

I GRUNDLAGEN UND GRUNDOPERATIONEN

1. Zahlenmengen, Addition und Subtraktion

Lösungen zu Übungen 1

- | | | | |
|----|-----------------------------|-------------------------------------|---|
| 1. | N | natürliche Zahlen | {0; 1; 2; ...; 101; ...} |
| | Z | ganze Zahlen | {...; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; ...} |
| | Q | rationale Zahlen | $\left\{\frac{1}{2}; -0.34; \frac{5}{7}; 13; -\frac{19}{11}; \dots\right\}$ |
| | R | reelle Zahlen | $\{\sqrt{2}; -3\pi; 11; \dots\}$ |
| | Z ⁻ | negative, ganze Zahlen | {-1; -2; -3; ...} |
| | Q ₀ ⁺ | positive, rationale Zahlen und Null | $\left\{0; \frac{2}{3}; \frac{203}{11}; 0.4007; \dots\right\}$ |
| | R \ Q | Irrationale Zahlen | $\{-\sqrt{3}; \pi; e; \dots\}$ |
2. Graphik
3. Die Zahl $\sqrt{2}$ ist nicht als endlicher oder unendlicher, periodischer Dezimalbruch darstellbar. Falls n eine Quadratzahl ist, so ist \sqrt{n} rational.
4. Der Dezimalbruch ist endlich oder periodisch unendlich.
- | | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 5. Z ⁻ ; R | 6. R | 7. Q ⁺ ; R | 8. Q ⁺ ; R |
| 9. N; Q ⁺ ; R | 10. R | 11. R | 12. R |
| 13. $\frac{9}{10}$ | 14. $-\frac{26}{25}$ | 15. $\frac{5}{4}$ | 16. $\frac{97}{8}$ |
| 17. $\frac{7}{3}$ | 18. $\frac{4}{9}$ | 19. $\frac{3}{11}$ | 20. $\frac{71}{33}$ |
| 21. $\frac{2}{7}$ | 22. $\frac{2806}{275}$ | 23. $\frac{427}{135}$ | 24. $\frac{7}{13}$ |
- | | |
|---------------------------|----------------------------------|
| 25. A = {2; 4; 6; 8; ...} | 26. B = {1; 3; 5; 7; ...} |
| 27. C = {5; 10; 15; ...} | 28. D = {0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7} |

Lösungen zu Übungen 2

- | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 29. Richtig: (1); (2) | 30. $b < d < e < c < a$ | 31. $a < b < e < d < c$ |
| 32. falsch | 33. falsch | 34. richtig |
| 35. falsch | 36. falsch | 37. richtig |
| 38. richtig | 39. richtig | |
40. $N \cap I = \{0; 1\}$; $Z \cap I = \{-2; -1; 0; 1\}$; $R \cap I = \{x \in \mathbb{R} \mid -2 \leq x \leq 1\}$
41. $N \cap I = \{0; 1; 2\}$; $Z \cap I = \{-3; -2; -1; 0; 1; 2\}$; $R \cap I = \{x \in \mathbb{R} \mid -3.5 \leq x \leq 2\}$
42. $N \cap I = \{0\}$; $Z \cap I = \{-1; 0\}$; $R \cap I = \{x \in \mathbb{R} \mid -2 < x < 1\}$
43. $N \cap I = \{0; 1\}$; $Z \cap I = \{-1; 0; 1\}$; $R \cap I = \{x \in \mathbb{R} \mid -2 < x \leq 1\}$

44. Abstand vom Nullpunkt: $|a| = \begin{cases} a, & \text{falls } a \geq 0 \\ -a, & \text{falls } a < 0 \end{cases}$

45. $] -4; -1[$; $L = \{-3; -2; -1\}$

46. $[-2; 2]$; $L = \{-2; -1; 0; 1; 2\}$

47. $] -2; 2[$; $L = \{-1; 0; 1\}$

48. $[4; \infty[$; $L = \{4; 5; 6; \dots\}$

49. 4

50. 4

51. -4

52. 20

53. -4

54. -1

55. 1

56. 1

57. 6

58. 5

59. a und b haben das gleiche Vorzeichen

60. $a + b \leq 0 \Rightarrow a \leq -b \vee b \leq -a$

61. für alle $a, b \in \mathbb{R}$

62. a und b haben unterschiedliche Vorzeichen

63. $L = \{-4; 4\}$

64. $L = \{\}$

65. $L = \{4\}$

66. $L = \{-1\}$

67. $L = \{-1; 9\}$

68. $L = \{-1; 5\}$

69. $L = \{1; 7\}$

70. $L = \{\}$

71. $L = \{\}$

72. $L = \{-7; 7\}$

73. $L = \mathbb{R}_0^+$

74. $L = \mathbb{R}_0^-$

75. $L = \left\{ -\frac{5}{2} \right\}$

76. $L = \{-1\}$

77. $L = \{1\}$

78. (a) $65.000 \text{ mm} \leq d_z \leq 65.015 \text{ mm}$; $64.945 \text{ mm} \leq d_k \leq 64.960 \text{ mm}$

(b) $\max(d_z - d_k) = 0.07 \text{ mm}$

Lösungen zu Übungen 3

79. Richtig: (1); (2); (4)

80. Produkt

81. Potenz

82. Summe

83. Differenz

84. Quotient

85. Differenz

86. Potenz

87. Quotient

88. Differenz

89. 12

90. 100

91. 125

92. 125

93. 5

94. -40

95. 65

96. 68

97. -185

98. $\frac{33}{33} = 1$; $\frac{3}{3} + \frac{3}{3} = 2$; $\frac{3+3+3}{3} = 3$; $\frac{3 \cdot 3+3}{3} = 4$; $3+3-\frac{3}{3} = 5$;

$(3+3) \cdot \frac{3}{3} = 6$; $3+3+\frac{3}{3} = 7$; $3 \cdot 3 - \frac{3}{3} = 8$; $3 \cdot 3+3-3 = 9$; $3 \cdot 3 + \frac{3}{3} = 10$

99. $\frac{44}{44} = 1$; $\frac{4}{4} + \frac{4}{4} = 2$; $\frac{4+4+4}{4} = 3$; $4+4 \cdot (4-4) = 4$; $\frac{4 \cdot 4+4}{4} = 5$;

$\frac{4+4}{4} + 4 = 6$; $4+4-\frac{4}{4} = 7$; $4+4+4-4 = 8$; $4+4+\frac{4}{4} = 9$; $\frac{44-4}{4} = 10$

100. $\frac{4!+4!-4}{4} = 11$; $\frac{44+4}{4} = 12$; $\frac{44}{4} + \sqrt{4} = 13$; $4!-4-4-\sqrt{4} = 14$; $\frac{44}{4} + 4 = 15$

$\frac{4 \cdot 4 \cdot 4}{4} = 16$; $4 \cdot 4 + \frac{4}{4} = 17$; $\frac{44}{\sqrt{4}} - 4 = 18$; $4!-4-\frac{4}{4} = 19$; $\frac{44-4}{\sqrt{4}} = 20$

101. $x = 2$: 4; 8; -8; 16; -2 $x = -1$: 1; -1; -2; 4; -2

102. $(a;b) = (6;4)$: 32; 4; -9; $\frac{9}{4}$ $(a;b) = (3;-2)$: 11; 25; $\frac{9}{2}$; $\frac{9}{4}$ $(a;b) = (-2;-3)$: 7; 1; $\frac{4}{3}$; $\frac{4}{9}$

2. Multiplizieren

Lösungen zu Übungen 1

- | | | | |
|---|--|-----------------------------|---------------------------|
| 1. $4a + 4b$ | 2. $6c + 3$ | | |
| 3. $3f^2 - 4fg$ | 4. $6h^4 - 3h^3$ | | |
| 5. $-10x - 5y$ | 6. $z^3 - 4z$ | | |
| 7. $w^2 - 1$ | 8. $-\alpha\mu - 1$ | | |
| 9. $10p + 5q + 5r$ | 10. $-10p + 5q + 5r$ | | |
| 11. $2x^3y - x^2y^2 + x^2yz$ | 12. $-2x + y - z$ | | |
| 13. $-9a^3b^4 + 12a^3b^2 - 6ab^4 + 3ab^2$ | 14. $2c^6 - 2c^4 + 2c^2 + 2c$ | | |
| 15. $6a^2 - 18a - 30$ | 16. $-6a^2 + 18a + 30$ | 17. $a^4 - 3a^3 - 5a^2$ | 18. $-a^5 + 3a^4 + 5a^3$ |
| 19. $4a^3 - 12a^2 - 20a$ | 20. $-a^2 + 3a + 5$ | 21. 0 | 22. $-a^2p + 3ap + 5p$ |
| 23. $15a + 3b$ | 24. $3a + b$ | 25. $c^2 - 4c$ | 26. $-36d + 6$ |
| 27. $x - 11xz + z^2 - 18z$ | 28. 0 | 29. $pr + ps + qr + qs$ | 30. $\phi^2 + 6\phi + 8$ |
| 31. $v^2 - 9v + 18$ | 32. $20v^2 - 22vw + 2w^2$ | 33. $ac - ad + bc - bd$ | 34. $ac + ad - bc - bd$ |
| 35. $-ac - ad - bc - bd$ | 36. $-ac - ad + bc + bd$ | 37. $3x^2 - 43x + 84$ | 38. $30y^2 - 28yz + 6z^2$ |
| 39. $-u^2 - 8u + 33$ | 40. $p^2 - 11pq + 18q^2$ | 41. $m^7 - m^5 - m^4 + m^2$ | 42. $2n^4 - 9n^2 + 9$ |
| 43. $3s^4 - 11s^2 - 4$ | 44. $5\alpha^3 - \alpha^2 - 6\alpha$ | | |
| 45. $12a^3 - 24a^2b^2 + 6ab - 12b^3$ | 46. $12\epsilon^3 - 24\epsilon^2\theta^2 + 6\epsilon\theta - 12\theta^2$ | | |
| 47. $ac + ad + ae + bc + bd + be$ | 48. $ac - ad - ae + bc - bd - be$ | | |
| 49. $-2r + 2rs - 2rt - s^2 + s + st$ | 50. $u - 3uw - v + 3vw - 3w^2 + w$ | | |
| 51. $p^3 - 2p + 1$ | 52. $2\mu^3 + \mu^2 + \mu - 4$ | | |
| 53. $2x^2 + 3xy - 2xz - 2y^2 + yz$ | 54. $x^4 - x^3 - x^3y^2 - xy^2 + y^2$ | | |
| 55. $a^2 - 4ab - 12b^2 + 8bc - c^2$ | 56. $-a^4 + 4a^3 - 4a^2 + 5a + 2$ | | |
| 57. $2x^2 - 8x - xy - 6y^2 - 5y + 6$ | 58. $4x^5 + 5x^4 + 8x^3 - 6x^2 + 4x - 3$ | | |
| 59. $c^4 - d^4$ | 60. $c^5 - 2cd^4 + d^5$ | | |
| 61. $4rt - 4ru + 4st - 4su$ | 62. $2r^2 - 10r - 2rs + 10s$ | | |
| 63. $-3y^3 + 3y^2 + 6y$ | 64. $2y^4 + 2y^3 - 40y^2$ | | |
| 65. $ace + acf + ade + adf + bce + bcf + bde + bdf$ | 66. $\lambda^3 + 6\lambda^2 + 11\lambda + 6$ | | |
| 67. $f^3 - 6f^2 + 11f - 6$ | 68. $12a - 4ab + abc - 3ac + 8b - 2bc + 6c - 24$ | | |
| 69. $a^3 - 2a^2 - 5a + 6$ | 70. $30\delta^3 + 17\delta^2 - 3\delta - 2$ | | |
| 71. $x^2 - x^2y + y - 1$ | 72. $z^8 - 81$ | | |
| 73. $-f^2 + 24$ | 74. -6 | | |
| 75. $3q^2 + 8$ | 76. $-2k^3 - k^2 - 1$ | | |
| 77. $2st - 19s - 19t + 181$ | 78. $2x^2 + 12y^2$ | | |
| 79. $-140x^4 + 110x^3 + 4x^2 + 2x - 15$ | 80. $15y$ | | |
| 81. $-2u^2v - 2uv^2$ | 82. $r^4 - 25r^3s + 25rs^3 - s^4$ | | |

83. 1
85. $a^2 + 2ab + b^2$
87. $4d^2 + 12de + 9e^2$
89. $f^2 - 2fg + g^2$
91. $9v^2 - 24vw + 16w^2$
93. $x^2 - y^2$
95. $g^4 - h^2$
97. $p^6 + 2p^3q^3 + q^6$
99. $16z^4 - 24z^2 + 9$
101. $r^4 + 2r^3 + r^2$
103. $x^6 - 0.2w^3x^3 + 0.01w^6$
105. $-9z^4 + 1$
107. $a^3 - 10a^2 + 25a$
109. $-10x^6 - 20x^4 - 10x^2$
111. $\vartheta^3 + 5\vartheta^2 + 7\vartheta + 3$
113. $p^6 - 4p^5 + 5p^4 - 4p^3 + 4p^2$
115. $4x^3 + 4x^2 - 9x - 9$
118. $81u^{16} - 18u^8 + 1$
121. $k^4 - 2k^3 + k^2 - 1$
123. $a^2 - 8a + 81$
125. $-24y^2 - 23y - 4$
127. $c^4 + c^2 - 2c^2d + 2cd^2 + d^4 + d^2$
129. $h^4 - h^2 - 4h - 13$
131. $4p^4 - 16p^2 - 20p^2q + 8pq^2 - q^4 + 25q^2$
133. $c^3 + 3c^2d + 3cd^2 + d^3$
135. $8f^3 + 48f^2g + 96fg^2 + 64g^3$
137. $r^2 + 2rs + 2rt + s^2 + 2st + t^2$
139. $\alpha^2 - 2\alpha\beta - 2\alpha\gamma + \beta^2 + 2\beta\gamma + \gamma^2$
141. $15r^2 - 13r + 2$
144. $13\phi^2 - 6\phi\mu + 8\mu^2$
147. $3d^2e^2 - 3de^3 + 6e^4$
84. $-e^5 + e^4 - 2e^3 + 3e^2 - 4e + 5$
86. $c^2 + 8c + 16$
88. $\phi^2 + 10\phi\gamma + 25\gamma^2$
90. $z^2 - 6z + 9$
92. $4\beta^2 - 4\beta\varphi^3 + \varphi^6$
94. $u^2 - 4$
96. $16m^2 - 25n^2$
98. $y^4 - 1$
100. $h^2 + 2hk + k^2$
102. $4\mu^2 + 2\mu + \frac{1}{4}$
104. $\frac{y^4}{16} - \frac{1}{4}$
106. $4x^3 + 24x^2 + 36x$
108. $-2c^3 + 20c^2 - 50c$
110. $g^3 + 3g^2h - 4h^3$
112. $q^3 - 7q^2 + 15q - 9$
114. $k^4 + k^2 - 2$
116. $16a^4 - 625b^4$
117. $\alpha^2\beta^4 - 4\alpha^2 - \beta^4 + 4$
119. $x^2 + 2xy + y^2 - 1$
120. $-\delta^2 + \lambda^2 - 4\lambda + 4$
122. $-a^2 + 2ab - b^2 + c^4$
124. $-4x^2 - 1$
126. $3ab^2 - 62ab + 12a$
128. $40f$
130. $5n^2 + 10n + 16$
132. $\psi^4 - 12\psi^3 - 16\psi^2 - 3\psi + 4$
134. $e^3 - 3e^2 + 3e - 1$
136. $1000k^3 - 30k^2 + \frac{3}{10}k - \frac{1}{1000}$
138. $p^2 + 4pq + 6pr + 4q^2 + 12qr + 9r^2$
140. $16x^2 - 40xy + 8xz + 25y^2 - 10yz + z^2$
142. $3s + 2$
143. $-x^2 + 10xy - 4y^2$
145. $4a + 52$
146. 18
148. $-3c^2 + 18$

Lösungen zu Übungen 2

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| 149. 1; 2; 120; 3628800 | 150. 1; 6; 720; 39916800 | 151. 1; 24; 3628800; $2.43 \cdot 10^{18}$ |
| 152. 1; 3; 6; 11 | 153. 100 | 154. $\frac{1}{99}$ |
| 155. $\frac{10201}{100}$ | 156. $\frac{999}{1000}$ | 157. 1; 5; 10; 1 |
| 158. 1; 6; 20; 6 | 159. 1; 7; 35; 21 | 160. 56; 70; 28; 1 |

Lösungen zu Übungen 3

Bemerkung: das Pascalsche Dreieck beginnt zuoberst mit der 0. Zeile

(Zeile entspricht so dem Exponenten von $(a + b)^n$.

- | | |
|---|---|
| 161. 1; 2; 1 | 162. 1; 5; 10; 10; 5; 1 |
| 163. 1; 6; 15; 20; 15; 6; 1 | 164. 1; 8; 28; 56; 70; 56; 28; 8; 1 |
| 165. $a^4 + 8a^3 + 24a^2 + 32a + 16$ | 166. $x^4 - 12x^3 + 54x^2 - 108x + 81$ |
| 167. $32x^5 + 80x^4y + 80x^3y^2 + 40x^2y^3 + 10xy^4 + y^5$ | |
| 168. $729a^6 - 2916a^5b + 4860a^4b^2 - 4320a^3b^3 + 2160a^2b^4 - 576ab^5 + 64b^6$ | |
| 169. 1; 10; 45; 120 | 170. 1; 20; 190; 1140 |
| 171. 1; 30; 435; 4060 | 172. 1; 40; 780; 9880 |
| 173. $a^{12} + 12a^{11}b + 66a^{10}b^2$ | 174. $a^{15} + 15a^{14}b + 105a^{13}b^2$ |
| 175. $8192x^{13} + 53248x^{12}y + 159744x^{11}y^2$ | 176. $x^{18} - 54x^{17}y + 1377x^{16}y^2$ |

Lösungen zu Übungen 4

- | | | |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|
| 177. $4(x + y)$ | 178. $a^2(a - 1)$ | 179. $5z^9(5z + 1)$ |
| 180. $9ac(5b + 2)$ | 181. $4a(4x - 3y - 2z)$ | 182. $7(7s + 5t - 4u)$ |
| 183. $v(v^4 - v^2 + w)$ | 184. $2\lambda(\lambda^4 - 2\lambda^2 + 4)$ | 185. $p^3q^2(-r + p^2 + 1)$ |
| 186. $33xyz(xy + 2xz + 3yz)$ | 187. $-1(-a + 5)$ | 188. $-1(4x + y)$ |
| 189. $-1(-2b - 1)$ | 190. $-1(2g - 1)$ | 191. $-1(7h + i + 10k)$ |
| 192. $-1(-3\mu^3 + 2\mu^2 + \mu)$ | 193. $-1(a_1 - a_2 + a_3)$ | 194. $-1(w + x - y + z)$ |
| 195. $-1(-2p + q + u + 1)$ | 196. $\frac{1}{3}(a + 2b)$ | 197. $\frac{1}{4}(c - d) + e - 1$ |
| 198. $\frac{1}{50}(5g - 56h + 100)$ | 199. $(g - h)(k + 2)$ | 200. $(c - 3d)(e + f)$ |
| 201. $(5a + 1)(2m^2 - n)$ | 202. $(ab + a)(a^2 - b^2) = a(a + b)(a - b)(b + 1)$ | |
| 203. $(v^2 + 1)(x - y - z)$ | 204. $(\varphi - 3)(\psi^3 + 1) = (\varphi - 3)(\varphi + 1)(\psi^2 - \psi + 1)$ | |
| 205. $(ab - c)(d - 3)$ | 206. $(m - n)(x + 3y)$ | |
| 207. $-10c(p + q)$ | 208. $(a - b)(-2x + 4) = -2(a - b)(x - 2)$ | |
| 209. $(5a - 5b)(b^2 + 2c)$ | 210. $(4x + y^2)(-y + z)$ | |
| 211. $(e - f)(2g - 5)$ | 212. $\mu(\alpha - 1)$ | |

213. $(a+3)(c+d)$
215. $(x-1)(x^2+y^2)$
217. $(r+s)(t+u)$
219. $(-3x+6)(y-z) = -3(x-2)(y-z)$
221. $10a(b+c)(x+y)$
223. $(p^2-q^3+r)(x-y)$
225. $(a+b+c)(x+1)$
227. $(c+d)(c-d)$
229. $(5a+1)(5a-1)$
231. $(7t+3s)(7t-3s)$
233. -
235. $(p+q)^2$
237. $(2e-1)^2$
239. $(5a^3-2b)^2$
241. $-6(2x+1)^2$
243. $(7a-5)(a+5)$
245. $-g(2e+2f+g)$
247. $(2a+2b+c)(-2a-2b+c)$
249. $4(m^2-n+5)(m^2+n-5)$
251. $(a+2)(a+10)$
253. $(a+1)(a+20)$
255. $(a-4)(a-5)$
257. $(a+4)(a-5)$
259. $(x+5)(x-2)$
261. -
263. $(e+1)(e-2)$
265. $(e-1)(e+2)$
267. $(y+9)(y-8)$
269. $(\alpha^2+15)(\alpha^2+30)$
271. $(3z+1)(2z-1)$
273. $(h+5)(2h+1)$
275. $x^2(x^2+1)(x+1)(x-1)$
277. $5e(4g-h)^2$
279. $(c-3)(c-11d)$
281. $-1(h+1)(h-1)(m+x)$
283. $3\lambda^3(2\lambda+3)(2\lambda-3)(4\lambda^2+9)$
285. $2b^2(2c+d)(2d-1)$
214. $(a+b)(x-y)$
216. v^2-z
218. $(\lambda^2+3)(\lambda-\theta)$
220. $(k^3+k^2)(1-k^2) = -k^2(k+1)^2(k-1)$
222. $5(e-2)(2f+1)$
224. $2(a-5)(e+f-g)$
226. $(\delta-1)(\delta-\phi-\rho)$
228. $4(x+3y)(x-3y)$
230. $(1+e^5)(1-e^5)$
232. $6(x^2y+z^2)(x^2y-z^2)$
234. $3(3\phi^2+1)(3\phi^2-1)$
236. -
238. $(\lambda^2\gamma+1)^2$
240. $2(m+2)^2(m-2)^2$
242. $-r^2(r-s)^2$
244. $(14x^2+5y)(4x^2-5y)$
246. $(v+w+1)(-v-w+1)$
248. $(p+10q+1)(p-10q+1)$
250. $(3\lambda-12\mu+1)(3\lambda-12\mu-1)$
252. $(a+4)(a+5)$
254. $(a-2)(a-10)$
256. $(a-1)(a-20)$
258. $(a-4)(a+5)$
260. $(x-5)(x+2)$
262. $(x-1)(x+10)$
264. $(e+1)(e+2)$
266. $(b+6)(b-8)$
268. $(a-b)(a-10b)$
270. $(m^2+2n^2)(m^2-18n^2)$
272. $(k-1)(4k-1)$
274. $(2\zeta-1)(-\zeta+2)$
276. $3a(a+2)(a-5)$
278. $2x^2(3y+z)^2$
280. $3(\gamma+1)(2\gamma-\lambda+2)$
282. -
284. $(y^2-2y-1)(2z-1)$
286. $(p+2)(p-2)(q+4)(q-3)$

3. Dividieren

Lösungen zu Übungen 1

- | | | | |
|---|--|--|---|
| 1. Richtig: (1); (2); (3) | 2. $\frac{1}{4}; -1$; nicht def. | 3. $\frac{3}{4}; 0$; nicht def. | 4. 2; 0; nicht def. |
| 5. -1; 0; 1 | 6. $D = \mathbb{R} \setminus \{0\}$ | 7. $D = \mathbb{R} \setminus \{3\}$ | 8. $D = \mathbb{R} \setminus \left\{-\frac{1}{5}\right\}$ |
| 9. $D = \mathbb{R} \setminus \{-1; 1\}$ | 10. $D = \mathbb{R} \setminus \left\{0; \frac{1}{5}\right\}$ | 11. $D = \mathbb{R} \setminus \{-2; -1; 1\}$ | 12. $\frac{3}{2g}$ |
| 13. $-\frac{3a}{7d}$ | 14. $-\frac{4x^3y^3}{3}$ | 15. $\frac{6m}{5n}$ | 16. $c - 6$ |
| 17. $\frac{2}{7a+6}$ | 18. $3d + 5$ | 19. $\frac{9}{4}x$ | 20. $\frac{2k-4}{2k+9}$ |
| 21. $\frac{3}{7}$ | 22. $\frac{x}{y}$ | 23. $2v$ | 24. -2 |
| 25. $\frac{5}{x+y}$ | 26. $c(c-1)$ | 27. $\frac{1}{3\theta-4}$ | 28. $\frac{a-b}{3}$ |
| 29. $\frac{m+n}{5}$ | 30. $\frac{3(2e-1)}{4}$ | 31. $\frac{2(u-1)^2}{3}$ | 32. $\frac{p(p-1)}{q}$ |
| 33. $\frac{2z-5}{2(2z+5)}$ | 34. $\frac{a+b}{3}$ | 35. $\frac{s+1}{t+1}$ | 36. $\frac{4}{6\lambda-\omega}$ |
| 37. $\frac{f+2}{f-1}$ | 38. $\frac{c-d}{c-d+10}$ | 39. $\frac{a-c}{5a-b}$ | 40. $\frac{a+8}{a-2}$ |
| 41. $\frac{k-2}{k-4}$ | 42. $\frac{x+5y}{x+3y}$ | 43. $\frac{w-5}{w+4}$ | 44. $\frac{c}{5(a+1)}$ |
| 45. $\frac{p+q}{2}$ | 46. $\frac{b^2+1}{b^2-10}$ | 47. $\frac{y^2}{y+4}$ | 48. $\frac{\phi-11}{\phi-2}$ |
| 49. -1 | 50. -u | 51. $-\frac{a^2}{a+1}$ | 52. $-\frac{4}{k+5}$ |
| 53. $-\frac{g+4}{g+6}$ | 54. $-\frac{2\delta-\varepsilon}{2(2\delta+\varepsilon)}$ | 55. $\frac{2k+lm}{2klm}$ | 56. $\frac{n-1}{5n+2}$ |
| 57. $\frac{c+2d+2e}{c-2d-2e}$ | 58. $\frac{3(x+y+z)}{4}$ | 59. $p+q+3$ | 60. 1 |
| 61. $\frac{5x+2y}{3(2x+5y)}$ | 62. $x-y$ | 63. $\frac{k-1}{k+2}$ | 64. $\frac{a}{-2c-d}$ |
| 65. $\frac{x+y-8}{8xy}$ | 66. $\frac{4 \cdot (m-7)}{n}$ | 67. $\frac{(s-r) \cdot (r+2s)}{-t}$ | 68. $\frac{-e^2+5ef-f^2}{-f^2+3ef-e^2}$ |
| 69. $\frac{x^2}{x^3}$ | 70. $\frac{4xz}{4x^2z}$ | 71. $\frac{2a+b}{2ax+bx}$ | 72. $\frac{6}{3c-3d}$ |
| 73. $\frac{2(c-d)}{c^2-2cd+d^2}$ | 74. $\frac{-2}{d-c}$ | 75. $\frac{4(a+b)^2}{4a^2-4b^2}$ | 76. $-\frac{(a+b)^2}{b^2-a^2}$ |
| 77. $\frac{(a+b)(a+3b)}{a^2+2ab-3b^2}$ | 78. $36x^3y^3z$ | 79. $a(a-b)(a-c)$ | 80. $2a^2(a-1)$ |
| 81. $-4(a+1)(a-1)$ | | | |

Lösungen zu Übungen 2

82. Falsch: (3)
84. $\frac{4c^3}{12c^3d^2}; \frac{d^2}{12c^3d^2}$
86. $\frac{g}{3-\mu}; \frac{-3}{3-\mu}$
88. $\frac{15}{3a+3b}; \frac{20}{3a+3b}; \frac{18}{3a+3b}$
90. $\frac{5}{4y}$
91. $\frac{7z}{4}$
92. $-\frac{5}{2a}$
93. 2
94. 1
95. $\frac{-3(m-2)}{2}$
96. $-\frac{1}{r}$
97. 0
98. $\frac{71x}{12}$
99. $\frac{89y}{55}$
100. $\frac{55z}{192}$
101. $\frac{29a}{15c}$
102. $\frac{12g-7e}{4efg}$
103. $\frac{26p+pq}{2q^2}$
104. $\frac{12+k}{4}$
105. $\frac{18\theta\beta-5}{3\beta}$
106. $\frac{3w^2-2w+4}{w}$
107. $\frac{2b+74}{7}$
108. $\frac{45c-d}{8}$
109. $2m-1$
110. $\frac{v(3v-1)}{2(v-1)}$
111. $\frac{-x+y-z}{x(y-z)}$
112. $\frac{r+9s}{(r+s)(r-s)}$
113. $\frac{2a^2+2}{(a+2)(a-3)}$
114. $\frac{-14b^2-6b+10}{(b^2+1)(b^2-5)}$
115. $\frac{19}{6(\mu+4)}$
116. $\frac{4-3d}{36(2d-e)}$
117. $-\frac{f}{4e(3e+4f)}$
118. $\frac{4(m+n)}{2m+n}$
119. $\frac{2w^2-2w}{w-2}$
120. $\frac{6(1-u)}{u^2-6}$
121. $\frac{\alpha^2-\delta^2+1}{1-\delta}$
122. $-\frac{n}{(m+2n)^2}$
123. $\frac{10b}{(2a-5b)^2(2a+5b)}$
124. $\frac{z}{2y(3y+z)}$
125. $\frac{e^2}{(e+f)(e-f)}$
126. $\frac{2k}{(k+4)(k-5)}$
127. $\frac{1}{h(h+2)(h-13)}$
128. $\frac{9}{(u+7)(u-2)^2}$
129. $\frac{15\lambda}{(\lambda-9)(\lambda-1)(\lambda+2)}$
130. $\frac{1}{p-1}$
131. $-\frac{3}{4(q-1)}$
132. $\frac{u-9}{2(u+3)(u-3)}$
133. $\frac{2\mu^2-3\phi^2}{(2\mu+3\phi)(2\mu-3\phi)}$

134. $\frac{v}{v+3}$

136. $-\frac{ab^2}{(a+4)(a-b)}$

138. $\frac{3d+2e+1}{5(d+e)(d-e)}$

135. $\frac{1}{a+b}$

137. $-\frac{h^2+15h}{(h+3)(h-3)(h^2-4)}$

139. $\frac{x-y+z-1}{(x-1)(y-1)(z-1)}$

Lösungen zu Übungen 3

140. Richtig: (3)

144. $\frac{y}{x}$

148. 4

152. 3

156. $\frac{a^3}{2}$

160. $\frac{-3y+4}{22x^2}$

164. $\frac{x+3y}{18z}$

168. $\frac{3v(v-16)}{v+4}$

172. $\frac{u+4}{3u^2}$

176. 1

180. $\frac{m^2n^2o^2}{p^4q^2}$

184. $-14vy$

188. $\frac{y}{3}$

192. $-\frac{a(3c-d)}{20}$

196. $-(m+n)$

200. a^2-b^2

204. $\frac{(p^2+8)^2}{16p^2}$

141. $-\frac{xy}{z}$

145. $\frac{ey}{2e-g}$

149. $\frac{3}{xy^5z}$

153. $-\frac{y}{xz}$

157. $\frac{4e^2}{25f^3g^4}$

161. $\frac{b}{2c}$

165. 30

169. $\frac{(p+q)^3}{p-q}$

173. $\frac{2a-b}{6ab}$

177. -6

181. $\frac{\delta^{10}}{16}$

185. $\frac{56}{81\epsilon^2\phi}$

189. $\frac{4\lambda^2+4\lambda\mu+\mu^2}{4\lambda^2+\mu^2}$

193. $\frac{x^2+1}{x^2+y}$

197. $\frac{x(x-1)}{3y(2x-y)}$

201. $\frac{6c}{2c+d}$

205. $\frac{-y(2x+y)}{(x+y)^2}$

142. $\frac{xy}{z}$

146. $-\frac{1}{2}$

150. $-2u$

154. $\frac{x}{yz}$

158. $\frac{3\delta^3}{2}$

162. $\frac{x^2}{2vy}$

166. $-\frac{4(q-1)}{3}$

170. $\frac{2d}{d+4}$

174. $-\frac{5(3x^2+2y^2)}{2(3x^2-2y^2)}$

178. $-cd^2$

182. $-\frac{g^2}{h^2}$

186. $\frac{3}{77}$

190. $\frac{u+4}{4(4-u)}$

194. $\frac{3b}{8a^2}$

198. $\frac{2(k-2)}{k-1}$

202. $\frac{f^2(g^2-1)}{g^2}$

206. $-2ab$

143. $\frac{x^2}{y}$

147. $2(5a-b)$

151. $-4ef$

155. $\frac{xy}{z}$

159. $\frac{-3v+2}{w}$

163. $\frac{7}{2}$

167. $-\frac{2}{c^2d}$

171. $\frac{\mu-2\omega}{2\mu+\omega}$

175. $\frac{g(g-h)}{g-2}$

179. $\frac{56xz}{9y^2}$

183. $\frac{128c^2}{243d^2}$

187. $\frac{3(2c+1)}{2(a+b)}$

191. $\frac{r-2s}{2(2r+s)}$

195. $\frac{e+6}{2(e-10)}$

199. $\frac{(\delta-1)^2}{5\sigma}$

203. $\frac{(eh-fg)^2}{f^2h^2}$

207. $\frac{ef}{3}$

208. $\frac{x^2 + y^2}{x}$
210. $\frac{rt - s}{rt + s}$
212. $\frac{c + d}{4cd}$
214. $\frac{d - c}{a}$
216. -1
218. $\frac{vy}{wx}$
222. 8
226. $\frac{2p + 1}{2p - 1}$
230. $\frac{5}{2p}$
234. $\frac{b^3 - b + 2}{b^3 - b - 1}$
238. $\frac{v - t}{v + t}$
242. $\frac{p}{q} = \frac{5}{7}$
219. $-\frac{vy}{x}$
223. $-\frac{5xy^2}{8}$
227. $\frac{q}{q - 1}$
231. $\frac{y}{5}$
235. $\frac{1}{\mu - 2}$
239. $\frac{c + 2}{c + 3}$
243. $\frac{p}{q} = \frac{11}{17}$
209. $h(k^2 - h)$
211. $\frac{2c - 1}{c}$
213. $-\frac{\varphi(2\varphi + \lambda)(\varphi - \lambda)^2}{(\varphi - 2\lambda)^2(\varphi + 2\lambda)}$
215. $\frac{36y^2 + 28z^2}{3y - 2z}$
217. 0
220. $-\frac{v}{wx}$
224. $\frac{2a^2}{c^4}$
228. $\frac{fg}{f + g}$
232. $\frac{a + 4c}{2a}$
236. m
240. $x + 1$
244. $a = 2, \text{ d.h. } \sqrt{2}$
221. $\frac{vy}{wx}$
225. $-980\alpha^2\beta^3\gamma^2$
229. $-z^2$
233. $\frac{-2r}{s}$
237. $-\frac{x + 7y}{2}$
241. -2
245. $a = 3, \text{ d.h. } \sqrt{3}$

Lösungen zu Übungen 4

246. $2x^2 + 2x$
248. $x - y - 1$
250. $b^4 + b^3 + b^2 + b + 1$
252. $z^3 + z^2 + z$
254. $-p^3 + p + 2$
256. $2x + 1, \text{ Rest } 1$
258. $2z^2 - z + 1, \text{ Rest } -2$
260. $b^2 + 2b, \text{ Rest } b^2 - 1$
262. $a = 4$
264. $\frac{1}{p + 1}$
266. $\frac{1}{5f - g + 2h}$
247. $2x^3 + 1$
249. $a^2 - 3a + 2$
251. $a^3 - b^2$
253. $-2z^3 + z + 1$
255. $x^2 + y - 1$
257. $y^2 + y - 1, \text{ Rest } 3$
259. $2a^3 + a^2, \text{ Rest } 4a$
261. $a = -3$
263. $2x^2 + 4$
265. $x - y - 1$

II RECHNEN MIT POTENZEN

1. Potenzieren

Lösungen zu Übungen 1

- | | | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|--------------|
| 1. Richtig: (2); (3) | 2. 2; 4; 8; 16 | | |
| 3. -1; 1; -1; 1 | 4. 0.1; 0.01; 0.001; 0.0001 | | |
| 5. $\frac{1}{3}; \frac{1}{9}; \frac{1}{27}; \frac{1}{81}$ | | | |
| 6. 2^4 | 7. 3^3 | 8. 2^6 | 9. 5^4 |
| 10. 3^4 | 11. 3^5 | 12. 7^3 | 13. 2^{10} |
| 14. 16 | 15. 16 | 16. -16 | 17. 8 |
| 18. -8 | 19. -8 | 20. 1 | 21. 1 |
| 22. -1 | 23. 1 | 24. -1 | 25. -1 |
| 26. 625 | 27. 625 | 28. -64 | 29. -64 |
| 30. $\frac{4}{9}$ | 31. $\frac{4}{9}$ | 32. $\frac{1}{32}$ | 33. -0.03125 |
| 34. 1 | 35. -1 | 36. -1 | 37. 1 |
| 38. 6; 27; 114 | | 39. 8; 54; 0.1875; 2 | |
| 40. $15; -\frac{83}{27}; 48; -0.972$ | | 41. -12; -60; -218 | |
| 42. $7x^4$ | | 43. $(a-b)z^n$ | |
| 44. $10^4(y-1) = 10000(y-1)$ | | 45. $5a^4 + 6a^3$ | |
| 46. $\frac{11}{20}b^6 + \frac{1}{3}b^4$ | | 47. $1.75k^4 + 0.1k^3 + 0.2k^2$ | |
| 48. $5 \cdot 3^n$ | | 49. $(p^2 - q^2)(p - q)^k$ | |

Lösungen zu Übungen 2

- | | | | |
|--|---------------|--------------------|---------------------------|
| 50. Falsch: (1); (4) | 51. 2^{18} | 52. $(-2)^6 = 2^6$ | 53. -0.2^{11} |
| 54. $\left(\frac{1}{2}\right)^{17} = \frac{1}{2^{17}}$ | 55. a^{36} | 56. b^{n+8} | 57. $2\mu^{5n+1}$ |
| 58. d^{3n+8} | 59. $-p^{18}$ | 60. q^{17} | 61. r^{17} |
| 62. $\alpha^{11} \cdot \beta^5$ | 63. 3^{13} | 64. -3 | 65. $0.1^{25} : 0.5^{13}$ |
| 66. -2^5 | 67. $-w^{20}$ | 68. x^{5n} | 69. $7y^{10}$ |
| 70. λ^{2n-4} | 71. 15^7 | 72. 6^3 | 73. $2(xy)^6$ |
| 74. $-(6k)^a$ | 75. 2^{10} | 76. 20^{2n} | 77. $2(2a^2)^{n+3}$ |

78. $\alpha(\alpha\beta^2\theta^2)^5 = \alpha^6\beta^{10}\theta^{10}$ 79. $x(xy^3z)^3 = x^4y^9z^3$ 80. 2^5 81. 20^{10}
82. $\left(\frac{1}{20}\right)^4 = \frac{1}{20^4}$ 83. 3^{n+2} 84. $\left(\frac{5}{2}\right)^4$ 85. 2^n
86. $16\left(\frac{x}{2y}\right)^3$ 87. $\left(\frac{m^3}{n}\right)^2$ 88. $\left(\frac{p}{q}\right)^3$ 89. $x = 26$
90. $x = 2$ **91.** $x = 9$ 92. $x = 1$ 93. $x = 1$
94. $x = 91$ 95. $-20a^{10} + 12a^9 - 12a^8 + 4a^7$
96. $6x^8y^7 + 6x^7y^6 + 4x^6y^8 - 6xy^{11}$ 97. $c^8 - d^8$
98. $4\lambda^3\omega^4 + \mu^2\omega^4 - 8\lambda^6\omega^2 - 2\lambda^3\mu^2\omega^2 + 32\lambda^9 + 8\lambda^6\mu^2$ 99. $x^{3k} + x^{2k}y^m - p^kq^m x^k + q^{2m}x^k - p^kq^m y^m + q^{2m}y^m$
100. $u^{2m+2} - u^{2n+2}$ 101. $a^6(a+1)$
102. $b^3(b+c)^2$ 103. $d^n(d-1)$
104. $e^n(3e-1)^2$ 105. $k^8(k^2+1)(k+1)(k-1)$
106. $x^3(x-1)^2$ 107. $y^n(y+1)(y-1)$
108. $(f^n + g^m)(f^n - g^m)$ 109. geht nicht
110. $a^{10} - a^5$ 111. b^7
112. f^8 113. $k^{750} - 1$
114. $p+1$ 115. $\frac{1}{3^{10}}$
116. 5^{15} 117. $-2 \cdot 4^5$

Lösungen zu Übungen 3

118.

Exponent	3	2	1	0	-1	-2	-3
Potenz	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
Potenzwert	8	4	2	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$

119. Richtig: (1); (2); (4) 120. 16; 8; 4; 2; 1; $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{8}$; $\frac{1}{16}$
121. $\frac{1}{64}$; $\frac{1}{16}$; $\frac{1}{4}$; 1; 4; 16; 64 122. -1; 1; -1; 1; -1; 1; -1
123. 0.001; 0.01; 0.1; 1; 10; 100; 1000
124. $-\frac{20}{9}$ 125. $\frac{156}{5}$ 126. $\frac{20}{3}$ 127. $\frac{15}{16}$
128. $\frac{8}{125}$ 129. $\frac{125}{8}$ 130. $-\frac{8}{125}$ 131. $-\frac{125}{8}$

132. $\frac{81}{16}$ 133. $\frac{16}{81}$ 134. $\frac{81}{16}$ 135. $\frac{16}{81}$
 136. -1 137. -1 138. 1 139. 1
 140. 1 141. $-\frac{1}{(\sqrt{2})^3} = -\frac{1}{2 \cdot \sqrt{2}}$ 142. -100000000 143. 9
 144. $\frac{1}{a^4}$ 145. $\frac{1}{(3b)^3} = \frac{1}{27b^3}$ 146. $\frac{3}{b^3}$ 147. $\frac{1}{(c+d)^3}$
 148. $c + \frac{1}{d^3}$ 149. $\frac{1}{c^3} - \frac{1}{d^3}$ 150. x 151. $-3y^4$
 152. $5y^4$ 153. $\left(\frac{w}{2v}\right)^4 = \frac{w^4}{16v^4}$ 154. $\left(\frac{\sigma}{\phi}\right)^6 = \frac{\sigma^6}{\phi^6}$ 155. $\left(\frac{m-n}{m+n}\right)^3$
 156. a^{-1} 157. $b^{-2}c^{-5}$ 158. $4b^{-2}c^5$ 159. $x \cdot y^{-k}$
 160. y^k 161. u^{-m-5} 162. $2z^{-1} - 3z^{-3}$ 163. $4v^3 + v^{-3}$
 164. $eg^{2-n} - fg^{2n-2}$ 165. $3x^{-1}(y-z)^{-3}$ 166. $r^{-2k}(s+t)^{1-2m}$ 167. $(\alpha + \delta + \mu)^{-1}$
 168. $x = -4$ 169. $x = 6$ 170. $x = -3$ 171. $x = -10$
 172. $7 \cdot 2^{-5} = \frac{7}{2^5}$ 173. $10^{-7} = \frac{1}{10^7}$ 174. $1.4 \cdot 10^7$ 175. $5 \cdot 10^{-4} = \frac{1}{2000}$
 176. $6 \cdot 10^{-3}$ 177. $-1.2 \cdot 10^{-8}$ 178. 0 179. $6 \cdot 4^n = 6 \cdot 2^{2n}$
 180. $2 \cdot 8^n = 2 \cdot 2^{3n} = 2^{3n+1}$ 181. -2^n 182. $3^2 = 9$ 183. $5^{-1} = \frac{1}{5}$
 184. $-2^{-3} = -\frac{1}{2^3} = -\frac{1}{8}$ 185. $2^{-10} = \frac{1}{2^{10}}$ 186. x^4 187. y^{-n-1}
 188. z^{-2n-2} 189. 1 190. $-b$ 191. $-h^{-2k-2}$
 192. $(2k-1)^{-1} = \frac{1}{2k-1}$ 193. $-(v-w)^5 = (w-v)^5$
 194. $10^{-6} = \frac{1}{10^6}$ 195. 2^6
 196. 3^6 197. $-3^{-6} = -\frac{1}{3^6}$
 198. $b^{-5} = \frac{1}{b^5}$ 199. $c^{-3} = \frac{1}{c^3}$
 200. x^6 201. $y^{-3} = \frac{1}{y^3}$
 202. z^{m+1} 203. v^{n-k}
 204. w^{4k} 205. $r^{-2} = \frac{1}{r^2}$
 206. u^{-2n+8} 207. p^{m+5}
 208. $(\delta - \epsilon)^{3m-3}$ 209. $r^{-6}(s-2)^{-7} = \frac{1}{r^6(s-2)^7}$
 210. $6^{-3} = \frac{1}{6^3}$ 211. $0.5^{-4} = \left(\frac{1}{2}\right)^{-4} = 2^4 = 16$

212. $(2uv)^{-3} = \frac{1}{(2uv)^3}$

213. $2(uv)^{-3} = \frac{2}{(uv)^3}$

214. $a^{-2n} = (a^2)^{-n} = \frac{1}{(a^2)^n} = \frac{1}{a^{2n}}$

215. $(-5\delta\lambda)^{1-k}$

216. $(f^2 - g^2)^{-m} = \frac{1}{(f^2 - g^2)^m}$

217. $(16y^2 - 9x^2)^{3-4n} = \frac{1}{(16y^2 - 9x^2)^{4n-3}}$

218. $3^{-3} = \frac{1}{3^3}$

219. $5^{-3} = \frac{1}{5^3}$

220. $w^{-2k} = (w^2)^{-k} = \frac{1}{(w^2)^k} = \frac{1}{w^{2k}}$

221. $-\left(\frac{2x}{3y}\right)^{1-4m} = -\left(\frac{3y}{2x}\right)^{4m-1}$

222. $(-3z)^{-3n} = \frac{1}{(-3z)^{3n}}$

223. $(\beta + \delta)^{2k}$

224. $3^{-6} = \frac{1}{3^6}$

225. $3^{-6} = \frac{1}{3^6}$

226. 3^6

227. 1

228. a

229. a^6

230. $4b^{-6} = \frac{4}{b^6}$

231. $16e^4 f^{-8} g^{12}$

232. $5xy^4$

233. 2^{12}

234. 3^6

235. $2^{-12} = \frac{1}{2^{12}}$

236. $(\sqrt{5})^{60} = 5^{30}$

237. a^{4n}

238. n^{n^2}

239. m^{3n-3}

240. μ^{4n^2-1}

241. $(p-1)^{k^2+km+m-1}$

242. $x = 12$

243. $x = 2$

244. $x = \frac{33}{4}$

245. $x = 2$

246. $6ab^2$

247. $\frac{1}{6}$

248. $\frac{64c^2}{z^2}$

249. $96a^{3-n}x^6$

250. $(p-2)^2$

251. $-d^{12n}x$

252. $-\frac{1}{24}\lambda^{20}$

253. $\frac{1}{10}a^{20}$

254. $a^{20} + 2a^{10}b^5 + b^{10}$

255. $x^{-5}y^{-5} - x^5y^5 = \frac{1}{x^5y^5} - x^5y^5$

256. $m^{-2} - 2m^{-1}n^{-2} + n^{-4} = \frac{1}{m^2} - \frac{2}{mn^2} + \frac{1}{n^4}$

257. $a^6 + a^{-6} + 2 = a^6 + \frac{1}{a^6} + 2$

258. 4

259. $-2z^{-6} + 2 = -\frac{2}{z^6} + 2$

260. $-x^8 + 1$

261. $\frac{2\theta^2}{(\theta+1)(\theta-1)} = \frac{2\theta^2}{\theta^2-1}$

262. $x = 15$

263. $x = -12$

264. $x = -15$

265. $x = 11$

266. $x = -\frac{2}{3}$

267. $x = 3$

268. $x = 2$ oder $x = -2$

269. $x = -2$

270. $x = \frac{1}{5}$

Lösungen zu Übungen 4

271. 1530000 272. 1530 273. 1.53 274. 0.0153
 275. 0.00000153 276. -450000 277. -0.000045 278. 23
 279. $5 \cdot 10^4$ 280. $1.23456 \cdot 10^5$ 281. $2.71828 \cdot 10^{11}$ 282. $7 \cdot 10^{-3}$
 283. $1.2345 \cdot 10^{-1}$ 284. $2.71828 \cdot 10^{-5}$ 285. $1 \cdot 10^6$ 286. $1.33 \cdot 10^{13}$
 287. $1.7 \cdot 10^{-2}$
288. $1 \cdot 10^{-8} = 10^{-8} = \frac{1}{10^8}$ 289. $-1 \cdot 10^{-8} = -10^{-8} = -\frac{1}{10^8}$
 290. $1 \cdot 10^{-1} = 10^{-1} = \frac{1}{10}$ 291. $1 \cdot 10^1 = 10$
 292. (a) $3517 \cdot 10^3$ (b) $4 \cdot 10^6$ (c) $3.5 \cdot 10^6$ 293. (a) $203468 \cdot 10^3$ (b) $203 \cdot 10^6$ (c) $2.0 \cdot 10^8$
 294. $7.879 \cdot 10^{-2}$ 295. $3.142 \cdot 10^0 = 3.142$
 296. $2.455 \cdot 10^7$ 297. $5.055 \cdot 10^{-5}$
 298. $7 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ 299. $7.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
 300. $1.25 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ 301. $7 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
 302. $1 \cdot 10^{-14} \text{ m}$ 303. $8 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
 304. $2.5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ 305. $4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
306. $D_1 : 1 \cdot 10^{-1} \text{ g}$; $D_2 : 1 \cdot 10^{-2} \text{ g}$; $D_6 : 1 \cdot 10^{-6} \text{ g}$; $D_{12} : 1 \cdot 10^{-12} \text{ g}$
 307. $0, \left(\frac{1}{40}\right)$: In jeder 40. Tablette ist ein Magnesium-Atom enthalten.
 308. $4.48 \cdot 10^{23}$ Bakterien
 309. $1.067 \cdot 10^{16}$ Ameisen
 310. $3 \cdot 10^{13}$ Blutkörperchen
 311. 10^4 m^2
 312. Das Proton ist 1833 mal schwerer als das Elektron.
 313. $2.688 \cdot 10^{19}$ Moleküle
 314. $500 \text{ s} = 8 \text{ Minuten } 20 \text{ Sekunden}$; 4109.6 Jahre
 315. $9.461 \cdot 10^{12} \text{ km}$
 316. $1 \cdot 10^{100} = 10^{100}$
 317. $3.17 \cdot 10^{92}$ Jahre

2. Radizieren

Lösungen zu Übungen 1

1. Richtig: (1)
2. $121^{\frac{1}{2}} = 11$
3. $27^{\frac{1}{3}} = 3$
4. $32^{\frac{1}{5}} = 2$
5. $1000^{\frac{1}{3}} = 10$
6. $100000000^{\frac{1}{4}} = 100$
7. $0.000001^{\frac{1}{6}} = 0.1$
8. $\left(\frac{36}{81}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{6}{9}$
9. $\left(\frac{243}{32}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{3}{2}$
10. $\sqrt{144} = 12$
11. $\sqrt[3]{125} = 5$
12. $\sqrt[4]{256} = 4$
13. $\sqrt[4]{625} = 5$
14. $\sqrt[3]{0.000001} = 0.01$
15. $\sqrt[5]{0.00032} = 0.2$
16. $\sqrt[3]{\frac{8}{64}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$
17. $\sqrt[5]{\frac{100000}{32}} = \frac{10}{2} = 5$
18. 1.414
19. 2.512
20. 1.259
21. 1.744
22. 1.152
23. 3.201
24. 1.957
25. 1.029
26. $\sqrt[3]{a}$
27. $\sqrt[4]{b^3} = (\sqrt[4]{b})^3$
28. $\sqrt[3]{c^r} = (\sqrt[3]{c})^r$
29. $\sqrt[5]{m^2} = (\sqrt[5]{m})^2$
30. $4x\sqrt[3]{y^3} = 4x(\sqrt[3]{y})^3$
31. $\sqrt[3]{64x^3y^3} = 8\sqrt[3]{x^3y^3} = 8(\sqrt[3]{xy})^3$
32. $\sqrt[4]{f} + \sqrt[4]{g}$
33. $\sqrt[3]{\sqrt[3]{\lambda} + \sqrt[3]{\mu^2} + 1}$
34. $op^{a-1}\sqrt[3]{q^{a+b}} = op^{a-1}(\sqrt[3]{q})^{a+b}$
35. $\frac{1}{\sqrt[3]{x^4}} = \frac{1}{(\sqrt[3]{x})^4}$
36. $\frac{3}{\sqrt[5]{y^4}} = \frac{3}{(\sqrt[5]{y})^4}$
37. $\frac{2}{\sqrt{z^5}}$
38. $\sqrt[4]{a^3}$
39. $\sqrt[q]{\left(\frac{c}{b}\right)^p}$
40. $\frac{1}{\sqrt[5]{e}}$
41. $\sqrt[5]{k^4}$
42. $\sqrt[3]{\frac{x}{\sqrt{y}} - \frac{1}{\sqrt{xy}}} + y$
43. $\sqrt[6]{\frac{1}{\sqrt{(\alpha-\beta)^3}}} + \phi$
44. $x^{\frac{1}{3}}$
45. $y^{\frac{4}{5}}$
46. $z^{-\frac{3}{2}} = \frac{1}{z^{\frac{3}{2}}}$
47. $\left(\frac{2a}{b}\right)^{\frac{1}{4}}$
48. $(cd^2e^4)^{\frac{1}{3}} = c^{\frac{1}{3}}d^{\frac{2}{3}}e^{\frac{4}{3}}$
49. $m^{\frac{2}{3}} \cdot n^{\frac{1}{2}}$
50. $(p^2 - q^2)^{\frac{1}{2}}$
51. $(\psi - 2)^{-\frac{2}{3}} = \frac{1}{(\psi - 2)^{\frac{2}{3}}}$
52. $\left(v - w^{\frac{3}{4}}\right)^{\frac{1}{2}}$
53. $3^2 = 9$
54. $5^3 = 125$
55. $2^7 = 128$
56. $5^3 = 125$
57. $10^{-1} = \frac{1}{10}$
58. $2^{-1} = \frac{1}{2}$
59. $\left(\frac{1}{5}\right)^{-1} = 5$
60. $\left(\frac{1}{2}\right)^{-1} = 2$
61. $10^{-3} = \frac{1}{10^3} = \frac{1}{1000}$
62. $5^{-2} = \frac{1}{5^2} = \frac{1}{25}$
63. $\left(\frac{1}{2}\right)^{-3} = 2^3 = 8$
64. $\left(\frac{1}{10}\right)^{-2} = 10^2 = 100$
65. $25^{\frac{1}{2}} = 5$
66. $25^{-\frac{1}{2}} = 5^{-1} = \frac{1}{5}$

$$67. 32^{\frac{1}{5}} = 2 \qquad 68. 32^{-\frac{1}{5}} = 2^{-1} = \frac{1}{2} \qquad 69. \frac{1}{10} \qquad 70. \left(\frac{1}{10}\right)^{-1} = 10$$

$$71. \frac{1}{6^3} = \frac{1}{216} \qquad 72. 0.2^{-3} = \left(\frac{1}{5}\right)^{-3} = 5^3 = 125$$

Lösungen zu Übungen 2

$$73. a^2 \qquad 74. b^{\frac{1}{30}} \qquad 75. c^0 = 1 \qquad 76. x^{\frac{ru+st}{st}}$$

$$77. y^{\frac{-3m+2n}{2n}} \qquad 78. z^{\frac{-p^2-2}{p}} \qquad 79. c^{\frac{1}{4}} \qquad 80. d^{\frac{19}{12}}$$

$$81. e^{\frac{2}{7}} \qquad 82. x^{\frac{uw-tv}{vw}} \qquad 83. y^{\frac{3m-n}{n}} \qquad 84. \mu^{\frac{p+2q}{pq}}$$

$$85. a^{\frac{7}{4}} \qquad 86. b^{\frac{1}{8}} \qquad 87. c^{\frac{n}{m}} \qquad 88. 6$$

$$89. \frac{1}{2} \qquad 90. \frac{1}{4} \qquad 91. 1 \qquad 92. b$$

$$93. cd \qquad 94. \left(\frac{pq}{2}\right)^{\frac{r}{s}} \qquad 95. \frac{\phi^4}{\lambda^2} \qquad 96. \left(\frac{n}{v}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$97. 12^{\frac{1}{4}} \qquad 98. \frac{1}{5^5} = \frac{1}{3125} \qquad 99. \frac{1}{4^2} = \frac{1}{16} \qquad 100. 25^{\frac{1}{2}} = 5$$

$$101. 3y \qquad 102. z^{\frac{9}{2}} \qquad 103. \left(\frac{m}{n}\right)^{\frac{4}{3}} \qquad 104. (r+s)^{\frac{p}{q}}$$

$$105. \left(\frac{\delta}{\psi}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad 106. 9 \qquad 107. 2^{-5} = \frac{1}{2^5} = \frac{1}{32} \qquad 108. 9$$

$$109. 5^3 = 125 \qquad 110. w \qquad 111. x^{\frac{r^2}{s^2}} \qquad 112. y^{\frac{1}{3}}$$

$$113. 2z^3 \qquad 114. \frac{1}{7a} \qquad 115. \frac{5}{\sqrt{b}} \qquad 116. \frac{5\epsilon^2}{4\lambda^2}$$

$$117. \frac{4}{25}u^{\frac{1}{3}} \qquad 118. 5\sqrt[3]{v} \qquad 119. 3\sqrt[3]{a}\sqrt{b}$$

$$120. -2\sqrt[4]{a} = -2a^{\frac{1}{4}} \qquad 121. \sqrt[3]{z} + \sqrt[5]{z} - \sqrt[3]{z} + \sqrt{z} \qquad 122. \sqrt[3]{b} + \sqrt{b} = b^{\frac{1}{3}} + b^{\frac{1}{2}}$$

$$123. (a+b)\sqrt[10]{x} - (c+d)\sqrt[4]{x} \qquad 124. 0 \qquad 125. \frac{7}{8}\sqrt[3]{x-y} = \frac{7}{8}(x-y)^{\frac{1}{3}}$$

126. $\sqrt{16} = 4$ 127. $\sqrt[4]{64} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$ 128. a^2b 129. x^2
130. y^{2p+1} 131. $4z^2$ 132. $\frac{a}{b^2}$ 133. $4a$
134. ab^2c^3 135. $\frac{3f}{g^2h^2}$ 136. $\frac{6}{7}mn^2$ 137. $\frac{4\mu^2}{\omega^2}$
138. $\frac{rs^2}{t^3}$ 139. 1 140. $\sqrt[5]{q-p}$ 141. $\sqrt{30}$
142. $\sqrt[5]{32} = 2$ 143. $\sqrt[4]{\frac{1}{9}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3}\sqrt{3}$ 144. $\sqrt{4a}$ 145. $\sqrt[3]{\frac{b}{125}}$
146. $\sqrt[4]{81c^5}$ 147. $\sqrt[3]{32x^5}$ 148. $\sqrt[m]{p^3q^{m-1}}$ 149. $\sqrt{\beta\gamma}$
150. 1 151. $\sqrt[4]{v^{15}w^5}$ 152. $\sqrt[n]{\varphi^{3n+1} - \varphi^{3n-1}}$ 153. $3\sqrt{3}$
154. $2\sqrt[3]{3}$ 155. $10\sqrt[4]{5}$ 156. $5\sqrt[3]{2}$ 157. $2\sqrt[2]{2^3} = 2\sqrt[2]{8}$
158. $\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{3}} = \frac{1}{9} \cdot \sqrt[3]{9}$ 159. $4\sqrt{x}$ 160. $y^2\sqrt[3]{2}$ 161. $3pq\sqrt[4]{pr^3}$
162. $4abc^2\sqrt{3ac}$ 163. $\frac{u}{w}\sqrt{uv}$ 164. $\frac{y^2}{900z^4}\sqrt{\frac{y}{z}}$ 165. $a^3\sqrt[m]{a^{-1}} = \frac{a^3}{\sqrt[m]{a}}$
166. $b^3\sqrt[4]{b}$ 167. $\frac{1}{c}\sqrt[n]{c^5}$ 168. $f\sqrt{f+1}$ 169. $k\sqrt[k]{k^{2k}-1}$
170. $\frac{\tau^2}{3\Psi}\sqrt[3]{\frac{\tau+1}{\Psi}}$ 171. $\sqrt{m^2+n^2}$ 172. $(u-2)\sqrt{5}$ 173. $\alpha\lambda^2\sqrt[3]{\alpha^3+\alpha^2\lambda}$
174. 2 175. 12 176. 10 177. 0
178. 2 179. 2 180. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ 181. $\frac{\sqrt[3]{49}}{14}$
182. $\frac{\sqrt[4]{y^3}}{y}$ 183. $\frac{\sqrt[m]{a^{m-1}}}{a}$ 184. $\frac{\sqrt[m]{b^{m-n}}}{b}$ 185. $\frac{m+1\sqrt{c}}{c}$
186. $\frac{\sqrt{21}}{7}$ 187. $\frac{4\sqrt{5}}{5}$ 188. $\sqrt{r}-\sqrt{s}$ 189. $\frac{4}{3}$
190. $\frac{4}{x^3} + 2x^{\frac{2}{3}}y^{-\frac{2}{3}} + y^{-\frac{4}{3}}$ 191. $z^{\frac{6}{5}} - 2z + z^{\frac{4}{5}}$
192. $m - n^{-1} = m - \frac{1}{n}$ 193. $\frac{(p+q)^2}{pq}$
194. $-a - a^{\frac{1}{2}} - 1$ 195. $\frac{1}{b^3 + 2b^2 + b}$
196. $\frac{1}{\epsilon^{\frac{4}{3}} - 2\epsilon^{-1} + \epsilon^{\frac{2}{3}}}$ 197. $\sqrt[3]{9} - 2\sqrt[3]{6} + \sqrt[3]{4}$
198. $\sqrt{5} + 2\sqrt[4]{5} + 1$ 199. $\sqrt{2} - 2$
200. $\sqrt[5]{25} - 2\sqrt[5]{5}\sqrt[10]{2} + \sqrt[5]{2}$

201. $2\sqrt{6}+1$
202. $x^{2k}-2(xy)^k+y^{2k}$
203. $\sqrt[3]{\mu^2}+2\cdot\sqrt[3]{\mu\vartheta}+\sqrt[3]{\vartheta^2}$
204. $\sqrt[m]{a}+2\sqrt[m]{a}\sqrt[m]{b}+\sqrt[m]{b^2}$
205. $\sqrt{c}+\sqrt{c^{-1}}+2=\sqrt{c}+\frac{1}{\sqrt{c}}+2$
206. $\sqrt[m]{p^4}+2\sqrt[m]{p^5}+\sqrt[m]{p}$
207. $3\cdot\sqrt[3]{18}+3\cdot\sqrt[3]{12}+5$
208. $\sqrt[3]{v^3}+3\sqrt[3]{v^2w}+3\sqrt[3]{vw^2}+\sqrt[3]{w^3}$
209. $\frac{5\sqrt{3}-5}{2}$
210. $\sqrt{a}-1$
211. $\frac{\sqrt{5}+\sqrt{3}}{2}$
212. $\sqrt{u}-\sqrt{v}$
213. $\frac{(\sqrt{5}-\sqrt{2})^2}{3}=\frac{7-2\sqrt{10}}{3}$
214. $\frac{(3-2\sqrt{x})^2}{9-4x}=\frac{4x-12\sqrt{x}+9}{9-4x}$
215. $\sqrt{a-b}$
216. $\sqrt{a}+\sqrt{b}$
217. $2\sqrt{\alpha}-\sqrt{\lambda}$
218. $\frac{\sqrt[3]{(p-2)^2}}{p-2}$
219. $\frac{\sqrt[3]{(2a+b)^2}}{2a+b}$
220. $\sqrt[4]{(\mu-\theta)^3}$
221. $(d-1)^{\frac{1}{3}}$
222. $(e-f)^{\frac{1}{6}}$
223. $\frac{1}{c^2}-d^{\frac{1}{2}}$
224. $\frac{1}{x^5}+\frac{1}{y^5}$
225. $\frac{1}{x^2}\frac{1}{\varphi^3}+x^{\frac{1}{2}}\frac{1}{\lambda^3}$
226. $(a^2+b^2)(c^4+d^4)$
227. $x=\frac{1}{6}$
228. $x=\frac{3}{2}$
229. $x=-\frac{7}{2}$
230. $x=\frac{1}{a}+3=\frac{3a+1}{a}$
231. $x=\frac{3}{20}$
232. $x=-\frac{1}{m}-\frac{2}{n}=-\frac{2m+n}{mn}$
233. $x=\frac{5}{2}$
234. $x=-\frac{14}{3}$
235. $x=\pm\sqrt{31}$
236. $\sqrt[8]{x}$
237. $\sqrt[2ab]{y}$
238. \sqrt{z}
239. $\sqrt[6]{e}$
240. $\sqrt[m]{\alpha^3\phi^2\mu}$
241. \sqrt{k}
242. $\sqrt[4]{h^3}$
243. $\sqrt[3]{p}$
244. $\sqrt[4]{\mu}$
245. $\sqrt[8]{y^7}$
246. $\sqrt[15]{z^{17}}$
247. 1
248. $\sqrt[5]{f^{-8}}=\frac{1}{\sqrt[5]{f^8}}$
249. $\sqrt[40]{\theta^{-51}}=\frac{1}{\sqrt[40]{\theta^{51}}}$
250. $\sqrt[72]{k}$
251. $\sqrt[8]{p^{-5}}=\frac{1}{\sqrt[8]{p^5}}$
252. $\sqrt[12]{\mu^{-1}}=\frac{1}{\sqrt[12]{\mu}}$
253. $\frac{\sqrt[4]{a^3}}{\sqrt[8]{b^7}}=\sqrt[8]{\frac{a^6}{b^7}}$
254. $\sqrt[5]{x^{13}}$
255. $a^{-6}=\frac{1}{a^6}$
256. $4b^{\frac{5}{12}}=4\cdot\sqrt[12]{b^5}$
257. $-\sqrt{y}$
258. 2

$$259. \quad -d^{-\frac{1}{2}} - \sqrt{d^{-1}} = -\frac{1}{\sqrt{d}}$$

$$260. \quad \sqrt[3]{p-q}$$

$$261. \quad \frac{\sqrt[3]{v+1}}{\sqrt[3]{v-1}}$$

$$262. \quad \sqrt{a(c^4 - d^3)}$$

$$263. \quad y^{\frac{1}{m}} \cdot (x+y)^{\frac{1}{2m}} = \sqrt[m]{y} \cdot \sqrt[2m]{x+y}$$

$$264. \quad x + y$$

265.

	Bahnradius a in AE	Umlaufzeit T in Jahren
Merkur	0.3871	0.240843
Venus	0.723186	0.615
Erde	1	1
Mars	1.5237	1.880829
Jupiter	5.201221	11.862
Saturn	9.5371	29.452659
Uranus	19.181710	84.01
Neptun	30.07	164.892211
Pluto	39.438065	247.67

$$266. \quad r(x) = 2880 \cdot \frac{x}{(x+7)^{\frac{18}{25}}}$$

267. Ohne Rückenwind: 1203.156 km , mit Rückenwind: 2406.312 km

268. Mit PC / TR. Ohne Rückenwind: 0.759 g; 1.640 g; 3.870 g, mit Rückenwind: 0.366g; 0.759 g; 1.640 g

269. Ohne Rückenwind: 322.209 km ; mit Rückenwind: 644.418 km

270. 50 km/h

3. Logarithmieren

Lösungen zu Übungen 1

- | | | |
|--|--|---|
| 1. Richtig: (1) (4) | 2. $10^x = 10^3; x = 3$ | 3. $10^x = 10^5; x = 5$ |
| 4. $10^x = 10; x = 1$ | 5. $10^x = 1; x = 0$ | 6. $10^x = 10^{-2}; x = -2$ |
| 7. $10^x = 10^{-8}; x = -8$ | 8. $10^x = 10^{-1}; x = -1$ | 9. $10^x = 10^{-22}; x = -22$ |
| 10. $10^x = 10^{\frac{1}{2}}; x = \frac{1}{2}$ | 11. $10^x = 10^{\frac{2}{5}}; x = \frac{2}{5}$ | 12. $10^x = 10^{\frac{4}{3}}; x = \frac{4}{3}$ |
| 13. $10^x = 10^{-2}; x = -2$ | 14. $x = \log_{10} 10^4 = 4$ | 15. $x = \log_{10} 10^6 = 6$ |
| 16. $x = \log_{10} 1 = \log_{10} 10^0 = 0$ | 17. $x = \lg 10^{-3} = -3$ | 18. $x = \lg 10^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$ |
| 19. $x = \lg 10^{-\frac{3}{7}} = -\frac{3}{7}$ | 20. $1 < \lg 50 < 2$ | 21. $2 < \lg 500 < 3$ |
| 22. $4 < \lg 50000 < 5$ | 23. $-1 < \lg \frac{1}{2} < 0$ | 24. $-3 < \lg 0.005 < -2$ |
| 25. $0 < \lg \sqrt[5]{50} < 1$ | 26. $e^y = e^5; y = 5$ | 27. $e^y = e^{-3}; y = -3$ |
| 28. $e^y = e^{\frac{1}{2}}; y = \frac{1}{2}$ | 29. $e^y = e^1; y = 1$ | 30. $e^y = e^{\frac{5}{2}}; y = \frac{5}{2}$ |
| 31. $e^y = e^0; y = 0$ | 32. $y = \ln e^k = k$ | 33. $y = \ln e^{-k-1} = -k-1$ |
| 34. $y = \ln e^{\frac{1}{k}} = \frac{1}{k}$ | 35. $y = \ln e^{\frac{4}{k}} = \frac{4}{k}$ | 36. $y = \ln e^{-\frac{3}{k+1}} = -\frac{3}{k+1}$ |
| 37. $y = \ln 0$; nicht definiert | 38. $2^z = 2^3; z = 3$ | 39. $3^z = 3^4; z = 4$ |
| 40. $4^z = 4^3; z = 3$ | 41. $2^z = 2^{-4}; z = -4$ | 42. $3^z = 3^{-3}; z = -3$ |
| 43. $5^z = 5^{-4}; z = -4$ | 44. $2^{2z} = 2^1; z = \frac{1}{2}$ | 45. $3^{4z} = 3^1; z = \frac{1}{4}$ |
| 46. $10^{4z} = 10^1; z = \frac{1}{4}$ | 47. $e^{\frac{z}{2}} = e^5; z = 10$ | 48. $2^{\frac{z}{2}} = 2^{-3}; z = -6$ |
| 49. $5^{-z} = 5^{-2}; z = 2$ | 50. $w = \log_2 2^4 = 4$ | 51. $x = \log_2 2^{-6} = -6$ |
| 52. $y = \log_2 2^1 = 1$ | 53. $z = \log_2 2^0 = 0$ | 54. $v = \log_2 2^{-1} = -1$ |
| 55. $x = \log_2 2^{\frac{3}{2}} = \frac{3}{2}$ | 56. $y = \log_3 3^2 = 2$ | 57. $z = \log_3 3^{-4} = -4$ |
| 58. $\mu = \log_3 3^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$ | 59. $x = \log_3 3^{-\frac{1}{4}} = -\frac{1}{4}$ | 60. $x = \log_3 3^{\frac{3}{5}} = \frac{3}{5}$ |
| 61. $z = \log_7 7^{-\frac{3}{5}} = -\frac{3}{5}$ | 62. $p = \lg 10 = 1$ | 63. $q = \ln e^{-\frac{5}{4}} = -\frac{5}{4}$ |
| 64. $r = \log_5 5^{-3} = -3$ | 65. $s = \log_6 6^{-\frac{2}{5}} = -\frac{2}{5}$ | 66. $2 < \log_2 5 < 3$ |
| 67. $2 < \ln 10 < 3$ | 68. $-3 < \log_3 \frac{1}{10} < -2$ | 69. $-5 < \log_2 \frac{1}{18} < -4$ |
| 70. $5 < \log_4 1234 < 6$ | 71. $-5 < \log_5 0.001 < -4$ | |

- | | | | | | | | |
|------|--|------|--|------|--|------|---|
| 72. | 7 | 73. | 30 | 74. | 20 | 75. | $\frac{1000}{k}$ |
| 76. | 70000 | 77. | $\frac{e}{2}$ | 78. | 96 | 79. | $\frac{9}{2}$ |
| 80. | 3 | 81. | 1 | 82. | 0 | 83. | 0 |
| 84. | -2 | 85. | -3 | 86. | 3 | 87. | $\frac{1}{3}$ |
| 88. | 4 | 89. | $\frac{1}{4}$ | 90. | $\frac{3}{2}$ | 91. | $\frac{2}{3}$ |
| 92. | $\frac{3}{2}$ | 93. | $\frac{2}{3}$ | 94. | $\frac{1}{2}$ | 95. | $\frac{3}{2}$ |
| 96. | $\frac{7}{2}$ | 97. | $\frac{1}{4}$ | 98. | -2 | 99. | $-\frac{2}{3}$ |
| 100. | $x=3$ | 101. | $x=2$ | 102. | $x=\frac{1}{2}$ | 103. | $x=4$ |
| 104. | $x=5$ | 105. | $x=\frac{1}{3}$ | 106. | $x=8$ | 107. | $x=256$ |
| 108. | $x=1$ | 109. | $x=\frac{1}{9}$ | 110. | $x=2$ | 111. | $x=\frac{1}{4}$ |
| 112. | $x=1$ | 113. | $x=0$ | 114. | $x=2$ | 115. | $x=n-3$ |
| 116. | $x=\frac{1}{2}$ | 117. | $x=-1$ | 118. | $x=-\frac{1}{4}$ | 119. | $x=\frac{6}{5}$ |
| 120. | $x=\frac{5}{2}$ | 121. | $D=]-4; \infty[$, $x=-3$ | 122. | $D=]2; \infty[$, $x=12$ | 123. | $D=]\frac{1}{11}; \infty[$, $x=\frac{101}{11}$ |
| 124. | $D=\mathbb{R} \setminus \{1\}$, $x_1=1+10^{\frac{3}{2}}$, $x_2=1-10^{\frac{3}{2}}$ | 125. | $D=]\frac{5}{2}; \infty[$, $x=\frac{15}{2}$ | 126. | $D=]\frac{3}{2}; \infty[$, $x=\frac{13}{2}$ | 127. | $D=]-1; \infty[$, $x=e^2-1$ |
| 128. | $D=]0; \infty[$, $x=e$ | 129. | $D=]0; \infty[$, $x=\frac{1}{e^2}=e^{-2}$ | 130. | 2.083 | 131. | -3.097 |
| 134. | 1.000 | 132. | 0.4878 | 133. | nicht definiert | 135. | 2.303 |
| 138. | -0.08701 | 136. | 10.02 | 137. | 3.912 | 139. | -5.298 |
| | | 140. | -1.917 | 141. | nicht definiert | | |

Lösungen zu Übungen 2

142.	2.322	143.	2.123	144.	3.319	145.	1.431
146.	0.4653	147.	-0.6309	148.	-11.29	149.	-5.140
150.	2.7095	151.	4.966	152.	5.723	153.	-28.22
154.	$\frac{\ln 7}{\ln 2}$	155.	$\frac{\log_2 11}{\log_2 3}$	156.	$\frac{\lg^3 \sqrt{10}}{\lg 5} = \frac{1}{3 \lg 5}$	157.	$\frac{\log_d 3}{\log_d a}$
158.	$\frac{\ln \sqrt{c}}{\ln a}$	159.	$\frac{\lg 3c^5}{\lg a}$				

Lösungen zu Übungen 3

160.	$\log_x a + \log_x b$	161.	$\log_x 3 + \log_x y + 1$
162.	$\log_z 10 + \log_x \alpha + \log_x \beta + \log_x \gamma$	163.	$\lg c - \lg 5$
164.	$-\lg p - \lg q$	165.	$2 - \lg \mu - \lg \sigma - \lg \varphi$
166.	$\ln \alpha + \ln \beta - \ln \delta - \ln \mu + 1$	167.	$\ln 4 + \ln u + \ln(v+3)$
168.	$\ln(2y+7z)$	169.	$\log_a(5x-3y) + \log_a(5x-3y) = 2 \log_a(5x-3y)$
170.	$\log_a p^4 + \log_a(4p^2+1) + \log_a(2p+1) + \log_a(2p-1)$		
171.	$\log_a(n-3) + \log_a(n+5)$		
172.	$\log_a(3b+c^2) + \log_a(3b-c^2) + 1$		
173.	$\log_a(z+1) - \log_a(z-10)$		
174.	$\log_a(a+k) + \log_a(a+2k) - \log_a(a^2+4k+4k^2) + 1$		
175.	$\ln(2a)$	176.	$\ln(e^2 \mu^6)$
177.	$\lg\left(\frac{b}{c}\right)$	178.	$\lg\left(\frac{1}{1000k}\right)$
179.	$\ln\left(\frac{x^2}{y^2}\right)$	180.	$\ln\left(\frac{y^7}{z^5}\right)$
181.	$\lg(v+w)$	182.	$\lg\left(-\frac{2}{n+3}\right)$
183.	$\ln\left(\sqrt[4]{e}(e+1)\right) = \ln\left(e^{\frac{5}{4}} + e^{\frac{1}{4}}\right)$	184.	$\lg \frac{\varphi + \lambda}{10\varphi}$

Lösungen zu Übungen 4

185. Richtig: (2)

186. $\frac{3}{4}$

187. $\frac{1}{5}$

188. $\frac{c}{a-b}$

189. $-\frac{1}{b+1}$

190. $\log_a b^5$

191. $\log_a b^2$

192. $\log_a^{\alpha+\beta} \sqrt{c}$

193. $\log_a \sqrt[ab]{x^c}$

194. $2\log_a m + 3\log_a n$

195. $\log_a 5 + 2\log_a b + 5\log_a c$

196. $(y+3)\log_a x + \frac{1}{2}\log_a z$

197. $4\ln f - 3\ln g$

198. $b\ln(a+1) - (c-1)\ln a$

199. $\frac{1}{5}\ln(\mu+2) - \ln 2 - 2\ln \varphi$

200. $\frac{3}{2} + \log_k 3$

201. $\frac{5}{6} - \log_p 4$

202. $\frac{3}{8} + \frac{1}{4}\log_c 4$

203. $-12\lg a - 4\lg b$

204. $30\lg s - 40\lg r$

205. $\frac{1}{2}\lg(\lambda+2) - \frac{3}{4}\lg \sigma$

206. $\frac{5}{2}\log_2 w + \frac{7}{2}\log_2 z - \frac{3}{2}\log_2 v - \frac{5}{2}$

207. $\frac{1}{2} + \log_2 \phi - \frac{3}{2}\log_2 \Psi$

208. $2\log_2(y-4) - \log_2 x - 6$

209. $\log_a(a+b+c)$

210. $\frac{5}{2}\log_a(a+b+c)$

211. $\frac{1}{3}\log_a(c+d) + \frac{1}{3}\log_a(c-d)$

212. $\frac{1}{a}\lg(m^3+n^2)$

213. $\frac{2}{p-q}\lg(x-y)$

214. $\frac{4}{x}\lg \mu + \frac{1}{x}\lg(2\mu-3)$

215. $\frac{1}{x-y}\log_b(h-4) + \frac{1}{x-y}\log_b(h-2)$

216. $\log_b(p-q)$

217. $\log_b(u+1) - \log_b u = \log_b\left(1 + \frac{1}{u}\right)$

218. $-\log_a v - \frac{1}{2}\log_a(v+1)$

219. $\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\log_a(\varphi-1)$

220. $\frac{4}{3} + \log_a 2 + \frac{1}{6}\log_a p - \frac{5}{3}\log_a b - \frac{7}{3}\log_a q$

221. $\log_a(mn)$

222. $\log_a x$

223. $\ln \frac{1}{\sqrt[3]{a^4}}$

224. $\ln \frac{ab}{b-c}$

225. $\log_b(x^2-1)$

226. $\log_b \frac{k(k+1)}{-k+1}$

227. $\ln \frac{\sqrt{p}}{\sqrt[3]{q^2}}$

228. $\ln \frac{x^m z^{m+2}}{y^{m-1}}$

229. $\lg(10\alpha\tau^2)$

230. $\lg(u \cdot \sqrt[3]{10})$
231. $\log_5 \frac{x^2}{(x-y)^3}$
232. $\log_5 \delta^{m-9}$
233. $\lg(p^a \cdot \sqrt[q]{p^2 - 4q^2})$
234. $\log_d \left(\sqrt[c]{a^b} \cdot \sqrt[a]{\frac{c^b}{(b-3)^c}} \right)$
235. 1.217
236. 1.170
237. 4.034
238. $3.734 \cdot 10^{488}$
239. $3.487 \cdot 10^9$
240. $3.631 \cdot 10^{297121486764}$
241. $1.020 \cdot 10^{126}$
242. $9.231 \cdot 10^{1119}$
243. $5.449 \cdot 10^{2062}$
244. 1
245. 5
246. $\log_x \alpha^5$
247. $\frac{\log_2 \frac{x^2 - y^2}{x^3}}{\log_2 3}$
248. $\frac{\log_2 \frac{\lambda^8 (\varphi - \lambda)}{\varphi^2}}{\log_2 4} = \frac{1}{2} \log_2 \frac{\lambda^8 (\varphi - \lambda)}{\varphi^2}$
249. $\log_5 \frac{(y+4)^4}{z^6}$
250. 5
251. $\frac{2(\ln 4 - \ln 5)}{\ln 2} \approx -0.6439$
252. $4.371 \cdot 10^{2098959} - 1$
253. $9.249 \cdot 10^{4053945} - 1$
254. $1.260 \cdot 10^{6320429} - 1$
255. $2.994 \cdot 10^{7235732} - 1$
256. (a) 21°DIN (b) 24.01°DIN (c) 27.02°DIN
257. $S_{\text{ASA}} = 10^{\frac{s_{\text{DIN}} - 1}{10}}$
258. 25.12 ASA und 398.4 ASA
259. Änderung: 3.01°DIN
260. 9741 m
261. 6049 m
262. Matterhorn: 579 hPa; Mont Blanc: 555.5 hPa; Mont Everest: 335.4 hPa; Totes Meer: 1065 hPa
263. 1: 11.11 % ; 2: 11.11 % ; 3: 11.11 % ; ...
264. -
265. 1: 30.10%; 2: 17.61%; 3: 12.49%; 4: 9.69%; 5: 7.92%; 6: 6.70%; 7: 5.80%; 8: 5.11%; 9: 4.58%

III GLEICHUNGEN

1. Lineare Gleichungen

Lösungen zu Übungen 1

- | | | |
|--|--|-----------------------|
| 1. Richtig: (1); (2); (4) | 2. Falsch: (1); (2); (3); (5) | 3. $x = -2$ |
| 4. – | 5. $x \in \{4; 2.5; 0; -2\}$ | 6. $x \in \{4; 2.5\}$ |
| 7. $x = 4$ | 8. $x \in \{0; -2\}$ | 9. $L = \{-4\}$ |
| 10. $L = \{\}$ | 11. $L = \{1; 0; -1; -2; \dots\}$ | 12. $L = \{7\}$ |
| 13. $L = \left\{x \in \mathbb{R} \mid x < -\frac{4}{5}\right\}$ | 14. $L = \left\{x \in \mathbb{R} \mid x > -\frac{25}{2}\right\}$ | |
| 15. $L = \left\{x \in \mathbb{R} \mid x \leq -\sqrt{15} \vee x \geq \sqrt{15}\right\}$ | 16. $L = \left\{x \in \mathbb{R} \mid 0 \leq x \leq 10\right\}$ | |

Lösungen zu Übungen 2

- | | | | |
|--|--|---------------------------------------|----------------------|
| 17. Falsch: (2); (3); (4) | 18. $L = \{1\}$ | 19. $L = \{3\}$ | 20. $L = \{1\}$ |
| 21. $L = \{11\}$ | 22. $L = \left\{\frac{7}{2}\right\}$ | 23. $L = \{0\}$ | 24. $L = \{0\}$ |
| 25. $L = \{3\}$ | 26. $L = \mathbb{R}$ | 27. $L = \{\}$ | 28. $L = \{20\}$ |
| 29. $L = \left\{-\frac{5}{4}\right\}$ | 30. $L = \{1\}$ | 31. $L = \left\{-\frac{1}{8}\right\}$ | 32. $L = \{0\}$ |
| 33. $L = \{2\}$ | 34. $L = \{4\}$ | 35. $L = \left\{\frac{3}{2}\right\}$ | 36. $L = \{\}$ |
| 37. $L = \{12\}$ | 38. $L = \mathbb{R}$ | 39. $L = \{\}$ | 40. $L = \mathbb{R}$ |
| 41. $L = \left\{\frac{3}{8}\right\}$ | | | |
| 42. $L = \{-2; -3; -4; \dots\}$, $L = \left\{x \in \mathbb{R} \mid x \leq -\frac{3}{2}\right\}$ | 43. $L = \{7; 8; 9; \dots\}$, $L = \{u \in \mathbb{R} \mid u \geq 7\}$ | | |
| 44. $L = \{1; 0; -1; -2; \dots\}$, $L = \left\{x \in \mathbb{R} \mid x < \frac{3}{2}\right\}$ | 45. $L = \{5; 6; 7; \dots\}$, $L = \left\{y \in \mathbb{R} \mid y > \frac{33}{8}\right\}$ | | |
| 46. $L = \mathbb{Z}$, $L = \mathbb{R}$ | 47. $L = \{1; 2; 3; \dots\}$, $L = \{z \in \mathbb{R} \mid z > 0\}$ | | |
| 48. $L = \{15\}$ | 49. $L = \{2\}$ | | |
| 50. $L = \{-22\}$ | 51. $L = \{0\}$ | | |
| 52. $L = \mathbb{R}$ | 53. $L = \{\}$ | | |

Lösungen zu Übungen 3

54. $x = 1 - a, a \neq 0$

56. $x = \frac{3c - 2d}{c - d}, c \neq d$

58. $x = \frac{1 - k}{k + 1}, k \neq -1$

60. $L = \{4a^2\}$

62. $L = \{\alpha - \delta\}, \alpha \neq -\delta$

64. $L = \{q\}, -2p \neq q$

66. $r = \frac{M}{\pi s}, s = \frac{M}{\pi r}$

68. $b = \frac{S - 2ac}{2(a + c)}, c = \frac{S - 2ab}{2(a + b)}$

70. $K = \frac{100Z}{p}, p = \frac{100Z}{K}$

72. $K = \frac{100 \cdot 360 \cdot Z}{p \cdot t}, t = \frac{100 \cdot 360 \cdot Z}{K \cdot p}$

74. $L = \{6\}; L = \{\}; L = \left\{ \frac{7}{2} \right\}$

76. $L = \{\}; L = \{0\}; L = \left\{ \frac{8}{13} \right\}$

78. $L = \mathbb{R}; L = \{5\}$

80. $a \neq 0: x = -\frac{25}{a}, a = 0: L = \{\}$

82. $\gamma \neq -1: x = \frac{3}{\gamma + 1}, \gamma = -1: L = \{\}$

84. $u \neq 10: x = 1, u = 10: L = \mathbb{R}$

85. $v \neq -9 \wedge v \neq 0: x = \frac{v - 9}{v}, v = -9: L = \mathbb{R}, v = 0: L = \{\}$

86. $k \neq 2 \wedge k \neq -3: x = \frac{1}{k + 3}, k = 2: L = \mathbb{R}, k = -3: L = \{\}$

87. $w \neq 3: x = \frac{w + 4}{3 - w}, w = 3: L = \{\}$

88. $-\beta \neq \phi: x = \frac{\phi^2}{\beta + \phi}, -\beta = \phi \neq 0: L = \{\}, -\beta = \phi = 0: L = \mathbb{R}$

89. $r \neq -s: x = r - s, r = -s \neq 0: L = \{\}, r = -s = 0: L = \mathbb{R}$

90. $m \neq n: x = \frac{1}{m - n}, m = n: L = \mathbb{R}$

91. $\lambda \neq 0 \wedge \theta \neq -5: x = \frac{\lambda + \theta}{\lambda(\theta + 5)}, \theta = -5 \wedge \lambda \neq 5 \vee \lambda = 0 \wedge \theta \neq 0: L = \{\}, \theta = -5 \wedge \lambda = 5 \vee \lambda = 0 \wedge \theta = 0: L = \mathbb{R}$

55. $x = 4b$

57. $x = p + 2, p \neq 2$

59. $x = \mu + \lambda, \lambda \neq \mu$

61. $L = \left\{ \frac{bc}{a + c} \right\}, a \neq -c$

63. $L = \left\{ \frac{h - 1}{2} \right\}, h \neq 1$

65. $L = \{m - n\}, m \neq n$

67. $e = \frac{2A}{f}, f = \frac{2A}{e}$

69. $\alpha = \frac{360^\circ A}{\pi r^2}$

71. $p = 100 \left(\frac{K_1}{K_0} - 1 \right), K_0 = \frac{100 K_1}{p + 100}$

73. $K_0 = \frac{100 \cdot 360 \cdot K_1}{100 \cdot 360 + p \cdot t}, t = \frac{100 \cdot 360 \cdot (K_1 - K_0)}{K_0 \cdot p}$

75. $L = \{0\}; L = \{\}; L = \left\{ \frac{5}{9} \right\}$

77. $L = \mathbb{R}; L = \{\}; L = \{2\}$

79. $L = \{-1\}; L = \mathbb{R}; L = \mathbb{R}$

81. $b \neq 4: x = 0, b = 4: L = \mathbb{R}$

83. $d \neq 2: x = \frac{d + 2}{d - 2}, d = 2: L = \{\}$

Lösungen zu Übungen 4

92. Richtig: (1); (2); (3); (4)
94. $D = \mathbb{R} \setminus \left\{ -\frac{1}{2}; 0 \right\}$, $L = \{-1\}$
96. $D = \mathbb{R} \setminus \{0; 3\}$, $L = \left\{ -\frac{3}{5} \right\}$
98. $D = \mathbb{R} \setminus \left\{ -\frac{9}{2}; \frac{9}{2} \right\}$, $L = \left\{ \frac{27}{110} \right\}$
100. $D = \mathbb{R} \setminus \{-1; 0; 2\}$, $L = \{1\}$
102. $D = \mathbb{R} \setminus \{2\}$, $L = \{0\}$
104. $D = \mathbb{R} \setminus \{-3; -2; -1; 0\}$, $L = \left\{ -\frac{3}{2} \right\}$
106. $D = \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{3}{4}; \frac{12}{5} \right\}$, $L = \left\{ -\frac{3}{2} \right\}$
108. $D = \mathbb{R} \setminus \{4\}$, $L = \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{22}{5} \right\}$
110. $D = \mathbb{R} \setminus \{3\}$, $L = \{ \}$
112. $D = \mathbb{R} \setminus \{-5; -2\}$, $L = \{ \}$
114. $x = \frac{3b}{4}$
116. $x = \frac{c}{c-1}$
118. $x = \frac{c-d}{3}$
120. $z = m$
122. $y = a + 1$
124. $y = \frac{\beta^2}{\beta - 2\mu^2}$
126. $G = \frac{F_G \cdot r^2}{m_1 \cdot m_2}$, $m_1 = \frac{F_G \cdot r^2}{G \cdot m_2}$
93. $D = \mathbb{R} \setminus \{0\}$, $L = \left\{ -\frac{11}{2} \right\}$
95. $D = \mathbb{R} \setminus \left\{ -\frac{3}{2}; \frac{1}{2} \right\}$, $L = \left\{ -\frac{9}{2} \right\}$
97. $D = \mathbb{R} \setminus \{-3; 3\}$, $L = \left\{ -\frac{23}{7} \right\}$
99. $D = \mathbb{R} \setminus \{3; 5\}$, $L = \left\{ \frac{8}{5} \right\}$
101. $D = \mathbb{R} \setminus \{2\}$, $L = \mathbb{R} \setminus \{2\}$
103. $D = \mathbb{R} \setminus \{-1; 1; 6; 7\}$, $L = \{13\}$
105. $D = \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{4}{3}; \frac{3}{2} \right\}$, $L = \{2\}$
107. $D = \mathbb{R} \setminus \{4\}$, $L = \mathbb{R} \setminus \{4\}$
109. $D = \mathbb{R} \setminus \{4\}$, $L = \{0\}$
111. $D = \mathbb{R} \setminus \{0; 5\}$, $L = \mathbb{R} \setminus \{0; 5\}$
113. $x = -\frac{mn}{m-n}$
115. $x = \frac{2p}{a+b}$
117. $x = 0$
119. $z = \frac{p}{1-p^2}$
121. $y = \frac{m^2 + n^2}{2n}$
123. $y = -\frac{d^2}{2c^2 - d}$
125. $m = \frac{2E}{v^2}$
127. $d = \frac{2(s_n - a_1 n)}{n(n-1)}$, $a_1 = \frac{2s_n - n(n-1)d}{2n}$

128. $f = \frac{bg}{b+g}, g = \frac{bf}{b-f}$
129. $R_1 = \frac{R \cdot R_2 \cdot R_3}{R_2 \cdot R_3 - R(R_2 + R_3)}, R_3 = \frac{R \cdot R_1 \cdot R_2}{R_1 \cdot R_2 - R \cdot (R_1 + R_2)}$
130. $z = \frac{M \cdot Q}{m \cdot F}, F = \frac{M \cdot Q}{m \cdot z}$
131. $x \neq 2 \quad m \neq -1: x = \frac{2(m-1)}{m+1}, m = -1: L = \{\}$
132. $x \in \mathbb{R} \quad n \neq 1: x = -n^2 + n + 1, n = 1: L = \{\}$
133. $x \neq 0 \wedge x \neq 10 \quad x \neq 0 \wedge c \neq 9: x = \frac{10}{c-9}, c = 9: L = \{\}$
134. $x \neq 0 \wedge x \neq \varphi \quad \lambda \neq \varphi: x = \frac{\lambda \varphi}{\lambda - \varphi}, \lambda = \varphi \neq 0: L = \{\}, \lambda = \varphi = 0: L = \mathbb{R} \setminus \{0\}$
135. $x \neq 0 \quad k \neq -5 \wedge k \neq 4: x = \frac{1}{k+5}, k = -5: L = \{\}, k = 4:$
136. $x \in \mathbb{R} \quad a \neq 0 \wedge b \neq 0 \wedge b \neq 2: x = \frac{a-c}{a(b-2)}, a = 0 \vee b = 0 \vee b = 2 \wedge a \neq c: L = \{\},$
 $b = 2 \wedge a = c: L = \mathbb{R}$
137. $\frac{55}{4} = 13.75$ 138. 38 139. 840; 841; ...; 845 140. 29; 19; ...; 77
141. 84; 15 142. 27; 167 143. 24 Spieler 144. 25 Gäste
145. 24 146. 75 oder 57
147. 1. Sorte: 29.091 kg, 2. Sorte: 50.909 kg 148. 30 kg
149. 59.1 l 150. 67.7 % Alkohol
151. 1. Sorte: 80.3 l, 2. Sorte: 129.7 l 152. 145.83 l
153. 653.33 l 154. 29.6 kg
155. Kupfer: 7.844 kg, Zink: 4.156 kg 156. CHF 9615.38
157. $p = 3.5 \%$ 158. CHF 7000.–
159. $p = 4.5 \%$ 160. $K_1 = \text{CHF } 31500.–, K_2 = \text{CHF } 13500.–$
161. $A = 27.3 \text{ cm}^2$ 162. $l = 100 \text{ cm}, b = 25 \text{ cm}$
163. $l = 18 \text{ cm}, b = 5 \text{ cm}$ 164. $s = 20 \text{ cm}$
165. $n = 18$ 166. $n = 24$
167. 24 Ecken 168. 1.80 m
169. (a) $r = \frac{a}{6} = \frac{5}{3} \text{ cm};$ (b) $r = \frac{3a}{8} = \frac{15}{4} \text{ cm}$ 170. 2.28 m
171. 7:38:11 172. 7:21:49
173. 7:5:27 174. 45.111 km
175. 18 min 52 s 176. 200.3 km/h
177. nach 9 min 46 s, nach 24.429 km (32.571 km) 178. 113.6 km/h
179. 3.158 km/h

2. Gleichungssysteme

Lösungen zu Übungen 1

- | | |
|--|---|
| 1. Richtig: (1) | 2. linear; Grundform: $\begin{cases} 3x + 0y = 1 \\ 2x - 4y = 10 \end{cases}$ |
| 3. nicht linear | 4. nicht linear |
| 5. linear; Grundform: $\begin{cases} \sqrt{2}c - \sqrt{2}d = -4 \\ -\pi c + \sqrt{5}d = -\sqrt{3} \end{cases}$ | 6. $L = \{(1; 1)\}$ |
| 7. $L = \{(5; 8)\}$ | 8. $L = \{(-1; -5); (0; 0); (1; 5)\}$ |
| 9. $L = \{(-9; 0); (-6; -1); (-3; -2); (0; -3); (3; -4); (6; -5); (9; -6)\}$ | |
| 10. $L = \left\{ (x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = -\frac{3y+2}{2} \right\}$ | |
| 11. $L = \left\{ (x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = \frac{-y+10}{4} \right\}$ | |

Lösungen zu Übungen 2

- | | | | |
|--|--|--|---|
| 12. Falsch: (1) | 13. $L = \{(2; 6)\}$ | 14. $L = \{(-2; 2)\}$ | 15. $L = \{(3; 2)\}$ |
| 16. $L = \{(1; 5)\}$ | 17. $L = \left\{ \left(-\frac{4}{3}; \frac{4}{5} \right) \right\}$ | 18. $L = \left\{ \left(-1; -\frac{1}{5} \right) \right\}$ | 19. $L = \left\{ \left(-\frac{5}{2}; 0 \right) \right\}$ |
| 20. $L = \{(5; -4)\}$ | 21. $L = \{(8; 4)\}$ | 22. $L = \left\{ \left(-1; \frac{16}{5} \right) \right\}$ | 23. $L = \left\{ \left(\frac{5}{4}; -1 \right) \right\}$ |
| 24. $L = \left\{ \left(-\frac{5}{2}; -9 \right) \right\}$ | 25. $L = \left\{ \left(2; -\frac{3}{5} \right) \right\}$ | 26. $L = \{(20; 27)\}$ | 27. $L = \{(4; -6)\}$ |
| 28. $L = \left\{ \left(\frac{5}{2}; -\frac{15}{2} \right) \right\}$ | 29. $L = \{(-7; -4)\}$ | 30. $L = \left\{ \left(\frac{3}{2}; \frac{3}{4} \right) \right\}$ | 31. $L = \{(5; 1)\}$ |
| 32. $L = \left\{ \left(\frac{1}{23}; -\frac{41}{92} \right) \right\}$ | 33. $L = \left\{ \left(\frac{42}{61}; \frac{60}{61} \right) \right\}$ | 34. $L = \{(-6; 5)\}$ | 35. $L = \{(-3; 0)\}$ |
| 36. $L = \{(1; 6)\}$ | 37. $L = \{(-115; -49)\}$ | 38. $L = \left\{ \left(-3; -\frac{1}{3} \right) \right\}$ | 39. $L = \{(3; 3)\}$ |
| 40. $L = \{(2\sqrt{2}; \sqrt{2})\}$ | 41. $L = \{(-\sqrt{2}; \sqrt{2})\}$ | 42. $L = \{(-1.65; -3.89)\}$ | 43. $L = \left\{ \left(\frac{4}{5}; \frac{6}{5} \right) \right\}$ |
| 44. $L = \{(-2; -10)\}$ | 45. $L = \left\{ \left(-1; -\frac{3}{11} \right) \right\}$ | 46. $L = \left\{ \left(-2; \frac{5}{4} \right) \right\}$ | 47. $L = \left\{ \left(\frac{1}{2}; -\frac{1}{3} \right) \right\}$ |
| 48. $L = \left\{ \left(\frac{1}{4}; -\frac{1}{5} \right) \right\}$ | | | |

49. $L = \left\{ \left(\frac{19}{156}; \frac{7}{156} \right) \right\}$ 50. $L = \left\{ \left(-\frac{2761}{2752}; \frac{2313}{2752} \right) \right\}$ 51. $L = \{(6; 5)\}$
52. $L = \{(5; 2)\}$ 53. $x = \frac{-2a}{5}; y = \frac{-3a}{5}$ 54. $x = -3b + 4c; y = 4b - 3c$
55. $x = \frac{m+n}{2}; y = \frac{m-n}{2}$ 56. $x = -2u + v; y = -u + v$ 57. $x = -\frac{1}{3}; y = -\frac{2a}{3}$
58. $x = 1; y = 1$ 59. $x = a + b; y = a - b$ 60. $x = \frac{\lambda}{\delta}; y = -\frac{\delta}{\lambda}$
61. $x = 1; y = 0$ 62. $x = s; y = -1$ 63. $x = \frac{a}{a-b}; y = -\frac{a}{a-b}$
64. $x = \frac{\mu + \varphi}{\varphi}; y = \frac{\mu - \varphi}{\mu}$ 65. $x = \frac{4m}{3}; y = m - n$ 66. $x = k - \frac{1}{8}; y = k + \frac{1}{4}$
67. $x = \frac{u+v}{w}; y = \frac{u-v}{w}$ 68. $x = 1; y = \alpha$

Lösungen zu Übungen 3

69. $D = 14$ 70. $D = 30$ 71. $D = 0$
72. $D = 0.96$ 73. $D = 0$ 74. $D = 11$
75. $D = -\frac{5}{6}$ 76. $D = -\frac{1}{2}$ 77. $D = 0$
78. $a = \frac{3}{2}$ 79. $a_1 = -1; a_2 = 2$ 80. $a_1 = 0; a_2 = -8$

Lösungen zu Übungen 4

81. $D = -1, D_x = -2, D_y = 1; L = \{(2; -1)\}$ 82. $D = -5, D_x = -35, D_y = 25; L = \{(7; -5)\}$
83. $D = -11, D_x = -\frac{11}{2}, D_y = \frac{11}{3}; L = \left\{ \left(\frac{1}{2}; -\frac{1}{3} \right) \right\}$ 84. $D = 3, D_x = 6, D_y = \frac{3}{2}; L = \left\{ \left(2; \frac{1}{2} \right) \right\}$

Lösungen zu Übungen 5

85. $L = \{\}$ 86. $L = \left\{ (x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = \frac{3}{2}y + \frac{3}{4} \right\}$
87. $L = \left\{ \left(3; \frac{3}{2} \right) \right\}$ 88. $L = \{(x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = 2y - 6\}$
89. $L = \{\}$ 90. $L = \{(-14; 14)\}$
91. $a \neq -\frac{5}{2}: L = \{\}; a = -\frac{5}{2}: L = \left\{ (x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = \frac{3y+5}{4} \right\}$
92. $b = -19: L = \left\{ (x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = \frac{8y+2}{3} \right\}$
93. $k = -\frac{9}{5} \wedge m \neq -\frac{21}{5}: L = \{\}; k = -\frac{9}{5} \wedge m = -\frac{21}{5}: L = \left\{ (x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = \frac{2y+21}{9} \right\}$
94. $\theta = 10\gamma \wedge \theta \neq \frac{11}{2}: L = \{\}; \theta = 10\gamma \wedge \theta = \frac{11}{2}: L = \{(x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = -10y + 2\}$

95. $p = -4: L = \{\}; p = 4: L = \{(x; y) | y \in \mathbb{R} \wedge x = -2y + 4\}$
96. $u = -3: L = \{\}$
97. $a \neq 2: x = \frac{-4a+2}{a-2}, y = \frac{2a^2-2}{a-2}; a = 2: L = \{\}$
98. $b \neq \pm\sqrt{5}: x = b^2 + 5, y = -5b^2; b = \pm\sqrt{5}: L = \left\{ (x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = \frac{-y+25}{5} \right\}$
99. $f \neq 4: x = -\frac{g+5}{f-4}, y = -\frac{5f+4g}{f-4}$
 $f = 4 \wedge g \neq -5: L = \{\}; f = 4 \wedge g = -5: L = \left\{ (x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = \frac{y+5}{4} \right\}$
100. $\vartheta \neq -6: L = \{\}; \vartheta = -6: L = \{(x; y) | y \in \mathbb{R} \wedge x = 1.25y - 1\}$
101. $\delta \neq 3: x = \frac{1}{\delta-3}, y = -\frac{\delta+3}{\delta-3}; \delta = 3: L = \{\}$
102. $m \neq \pm 1: x = 0; y = 0; m = \pm 1: L = \{(x; y) | y \in \mathbb{R} \wedge x = -y\}, L = \{(x; y) | y \in \mathbb{R} \wedge x = y\}$
103. $x = 0, y = 0$ für alle n
104. $\psi \neq \pm 1 \wedge \psi \neq 0: x = 0, y = 0$
 $\psi = \pm 1: L = \{(x; y) | y \in \mathbb{R} \wedge x = -y\}; \psi = 0: L = \{(x; y) | x \in \mathbb{R} \wedge y = 0\}$
105. $\frac{1345}{9}; \frac{2152}{9}$ und $-\frac{1345}{9}; -\frac{2152}{9}$
106. 29 oder 92
107. 42; 13
108. 46
109. $\frac{8}{13}$
110. CHF 12000.-; CHF 45000.-
111. CHF 460000.-; 3 %
112. CHF 15750.-; CHF 15600.-
113. CHF 15400.-; CHF 12500.-
114. CHF 14400.-; 5 %
115. 159 g; 91 g
116. CHF 24.- pro kg; CHF 15.- pro kg
117. Sorte 45 %: 6.251; Sorte 85 %: 3.751
118. 49.74 %: 73.16 %
119. 39 %; 78 l
120. $l = \frac{17}{2}$ cm; $b = 5$ cm
121. $a = 6$ cm, $b = 6$ cm, $c = 3$ cm; $a = 4$ cm, $b = 4$ cm, $c = 7$ cm
122. $d = 17.5$ cm; $h = 7.5$ cm; $l = 19.04$ cm
 Annahme: der Stab hat exakt darin Platz, wenn d und h nicht verändert werden.
123. $\alpha = 30^\circ; \beta = 45^\circ$
124. 2 cm und 9.9 cm
125. Entfernung von der Mauer: 2.3 m; Länge der Leiter: 6.29 m
126. $x = 9$ cm, $y = 60$ cm

127. Autobahn: 35 km; Rest: 85 km

129. $t = 1.35 \text{ h}$; $s = 82.350 \text{ km}$

131. $v_A = 96 \text{ km/h}$; $v_B = 84 \text{ km/h}$

133. $v_A = 21.605 \text{ km/h}$; $v_B = 23.605 \text{ km/h}$

135. 9 h; 18 h

137. $30 \text{ m}^3/\text{min}$; $20 \text{ m}^3/\text{min}$

139. $I_1 = 3 \text{ A}$; $I_2 = 2 \text{ A}$; $I_3 = 1 \text{ A}$

128. $s = 5\frac{5}{9} \text{ km}$; $v = 16\frac{2}{3} \text{ km/h}$

130. $v_A = 70 \text{ km/h}$; $v_B = 80 \text{ km/h}$

132. $v_F = 750 \text{ km/h}$; $v_W = 50 \text{ km/h}$

134. $v_A = 12.22 \text{ m/s}$; $v_B = 10 \text{ m/s}$

136. 4 h 36 min 55 s

138. 30 h; 120 h

140. 20 cm; 45 cm

Lösungen zu Übungen 6

141. $D = 1$

144. $D = 4$

147. $L = \{(-15; -1; 18)\}$

150. $L = \{(40; -31; 24)\}$

153. $L = \left\{ \left(\frac{12}{5}; -\frac{7}{10}; \frac{11}{10} \right) \right\}$

156. $L = \left\{ \left(\frac{1}{2}; \frac{1}{2}; \frac{3}{2} \right) \right\}$

159. $L = \left\{ \left(-\frac{2}{3}; \frac{1}{2}; -2 \right) \right\}$

142. $D = 1$

145. $D = 0$

148. $L = \{(18; -1; 4)\}$

151. $L = \{(2; 3; 2)\}$

154. $L = \left\{ \left(2; \frac{1}{2}; -\frac{1}{2} \right) \right\}$

157. $L = \{(-10; -15; 22)\}$

160. $L = \left\{ \left(-\frac{2}{3}; \frac{1}{6}; \frac{5}{6} \right) \right\}$

143. $D = 8$

146. $D = \frac{1}{8}$

149. $L = \{(9; -2; 16)\}$

152. $L = \left\{ \left(-2; 2; -\frac{5}{3} \right) \right\}$

155. $L = \{(0; 3; 2)\}$

158. $L = \left\{ \left(\frac{4}{3}; 1; \frac{5}{3} \right) \right\}$

161. $x = -a + b$; $y = a - b$; $z = a + b$

163. $x = r + s$; $y = r - t$; $z = s + t$

165. $L = \left\{ (x; y; z) \mid z \in \mathbb{R} \wedge x = \frac{z+19}{7} \wedge y = \frac{4z-8}{7} \right\}$

167. $L = \{ \}$

162. $x = a$; $y = b$; $z = \frac{1}{ab}$; $a \neq 0, b \neq 0$

164. $x = \frac{r}{2}$; $y = \frac{s}{2}$; $z = \frac{r+s}{2}$

166. $L = \{(0; -12; -19)\}$

168. $L = \left\{ (x; y; z) \mid z \in \mathbb{R} \wedge x = -\frac{5z+7}{16} \wedge y = \frac{z+35}{8} \right\}$

169. $m \in \{ \}$ ($m \neq 8$: keine Lösung; $m = 8$: unendlich viele Lösungen)

170. $m \neq 1$: $x = y = z = 0$ ($m = 1$: unendlich viele Lösungen)

171. $L = \{(-20; -22; 11; -12)\}$

172. $L = \{(-12; 2; 2; 20)\}$

173. $L = \{(1; 3; 2; 5)\}$

174. $L = \left\{ \left(\frac{37}{2}; \frac{39}{2}; -16; 9; 11 \right) \right\}$

175. $L = \{(346; -582; -82; -12; 144)\}$

176. 4; 12; 24
177. 6; 32; 162
178. 468
179. 864; 468
180. CHF 18300.-; CHF 17200.-; CHF 15100.-
181. CHF 152405.44; CHF 149502.48; CHF 148092.08
182. 2.5 %; 4 %; 4.5 %
183. $s_1 = 28 \text{ km}$; $s_2 = 60 \text{ km}$; $s_3 = 12 \text{ km}$
184. $v_1 = 3.985 \text{ km/h}$, $t_1 = 57 \text{ min } 13 \text{ s}$; $v_2 = 13.947 \text{ km/h}$, $t_2 = 3 \text{ h } 01 \text{ min } 32 \text{ s}$;
 $v_3 = 39.850 \text{ km/h}$, $t_3 = 4 \text{ h } 31 \text{ min } 01 \text{ s}$
185. $a = 3 \text{ cm}$; $b = 5 \text{ cm}$; $c = 4 \text{ cm}$
186. 100° ; 120° ; 140°
187. $a = 3.67 \text{ cm}$; $b = 1.58 \text{ cm}$; $c = 4.74 \text{ cm}$
188. $\frac{a+b-c}{2}$; $\frac{a-b+c}{2}$; $\frac{-a+b+c}{2}$
189. 4 cm; 5 cm; 6 cm
190. 5 t : 28 Fahrten; 6 t : 30 Fahrten; 10 t : 25 Fahrten
191. 57 Set; 106 PC's; 34 Drucker
192. 22 Set; 11 Boards; 6 Bindungen
193. (a) 31 Siege; 5 Unentschieden; 12 Niederlagen; 48 Spiele
 (b) 312 Spiele
194. (a) 3 Stück von Packung 1; 4 Stück von Packung 2; 7 Stück von Packung 3
 (b) eindeutige Lösung $\frac{25}{14}$; $-\frac{10}{7}$; $\frac{20}{7}$ gibt keine sinnvolle Antwort auf die Fragestellung, da negative und rationale Zahlen in der Lösung vorkommen.
 Z.B. 1 Stück von Packung 1 und 2 Stück von Packung 3, oder 3 Stück von Packung 3.
195. $I_0 = 4.903 \text{ mA}$; $I_1 = 1.729 \text{ mA}$; $I_2 = 3.174 \text{ mA}$; $I_3 = 2.648 \text{ mA}$; $I_4 = 0.526 \text{ mA}$; $I_5 = 2.255 \text{ mA}$

3. Quadratische Gleichungen

Lösungen zu Übungen 1

- | | | | |
|--|---|--|--|
| 1. Richtig: (2); (3); (4) | 2. quadratisch | 3. nicht quadratisch | 4. quadratisch |
| 5. nicht quadratisch | 6. $\lambda = -2$ | 7. für $\lambda = 4$ | 8. $L = \{-7; 7\}$ |
| 9. $L = \{-\sqrt{5}; \sqrt{5}\}$ | 10. $L = \{\}$ | 11. $L = \left\{-\frac{9}{4}; \frac{9}{4}\right\}$ | 12. $L = \{\}$ |
| 13. $L = \left\{-\frac{2}{\sqrt{3}}; \frac{2}{\sqrt{3}}\right\}$ | 14. $L = \{0\}$ | 15. $L = \{-3; 3\}$ | 16. $L = \{-\sqrt{10}; \sqrt{10}\}$ |
| 17. $L = \{-5; 0\}$ | 18. $L = \{0; 14\}$ | 19. $L = \left\{0; \frac{4}{9}\right\}$ | 20. $L = \{0; -12\}$ |
| 21. $L = \left\{0; \frac{11}{5}\right\}$ | 22. $L = \left\{-\frac{\sqrt{2}}{3}; 0\right\}$ | 23. $L = \{-2; 7\}$ | 24. $L = \left\{-\frac{2}{3}; \frac{1}{4}\right\}$ |
| 25. $L = \{1; \sqrt{3}\}$ | 26. $L = \{-11; -9\}$ | 27. $L = \{5; 7\}$ | 28. $L = \{-8; 6\}$ |

Lösungen zu Übungen 2

- | | | |
|--|--|---|
| 29. $x_1 = -3, x_2 = 13$ | 30. $x_1 = -17, x_2 = 5$ | 31. $x = 11$ |
| 32. $L = \{\}$ | 33. $x_1 = 4 - \sqrt{2}, x_2 = 4 + \sqrt{2}$ | 34. $x_1 = 13 - \sqrt{5}, x_2 = 13 + \sqrt{5}$ |
| 35. $x_1 = -4, x_2 = -2$ | 36. $x_1 = -1, x_2 = 9$ | 37. $L = \{\}$ |
| 38. $x_1 = -8, x_2 = 7$ | 39. $L = \{\}$ | 40. $x_1 = -8, x_2 = -1$ |
| 41. $x_1 = 1 - \sqrt{2}, x_2 = 1 + \sqrt{2}$ | 42. $x_1 = 3 - \sqrt{5}, x_2 = 3 + \sqrt{5}$ | 43. $x_1 = -3(\sqrt{6} + 2), x_2 = 3(\sqrt{6} - 2)$ |
| 44. $x_1 = -3, x_2 = \frac{1}{2}$ | 45. $x_1 = -\frac{3}{2}, x_2 = 2$ | 46. $x_1 = -5, x_2 = -\frac{1}{4}$ |
| 47. $x_1 = \frac{1}{4}, x_2 = 3$ | 48. $x_1 = -\frac{1}{3}, x_2 = \frac{1}{5}$ | 49. $x_1 = 2 - \sqrt{3}, x_2 = 2 + \sqrt{3}$ |
| 50. $x_1 = 0, x_2 = \frac{11}{5}$ | 51. $x_1 = \frac{1}{2}, x_2 = \frac{3}{2}$ | 52. $x_1 = -\frac{m}{3}, x_2 = \frac{n}{2}$ |

Lösungen zu Übungen 3

- | | | |
|---|--|--|
| 53. $L = \left\{-\frac{1}{2}; 4\right\}$ | 54. $L = \left\{-\frac{1}{4}; 3\right\}$ | 55. $L = \left\{\frac{1}{2}; \frac{3}{2}\right\}$ |
| 56. $L = \left\{-\frac{5}{3}; -1\right\}$ | 57. $L = \left\{-2; \frac{3}{4}\right\}$ | 58. $L = \left\{-\frac{7}{5}; \frac{1}{2}\right\}$ |
| 59. $L = \left\{\frac{5}{2}; 12\right\}$ | 60. $L = \{\}$ | 61. $L = \left\{-1; \frac{3}{5}\right\}$ |
| 62. $L = \{2 - \sqrt{2}; 2 + \sqrt{2}\}$ | 63. $L = \{1 - 2\sqrt{2}; 1 + 2\sqrt{2}\}$ | 64. $L = \left\{-\frac{\sqrt{5}+1}{2}; \frac{\sqrt{5}-1}{2}\right\}$ |

65. $L = \{\}$
66. $L = \left\{ -\frac{2\sqrt{2}-1}{2}; \frac{2\sqrt{2}+1}{2} \right\}$
67. $L = \left\{ -\frac{\sqrt{10}+3}{6}; \frac{\sqrt{10}-3}{6} \right\}$
68. $L = \left\{ -\frac{\sqrt{7}-3}{5}; \frac{\sqrt{7}+3}{5} \right\}$
69. $L = \{-5\sqrt{2}; \sqrt{2}\}$
70. $L = \left\{ \frac{\sqrt{3}}{3}; \sqrt{3} \right\}$
71. $L = \{2.472; 5.528\}$
72. $L = \{-0.692; 2.892\}$
73. $L = \{-1.676; 4.176\}$
74. $L = \{-2.868; -0.274\}$
75. $L = \{-2.667; 1.588\}$
76. $L = \{0.125; 1.063\}$
77. zwei
78. keine
79. zwei
80. eine
81. eine
82. keine
83. $L = \left\{ 0; \frac{7}{6} \right\}$
84. $L = \left\{ -\frac{8}{5}; 4 \right\}$
85. $L = \{0\}$
86. $L = \{0; 1\}$
87. $L = \left\{ -\frac{65}{11}; \frac{2}{5} \right\}$
88. $L = \left\{ -\frac{4}{3}; \frac{2}{5} \right\}$
89. $L = \{7\}$

Lösungen zu Übungen 4

90. $x_1 = k-1, x_2 = k+1$
91. $x_1 = -m, x_2 = m+1$
92. $x_1 = -1, x_2 = n-1$
93. $x_1 = -d, x_2 = \frac{c}{d}$
94. $x_1 = pq, x_2 = \frac{\mu q}{p}$
95. $x_1 = \frac{1}{a}, x_2 = \frac{a}{b}$
96. $x_1 = -\frac{c}{a}, x_2 = \frac{d}{b}$
97. $x_1 = \frac{v-1}{u}, x_2 = \frac{v+1}{u}$
98. $x_1 = 2r, x_2 = 3s$
99. $x_1 = a, x_2 = \frac{c}{bd}$
100. $x_1 = 3m+n, x_2 = m+3n$
101. $x_1 = -\frac{1}{\psi}, x_2 = \frac{6}{\psi}$
102. $x_1 = -2\sqrt{3}\phi, x_2 = 2\sqrt{3}\phi$
103. $x_1 = \frac{c+d}{c-d}, x_2 = \frac{c-d}{c+d}$
104. $x_1 = k-1, x_2 = k+1$
105. $x_1 = 1, x_2 = \frac{m+n}{m-n}$
106. $a = \frac{1}{36}$
107. $b_1 = -1, b_2 = 2$
108. $m = -\frac{4}{3}$
109. -
110. $a > 1: L = \{\}; a = 1: L = \{-1\}; a < 1: L = \{-1 - \sqrt{1-a}; -1 + \sqrt{1-a}\}$
111. $t > \frac{25}{16}: L = \{\}; t = \frac{25}{16}: L = \left\{ \frac{8}{5} \right\}; t < \frac{25}{16}: L = \left\{ \frac{5 - \sqrt{25-16t}}{2t}; \frac{5 + \sqrt{25-16t}}{2t} \right\}$
112. $-6 < u < 6: L = \{\}; u = -6: L = \{3\}; u = 6: L = \{-3\}; u < -6 \vee u > 6: L = \left\{ \frac{-u - \sqrt{u^2-36}}{2}; \frac{-u + \sqrt{u^2-36}}{2} \right\}$
113. $m = -\frac{n}{2}: L = \left\{ \frac{n}{2} \right\}; m \neq -\frac{n}{2}: L = \{-m; m+n\}$
114. $t > \frac{1}{8}: L = \{\}; t = \frac{1}{8}: L = \left\{ \frac{1}{4} \right\}; t < \frac{1}{8}: L = \left\{ \frac{1-4t - \sqrt{1-8t}}{2}; \frac{1-4t + \sqrt{1-8t}}{2} \right\}$

115. $u \leq 0: L = \{\}; u > 0: L = \left\{ \frac{\mu - \sqrt{\mu}}{\mu}; \frac{\mu + \sqrt{\mu}}{\mu} \right\}$
116. $q = -10; x_2 = -2$
117. $c = -12; x_2 = -12$
118. $p = 9; x_2 = 4$
119. $\varphi = 1; x_2 = -\frac{2}{3}$
120. $k_1 = -90: x_1 = -\frac{1}{5}, x_2 = \frac{19}{5}; k_2 = 90: x_1 = -\frac{19}{5}, x_2 = \frac{1}{5}$
121. $u = 0; x_1 = -2, x_2 = 2$
122. $\lambda = 8; x_1 = \frac{1}{4}, x_2 = \frac{1}{2}$
123. $w_1 = -343: x_1 = -\frac{7}{2}, x_2 = \frac{49}{4}; w_2 = 125: x_1 = \frac{5}{2}, x_2 = \frac{25}{4}$
124. (a) maximal zwei Lösungen möglich mit $q < \frac{p^2}{4}$; (b) $q = \frac{p^2}{4}$; (c) $q > \frac{p^2}{4}$
125. (a) eigener Lösungsweg; (b) $x_1 + x_2 = -p; x_1 \cdot x_2 = q$
126. $L = \{-3; 2; 5\}$
127. $L = \left\{ -\frac{3}{2}; -\frac{5}{6}; 4 \right\}$
128. $L = \left\{ 1; \frac{6}{5}; \frac{5}{4} \right\}$
129. $L = \left\{ -3; -\frac{1}{6}; \frac{4}{5} \right\}$

Lösungen zu Übungen 5

130. $L = \{-3; -2; 2; 3\}$
131. $L = \left\{ -\frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{1}{\sqrt{2}} \right\}$
132. $L = \{-1.5874; -0.5848\}$
133. $L = \{-2; 2\}$
134. $L = \{2; 3\}$
135. $L = \left\{ -\frac{1}{\sqrt[4]{10}}; \frac{1}{\sqrt[4]{10}} \right\}$
136. $L = \left\{ \frac{35}{3}; 6 \right\}$
137. $L = \left\{ -\frac{\sqrt{34}}{2}; -2\sqrt{2}; \frac{\sqrt{34}}{2}; 2\sqrt{2} \right\}$
138. $L = \left\{ -\frac{12}{5}; 2 \right\}$
139. $L = \left\{ \frac{62}{9}; \frac{91}{8} \right\}$
140. $x_1 = -\frac{17}{4}, x_2 = \frac{43}{4}$
141. $x_1 = -\frac{5}{4}; x_2 = \frac{1}{4}$
142. $x_1 = 2b - a; x_2 = -\frac{a}{6} - \frac{4b}{3}$
143. $x^2 - 7x - 18 = 0$

144. $15x^2 - 13x + 2 = 0$

146. $z^2 + (3 - \sqrt{2})z - 3\sqrt{2} = 0$

148. $10\psi^2 + (3\sqrt{3} - 7)\psi - 2 = 0$

145. $6y^2 + 5y = 0$

147. $m^2 - 4m - 1 = 0$

Lösungen zu Übungen 6

149. 31; 32, -2; -1

151. 14; 15; 16; 17; 18; 19

153. 113

155. $\sqrt{2} + 1, -\sqrt{2} + 1$

157. 2200 Telefonanschlüsse

159. 65

161. $p = 4.5\%$

163. $p = 1.5\%$

165. $p = 24\%$

167. $a = 56 \text{ cm}; b = 33 \text{ cm}$

169. $s = 2.19 \text{ cm}$

171. $n = 12$

173. $b_1 = 12.65 \text{ cm}; b_2 = 37.95 \text{ cm}$

175. $s = 18.48 \text{ cm}$

177. $k = 0.73 \text{ cm}$

179. $x = 0.160 \cdot b \approx 16 \text{ cm}$ oder $x = 0.219 \cdot b \approx 22 \text{ cm}$

181. 18 dm

183. $b = \frac{a}{5}$

185. $b = 0.38197 \text{ m}; l = 0.61803 \text{ m}$

187. 5 cm

189. 16 min 54 s

191. 976.3 km/h

193. 35.8 s

195. 60.7 km/h

197. 73.6 s (43.6 s)

199. $R = 83.64 \Omega$

201. 45 min

203. 10 d

150. 10, -10

152. $\frac{1}{5}, \frac{-11}{-7}$

154. 22; 78, $\frac{975}{7}; \frac{-275}{7}$

156. 24 Personen

158. 41

160. 252

162. $p = 3.5\%$

164. $p = 26\%$

166. $a = 72 \text{ cm}; b = 65 \text{ cm}$

168. $s = 25 \text{ cm}$

170. $n = 36$

172. 20 Geraden

174. $r = 1 \text{ m}$

176. $a = 10 \text{ cm}$

178. 0.88 dm

180. 80 cm

182. 24 cm

184. 9.63 cm oder 6.62 cm

186. $b = 18.83 \text{ cm}; l = 79.67 \text{ cm}$

188. $a = 27.85 \text{ cm}; b = 22.85 \text{ cm}$

190. G : 149.8 km/h ; P : 199.8 km/h

192. 225 km/h

194. 27.2 s

196. (a) 18 m ; (b) 40 m ; (c) 88 m ; (d) 180 m

198. $g = 59.36 \text{ cm}$

200. $F_1 = 25.74 \text{ N}; F_2 = 75.74 \text{ N}$

202. 42 min

204. 11.52 h

4. Wurzelgleichungen

Lösungen zu Übungen 1

1. Richtig (3)
 2. $2x = 9$ Äquivalenzumformung, $L_A = L_N = \{4.5\}$
 3. $x = 25$ Äquivalenzumformung, $L_A = L_N = \{25\}$
 4. $x = 25$ Gewinnumformung, $L_A = \{ \}$, $L_N = \{25\}$ (Scheinlösung)
 5. $x = \frac{12}{6}$ Äquivalenzumformung, $L_A = L_N = \left\{ \frac{12}{5} \right\}$
 6. $4x + 1 = 2x + 7$ Äquivalenzumformung, $L_A = L_N = \{3\}$
 7. $x - 2 = 0$ Verlustumformung, $L_A = \{-2; 2\}$, $L_N = \{2\}$ (eine Lösung geht verloren)
-
- | | |
|--|---|
| 8. $D = \mathbb{R}_0^+$; $L = \{121\}$ | 9. $D = \mathbb{R}_0^+$; $L = \{ \}$ |
| 10. $D = \mathbb{R}_0^+$; $L = \{ \}$ | 11. $D = \mathbb{R}_0^+$; $L = \{121\}$ |
| 12. $D = \mathbb{R}_0^-$; $L = \{-121\}$ | 13. $D = \mathbb{R}_0^-$; $L = \{ \}$ |
| 14. $D = \{w \in \mathbb{R} \mid w \leq 5\}$; $L = \left\{ \frac{11}{4} \right\}$ | 15. $D = \left\{ \mu \in \mathbb{R} \mid \mu \geq \frac{5}{6} \right\}$; $L = \{5\}$ |
| 16. $D = \{\delta \in \mathbb{R} \mid \delta \geq -4\}$; $L = \{-3\}$ | 17. $D = \{h \in \mathbb{R} \mid h \leq 3\}$; $L = \{ \}$, SL $h = -1$ |
| 18. $D = \{b \in \mathbb{R} \mid -1 \leq b \leq 17\}$; $L = \{8\}$ | 19. $D = \{\varepsilon \in \mathbb{R} \mid \varepsilon \geq -5\}$; $L = \{ \}$, SL $\varepsilon = 11$ |
-
- | | | |
|--|--|---|
| 20. $L = \{18\}$ | 21. $L = \{ \}$, SL $\lambda = 12$ | 22. $L = \{21\}$ |
| 23. $L = \{-3\}$ | 24. $L = \left\{ \frac{81}{4} \right\}$ | 25. $L = \{30\}$ |
| 26. $L = \{3\}$ | 27. $L = \{ \}$, SL $m = -4$ | 28. $L = \{19\}$ |
| 29. $L = \{30\}$ | 30. $L = \{7\}$ | 31. $L = \{-7\}$ |
| 32. $L = \{-5\}$ | 33. $L = \{10\}$ | 34. $L = \{13\}$ |
| 35. $L = \left\{ \frac{3}{2} \right\}$ | 36. $L = \{25\}$ | 37. $L = \left\{ \frac{25}{16} \right\}$ |
| 38. $L = \{10\}$ | 39. $L = \frac{9}{4}$ | 40. $L = \{2\}$ |
| 41. $L = \{81\}$ | 42. $L = \left\{ -\frac{5}{4} \right\}$ | 43. $L = \{-5\}$, SL $y = -\frac{67}{3}$ |
| 44. $L = \{ \}$, SL $a = 23$ | 45. $L = \{13\}$ | 46. $L = \{57\}$ |
| 47. $L = \{ \}$, SL $\alpha = 44$ | 48. $L = \left\{ \frac{101}{4} \right\}$ | 49. $L = \{26\}$ |
| 50. $L = \{31\}$ | 51. $L = \{11\}$ | 52. $x = a^2n + b$ |
| 53. $x = \frac{(m + \varphi)^2}{4}$ | 54. $x = c + d^2$ | 55. $x = \frac{m^2}{4n^2}$ |
| 56. $x = \frac{4ab - b^2}{4a}$ | 57. $x = e$ | 58. $x = \frac{ef}{2e + 2f}$ |
| 59. $x = 4a^2 - 4b^2$ | | |

Lösungen zu Übungen 2

60. $L = \{\}$, SL $x_1 = -28$; $x_2 = 6$
61. $L = \{6\}$, SL $x = 0$
62. $L = \left\{-\frac{1}{7}; 1\right\}$
63. $L = \{1\}$, SL $x = -\frac{25}{3}$
64. $L = \{-2 - \sqrt{5}; 0; -2 + \sqrt{5}\}$
65. $L = \left\{\frac{5}{2}\right\}$, SL $\lambda = \frac{19}{2}$
66. $D = \{q \in \mathbb{R} \mid q > 2\}$; $L = \{11\}$, SL $q = -62$
67. $D = \{x \in \mathbb{R} \mid x \geq 4\}$; $L = \{5\}$, SL $x = \frac{3}{7}$
68. $x_1 = 1 - \sqrt{a}$; $x_2 = \sqrt{a}$
69. $x_1 = m$; $x_2 = n$
70. $L = \{0; 16\}$
71. $L = \{-3; 3\}$
72. $L = \left\{\frac{9}{16}; 15\right\}$
73. $L = \{\}$, SL $x_1 = -4 \wedge x_2 = 4$
74. $\overline{PR} = 9.27 \text{ m}$; $\overline{RQ} = 5.73 \text{ m}$
75. $h_2 = 7.40 \text{ m}$
76. 22.2 m
77. $s = \sqrt{h_1(2r + h_1)} + \sqrt{h_2(2r + h_2)}$; $+ h_{1,2}$ vernachlässigbar wegen grossem r

5. Exponential- und logarithmische Gleichungen

Lösungen zu Übungen 1

1. Richtig: (1); (4)

2. $x = 4$

3. $x = -3$

4. $x = -6$

5. $x = -4$

6. $x = 1$

7. $x = \frac{4}{5}$

8. $x = -\frac{7}{8}$

9. $x = -\frac{19}{9}$

10. $x = \frac{3}{7}$

11. $x = \log_3 8 = \frac{3 \ln 2}{\ln 3} \approx 1.893$

12. $x = \log_8 3 = \frac{\ln 3}{3 \ln 2} \approx 0.528$

13. $y = \log_4 100 + 5 = \frac{\ln 100}{\ln 4} + 5 \approx 8.322$

14. $x = \lg \frac{1}{2} + 1 = \frac{\ln \frac{1}{2}}{\ln 10} + 1 \approx 0.699$

15. $x = \frac{1 + e \ln 3}{1 + \ln 3} \approx 1.900$

16. $z = 0$

17. $x = \frac{\ln 3 + 3 \ln 10}{\ln 10 + 2 \ln 3} = 1.779$

18. $y = 0 \vee y = \left(\frac{\ln 4}{\ln 5} \right)^2 \approx 0.7419$

19. $k = \frac{3 \ln 5}{5 \ln 3} \approx 0.8790$

20. $x = \frac{\ln 5}{\ln 2 - \ln 3} \approx -3.969$

21. $x = \frac{\ln 7 - \ln 3}{2 \ln 5 - \ln 3} \approx 0.3996$

22. $p = \frac{4 \ln 5}{\ln 2 - 2 \ln 5} \approx -2.549$

23. $x = \frac{\ln 5}{\ln 5 - 3 \ln 2 - 2 \ln 3} \approx -0.6034$

24. $x = \frac{\ln 2}{4 \ln 2 - 4 \ln 3 - \ln 5} \approx -0.2145$

25. $q = \frac{\ln 3 - 2 \ln 5}{\ln 2 + 2 \ln 5 - 2} = -1.109$

Lösungen zu Übungen 2

26. $x = \log_3 5 = \frac{\ln 5}{\ln 3} \approx 1.465$
27. $y = 1 + \log_5 10 = \frac{\ln 50}{\ln 5} \approx 2.431$
28. $x \in \{ \}$
29. $z = \frac{\ln 2 + 2 \ln 3 - \ln 251}{6 \ln 3} \approx -0.3995$
30. $x = \frac{2 \ln 2 - \ln 3}{3 \ln 2 - \ln 3} \approx 0.293$
31. $u = \frac{3 \ln 2}{2 \ln 2 - \ln 5} \approx -9.319$
32. $x = \frac{\ln 370 - 4 \ln 3}{2 \ln 2 - \ln 3} \approx 5.280$
33. $v = \frac{\ln(e^2 - 1) + \ln 2 - \ln 3}{3 \ln 2 - 2} \approx 18.241$
34. $L = \left\{ \log_3 \frac{1}{4} = \frac{\ln \frac{1}{4}}{\ln 3} \approx -1.262 \right\}$
35. $L = \left\{ 0; \log_5 9 = \frac{\ln 9}{\ln 5} \approx 1.365 \right\}$
36. $L = \left\{ \ln \frac{1}{3} \approx -1.099 \right\}$
37. $L = \left\{ \log_2 \sqrt{5} = \frac{\ln \sqrt{5}}{\ln 2} \approx 1.161 \right\}$
38. $L = \{3\}$
39. $L = \left\{ 1; \lg 2 = \frac{\ln 2}{\ln 10} \approx 0.301 \right\}$
40. $L = \left\{ -\frac{1}{2}; 0 \right\}$
41. $L = \{ \}$
42. $L = \left\{ \log_2(\sqrt{37} + 6) = \frac{\ln(\sqrt{37} + 6)}{\ln 2} \approx 3.595 \right\}$
43. $L = \left\{ \log_2(\sqrt{10} + 3) = \frac{\ln(\sqrt{10} + 3)}{\ln 2} \approx 2.623 \right\}$
44. $x = 4$
45. $x_1 = -7; x_2 = 1$
46. $x = \frac{5}{3}$
47. $x_1 = 0; x_2 = p + q$
48. $x = \frac{p - q}{p + q}$
49. $x = -\log_n(n^2 + n + 1)$
50. $x = \frac{d \ln c}{\ln a - s \ln b}$
51. $x = 11$
52. $x \in \{ \}$
53. $x = 0$
54. $x = \frac{\ln(\ln 4) - \ln(\ln 3)}{\ln 4 - \ln 3} = 0.8085$
55. $x = \frac{\ln 2}{\ln 5 - \ln 4} \approx 3.106$
56. $x = -\frac{2 \ln 4 + 5 \ln 5}{3 \ln 4 + \ln 5} \approx -1.876$
57. $x = \frac{4 \ln 2 + 5 \ln 3}{10 \ln 3 - 4 \ln 2} = 1.006$
58. $x_1 = 0; x_2 = \frac{2}{3}$
59. $x_1 = -1; x_2 = \log_2 \frac{1}{5} = \frac{\ln \frac{1}{5}}{\ln 2} = -2.322$
60. (1) CHF 28649.70; (2) 7.05 Jahre; (3) 15.75 Jahre
61. (1) 80 %; (2) 17.29 Tage; (3) 21.29 Tage
62. (1) CHF 7206.39; (2) 2.79 Jahre; (3) 5.11 Jahre
63. 16.61 Tage

Lösungen zu Übungen 3

64. Falsch: (3)

65. $x = 10^4$

66. $x = \frac{1}{e}$

67. $x = \frac{21}{4}$

68. $x = \frac{1}{2}$

69. $x = 97$

70. $x = 1001$

71. $x = 531434$

72. $x = 3$

73. $x = \sqrt[3]{2^4}$

74. $L = \{\sqrt[5]{9}\}$

75. $L = \{80\}$

76. $L = \left\{\frac{e^3}{2}\right\}$

77. $L = \{4\}$

78. $L = \left\{\frac{1}{3}\right\}$

79. $L = \{5\}$

80. $x = \sqrt[3]{2^4} + 1$

81. $x = 2$

82. $x = 25$

83. $x = \frac{e^2 + 1 + \sqrt{e^4 + 6e^2 + 1}}{2e} \approx 3.382$

84. $x = 5$

85. $x_1 = -\frac{1}{e}; x_2 = \frac{1}{e}$

86. $x = me^n$

87. $x = \frac{1}{10a^3}$

88. $x = \sqrt{e^b + 1}$

89. $x = c^c$

90. $x = 10^5$

91. $x = 10^{10}$

92. $x = 12$

93. $\delta_1 = \frac{1}{10}; \delta_2 = 1000$

94. $x_1 = \frac{1}{1000}; x_2 = 10$

95. $x_1 = \frac{1}{100}; x_2 = \sqrt{10}$

96. $y_1 = \frac{1}{300}; y_2 = 10$

97. $m = 2$

98. $x = e^{\frac{2 \ln 3}{1 + \ln 3}} \approx 2.849$

99. $\beta = e^{\frac{\ln 4 \cdot \ln 10}{\ln 5 - \ln 2}} \approx 32.58$

IV FUNKTIONEN

1. Lineare Funktionen

Lösungen zu Übungen 1

1. Richtig: (1); (2); (3); (4)
2. $U = 2r\pi$; u.V. r ; a.V. U
3. $\alpha = \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n}$; u.V. n ; a.V. α
4. $d = \sqrt{2} \cdot s$; u.V. s ; a.V. d
5. $V = \frac{4\pi}{3} r^3$; u.V. r ; a.V. V
6. $I = \frac{U}{R}$; u.V. U ; a.V. I
7. $W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$; u.V. v ; a.V. W
8. Funktionen: (a); (c); (e); (h)
9. Falsch: (1); (3)
10. 1. Q.: A, B, C; 2. Q.: D, E; 3. Q.: F; 4. Q.: G, H
11. Graph
12. $\overline{AB} = 4.5e$; $\overline{BD} = 4e$; $\overline{BF} = 5.7e$; $\overline{CF} = 8.2e$
13. $a = 6.32e$; $b = 6.08e$; $c = 4.37e$
14. $M_a = (4; 4)$; $M_b = \left(-\frac{1}{2}; 2\right)$; $M_c = (3; 1)$
15. $M = \left(\frac{p_1 + q_1}{2}; \frac{p_2 + q_2}{2}\right)$
16. Graph
17. $\overline{AB} = 8.6e$; $\overline{BC} = 9.06e$; $\overline{AC} = 4.47e$
18. $M_{\overline{AB}} = (6.5; 4.5)$; $M_{\overline{BC}} = (5.5; 6.5)$; $M_{\overline{AC}} = (2; 4)$; $s_a = 5.15e$; $s_b = 8.54e$; $s_c = 5.7e$
19. $A' = (-3; -2)$; $B' = (-10; -7)$; $C' = (-1; -6)$
20. $A'' = (1; 0)$; $B'' = (-4; -7)$; $C'' = (-3; 2)$
21. $y = f(x) = 3x - 2$
22. $y = f(x) = x^2 + 1$
23. $y = f(x) = -\frac{1}{x}$
24. P : 8.944 km Rohrlänge; Q : 8.991 km Rohrlänge; R : 8.819 km Rohrlänge
25. $y \in \{8; 4; 2; -1; -7\}$
26. $x \in \left\{3; \frac{2}{3}; \frac{7}{18}; -\frac{1}{3}; -10\right\}$
27. $y_1 = 5$; $y_2 = 14.6$; $y_3 = -31$
28. $x_1 = \frac{10}{3}$; $x_2 = \frac{1}{4}$
29. $D = W = R$
30. Graph
31. $y \in \left\{\frac{1}{6}; \frac{3}{10}; \frac{1}{3}; -1\right\}$; $-3 \notin D$
32. $x \in \left\{-\frac{16}{5}; -\frac{7}{2}; 0; -2\right\}$; $0 \notin W$
33. $y_1 = \frac{1}{2}$; $y_2 = \frac{4}{7}$; $y_3 = \frac{2}{7}$
34. $x_1 = -4$; $x_2 = 7$

35. $D = \mathbb{R} \setminus \{-3\}$; $W = \mathbb{R} \setminus \{0\}$
36. Graph
37. $y \in \left\{ 49; 4; \frac{9}{4}; 1; 0; \frac{81}{25} \right\}$
38. $x \in \left\{ 6; -2; 3; 1; \frac{11}{5}; \frac{9}{5}; 2 \right\}$; $-4 \notin W$
39. $y_1 = 1$; $y_2 = 9$; $y_3 = \frac{9}{16}$
40. $x_{11} = \frac{19}{9}$; $x_{12} = \frac{17}{9}$; $x_{21} = 2 - \sqrt{2}$; $x_{22} = 2 + \sqrt{2}$; $-1 \notin W$
41. $D = \mathbb{R}$; $W = \mathbb{R}_0^+$
42. Graph
43. Funktionen: (b); (c)
44. Funktionen: (a); (d)
45. (a) $g(1996) = 4.7\%$; $g(2000) = 1.8\%$; $g(2004) = 3.9\%$
 (b) maximal 1997; minimal 2001
 (c) D 10; W 9
 (d) 128800 Arbeitslose; 3.43 %
 (e) Graph
46. (a) 24; (b) 30
47. $y = f(x) = \frac{75}{x^2}$ oder $BMI(h) = \frac{75}{h^2}$; Graph
48. $y = f(x) = \frac{4}{9}x$ oder $BMI(m) = \frac{4}{9}m$; Graph
49. (a) $f(1987) = 14$; $f(1993) = 1$; $f(2001) = 3$; $f(2005) = 0$
 (b) $x_1 = 1985$; $x_{21} = 1991$; $x_{22} = 1997$; $x_3 = 1993$
 (c) D: 11; W 10
50. (a) $f_1(\text{Januar}) = 15\%$; $f_2(\text{März}) = 38\%$; $f_2(\text{August}) = 51\%$; $f_3(\text{Oktober}) = 65\%$; $f_3(\text{Dezember}) = 55\%$
 (b) $f_1(x) = 15\%$: Januar, Dezember; $f_2(x) = 40\%$: April, Mai; $f_3(x) = 68\%$: Juli, August
 (c) Maximum von f_3 im September; Minimum von f_1 im Januar und Dezember
 (d) f_1 : D 12, W 8; f_2 : D 12, W 10; f_3 : D 12, W 8
 (e) Luzern: 31 %; Bern 39 %; Zermatt 60 %
 (f) Graph
51. (a) $f(0.5) = 6$; $f(2.1) = 8$; $f(23) = 23$; $f(30) = 23$
 (b) $2 \text{ kg} < x \leq 5 \text{ kg}$; $5 \text{ kg} < x \leq 10 \text{ kg}$; $10 \text{ kg} < x \leq 20 \text{ kg}$
 (c) $D = \{x \in \mathbb{Q} \mid 0 < x \leq 30\}$; $W = \{6; 8; 11; 16; 23\}$
 (d) nein
 (e) Graph

Lösungen zu Übungen 2

- | | | | |
|--|------------------|---------------------------------------|------------------|
| 52. Richtig: (1); (4) | 53. linear | 54. nicht linear | 55. nicht linear |
| 56. linear | 57. nicht linear | 58. linear | 59. linear |
| 60. linear | 61. nicht linear | 62. linear | 63. nicht linear |
| 64. linear | 65. nicht linear | 66. linear | 67. nicht linear |
| 68. linear | 69. nicht linear | 70. nicht linear | 71. linear |
| 72. linear | 73. nicht linear | 74. linear | 75. nicht linear |
| 76. nicht linear | 77. linear | 78. linear | 79. nicht linear |
| 80. linear | | | |
| 81. (a) $y_1 = -1; y_2 = -3; m = 2$ | | | |
| (b) $y_1 = 3; y_2 = 7; m = 2$ | | | |
| (c) $y_1 = -5; y_2 = -7; m = 2$ | | | |
| (d) $y_1 = -4; y_2 = 5.5; m = 2$ | | | |
| 82. (a) $y_1 = -1; y_2 = 8; m = -\frac{3}{4}$ | | | |
| (b) $y_1 = 2; y_2 = \frac{5}{4}; m = -\frac{3}{4}$ | | | |
| (c) $x_1 = \frac{4}{3}; x_2 = \frac{8}{3}; m = -\frac{3}{4}$ | | | |
| (d) $x_1 = 3; x_2 = \frac{20}{9}; m = -\frac{3}{4}$ | | | |
| 83. Graph | | 84. Graph | |
| 85. $m = -\frac{2}{3}; q = 4$; Graph | | 86. $m = \frac{2}{5}; q = -3$; Graph | |
| 87. $m = 0; q = -2$; Graph | | 88. $m = 0; q = \frac{5}{4}$; Graph | |
| 89. $m = -\frac{1}{8}; q = \frac{1}{2}$; Graph | | 90. $m = -\frac{3}{4}; q = 1$; Graph | |
| 91. $y = f(x) = \frac{3}{4}x$ | | 92. $y = f(x) = x$ | |
| 93. $y = f(x) = -\frac{8}{5}x$ | | 94. $y = f(x) = 0$ | |
| 95. $y = f(x) = \frac{6}{11}x$ | | 96. $x = 0$ (keine Funktion) | |
| 97. $y = f(x) = -\frac{18}{11}x$ | | 98. $y = f(x) = -5x$ | |
| 99. $y = f(x) = \frac{\sqrt{6}}{8}x$ | | | |

100. rot: $f_1(x) = 2x$; dunkelviolet: $f_2(x) = x$; grün: $f_3(x) = \frac{1}{3}x$
violett: $f_4(x) = -\frac{1}{5}x$; hellblau: $f_5(x) = -\frac{3}{5}x$; olive: $f_6(x) = -\frac{4}{3}x$
101. grün: $f_1(x) = -\frac{1}{4}x + 3$; rot: $f_2(x) = -\frac{2}{3}x + 2$; olive: $f_3(x) = -\frac{1}{5}x - 1$
violett: $f_4(x) = -4$; dunkelviolet: $f_5(x) = 2x + 4$; hellblau: $f_6(x) = \frac{3}{5}x - 3$
102. olive: $x = -5$ (keine Funktion); hellblau: $f_2(x) = -\frac{8}{3}x - \frac{28}{3}$; grün: $f_3(x) = -\frac{5}{2}x + \frac{1}{2}$
dunkelviolet: $f_4(x) = -\frac{4}{9}x - \frac{11}{9}$; rot: $f_5(x) = \frac{1}{4}x - \frac{9}{4}$; hellviolett: $f_6(x) = 8x - 28$
103. $x = 1$; $y = -4$
104. $x = -2$; $y = 3$
105. $x = 0$; $y = \frac{1}{2}$
106. $x = -6.3$; $y = 0$
107. $y = f(x) = -2x - 4$
108. $y = f(x) = \frac{3}{10}x + \frac{9}{2}$
109. $y = f(x) = \frac{7}{12}x - \frac{5}{6}$
110. $y = f(x) = -0.4x - 1.84$
111. $y = f(x) = \frac{2}{3}x + 3$
112. $y = f(x) = -\frac{6}{5}x - 4$
113. $y = f(x) = -8x + \frac{32}{3}$
114. $y = f(x) = 0.3x - 10.4$
115. $y = f(x) = 3x + 4$
116. $y = f(x) = -\frac{1}{2}x - \frac{5}{2}$
117. $y = f(x) = -\frac{6}{5}x + 2$
118. $y = f(x) = \frac{1}{10}x - \frac{1}{10}$
119. $y = f(x) = 6$
120. $y = f(x) = -0.12x + 5.6$
121. $A \in g$; $B \notin g$; $C \in g$
122. $A \in g$; $B \in g$; $C \notin g$
123. Punkte liegen auf einer Geraden
124. Punkte liegen nicht auf einer Geraden
125. Punkte bilden kein Dreieck
126. Punkte bilden ein Dreieck
127. $x_p = -15$
128. $y_p = 91$
129. $x_p = -8$
130. $S_y = (0; 3)$; $S_x = \left(\frac{3}{5}; 0\right)$
131. $S_y = \left(0; -\frac{15}{4}\right)$; $S_x = (-6; 0)$
132. $S_y = \left(0; -\frac{5}{24}\right)$; $S_x = \left(-\frac{5}{2}; 0\right)$
133. $S_y = (0; -55)$; $S_x = \left(\frac{11}{19}; 0\right)$
134. $S_y = (0; 3)$; $S_x = \left(-\frac{3}{5}; 0\right)$
135. $S_y = (0; s)$; $S_x = \left(-\frac{s}{r}; 0\right)$

Lösungen zu Übungen 3

136. $g(x) \perp h(x)$

137. $g(x) \perp h(x)$

138. $g(x) \perp h(x)$

139. $g(x) \perp h(x)$

140. $g_1(x) = -\frac{2}{11}x + \frac{69}{11}$; $g_2(x) = \frac{1}{6}x - 6$; $g_3(x) = -\frac{11}{7}x + \frac{82}{7}$

141. $f_1(x) = -\frac{2}{11}x + \frac{39}{11}$; $f_2(x) = \frac{1}{6}x - \frac{1}{2}$; $f_3(x) = -\frac{11}{7}x + \frac{47}{7}$

142. $f_1(x) = \frac{11}{2}x + 49$; $f_2(x) = -6x - 19$; $f_3(x) = \frac{7}{11}x + \frac{1}{11}$

143. $g(x) = \frac{3}{2}x - 3$

144. $g(x) = -\frac{4}{5}x - \frac{84}{25}$

145. $g(x) = -4x + 4\sqrt{2}$

146. $h(x) = -\frac{1}{2}x + \frac{11}{2}$

147. $h(x) = \frac{5}{4}x + \frac{13}{2}$

148. $h(x) = 50x + 28.5$

149. $h(x) = -\frac{1}{m}x + \frac{a}{m} + b$

150. $Q_1 = (3; 4)$

151. $Q_2 = \left(\frac{3}{10}; -\frac{41}{10}\right)$

152. $H = \left(\frac{13}{4}; \frac{3}{4}\right)$

153. $U = \left(\frac{15}{8}; \frac{17}{8}\right)$

154. $P_1' = \left(\frac{40}{17}; -\frac{160}{17}\right)$

155. $P_2' = \left(\frac{52}{17}; -\frac{327}{17}\right)$

Lösungen zu Übungen 4

156. $S = (-24; -116)$

157. $S = \left(\frac{8}{5}; \frac{1}{5}\right)$

158. $S = (0.4; 8.4)$

159. kein Schnittpunkt (parallele Geraden)

160. $S = \left(\frac{5}{2}; -\frac{3}{2}\right)$

161. $S = \left(-\frac{8}{11}; \frac{38}{11}\right)$

162. kein Schnittpunkt (parallele Geraden)

163. $S = (3; 1)$

164. $A = 21.6e^2$

165. $A = 20e^2$

166. $A = 8e^2$

167. $A = 17.63e^2$

168. $y = g_1(x) = -1.2x + 19.6$

169. $y = g_2(x) = -1.8x + 4.5$

170. Graph; $L = \{(-2; 5)\}$

171. Graph; $L = \{\}$

172. Graph; $L = \left\{ (x; y) \mid y \in \mathbb{R} \wedge x = 2x + \frac{3}{2} \right\}$

173. Graph; $L = \{(2; 3)\}$

174. (a) $f_1(x) = 3.5x + 6$; $f_2(x) = 4x + 5$; Graph
 (b) 2 Minuten (c) 13 Minuten
175. (a) $f_1(x) = 2.40$ für $0 < x \leq 60$; $f_2(x) = \text{Ganzzahl}\left(\frac{x-45.01}{15}\right) \cdot 0.5 + 2.4$ für $x \geq 60$; Graph
 (b) ab 11 h 45 min
 (c) ab 19 h 45 min
176. (a) mc: $f_1(x) = 0.2x + 25$; sc: $0 < x \leq 50$: $f_2(x) = 15$; $x > 50$: $f_2(x) = 0.2(x - 50) + 15$; ec: $f_3(x) = 0.2x$
 (b) mc: $f_1(x) = 0.6x + 25$; sc: $0 < x \leq 15$: $f_2(x) = 15$; $x > 15$: $f_2(x) = 0.7(x - 15) + 15$; ec: $f_3(x) = x$
 (c) mc = sc : 3 h 25 min; sc = ec : 15 min; mc = ec : 1 h 02 min 30 s
177. \overline{AB} : $p = 0.7\%$; $y = f(x) = 0.0068x + 0.72$ \overline{BC} : $p = 4.9\%$; $y = f(x) = 0.049x + 0.14$
 \overline{CD} : $p = -6.5\%$; $y = f(x) = -0.065x + 4.27$ \overline{DE} : $p = 7.5\%$; $y = f(x) = 0.075x - 3.94$
 \overline{EF} : $p = -5.7\%$; $y = f(x) = -0.057x + 6.48$ \overline{FG} : $p = -0.3\%$; $y = f(x) = -0.003x + 0.68$
178. \overline{AB} : $p = -0.03\%$, $y = f(x) = -0.00034x + 1.78$ \overline{BC} : $p = 2.9\%$, $y = f(x) = 0.029x + 1.60$
 \overline{CD} : $p = -6.5\%$, $y = f(x) = -0.065x + 3.70$ \overline{DE} : $p = -2.9\%$, $y = f(x) = -0.029x + 2.19$
179. $n(p) = \frac{5}{24}p + 1$; Graph
180. $n(f) = -\frac{5}{20}f + 6$; Graph
181. (a) $p(t) = -0.15t + 2$
 (b) um 08:00; um 10:00; um 13:20
182. Temperatur in Grad Celsius: T ; Temperatur in Kelvin: γ ; Temperatur in Fahrenheit: φ
 $\gamma = T + 273.16$; $\gamma = \frac{5}{9}\varphi + 255.4$; $T = \frac{5}{9}\varphi - \frac{160}{9}$; $T = \gamma - 273.16$; $\varphi = \frac{9}{5}\gamma - 459.68$; $\varphi = \frac{9}{5}T + 32$
183. (a) $y = f(x) = \frac{1}{250}x$; $y = f(x) = -\frac{3}{500}x + 400$; Graph
 (b) in 40000 Jahren
 (c) 1.5 m
 (d) in 66667 Jahren
184. (a) $s(t) = 150t + 100$
 (b) bei Kilometer 137.5
 (c) um 15:10
185. (a) A: $s_1(t) = 120\left(t - \frac{1}{4}\right)$; P: $s_2(t) = 160\left(t - \frac{5}{12}\right) - 15$
 (b) Graph
 (c) um 1:17:30, 125 km entfernt
186. (a) A340: $s_1(t) = 850t$; FA18: $s_2(t) = -1912.32\left(t - \frac{1}{2}\right) + 6400$
 (b) Graph
 (c) nach 2 h 39 min 47 s Flugzeit (Airbus), 2263.581 km von New York entfernt

2. Quadratische Funktionen

Lösungen zu Übungen 1

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Graph | 2. Theorie S. 274 |
| 3. Graph | 4. Theorie S. 276 |
| 5. Graph | 6. Theorie S. 275 |
| 7. Graph | 8. Graph |
| 9. Graph | 10. Graph |
| 11. $y = 5(x-3)^2 - 2$ | 12. $y = -10(x+6)^2$ |
| 13. $y = -\frac{1}{100}x^2 + 11$ | 14. $y = \frac{1}{4}(x+4)^2 + 10$ |
| 15. Richtig: (1); (4) | 16. Falsch: (1); (2) |
| 17. Graph | 18. Graph |

Lösungen zu Übungen 2

- | | |
|--|--|
| 19. Richtig: (2); (3) | 20. Richtig: (1); (2); (5) |
| 21. nicht quadratisch | 22. quadratisch |
| 23. quadratisch | 24. nicht quadratisch |
| 25. nicht quadratisch | 26. quadratisch |
| 27. quadratisch | 28. nicht quadratisch |
| 29. nicht quadratisch | 30. nicht quadratisch |
| 31. quadratisch | 32. quadratisch |
| 33. nicht quadratisch | 34. nicht quadratisch |
| 35. quadratisch | 36. nicht quadratisch |
| 37. nicht quadratisch | 38. quadratisch |
| 39. nicht quadratisch | 40. quadratisch |
| 41. nicht quadratisch | 42. quadratisch |
| 43. nicht quadratisch | 44. $f(x) = -2x^2 + 6x - 8$ |
| 45. $f(x) = \frac{1}{2}x^2 + 2x + \frac{3}{4}$ | 46. $f(x) = 10(x+1)^2 - 12$ |
| 47. $f(x) = -\frac{3}{4}(x-4)^2 + 3$ | 48. $S = (2; -1)$; Graph |
| 49. $S = (3; 2)$; Graph | 50. $S = (-1; -2)$; Graph |
| 51. $S = (-3; 0)$; Graph | 52. steigend: $x > -6$; fallend: $x < -6$ |
| 53. steigend: $x < \frac{1}{4}$; fallend: $x > \frac{1}{4}$ | 54. steigend: $x > 10$; fallend: $x < 10$ |
| 55. steigend: $x < \frac{7}{5}$; fallend: $x > \frac{7}{5}$ | |

56. Spiegelung an der x -Achse
57. Translation (Verschiebung) um 2 Einheiten nach rechts und 6 Einheiten nach oben
58. Streckung in y -Richtung mit Faktor 3
Translation um 3 Einheiten nach links und 4 Einheiten nach unten
59. Spiegelung an der x -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{4}$
Translation um 4 Einheiten nach rechts und $\frac{15}{4}$ Einheiten nach oben
60. Streckung in y -Richtung mit Faktor 10
Translation um 2 Einheiten nach rechts und 8 Einheiten nach oben
61. Spiegelung an der x -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{5}$
Translation um $\frac{5}{2}$ Einheiten nach rechts und $\frac{9}{2}$ Einheiten nach oben
62. $x_1 = -3; x_2 = 2; c = 12$
63. $x_1 = -\frac{3}{4}; x_2 = 3; c = \frac{3}{4}$
64. $x_1 = -\sqrt{2}; x_2 = \sqrt{2}; c = -10$
65. $x_1 = -2\sqrt{3}; x_2 = \sqrt{3}; c = -3$
66. $S = (1; -4); x_1 = -1; x_2 = 3; c = -3$; Graph
67. $S = \left(1; -\frac{9}{2}\right); x_1 = -2; x_2 = 4; c = -4$; Graph
68. $S = (1; -3); x_1 \in \{\}; x_2 \in \{\}; c = -6$; Graph
69. $S = \left(\frac{3}{2}; -\frac{1}{2}\right); x_1 = 1; x_2 = 2; c = 4$; Graph
70. $S = (-2; 8); x_1 = -6; x_2 = 2; c = 6$; Graph
71. $S = (2; 1); x_1 \in \{\}; x_2 \in \{\}; c = \frac{7}{2}$
72. $\lambda = -9; x = 3$
73. $\lambda_1 = -4; \lambda_2 = 4; x_1 = -2; x_2 = 2$;
74. $\lambda_1 = -4; \lambda_2 = 4; x = 5$
75. $\lambda \in \{\}$, immer zwei Nullstellen da $D = 4$
76. $t > \frac{4}{3}$: keine Lösung; $t = \frac{4}{3}$: eine Lösung; $t < \frac{4}{3}$: zwei Lösungen
77. $t > \frac{25}{8}$: keine Lösung; $t = \frac{25}{8}$: eine Lösung; $t < \frac{25}{8}$: zwei Lösungen
78. $-2 < t < 6$: keine Lösung; $t = 6 \wedge t = -2$: eine Lösung; $t > 6 \wedge t < -2$: zwei Lösungen ($t \neq 0$)
79. $2 < t < 8$: keine Lösung; $t = 2 \wedge t = 8$: eine Lösung; $t > 8 \wedge t < 2$: zwei Lösungen ($t \neq 0$)
80. $u = -\frac{1}{4} = -0.25$
81. $u = \frac{3\sqrt{2}}{2} \approx 2.12$
82. $u = -\frac{2}{5}; v = 0$
83. $u = \frac{7}{20}; v = \frac{9}{400}$

Lösungen zu Übungen 3

84. violett: $y = (x+3)^2 - 2 = x^2 + 6x + 7$; hellblau: $y = (x+1)^2 - 3 = x^2 + 2x - 2$

rot: $y = (x-3)^2 - 3 = x^2 - 6x + 6$; grün: $y = (x-3)^2 + 1 = x^2 - 6x + 10$

85. $y = \frac{1}{2}(x+2)^2 + 4 = \frac{1}{2}x^2 + 2x + 6$

86. $y = \frac{5}{4}(x+2)^2 - 5 = \frac{5}{4}x^2 + 5x$

87. $y = 3\left(x - \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{5}{4} = 3x^2 - 3x - \frac{1}{2}$

88. $y = 4(x-3)^2 - \frac{7}{4} = 4x^2 - 24x + \frac{137}{4}$

89. hellblau: $y = (x+3)^2 = x^2 + 6x + 9$; grün: $y = -\frac{1}{2}(x+2)^2 + 2 = -\frac{1}{2}x^2 - 2x$

violett: $y = -x^2 + 3$; rot: $y = 2(x-4)^2 - 4 = 2x^2 - 16x + 28$

90. $y = f(x) = 2x^2 + 6x - 10$

91. $y = f(x) = -\frac{1}{2}x^2 + \frac{5}{4}x + 3$

92. $y = f(x) = -x^2 - x - 1$

93. $y = f(x) = -5x^2 + \frac{5}{2}x - 5$

94. $u = -2$; $y = f(x) = -2x^2 - 8x + 24$

95. $u = \frac{7}{2}$; $y = f(x) = -2x^2 + 14x - 20$

96. $u = -0.25$; $y = f(x) = 1.096x^2 + 0.548x - 1.644$

97. $y = f(x) = -3(x-3)^2 = -3x^2 + 18x - 27$

98. $y = f(x) = -3(x+1)^2 + 4 = -3x^2 - 6x + 1$

99. $y = f(x) = -3(x-10)^2 - 1 = -3x^2 + 60x - 301$

100. $y = f(x) = -3\left(x + \frac{1}{5}\right)^2 + \frac{4}{50} = -3x^2 - \frac{6}{5}x - \frac{1}{25}$

101. $y = f(x) = -\frac{1}{2}(x-1)^2 = -\frac{1}{2}x^2 + x - \frac{1}{2}$

102. $y = f(x) = 2(x+3)^2 + 2 = 2x^2 + 12x + 20$

103. $y = f(x) = x^2 - 6$

104. $y = f(x) = -x^2 - 6x - 12$

105. $y = f(x) = x^2 + 4x + 8$

106. $y = f(x) = -x^2 + 4x - 5$

107. $y = f(x) = -\frac{1}{4}x^2 + 12x - 36$

108. $y = f(x) = -\frac{1}{4}x^2 + 12x - 6$

109. $y = f(x) = -\frac{1}{4}x^2 - 8x + 48$

110. $y = f(x) = -\frac{1}{4}x^2 - 18x - 236$

111. um $-\frac{b}{2a}$ parallel zur x -Achse; um $\frac{4ac-b^2}{4a}$ parallel zur y -Achse

112. $\mu = -\frac{8}{3}$

113. $\mu_1 = -2$; $\mu_2 = 2$

114. $\mu_1 = -\sqrt{5}$; $\mu_2 = \sqrt{5}$

115. $\mu \in \{\}$

116. $\mu \in \{\}$

117. $\mu_1 = -2$; $\mu_2 = \frac{2}{3}$

Lösungen zu Übungen 4

118. $P = (-1; 0)$

120. $P = \left(-\frac{1}{2}; \frac{11}{4}\right)$

122. $P = (-\sqrt{3}-2; 2\sqrt{3}+6); Q = (\sqrt{3}-2; -2\sqrt{3}+6)$

124. $P = (-2; 5); Q = (4; 5)$

126. $P = \left(-\frac{2}{3}; \frac{4}{9}\right); Q = (-2; 4)$

128. $P = \left(-1; \frac{3}{2}\right); Q = (2; -12)$

130. $P = (-1; -4); Q = \left(-\frac{1}{2}; -\frac{13}{4}\right)$

132. $P = \left(\frac{1}{2}; -\frac{1}{4}\right); Q = \left(-\frac{5}{4}; -\frac{67}{16}\right)$

134. kein Schnittpunkt

136. $m_1 = -1; m_2 = \frac{1}{3}$

138. $q = -5$

140. $q = n - \frac{1}{4}m^2$

142. $t_1(x) = 22x - 121; t_2(x) = -2x - 1$

144. $t_1(x) = 0; t_2(x) = 6x - 9$

146. Gerade $y = f(x) = \frac{1}{2}x - 4$

119. $P = (1; 12); Q = (-2; -3)$

121. $P = \left(\frac{1}{2}; -\frac{5}{4}\right); Q = (5; -44)$

123. kein Schnittpunkt

125. $P = (1-\sqrt{3}; 3); Q = (1+\sqrt{3}; 3)$

127. $P = (-4; 6)$

129. kein Schnittpunkt

131. $P = \left(\frac{1}{6}; \frac{49}{12}\right); Q = \left(\frac{1}{3}; 4\right)$

133. $s = 15.540 e; A = 29.65 e^2$

135. $s = 5.154 e; A = 3.75 e^2$

137. $m_1 = \frac{1}{5}; m_2 = 1$

139. $q = \frac{25}{8}$

141. $q = \frac{4ac - b^2}{4a}$

143. $t_1(x) = 2x - 1; t_2(x) = -3x - \frac{9}{4}$

145. $t(x) = 6x - 9$

147. Parabel $y = f(x) = \frac{1}{2}x^2 + 12$

Lösungen zu Übungen 5

148. $k = -\frac{11}{3}; T(k) = 8.3\dots$

150. $k = -4; T(k) = 8$

152. $m = 6; T(m) = -192$

154. 12.5 m und 25 m

156. 14 m und 28 m

158. $a = \frac{u}{10}; b = \frac{u}{15}$

160. $x = 41.38 \text{ cm}$

162. $x = y = 0.8 \text{ m}; 80 \%$

149. $k = 0; T(k) = -32$

151. $m = 6.2; T(m) = -192.2$

153. $m = -1; T(m) = 67$

155. 25 m und 25 m (Quadrat)

157. $a = 18.75 \text{ m}; b = 16.67 \text{ m}$

159. $x = 12.5 \text{ cm}$

161. $x = 30 \text{ cm}; y = 20 \text{ cm}; 50 \%$

163. $a = 10 \text{ cm}; A = 50 \text{ cm}^2$

164. $a = 4 \text{ m}$; $b = 1.75 \text{ m}$
165. $t_1 = 10.2 \text{ s}$; $t_2 = 9.6 \text{ s}$; $t_3 = 9.5 \text{ s}$; $t_4 = 7.8 \text{ s}$; $t_5 = 4.5 \text{ s}$
166. $t_1 = 8.8 \text{ s}$; $t_2 = 8.2 \text{ s}$; $t_3 = 8.1 \text{ s}$; $t_4 = 6.4 \text{ s}$; $t_5 = 3.2 \text{ s}$
167. (a) Graph
(b) $h = 11.47 \text{ m}$; $t = 1.53 \text{ s}$
168. (a) Graph
(b) $h(4) = 129.52 \text{ m}$; $t_2 = 6.6 \text{ s}$
(c) $h = 137.82 \text{ m}$; $t = 5.3 \text{ s}$
(d) $t_1 = 1.07 \text{ s}$; $t_2 = 9.53 \text{ s}$
169. (a) Graph
(b) $s_1 = 101.77 \text{ m}$; $s_2 = 96.00 \text{ m}$; $s_3 = 94.93 \text{ m}$; $s_4 = 78.21 \text{ m}$; $s_5 = 45.15 \text{ m}$
(c) $v_{01} = 9.83 \text{ m/s}$; $v_{02} = 10.42 \text{ m/s}$; $v_{03} = 10.53 \text{ m/s}$; $v_{04} = 12.79 \text{ m/s}$; $v_{05} = 22.15 \text{ m/s}$
170. (a) $s = 501.69 \text{ m}$
(b) $h_0 = 63.57 \text{ m}$
171. $s = 1.81 \text{ m}$
172. trocken: $s_1 = 18 \text{ m}$; $s_2 = 40 \text{ m}$; $s_3 = 88 \text{ m}$; $s_4 = 180 \text{ m}$
nass: $s_1 = 27 \text{ m}$; $s_2 = 65 \text{ m}$; $s_3 = 152 \text{ m}$; $s_4 = 324 \text{ m}$
Schnee: $s_1 = 45 \text{ m}$; $s_2 = 115 \text{ m}$; $s_3 = 280 \text{ m}$; ($s_4 = 612 \text{ m}$)
(Eis: $s_1 = 99 \text{ m}$; $s_2 = 265 \text{ m}$; $s_3 = 664 \text{ m}$; $s_4 = 1476 \text{ m}$)
173. trocken: $s(v) = \frac{3}{10}v + \frac{1}{100}v^2$; nass: $s(v) = \frac{3}{10}v + \frac{1}{50}v^2$
Schnee: $s(v) = \frac{3}{10}v + \frac{1}{25}v^2$; Eis: $s(v) = \frac{3}{10}v + \frac{1}{10}v^2$
174. trocken: $s(v) = \frac{1}{10}v + \frac{1}{100}v^2$; $s_1 = 12 \text{ m}$; $s_2 = 30 \text{ m}$; $s_3 = 72 \text{ m}$; $s_4 = 156 \text{ m}$
nass: $s(v) = \frac{1}{10}v + \frac{1}{50}v^2$; $s_1 = 21 \text{ m}$; $s_2 = 55 \text{ m}$; $s_3 = 136 \text{ m}$; $s_4 = 300 \text{ m}$
Schnee: $s(v) = \frac{1}{10}v + \frac{1}{25}v^2$; $s_1 = 39 \text{ m}$; $s_2 = 105 \text{ m}$; $s_3 = 265 \text{ m}$; ($s_4 = 588 \text{ m}$)
Eis: $s(v) = \frac{1}{10}v + \frac{1}{10}v^2$; ($s_1 = 93 \text{ m}$; $s_2 = 255 \text{ m}$; $s_3 = 648 \text{ m}$; $s_4 = 1452 \text{ m}$)
175. $y = f(x) = -0.0167x^2 + 15.5$
176. $h_1 = 84 \text{ m}$; $h_2 = 227 \text{ m}$
177. (a) $y = f(x) = \frac{322}{2832489}x^2 + 60$
(b) 745.10 m ; 356.61 m ; 58.51 m
178. (a) Graph
(b) $y = f(x) = \frac{2}{5}x^2$ keine Parabel: $y_2 = 0.4 \neq 0.25$; $y_3 = 1.6 \neq 1.1$; $y_4 = 3.6 \neq 2.7$; $y_5 = 6.4 \neq 5.4$
179. Parabel mit $y = f(x) = -0.0087x^2 + 73$. Die Werte von a schwanken zwischen -0.0082 und -0.0088 .

3. Polynomfunktionen und Hyperbeln

Lösungen zu Übungen 1

1. (a) $D = \mathbb{R}$; $W = \mathbb{R}$
(b) $(-1; -1)$; $(0; 0)$; $(1; 1)$
(c) Punktsymmetrie zum Ursprung
2. (a) $D = \mathbb{R}$; $W = \mathbb{R}_0^+$
(b) $(-1; 1)$; $(0; 0)$; $(1; 1)$
(c) Achsensymmetrie zur y-Achse
3. Gemeinsamkeiten: Punkte $(0; 0)$; $(1; 1)$ und $D = \mathbb{R}$.
Unterschiede: Symmetrien und Wertemenge ($W = \mathbb{R}$, $W = \mathbb{R}_0^+$)
4. Richtig: (1); (3); (5); (6)
5. Graph; $L = \{-2; 0; 2\}$
6. Graph; $L = \{-1.5\}$
7. Graph; $L = \{1.3\}$
8. Graph; $L = \{1; -1.4\}$
9. Graph; $L = \{ \}$
10. Graph; $L = \{-1.2; 1.2\}$
11. $n = 3$; $y = f(x) = x^3$
12. $n = 5$; $y = f(x) = x^5$
13. $n = 4$; $y = f(x) = x^4$
14. $n = 6$; $y = f(x) = x^6$

Lösungen zu Übungen 2

15. $y = \frac{1}{2}x^4 + 5$
16. $y = \frac{1}{2}x^4 - 6x^3 + 27x^2 - 54x + \frac{81}{2}$
17. $y = \frac{1}{2}x^4 + 4x^3 + 12x^2 + 16x + 8$
18. $y = -\frac{1}{2}x^4$
19. $y = \frac{1}{2}x^4$
20. $y = x^4$
21. $y = 8x^4$
22. $y = \frac{1}{5}x^5 + 4x^4 + 32x^3 + 128x^2 + 256x + \frac{1014}{5}$
23. $y = \frac{1}{5}x^5 - 3x^4 + 18x^3 - 54x^2 + 81x - \frac{238}{5}$
24. $y = -\frac{1}{5}x^5 - 5$
25. $y = -\frac{1}{5}x^5 - 2x^4 - 8x^3 - 16x^2 - 16x - \frac{27}{5}$
26. $y = -\frac{4}{5}x^5$
27. $y = \frac{3}{5}x^5 - 3x^4 + 6x^3 - 6x^2 + 3x - \frac{153}{5}$
28. $b = \frac{1}{2}$
29. $b = 2$
30. $b = \frac{1}{\sqrt[4]{27}} \approx 0.4387$
31. $b = \sqrt{2} \approx 1.414$
32. $a = \frac{1}{16}$
33. $a = 1048576$
34. $a = \frac{1}{256}$

35. $a = 27$
36. Translation (Verschiebung) um 3 Einheiten nach unten
37. Spiegelung an der x -Achse
Translation um 2 Einheiten nach oben
38. Streckung in y -Richtung mit Faktor 0.5
39. Streckung in y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{4}$
Translation um 3 Einheiten nach unten
40. Spiegelung an der x -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor 2
Translation um 6 Einheiten nach oben
41. Spiegelung an der x -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{5}$
Translation um 2 Einheiten nach oben
42. Translation um 5 Einheiten nach rechts
43. Translation um 4 Einheiten nach links
44. Spiegelung an der x -Achse,
Translation um 3 Einheiten nach links
45. Translation um 1 Einheit nach rechts und 4 Einheiten nach unten
46. Streckung y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{4}$
Translation um 2 Einheiten nach rechts und 4 Einheiten nach unten
47. Spiegelung an der x -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{2}$
Translation um 5 Einheiten nach links und 6 Einheiten nach oben
48. blau: $y = -2x^4 - 24x^3 - 108x^2 - 216x - 163$; rot: $y = x^3 - 6x^2 + 12x - 8$
grün: $y = -\frac{17}{16}x^4 - \frac{7}{4}x^3 - \frac{21}{8}x^2 - \frac{7}{4}x + \frac{57}{16}$
49. $a = 2$; $n = 3$; $y = f(x) = 2x^3$
50. $a = -\frac{3}{4}$; $n = 3$; $y = f(x) = -\frac{3}{4}x^3$
51. $a = \frac{1}{3}$; $n = 4$; $y = f(x) = \frac{1}{3}x^4$
52. $a = \frac{1}{81}$; $n = 5$; $y = f(x) = \frac{1}{81}x^5$
53. $V_w(a) = 8a^3$
54. Graph
55. $V_K(a) = \frac{4}{3}\pi a^3$
56. $\frac{V_W(a)}{V_K(a)} = \frac{6}{\pi}$ oder $V_W(a) : V_K(a) = 1 : \frac{6}{\pi} = 1 : 1.9099$
57. $r = 1.2407$ m

Lösungen zu Übungen 3

58. Richtig: (1); (4)
59. Polynomfunktion 1. Grades, Grundform: $y = f(x) = -0.5x + 10$
60. Polynomfunktion 8. Grades, Grundform: $y = f(x) = x^8$
61. –
62. –
63. Polynomfunktion 3. Grades, Grundform: $y = f(x) = -\frac{2}{5}x^3 + \frac{1}{10}x^2 - \frac{1}{10}x$
64. –
65. –
66. Polynomfunktion 0. Grades (konstante Funktion), Grundform: $y = f(x) = 5$
67. –
68. ungerade
69. ungerade
70. –
71. gerade
72. gerade
73. –
74. ungerade
75. ungerade
76. –
77. gerade
78. –
79. gerade
80. keine Symmetrie bezüglich Ursprung oder y-Achse; Punktsymmetrie zu (0; 1)
81. Punktsymmetrie zum Ursprung
82. Punktsymmetrie zum Ursprung
83. Achsensymmetrie zur y-Achse
84. Achsensymmetrie zur y-Achse
85. keine Symmetrie
86. Graph
87. Graph
88. Graph
89. $y = f(x) = x^3 + 5x^2 - 6$
90. $y = f(x) = x^3 + 20x^2 + 125x + 248$
91. $y = f(x) = x^3 + 2x^2 - 7x + 2$
92. $y = f(x) = -x^3 - 5x^2 + 2$
93. $y = f(x) = -x^3 + 5x^2 - 2$
94. $y = f(x) = 4x^3 + 20x^2 - 8$
95. $y = f(x) = 8x^3 + 20x^2 - 2$
96. $y = f(x) = -x^4 + 12x^3 - 52x^2 + 96x - 57$
97. $y = f(x) = -x^4 - 4x^3 - 4x^2 + 1$
98. $y = f(x) = x^4 - 2x^2 + 2$
99. $y = f(x) = -x^4 + 8x^3 - 22x^2 + 24x - 5$
100. $y = f(x) = 2x^4 - 4x^2 - 8$
101. $y = f(x) = -\frac{1}{2}x^4 - 4x^3 - 11x^2 - 12x + \frac{1}{2}$
102. $y = f(x) = -\frac{6}{5}x + 12$
103. $y = f(x) = -\frac{1}{10}x^2 + \frac{3}{10}x - \frac{7}{10}$
104. $y = f(x) = x^3 - 2x^2 + x - 1$
105. $y = f(x) = \frac{1}{2}x^3 - 3x^2 + 4x - 5$

106. $y = f(x) = \frac{4}{3}x^4 - \frac{7}{3}x^3 - \frac{25}{3}x^2 + \frac{16}{3}x + 3$
107. $y = f(x) = 2x^2 + 2x - 24$
108. $y = f(x) = 2x^2 - 8x + 8$
109. $y = f(x) = 5x^3 - 15x^2 - 30x + 40$
110. $y = f(x) = x^2 - 1$
111. $y = f(x) = x^4 + x^3 - 4x^2 - 4x$
112. $x_1 = 2; x_2 = 3$; Graph
113. $x_1 = -2; x_2 = \frac{2}{3}$; Graph
114. $x_1 = -3; x_2 = 0; x_3 = 3$; Graph
115. $x = 1$; Graph
116. $x_1 = -\sqrt{\frac{10}{2}}; x_2 = \sqrt{\frac{10}{2}}$; Graph
117. $x \in \{ \}$; Graph
118. Nullstellen: $x_1 = -1.414; x_2 = 1; x_3 = 1.414$; lokale Extremalstellen: $x_{max} \approx -0.549; x_{min} \approx 1.215$
119. Nullstellen: $x_1 = -1.732; x_2 = 1.732; x_3 = 2$; lokale Extremalstellen: $x_{max} \approx -0.535; x_{min} = 1.869$
120. Nullstellen: $x = 11$; lokale Extremalstellen: $x_{max} \approx 0.046; x_{min} \approx 7.288$
121. Nullstellen: $x_1 \approx -4.971; x_2 \approx -0.09725; x_3 \approx 2.068$; lokale Extremalstellen: $x_{max} \approx -3.082; x_{min} \approx 1.082$
122. Nullstellen: $x_1 = -2; x_2 = 3; x_{max} = \frac{1}{2}; x_{min} = -2; x_{min} = 3$
123. Nullstellen: $x_1 \approx -1.911; x_2 \approx 0.1535; x_3 \approx 2.615$; lokale Extremalstellen: $x_{max} \approx -1.245; x_{min} \approx 1.869$
124. Graph; $x \approx -3.170$
125. Graph; $x_1 \approx 1.586; x_2 \approx 4.414$
126. Graph; $x_1 \approx -2.176; x_2 \approx 0.3340$
127. Graph; $x_1 \approx 1.000; x_2 \approx 1.481; x_3 \approx 3.291$
128. $-9.481 < p < 0$: 3 Lösungen; sonst 1 Lösung
129. $0 > p < -75.85$: 3 Lösungen; sonst 1 Lösung
130. $-1.040 < p < 1.040$: 3 Lösungen; sonst 1 Lösung
131. $p > -16.98$: 2 Lösungen; sonst keine Lösung
132. $V(x) = 4x^3 - 70x^2 + 300x$
133. $x_{max} = 2.829 \text{ cm}; V_{max} = 379.0 \text{ cm}^3$
134. $h_{max} = 2.667 \text{ dm}; x_{max} = 1.886 \text{ dm}$
135. 65.27 cm
136. nach 300 Tagen, 460 Truthähne
137. Abnahme, z.B. wegen Futtermangel etc.
138. Graph
139. $D = \{t \in \mathbb{R} \mid 0 \leq t \leq 24\}; W = \{\vartheta \in \mathbb{R} \mid 8.1^\circ \leq \vartheta \leq 23.1^\circ\}$
140. $t_{max} = 14:47, \vartheta_{max} = 23.1^\circ; t_{min} = 5:13, \vartheta_{min} = 8.1^\circ$
141. um 11:17 und um 19:00
142. $V(x) = \frac{4}{3}\pi x^3 + x^2\pi(4.2 - 2x)$
143. Graph
144. $0 < x \leq 2.1 \text{ m}$
145. 1.59 cm
146. $x_{max} = 2.1 \text{ m}; V_{max} = 38.792 \text{ m}^2$
147. $2x = 2.309 \text{ e}; y = 2.667 \text{ e}; A_{max} = 6.158 \text{ e}^2$
148. $A(x) = x^3 - 4.6x^2 + 4.93x$
149. $a_{max} = 0.6920 \text{ e}; V_{max} = 1.540 \text{ e}^2$

Lösungen zu Übungen 4

150. (a) $D = \mathbb{R} \setminus \{0\}$, $W = \mathbb{R} \setminus \{0\}$
 (b) $(-1; -1)$; $(1; 1)$
 (c) Punktsymmetrie zum Ursprung
151. (a) $D = \mathbb{R} \setminus \{0\}$, $W = \mathbb{R}^+$
 (b) $(-1; 1)$; $(1; 1)$
 (c) Achsensymmetrie zur y -Achse
152. Gemeinsamkeiten: Punkt $(1; 1)$; $D = \mathbb{R}$; Verhalten für $x \rightarrow +0$ und $x \rightarrow +\infty$
 Unterschiede: Symmetrien; Wertemenge ($W = \mathbb{R} \setminus \{0\}$, $W = \mathbb{R}^+$); Verhalten für $x \rightarrow -0$ und $x \rightarrow -\infty$
153. Richtig: (2)
154. $u = -\frac{7}{2}$
155. $u_1 = -2$; $u_2 = 6$
156. $u = -\frac{14}{3}$
157. $u_1 = -1$; $u_2 = 0$
158. $p = 2$; $q = 3$
159. $p_1 = 64$; $q_1 = 5$; $p_2 = \frac{64}{9}$; $q_2 = -\frac{1}{3}$
160. geht nicht
161. $y = f(x) = \frac{2}{x^3} + 1$
162. $y = f(x) = \frac{2}{(x-2)^3}$
163. $y = f(x) = \frac{2}{(x+3)^3}$
164. $y = f(x) = -\frac{2}{x^3}$
165. $y = f(x) = -\frac{2}{x^3}$
166. $y = f(x) = \frac{6}{x^3}$
167. $y = f(x) = \frac{2}{27x^3}$
168. $y = f(x) = \frac{1}{x-2} - 3$
169. $y = f(x) = \frac{1}{x+1} + 5$
170. $y = f(x) = -\frac{1}{x} + 5$
171. $y = f(x) = \frac{1}{2-x} - 1$
172. $y = f(x) = -\frac{3}{2x}$
173. $y = f(x) = \frac{2}{x+5} + 4$
174. $x = 0$; $y = 0$
175. $x = 0$; $y = 2$
176. $x = 0$; $y = 3$
177. $x = 0$; $y = 15$
178. $x = 1$; $y = 0$
179. $x = -2$; $y = 0$
180. $x = -1$; $y = 4$
181. $x = -3$; $y = -2$
182. $x = 5$; $y = 0$
183. $x = 2$; $y = -1$
184. $x = -2$; $y = 3$
185. $x = 2$; $y = 4$
186. $x = 3$; $y = 2$
187. $x = -\frac{5}{2}$; $y = \frac{1}{2}$

188. $x = -4; y = 1$

190. $0 < r < 10.63$

192. $R(R_1) = \frac{R_1 \cdot 2.2}{R_1 + 2.2}$

194. kommt auf das Gleiche heraus

189. $S(r) = 2 \left(\pi r^2 + \frac{355}{r} \right)$

191. $r_{\min} = 3.837 \text{ cm}; h_{\min} = 2 \cdot r_{\min} = 7.674 \text{ cm}$

193. $R_1 = 4.714 \text{ k}\Omega$

4. Umkehrfunktionen

Lösungen zu Übungen 1

1. Richtig: (2); (3); (4); (5)
2. umkehrbar: (a); (d)
3. umkehrbar: (c); (e)
4. Funktionsgraphen: (b); (d); (e); (f)
5. davon umkehrbar: (d); (e)
6. Funktionsgraphen: (a); (b); (c); (d); (e)
7. davon umkehrbar: (a); (c); (e)
8. Umkehrfunktion
9. Umkehrfunktion
10. keine Umkehrfunktion
11. Umkehrfunktion
12. keine Umkehrfunktion
13. keine Umkehrfunktion
14. Umkehrfunktion
15. keine Umkehrfunktion
16. Umkehrfunktion
17. Umkehrfunktion
18. keine Umkehrfunktion
19. Umkehrfunktion
20. $y = f(x) = -\frac{1}{2}x$
21. $y = f(x) = \frac{4}{5}x$
22. $y = f(x) = -x + 4$
23. $y = f(x) = -x - 1$
24. $y = f(x) = x - 4$
25. $y = f(x) = 2x + 6$
26. $y = f(x) = 5x - 2.5$
27. $y = f(x) = \frac{3}{2}x - \frac{9}{4}$
28. $y = f(x) = -\frac{5}{6}x + \frac{5}{6}$
29. Graph; $f: D = [-2; 12]$, $W = [-5; 11]$ $g: D = [-5; 11]$, $W = [-2; 12]$
30. Graph; $f: D = [-8; 2]$, $W = [0; 7]$; g : existiert nicht für $D_f = [-8; 2]$, Graph einer Relation!
31. $y = g(x) = \frac{1}{3}x + 2$
32. $y = g(x) = \frac{1}{2}x - \frac{5}{2}$
33. $y = g(x) = \sqrt[3]{x}$
34. $y = g(x) = \frac{2x+3}{x-1}$ mit $x \neq 1$
35. $y = g(x) = \frac{x+3}{2-x}$ mit $x \neq 2$
36. $y = g(x) = x^2 - 2$ mit $x \geq 0$
37. $y = g(x) = \frac{1}{x+2}$; $D_g = \mathbb{R} \setminus \{-2\}$
38. $y = g(x) = \frac{1}{x-1}$; $D_g = \mathbb{R} \setminus \{1\}$
39. $y = g(x) = \frac{1}{x} - 3$; $D_g = \mathbb{R} \setminus \{0\}$
40. $y = g(x) = -\frac{2}{x}$; $D_g = \mathbb{R} \setminus \{0\}$
41. $y = g(x) = \frac{x}{5}$; $D_g = \mathbb{R} \setminus \{0\}$
42. $y = g(x) = 4x^2$; $D_g = \mathbb{R}_0^+$

43. $y = g(x) = x^2$; $D_g = \mathbb{R}_0^-$
44. $y = g(x) = x^2 + 4x + 4$; $D_g = \{x \in \mathbb{R} \mid x \geq -2\}$
45. $y = g(x) = x^2 + 2$; $D_g = \mathbb{R}_0^+$
46. $y = g(x) = \frac{x}{x+1}$; $D_g = \mathbb{R} \setminus \{-1\}$
47. $y = g(x) = \frac{2x-2}{x+1}$; $D_g = \mathbb{R} \setminus \{-1\}$
48. $y = g(x) = \frac{x-2}{2x-1}$; $D_g = \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{1}{2} \right\}$
49. umkehrbar in \mathbb{R}_0^+ ; Graph mit $y = g(x) = \frac{1}{2}\sqrt{2x-6}$
50. umkehrbar in \mathbb{R}_0^+ ; Graph mit $y = g(x) = \sqrt{x} - 4$
51. umkehrbar in \mathbb{R}_0^+ ; Graph mit $y = g(x) = \sqrt{2x+8} - 2$
52. $D = [-10; \infty[$; $W = [-3; \infty[$; $y = g(x) = \sqrt{x+10} - 3$
53. $D =]-\infty; 3]$; $W = [1; \infty[$; $y = g(x) = \sqrt{6-2x} + 1$
54. $D = [0; \infty[$; $W = [-\frac{3}{2}; \infty[$; $y = g(x) = \sqrt{5x} - \frac{3}{2}$
55. $\lambda = 1$; $\mu = 0$ oder $\lambda = -1$; $\mu \in \mathbb{R}$
56. $\mu = 1$; $\lambda \neq 1$
57. $\lambda = -\mu$ mit $\mu \in \mathbb{R}$

Lösungen zu Übungen 2

58. Graph
59. Graph
60. Graph
61. Graph; alle Graphen gehen durch die Punkte (0;0) und (1;1).
Je grösser der Wurzelexponent, desto flacher verläuft die Kurve für $x \geq 1$.
62. Graph; alle Graphen gehen durch die Punkte (0;0), (1;1) und (-1;-1).
Je grösser der Wurzelexponent, desto flacher verläuft die Kurve für $x \geq 1$.
63. Spiegelung an der x -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor 2
Translation (Verschiebung) um 3 Einheiten nach links
Nullstelle $x = 3$; Graph
64. Translation um 5 Einheiten nach rechts und 3 Einheiten nach unten
Nullstelle $x = 14$; Graph
65. Translation um 2 Einheiten nach links und 4 Einheiten nach oben
Nullstelle keine; Graph
66. Streckung in x -Richtung mit Faktor $\frac{1}{2}$
Spiegelung an der x -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{2}$
Translation um 2 Einheiten nach rechts
Nullstelle $x = 2$; Graph
67. Spiegelung an der x -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor 2
Translation um 3 Einheiten nach rechts und 3 Einheiten nach oben
Nullstelle $x = \frac{51}{8}$; Graph

68. Streckung in x -Richtung mit Faktor $\frac{1}{3}$
 Streckung in y -Richtung mit Faktor 2
 Translation um $\frac{5}{3}$ Einheiten nach rechts
 Nullstelle $x = \frac{5}{3}$; Graph
69. Spiegelung an der y -Achse
 Streckung in x -Richtung mit Faktor $\frac{1}{5}$
 Streckung in y -Richtung mit Faktor 3
 Translation um $\frac{2}{5}$ Einheiten nach rechts und 2 Einheiten nach unten
 Nullstelle $x = \frac{46}{135}$; Graph
70. Streckung in x -Richtung mit Faktor $\frac{1}{2}$
 Spiegelung an der x -Achse
 Translation um 1 Einheit nach rechts und 2 Einheiten nach oben
 Nullstelle $x = 5$; Graph
71. rot: $y = f(x) = \frac{1}{2}\sqrt{x+4} + 1$; violett: $y = f(x) = \sqrt{x+2} - 2$
 blau: $y = f(x) = -\sqrt{x} + 4$; grün: $y = f(x) = \sqrt{x-1}$
72. Graph; $D = [2; \infty[$; $W = \mathbb{R}_0^+$
73. Graph; $D = [-5; \infty[$; $W = [-1; \infty[$
74. Graph; $D = [-2; \infty[$; $W = [-1; \infty[$
75. Graph; $D = [-1; \infty[$; $W =]-\infty; 3]$
76. Graph; $D = [-3; \infty[$; $W = \mathbb{R}_0^+$
77. Graph; $D = \left[-\frac{1}{2}; \infty\right[$; $W =]-\infty; 2]$
78. Graph; $D = \left]-\infty; \frac{1}{2}\right]$; $W =]-\infty; 1]$
79. Graph; $D = [-4; \infty[$; $W = [2; \infty[$
80. $a = 2$; $n = 3$; $y = f(x) = 2\sqrt[3]{x}$
81. $a = -\frac{1}{4}$; $n = 2$; $y = f(x) = -\frac{1}{4}\sqrt{x}$
82. $a = 3$; $n = 5$; $y = f(x) = 3\sqrt[5]{x}$
83. $a = -\frac{1}{10}$; $n = 4$; $y = f(x) = -\frac{1}{10}\sqrt[4]{x}$
84. Graph; $x = 34$
85. Graph; $x = \frac{5}{2}$
86. Graph; $x \in \{ \}$
87. Graph; $x = \frac{9}{2}$
88. Graph; $x_1 = -2\sqrt{7}$; $x_2 = 2\sqrt{7}$
89. Graph; $x_1 = -\frac{\sqrt{14}}{4}$; $x_2 = \frac{\sqrt{14}}{4}$
90. Graph; $x \approx 2.618$
91. Graph; $x_1 = 5$; $x_2 = 10$
92. Graph; $x_1 = 4$; $x_2 \approx 6.063$
93. Graph; $x = 6$
94. Graph; $x > 33$
95. Graph; $x \leq -\frac{9}{8}$

96. Graph; $x \in]-1.304; 1.304[$
97. Graph; $x \in \left] \frac{4}{3}; 15.571 \right[$
98. $u \in \left] -\infty; \frac{1}{4} \right]$
99. $v \in \mathbb{R}$
100. $w \in]-\infty; \approx 2.3]$
101. $M(r) = \pi r \sqrt{r^2 + 441}$; Graph
102. $r = 2.335$ cm
103. $r(h) = \sqrt{\frac{3V}{\pi h}}$ mit $V = 380$; Graph
104. $s \approx 15.12$ m
105. $t \approx 4.809$ s
106. $x_{max} = 5.657$ m; Graph
107. wegen $\sqrt{9.81} \approx \pi$; Graph
108. 0.6344 s; 2.006 s; 6.344 s
109. $l(T) = \frac{9.81}{4\pi^2} T^2$: 9.940 mm; 62.12 mm; 24.85 cm; 99.40 cm; 6.212 m
110. Mond: 4.967 s; Mars: 3.240 s; Jupiter: 1.232 s; Saturn: 1.877 s
111. Richtig: (d)
112. 2.8 m/s; 5.6 m/s; 8.8 m/s; 12.5 m/s; 28 m/s
113. 2 d 9 h 23 min
114. $0 < x \leq 300$ m: $v(x) = 1.25\sqrt{x}$; Graph
115. $\alpha_{max} = 5.130$ rad oder $\alpha_{max} = 293.9^\circ$

5. Exponential- und Logarithmusfunktionen

Lösungen zu Übungen 1

1. Richtig: (1); (3); (4)
2. (1) $a \in \mathbb{R}^+ \setminus \{1\}$; (2) $a = \frac{1}{4}$; (3) $a = \frac{1}{5}$; (4) $a > 1$
3. –
4. Exponentialfunktion
5. Exponentialfunktion
6. –
7. –
8. Exponentialfunktion
9. Exponentialfunktion
10. –
11. Exponentialfunktion
12. Graph; gemeinsamer Punkt: (0; 1); Asymptote x -Achse ($x \rightarrow -\infty$); $D = \mathbb{R}$, $W = \mathbb{R}^+$
13. Graph; gemeinsamer Punkt: (0; 1); die beiden Kurven sind symmetrisch zur y -Achse;
Asymptote x -Achse; $D = \mathbb{R}$, $W = \mathbb{R}^+$
14. Graph; gemeinsamer Punkt: (0; 1); die beiden Kurven sind symmetrisch zur y -Achse;;
Asymptote x -Achse; $D = \mathbb{R}$, $W = \mathbb{R}^+$
15. Graph; gemeinsamer Punkt: (0; 1); Asymptote x -Achse ($x \rightarrow \infty$); $D = \mathbb{R}$, $W = \mathbb{R}^+$
16. Graph; Spiegelung an der y -Achse; Spiegelung an der y -Achse; Spiegelung am Ursprung
17. Graph; Spiegelung an der y -Achse; Spiegelung an der y -Achse; Spiegelung am Ursprung
18. Graph
19. (a) $+2$; $\cdot 2x+1$; $\cdot 2$
(b) $+6$; $\cdot 6x+9$; $\cdot 8$
(c) $\cdot 2$; $\cdot 4$; quadrieren
(d) $:2$; $:4$; Wurzel ziehen
20. $y = g_1(x) = 10 \cdot 10^x$
21. $y = g_2(x) = \frac{1}{10} \cdot 10^x$
22. $y = g_3(x) = 100 \cdot 10^x$
23. $y = g_4(x) = \frac{1}{1000} \cdot 10^x$
24. $y = g_1(x) = 25^x$
25. $y = g_2(x) = 125^x$
26. $y = g_3(x) = (\sqrt{5})^x$
27. $y = g_4(x) = (\sqrt[4]{5})^x$
28. $a = \frac{1}{4}$
29. $a = 4$
30. $a = \frac{2}{5}$
31. $a = \sqrt{5}$
32. $a = \pi$
33. $a = e^2$
34. $a = \frac{9}{10}$
35. $a = \frac{10}{11}$

69. $f_1(x) = 9^x$
70. $f_2(x) = \left(\frac{1}{8}\right)^x$
71. $f_3(x) = 5^x$
72. $f_4(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x$
73. $f_5(x) = 4^x$
74. $f_6(x) = \left(\frac{1}{8}\right)^x$
75. $y_2(x) = 4^{x-2}$
76. $y_2(x) = 3^{x+3}$
77. $y_2(x) = 9^{x-\frac{1}{2}}$
78. $y_2(x) = e^{\frac{x+\ln 5}{3}} = e^{x+\ln 3-\ln 5}$
79. $y_2(x) = 9 \cdot 3^x$
80. $y_2(x) = \frac{1}{8} \cdot 2^x$
81. $y_2(x) = \frac{1}{\sqrt{10}} \cdot 10^x$
82. $y_2(x) = \frac{1}{100^\pi} \cdot 10^x$
83. $f(x) = h(x)$
84. $f(x) = g(x)$
85. $g(x) = h(x)$
86. $f(x) = g(x)$
87. Graph
88. Graph
89. Graph
90. Graph
91. Graph
92. Graph
93. $f(x) = 27 \cdot 3^x$; $g(x) = 27^x$; $h(x) = 3 \cdot 3^x$
94. $f \cap g = \left(\frac{3}{2}; 81\sqrt{3}\right)$
95. $f \cap h = \left(\frac{1}{2}; 3\sqrt{3}\right)$
96. $a = 8$; $k = \frac{1}{4}$
97. $a = 2$; $k = 3$
98. $a = \frac{1}{2}$; $k = -4$
99. $a = \sqrt{2}$; $k = -\frac{1}{5}$
100. grün: $y = -3^{x-3} + 2$; rot: $y = 3^x$; blau: $y = 3^x - 5$; violett: $y = -2 \cdot 3^{-x}$
101. Graph; $x_1 \approx 0.3792$; $x_2 \approx 1.794$
102. Graph; $x \approx -0.6860$
103. Graph; $x \approx 1.272$
104. Graph; $x \approx -0.6170$
105. Graph; $D = \mathbb{R}$; $W = \mathbb{R}^+$; keine Extremalstellen
106. Graph; $D = \mathbb{R}$; $W = \left\{y \in \mathbb{R} \mid y \geq \frac{1}{2}\right\}$; Minimum: $\left(0; \frac{1}{2}\right)$
107. Graph; $D = \mathbb{R}$; $W = \{y \in \mathbb{R} \mid y > -0.3349\}$; Minimum: $(-0.9102; -0.3349)$
108. Graph; $D = \mathbb{R}$; $W = \left\{y \in \mathbb{R} \mid y \leq \frac{1}{e}\right\}$; Maximum: $\left(1; \frac{1}{e} \approx 0.368\right)$
109. Graph; $D = \mathbb{R}$; $W = \{y \in \mathbb{R} \mid -0.5151 < y < 0.5151\}$; Minimum: $(-0.849; -0.515)$; Maximum: $(-0.8493; -0.5151)$
110. Graph; $D = \mathbb{R}$; $W = \mathbb{R}$; keine Extremalstellen

Lösungen zu Übungen 3

111. 200 B; 400 B; 800 B; $1.678 \cdot 10^9$ B; $3.741 \cdot 10^{52}$ B
112. $G(t) = 100 \cdot 2^t$
113. nach 13 h 17 min 16 s
114. 3780 B; 4762 B; 6000 B; 768000 B; $2.162 \cdot 10^{20}$ B
115. $G(t) = 3000 \cdot 2^{\frac{t}{3}}$
116. nach 55 h 02 min 23 s
117. $2^0 = 1; 2^1 = 2; 2^2 = 4; 2^3 = 8; \dots; 2^9 = 512$ Körner
118. $G(n) = 2^{n-1}$
119. $G(64) = 2^{63} = 9.223 \cdot 10^{18}$ Körner
120. Graph
121. 31. Feld
122. $2^{64} - 1 \approx 1.845 \cdot 10^{19}$ Körner
123. $4.612 \cdot 10^{11}$ t
124. 1280 H; 81920 H; $5.243 \cdot 10^6$ H; $3.388 \cdot 10^8$ H; $20 \cdot 2^{6n}$ H
125. $G(t) = 20 \cdot 2^{\frac{t}{6}}$; $G(n) = 20 \cdot 2^{6n}$, t = Anzahl Monate, n = Anzahl Jahre
126. nach 2 Monaten; 1.661 Jahren; 3.322 Jahren; 4.983 Jahren; ...; $\frac{n}{6} \log_2 10 = \frac{n}{6} \cdot \frac{\ln 10}{\ln 2}$ Jahren
127. CHF 10300.-; CHF 10609.-; CHF 10927.25; CHF 11255.10; CHF 11592.75; ...; $10000 \cdot 1.03^n$
128. $K(n) = K_0 \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n = 10000 \cdot 1.03^n$
129. $K_{20} = \text{CHF } 18061.10$
130. Graph
131. in 13.72 Jahren
132. in 23.45 Jahren
133. 35 mm; 24.50 mm; 17.15 mm; 8.40 mm; 1.41 mm
134. $h(t) = h_0 \cdot \left(1 - \frac{p}{100}\right)^t = 50 \cdot 0.7^t$
135. Graph
136. $h(15) = 0.2374$ mm
137. nach 1 min 57 s
138. CHF 1200000.-; CHF 720000.-; CHF 432000.-; CHF 259200.-; CHF 155520.-; ...; $2000000 \cdot 0.6^n$
139. $B(n) = B_0 \cdot \left(1 - \frac{p}{100}\right)^n = 2000000 \cdot 0.6^n$
140. Graph
141. $B_{10} = \text{CHF } 12093.20$
142. nach 1.357 Jahren
143. nach 4.508 Jahren

144. 90.00 % ; 81.00 % ; 72.90 % ; 65.61 % ; ... ; $100 \cdot 0.9^x$
145. $L(x) = \left(1 - \frac{p}{100}\right)^x = 100 \cdot 0.9^x$ 146. Graph
147. $L(20) = 12.16 \%$ 148. $x_H = 6.579 \text{ m}$
149. $I(x) = I_0 \cdot a^{\frac{x}{\tau}} = 5 \cdot 10^7 \cdot 0.2^{\frac{x}{16}}$ mit x in km 150. $I(x) = 5 \cdot 10^7 \cdot e^{\frac{\ln 0.2}{16} x}$; $\delta = 9.941 \text{ km}$
151. 1.001 % 152. $x_H = 6.891 \text{ km}$
153. $m(t) = 50 \cdot 0.834^t$ mit t in Tagen; $T_H = 3.8 \text{ d}$
154. $m(t) = 10 \cdot 0.8706^{\frac{t}{5}}$ mit t in Minuten; $T_H = 25 \text{ min}$
155. $m(t) = 125 \cdot 0.771934^{\frac{t}{9000}}$ mit t in Jahren; $T_H = 24100 \text{ a}$
156. $\tau = \frac{T_H}{\ln 2} = 2337 \text{ Jahre}$ 157. 0.9573 g
158. 10762 Jahre 159. $\tau = \frac{T_H}{\ln 2} = 8267 \text{ Jahre}$
160. 17190 Jahre 161. 38069 Jahre
162. $\Delta\vartheta(t) = 40 \cdot e^{-\frac{t}{17.3247}}$ 163. 22.46° ; 24 min 1 s
164. $\tau = 1.803 \text{ s}$ 165. alle 3.421 s
166. (1): $U(t) = 4 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{0.0047}}\right)$; (2): $U(t) = 4 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{0.000484}}\right)$; (3): $U(t) = 4 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{0.0022}}\right)$
167. (1): $t = 14.08 \text{ ms}$; (2): $t = 1.450 \text{ ms}$; (3): $t = 6.591 \text{ ms}$
168. (1): $U(t) = 4 \cdot e^{-\frac{t}{0.0047}}$; (2): $U(t) = 4 \cdot e^{-\frac{t}{0.000484}}$; (3): $U(t) = 4 \cdot e^{-\frac{t}{0.0022}}$
169. (1): $t = 10.82 \text{ ms}$; (2): $t = 1.114 \text{ ms}$; (3): $t = 5.066 \text{ ms}$
170. 120 min 171. $T(t) = 5 + 90 \cdot e^{-\frac{t}{6.4101}}$
172. Graph 173. 13.7 °C
174. nach 8 min 13 s 175. $T(t) = 20 + 65 \cdot e^{-\frac{t}{9.9836}}$
176. Graph 177. 43.9 °C
178. nach 11 min 46 s 179. 22523 m³
180. nach 11.27 Jahren 181. 1.25 %
182. U-235: $T_H = 7.001 \cdot 10^8 \text{ a}$; Abnahme: $9.9 \cdot 10^{-8} \%$ a⁻¹ ; $t_{1\%} = 4.652 \cdot 10^9 \text{ a}$
 Cs-137: $T_H = 30.18 \text{ a}$; Abnahme: 2.271% a⁻¹ ; $t_{1\%} = 200.5 \text{ a}$
 P-32: $T_H = 14.3 \text{ d}$; $\lambda = 0.04855 \text{ d}^{-1}$; $t_{1\%} = 95.1 \text{ d}$
 I-131: $T_H = 7.977 \text{ d}$; $\lambda = 0.08689 \text{ d}^{-1}$; Abnahme: 8.322% d⁻¹
 Rn-220: $\lambda = 0.01247 \text{ s}^{-1}$; Abnahme: 1.24% s⁻¹ ; $t_{1\%} = 369.4 \text{ s}$

183. $T_H = 5757$ a
185. $t = 6039$ a
187. $t = 5326$ a
189. $t = 12754$ a
191. linear: $B_0 \approx 55$; 24.9 %; $B_{31} \approx 480$ exponentiell: $B_0 \approx 90$; 7.18 %; $B_{31} \approx 775$
192. Normalwert: 0.08816 g
194. $K(n) = 100000 \cdot 1.06^n$
196. nach 11.9 Jahren
198. CHF 3421.40
200. 6.961 %
202. CHF 67794.80; CHF 20567.60; 4 %; 11 Jahre
204. $1.1^7 = 1.95 \approx 2$
206. $1.07^{10} = 1.97 \approx 2$
208. $p = (\sqrt[n]{2} - 1) \cdot 100$
210. CHF 751.13; CHF 1021.05
212. die Zahlung vom 1.1.2005
214. nach 10.25 Jahren
216. 3 %; 5.5 %
218. CHF 43749.80
220. nach 8.53 Jahren (9 Jahren)
222. 36.32 %
224. nach 1.22 Jahren
226. nach 60.77 (55.77) Jahren, also im Jahr 2056
228. 0.366 %
230. Nach 24.4 Jahren, also 2029
232. 0.811 %; 0.950 %; 0.090 %; 1.722 %; -0.187 %; 0.761 %; 2.536 %; -0.0595 %
233. 85.8 Jahre; 73.3 Jahre
235. in 56.3 Jahren
237. nach 29.9 Jahren; 2034
184. $A(t) = 6.0 \cdot 10^{10} \cdot e^{-\frac{t}{8306}}$
186. $A = 3.284 \cdot 10^{10}$ Atome pro Gramm
188. $t = 3794$ a
190. 57.58 d; 107.2 d
193. 3 %
195. $K(10) = \text{CHF } 179085.-$
197. $2K_0 = K_0 \cdot 1.06^n$, mit K_0 kürzen: $2 = 1.06^n$
199. CHF 12278.30
201. nach 14.21 Jahren
203. 35.00 Jahre; 14.21 Jahre; $\log_{p+1} 2$ Jahre
205. 10.41 %
207. 7.177 %
209. $p = 5.25$ %; $n = 6$
211. die Zahlung vom 1.1.2008
213. CHF 32245.30
215. CHF 191426.60 und CHF 228573.40
217. CHF 11865.20
219. CHF 23131.10; CHF 1744.50
221. 8 Jahre
223. 33.60 %; CHF 257176.-
225. 8.882 %
227. 1.062 %
229. 1.110 %; 0.580 %
231. Prognose 2050: 14270 Mio
234. 40.6 Jahre; 27.7 Jahre
236. in 176.9 Jahren

Lösungen zu Übungen 4

238. Richtig: (2); (3); (5)
239. Graph
240. Graph
241. Graph
242. Graph
243. Graph; gemeinsamer Punkt, Nullstelle: (1; 0); monoton steigend; $D = \mathbb{R}^+$, $W = \mathbb{R}$; Asymptote $y = 0$
244. Graph; gemeinsamer Punkt, Nullstelle: (1; 0); $D = \mathbb{R}^+$, $W = \mathbb{R}$; Asymptote $y = 0$;
Die beiden Kurven sind symmetrisch zur x -Achse
245. Graph; gemeinsamer Punkt, Nullstelle: (1; 0); $D = \mathbb{R}^+$, $W = \mathbb{R}$; Asymptote $y = 0$;
die beiden Kurven sind symmetrisch zur x -Achse
246. Graph; gemeinsamer Punkt, Nullstelle: (1; 0); monoton fallend; $D = \mathbb{R}^+$, $W = \mathbb{R}$; Asymptote $y = 0$
247. $y = g(x) = \log_2 x$
248. $y = g(x) = \log_{\frac{1}{2}} x = -\log_2 x$
249. $y = g(x) = \log_{\frac{3}{2}} x$
250. $y = g(x) = \log_{\frac{2}{5}} x$
251. $y = g(x) = \log_4 (3x)$
252. $y = g(x) = \lg x + 5$
253. $y = g(x) = \frac{1}{4} \ln x = \ln \sqrt[4]{x}$
254. $y = g(x) = 2 \log_3 \frac{x}{2} - 1$
255. $y = g(x) = \sqrt{\lg x} - 1$
256. $y = g(x) = \frac{1}{3} \ln (2x) - 2 = \ln \sqrt[3]{2x} - 2$
257. $y = g(x) = 10^x - 3$
258. $y = g(x) = e^{\frac{3x}{4}}$
259. $y = g(x) = \frac{1}{2} 3^x$
260. $y = g(x) = 3^{2x}$
261. $y = g(x) = -10^{4x} + 1$
262. $y = g(x) = e^{\frac{x}{5}} - 4$
263. $y = \log_a x = \frac{1}{\lg a} \cdot \lg x$
264. $y = \frac{3}{\lg 2} \cdot \lg x$
265. $y = -\frac{1}{2 \lg 3} \cdot \lg x$
266. $y = \frac{5}{\lg 4} \cdot \lg x$
267. $y = -\frac{6}{\lg 5} \cdot \lg x$
268. $y = g(x) = \log_2 (x+1)$; Graph
269. $y = g(x) = \log_3 \left(-\frac{x}{2} \right)$; Graph
270. $y = g(x) = 2 \cdot 4^x = 2^{2x+1}$; Graph
271. $P_1 = (-1.690; -1.690)$; $P_2 = (2; 2)$
272. $P_1 = (-2.961; -2.961)$; $P_2 = (1.335; 1.335)$
273. Graph; $x_1 \approx 0.1586$; $x_2 \approx 3.146$
274. Graph; $x_1 \approx -2.744$; $x_2 \approx 0.4469$
275. Graph; $x_1 = -4$; $x_2 \approx -1.249$; $x_3 \approx 1.136$
276. Graph; $x_1 \approx -0.3418$; $x_2 \approx 0.3778$; $x_3 \approx 2.510$
277. $k = 3$
278. $b = \frac{20}{9}$
279. $a = 5^{\frac{5}{3}}$; $b = 5^{-\frac{13}{5}}$
280. $y = f(x) = \ln x + 2$
281. $y = f(x) = \ln(x-3)$
282. $y = f(x) = -\ln x$

283. $y = f(x) = \ln(-x)$
285. $y = f(x) = 3\ln x$
287. $y = f(x) = -\ln(x + 2.5)$
289. $y = f(x) = -\ln(-x) + 10$
291. $y = f(x) = -\ln(3.75 - 1.25x) - 2$
284. $y = f(x) = -\ln(-x)$
286. $y = f(x) = \ln(2.5x)$
288. $y = f(x) = -\ln(-x)$
290. $y = f(x) = 1.5\ln x - 3$
292. Translation (Verschiebung) um 1 Einheit nach oben
Nullstelle: $x = \frac{1}{e}$; Graph
293. Translation um 1 Einheit nach links
Nullstelle: $x = 0$; Graph
294. Translation um 2 Einheiten nach unten
Nullstelle: $x = e^2$; Graph
295. Translation um 2 Einheiten nach rechts
Nullstelle: $x = 3$; Graph
296. Spiegelung an der y -Achse
Nullstelle: $x = -1$; Graph
297. Streckung in y -Richtung mit Faktor 2
Nullstellen: $x_1 = -1$, $x_2 = 1$; Graph
298. Spiegelung an der x -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor 2
Nullstellen: $x_1 = -1$, $x_2 = 1$; Graph
299. Streckung in y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{2}$
Translation um 3 Einheiten nach links
Nullstelle: $x = -2$; Graph
300. Spiegelung an der y -Achse
Translation um 2 Einheiten nach rechts
Nullstelle: $x = 1$; Graph
301. Spiegelung an der y -Achse
Streckung in y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{2}$
Translation um 1 Einheit nach rechts
Nullstelle: $x = 0$; Graph
302. Streckung in x -Richtung mit Faktor $\frac{1}{2}$
Nullstelle: $x = \frac{1}{2}$; Graph
303. Streckung in x -Richtung mit Faktor 2
Translation um 4 Einheiten nach rechts
Nullstelle: $x = 6$; Graph
304. Translation um 2 Einheiten nach unten
Nullstelle: $x = 100$; Graph
305. Translation um 2 Einheiten nach rechts
Nullstelle: $x = 3$; Graph
306. Translation um 1 Einheit nach oben
Nullstelle: $x = \frac{1}{10}$; Graph

307. Translation um 1 Einheit nach rechts
Nullstelle: $x = 2$; Graph
308. Spiegelung an der x -Achse
Nullstelle: $x = 1$; Graph
309. Spiegelung an der x -Achse
Nullstelle: $x = 1$; Graph
310. Streckung in y -Richtung mit Faktor 3
Nullstelle: $x = 1$; Graph
311. Streckung in y -Richtung mit Faktor $\frac{1}{3}$
Translation um 2 Einheiten nach rechts
Nullstelle: $x = 3$; Graph
312. Spiegelung an der y -Achse
Translation um 4 Einheiten nach rechts
Nullstelle: $x = 3$; Graph
313. Spiegelung an der y -Achse
Translation um 1 Einheiten nach links
Nullstelle: $x = -2$; Graph
Nullstelle: $x = -2$; Graph
314. Streckung in x -Richtung mit Faktor 2
Nullstelle: $x = 2$; Graph
315. Streckung in x -Richtung mit Faktor $\frac{1}{2}$
Translation um $\frac{3}{2}$ Einheiten nach links
Nullstelle: $x = -1$; Graph
316. $g(x) = \lg(ax) = \lg x + \lg a = \lg x + v = f(x) + v$
317. Ja, durch eine Streckung in x -Richtung um den Faktor $\frac{1}{a}$
318. $v = 1$
319. $v = -4$
320. $v = \lg 2 + 2$
321. $v = -\lg 3$
322. $\lambda = a^{-v}$
323. Horizontale Verschiebung um $\frac{1}{\log_a k} \rightarrow y = k \cdot a^x$ entspricht $y = a^{x + \log_a k}$
324. 0 phon ; 10 phon ; 20 phon ; $10n$ phon
325. $1 J_0$; $100 J_0$; $10000 J_0$; $10^8 J_0$; $10^{10} J_0$; $10^{13} J_0$
326. 3.010 phon ; 0.4139 phon ; 0.04321 phon ; $10 \lg \frac{n+1}{n}$ phon