343,6	43 70 87	786	61 77 96	28,0357	2469,3	48 52 16
747	55 80 09	27,3313	2346,8	43 82 59	787	61 93 69	28,0535	2472,4	48 64 51
748	55 95 04	27,3496	2349,9	43 94 33	788	62 09 44	28,0713	2475,6	48 76 88
749	56 10 01	27,3679	2353,1	44 06 09	789	62 25 21	28,0891	2478,7	48 89 27
750	56 25 00	27,3861	2356,2	44 17 86	790	62 41 00	28,1069	2481,9	49 01 67
751	56 40 01	27,4044	2359,3	44 29 65	791	62 56 81	28,1247	2485,0	49 14 09
752	56 55 04	27,4226	2362,5	44 41 46	792	62 72 64	28,1425	2488,1	49 26 52
753	56 70 09	27,4408	2365,6	44 53 28	793	62 88 49	28,1603	2491,3	49 38 97
754	56 85 16	27,4591	2368,8	44 65 11	794	63 04 36	28,1780	2494,4	49 51 43
755	57 00 25	27,4773	2371,9	44 76 97	795	63 20 25	28,1957	2497,6	49 63 91
756	57 15 36	27,4955	2375,0	44 88 83	796	63 36 16	28,2135	2500,7	49 76 41
757	57 30 49	27,5136	2378,2	45 00 72	797	63 52 09	28,2312	2503,8	49 88 92
758	57 45 64	27,5318	2381,3	45 12 62	798	63 68 04	28,2489	2507,0	50 01 45
759	57 60 81	27,5500	2384,5	45 24 53	799	63 84 01	28,2666	2510,1	50 13 99
760	57 76 00	27,5681	2387,6	45 36 46	800	64 00 00	28,2843	2513,3	50 26 55

Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (n^2)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
800	64 00 00	28,2843	2513,3	50 26 55	840	70 56 00	28,9828	2638,9	55 41 77
801	64 16 01	28,3019	2516,4	50 39 12	841	70 72 81	29,0000	2642,1	55 54 97
802	64 32 04	28,3196	2519,6	50 51 71	842	70 89 64	29,0172	2645,2	55 68 19
803	64 48 09	28,3373	2522,7	50 64 32	843	71 06 49	29,0345	2648,4	55 81 42
804	64 64 16	28,3549	2525,8	50 76 94	844	71 23 36	29,0517	2651,5	55 94 67
805	64 80 25	28,3725	2529,0	50 89 58	845	71 40 25	29,0689	2654,6	56 07 94
806	64 96 36	28 3901	2532,1	51 02 23	846	71 57 16	29,0861	2657,8	56 21 22
807	65 12 49	28,4077	2535,3	51 14 90	847	71 74 09	29,1033	2660,9	56 34 52
808	65 28 64	28,4253	2538,4	51 27 58	848	71 91 04	29,1204	2664,1	56 47 83
809	65 44 81	28,4429	2541,5	51 40 28	849	72 08 01	29,1376	2667,2	56 61 16
810	65 61 00	28,4605	2544,7	51 53 00	850	72 25 00	29,1548	2670,4	56 74 50
811	65 77 21	28,4781	2547,8	51 65 73	851	72 42 01	29,1719	2673,5	56 87 86
812	65 93 44	28,4956	2551,0	51 78 48	852	72 59 04	29,1890	2676,6	57 01 24
813	66 09 69	28,5132	2554,1	51 91 24	853	72 76 09	29,2062	2679,8	57 14 63
814	66 25 96	28,5307	2557,3	52 04 02	854	72 93 16	29,2233	2682,9	57 28 03
815	66 42 25	28,5482	2560,4	52 16 81	855	73 10 25	29,2404	2686,1	57 41 46
816	66 58 56	28,5657	2563,5	52 29 62	856	73 27 36	29,2575	2689,2	57 54 90
817	66 74 89	28,5832	2566,7	52 42 45	857	73 44 49	29,2746	2692,3	57 68 35
818	66 91 24	28,6007	2569,8	52 55 29	858	73 61 64	29,2916	2695,5	57 81 82
819	67 07 61	28,6182	2573,0	52 68 14	859	73 78 81	29,3087	2698,6	57 95 30
820	67 24 00	28,6356	2576,1	52 81 02	860	73 96 00	29,3258	2701,8	58 08 80
821	67 40 41	28,6531	2579,2	52 93 91	861	74 13 21	29,3428	2704,9	58 22 32
822	67 56 84	28,6705	2582,4	53 06 81	862	74 30 44	29,3598	2708,1	58 35 85
823	67 73 29	28,6880	2585,5	53 19 73	863	74 47 69	29,3769	2711,2	58 49 40
824	67 89 76	28,7054	2588,7	53 32 67	864	74 64 96	29,3939	2714,3	58 62 97
825	68 06 25	28,7228	2591,8	53 45 62	865	74 82 25	29,4109	2717,5	58 76 55
826	68 22 76	28,7402	2595,0	53 58 58	866	74 99 56	29,4279	2720,6	58 90 14
827	68 39 29	28,7576	2598,1	53 71 57	867	75 16 89	29,4449	2723,8	59 03 75
828	68 55 84	28,7750	2601,2	53 84 56	868	75 34 24	29,4618	2726,9	59 17 38
829	68 72 41	28,7924	2604,4	53 97 58	869	75 51 61	29,4788	2730,0	59 31 02
830	68 89 00	28,8097	2607,5	54 10 61	870	75 69 00	29,4958	2733,2	59 44 68
831	69 05 61	28,8271	2610,7	54 23 65	871	75 86 41	29,5127	2736,3	59 58 35
832	69 22 24	28,8444	2613,8	54 36 71	872	76 03 84	29,5296	2739,5	59 72 04
833	69 38 89	28,8617	2616,9	54 49 79	873	76 21 29	29,5466	2742,6	59 85 75
834	69 55 56	28,8791	2620,1	54 62 88	874	76 38 76	29,5635	2745,8	59 99 47
835	69 72 25	28,8964	2623,2	54 75 99	875	76 56 25	29,5804	2748,9	60 13 20
836	69 88 96	28,9137	2626,4	54 89 12	876	76 73 76	29,5973	2752,0	60 26 96
837	70 05 69	28,9310	2629,5	55 02 26	877	76 91 29	29,6142	2755,2	60 40 73
838	70 22 44	28,9482	2632,7	55 15 41	878	77 08 84	29,6311	2758,3	60 54 51
839	70 39 21	28,9655	2635,8	55 28 58	879	77 26 41	29,6479	2761,5	60 68 31
840	70 56 00	28,9828	2638,9	55 41 77	880	77 44 00	29,6648	2764,6	60 82 12

Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (<i>n</i> ²)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- liebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (<i>n</i> ²)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
880	77 44 00	29,6648	2764,6	60 82 12	920	84 64 00	30,3315	2890,3	66 47 61
881	77 61 61	29,6816	2767,7	60 95 95	921	84 82 41	30,3480	2893,4	66 62 07
882	77 79 24	29,6985	2770,9	61 09 80	922	85 00 84	30,3645	2896,5	66 76 54
883	77 96 89	29,7153	2774,0	61 23 66	923	85 19 29	30,3809	2899,7	66 91 03
884	78 14 56	29,7321	2777,2	61 37 54	924	85 37 76	30,3974	2902,8	67 05 54
885	78 32 25	29,7489	2780,3	61 51 43	925	85 56 25	30,4138	2906,0	67 20 06
886	78 49 96	29,7658	2783,5	61 65 34	926	85 74 76	30,4302	2909,1	67 34 60
887	78 67 69	29,7825	2786,6	61 79 27	927	85 93 29	30,4467	2912,3	67 49 15
888	78 85 44	29,7993	2789,7	61 93 21	928	86 11 84	30,4631	2915,4	67 63 72
889	79 03 21	29,8161	2792,9	62 07 17	929	86 30 41	30,4795	2918,5	67 78 31
890	79 21 00	29,8329	2796,0	62 21 14	930	86 49 00	30,4959	2921,7	67 92 91
891	79 38 81	29,8496	2799,2	62 35 13	931	86 67 61	30,5123	2924,8	68 07 52
892	79 56 64	29,8664	2802,3	62 49 13	932	86 86 24	30,5287	2928,0	68 22 16
893	79 74 49	29,8831	2805,4	62 63 15	933	87 04 89	30,5450	2931,1	68 36 80
894	79 92 36	29,8998	2808,6	62 77 18	934	87 23 56	30,5614	2934,2	68 51 47
895	80 10 25	29,9166	2811,7	62 91 24	935	87 42 25	30,5778	2937,4	68 66 15
896	80 28 16	29,9333	2814,9	63 05 30	936	87 60 96	30,5941	2940,5	68 80 84
897	80 46 09	29,9500	2818,0	63 19 38	937	87 79 69	30,6105	2943,7	68 95 55
898	80 64 04	29,9666	2821,2	63 33 48	938	87 98 44	30,6268	2946,8	69 10 28
899	80 82 01	29,9833	2824,3	63 47 60	939	88 17 21	30,6431	2950,0	69 25 02
900	81 00 00	30,0000	2827,4	63 61 73	940	88 36 00	30,6594	2953,1	69 39 78
901	81 18 01	30,0167	2830,6	63 75 87	941	88 54 81	30,6757	2956,2	69 54 55
902	81 36 04	30,0333	2833,7	63 90 03	942	88 73 64	30,6920	2959,4	69 69 34
903	81 54 09	30,0500	2836,9	64 04 21	943	88 92 49	30,7083	2962,5	69 84 15
904	81 72 16	30,0666	2840,0	64 18 40	944	89 11 36	30,7246	2965,7	69 98 97
905	81 90 25	30,0832	2843,1	64 32 61	945	89 30 25	30,7409	2968,8	70 13 80
906	82 08 36	30,0998	2846,3	64 46 83	946	89 49 16	30,7571	2971,9	70 28 65
907	82 26 49	30,1164	2849,4	64 61 07	947	89 68 09	30,7734	2975,1	70 43 52
908	82 44 64	30,1330	2852,6	64 75 33	948	89 87 04	30,7896	2978,2	70 58 40
909	82 62 81	30,1496	2855,7	64 89 60	949	90 06 01	30,8058	2981,4	70 73 30
910	82 81 00	30,1662	2858,8	65 03 88	950	90 25 00	30,8221	2984,5	70 88 22
911	82 99 21	30,1828	2862,0	65 18 18	951	90 44 01	30,8383	2987,7	71 03 15
912	83 17 44	30,1993	2865,1	65 32 50	952	90 63 04	30,8545	2990,8	71 18 09
913	83 35 69	30,2159	2868,3	65 46 84	953	90 82 09	30,8707	2993,9	71 33 06
914	83 53 96	30,2324	2871,4	65 61 18	954	91 01 16	30,8869	2997,1	71 48 03
915	83 72 25	30,2490	2874,6	65 75 55	955	91 20 25	30,9031	3000,2	71 63 03
916	83 90 56	30,2655	2877,7	65 89 93	956	91 39 36	30,9192	3003,4	71 78 04
917	84 08 89	30,2820	2880,8	66 04 33	957	91 58 49	30,9354	3006,5	71 93 06
918	84 27 24	30,2985	2884,0	66 18 74	958	91 77 64	30,9516	3009,6	72 08 10
919	84 45 61	30,3150	2887,1	66 33 17	959	91 96 81	30,9677	3012,8	72 23 16
920	84 64 00	30,3315	2890,3	66 47 61	960	92 16 00	30,9839	3015,9	72 38 23

Be- hebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (<i>n</i> ²)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)	Be- hebige Zahl <i>n</i> od. <i>d</i>	Quadrat (<i>n</i> ²)	Wurzel (\sqrt{n})	Kreis- umfang (πd)	Kreis- fläche ($\frac{\pi d^2}{4}$)
960	92 16 00	30,9839	3015,9	72 38 23	980	96 04 00	31,3050	3078,8	75 42 96
961	92 35 21	31,0000	3019,1	72 53 32	981	96 23 61	31,3209	3081,9	75 58 37
962	92 54 44	31,0161	3022,2	72 68 42	982	96 43 24	31,3369	3085,0	75 73 78
963	92 73 69	31,0322	3025,4	72 83 54	983	96 62 89	31,3528	3088,2	75 89 22
964	92 92 96	31,0483	3028,5	72 98 67	984	96 82 56	31,3688	3091,3	76 04 66
965	93 12 25	31,0644	3031,6	73 13 82	985	97 02 25	31,3847	3094,5	76 20 13
966	93 31 56	31,0805	3034,8	73 28 99	986	97 21 96	31,4006	3097,6	76 35 61
967	93 50 89	31,0966	3037,9	73 44 17	987	97 41 69	31,4166	3100,8	76 51 11
968	93 70 24	31,1127	3041,1	73 59 37	988	97 61 44	31,4325	3103,9	76 66 62
969	93 89 61	31,1288	3044,2	73 74 58	989	97 81 21	31,4484	3107,0	76 82 14
970	94 09 00	31,1448	3047,3	73 89 81	990	98 01 00	31,4643	3110,2	76 97 69
971	94 28 41	31,1609	3050,5	74 05 06	991	98 20 81	31,4802	3113,3	77 13 25
972	94 47 84	31,1769	3053,6	74 20 32	992	98 40 64	31,4960	3116,5	77 28 82
973	94 67 29	31,1929	3056,8	74 35 59	993	98 60 49	31,5119	3119,6	77 44 41
974	94 86 76	31,2090	3059,9	74 50 88	994	98 80 36	31,5278	3122,7	77 60 02
975	95 06 25	31,2250	3063,1	74 66 19	995	99 00 25	31,5436	3125,9	77 75 64
976	95 25 76	31,2410	3066,2	74 81 51	996	99 20 16	31,5595	3129,0	77 91 28
977	95 45 29	31,2570	3069,3	74 96 85	997	99 40 09	31,5753	3132,2	78 06 93
978	95 64 84	31,2730	3072,5	75 12 21	998	99 60 04	31,5911	3135,3	78 22 60
979	95 84 41	31,2890	3075,6	75 27 58	999	99 80 01	31,6070	3138,5	78 38 28
980	96 04 00	31,3050	3078,8	75 42 96	1000	1000000	31,6228	3141,6	78 53 98

