118 19. a) Die Seitenlänge betrug vorher 19 m.

b) $(x-4)^2 = 225$; z. B. Die Seitenlänge eines quadratischen Feldes muss um 4 m verkürzt werden, um die Größe von 225 m^2 zu erreichen.

4.3.3 Verschieben der Normalparabel in beliebiger Richtung – Scheitelpunktform – Quadratische Gleichungen der Form $x^2 + px + q = 0$

119 Einstieg:

a) $f(x) = (x+2)^2 - 1$ b) – c) –

121 3. a) $f(x) = x^2 - 6{,}4x + 8{,}84$

b) $f(x) = x^2 - 2ux + u^2 + v$; $p = -2u$, $q = u^2 + v$

4. a) Wenn der Term auf der linken Seite der Gleichung als Quadrat geschrieben werden kann, kann man die quadratische Gleichung lösen. Da das hier nicht der Fall ist, ergänzt man auf beiden Seiten der Gleichung einen Term sodass das möglich ist.

b) (1) $x^2 - 8x + 16 = 0$
$(x-4)^2 = 0$
$L = \{4\}$

(2) $x^2 + 5x + 7 = 0$
$(x+2{,}5)^2 = -0{,}75$
$L = \{\ \}$

5. a) $f(x) = (x-4)^2 + 3 = x^2 - 8x + 19$

b) $f(x) = (x+4)^2 - 3 = x^2 + 8x + 13$

c) $f(x) = (x-2{,}5)^2 - 1 = x^2 - 5x + 5{,}25$

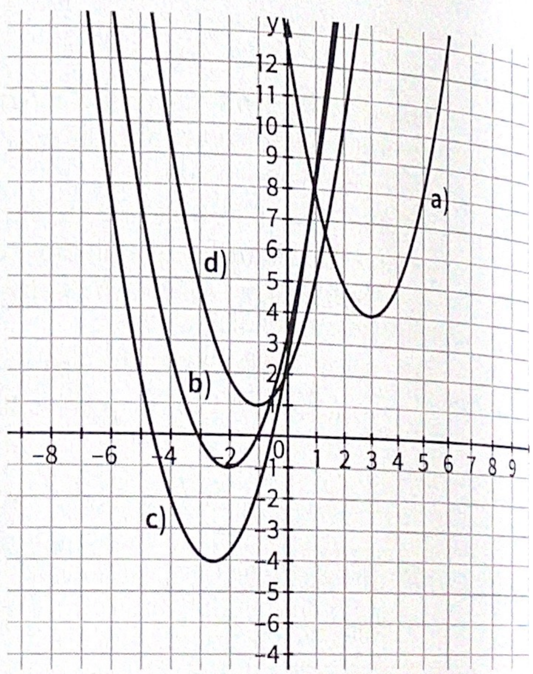
d) $f(x) = (x+1{,}5)^2 + 2 = x^2 + 3x + 4{,}25$

6. a) $S(3|4)$; $x = 3$

b) $S(-2|-1)$; $x = -2$

c) $S(-2{,}5|-4)$; $x = -2{,}5$

d) $S(-1|1)$; $x = -1$



121

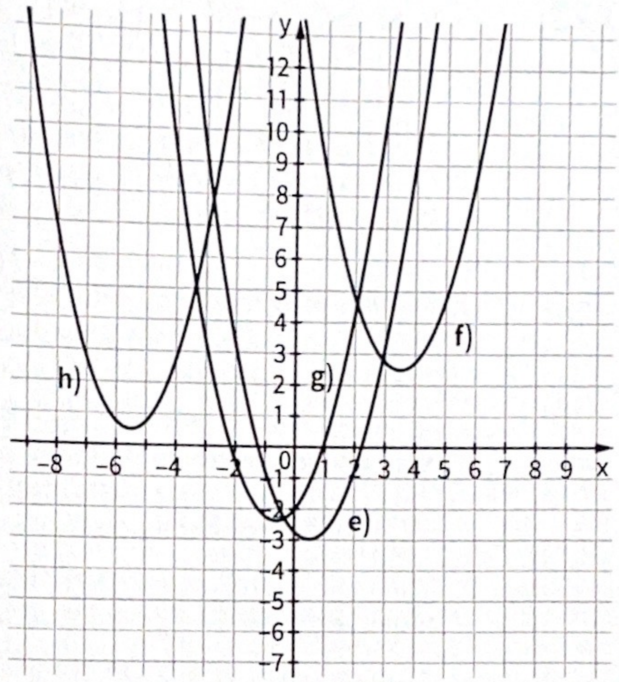
6. e) $S\left(\frac{1}{2}\middle|-3\right)$; $x=\frac{1}{2}$

f) $S\left(3{,}5\middle|\frac{5}{2}\right)$; $x=3{,}5$

g) $S\left(\frac{3}{5}\middle|-2{,}4\right)$; $x=\frac{3}{5}$

h) $S\left(-\frac{11}{2}\middle|\frac{1}{2}\right)$; $t=-\frac{11}{2}$

Hinweis zu Teilaufgabe h):
Hier sollten die Achsen mit t und s beschriften werden.



122

7.

Lage von S	e > 0	e = 0	e < 0
d < 0	1. Quadrant	x-Achse	4. Quadrant
d = 0	y-Achse	Koordinatenursprung	x-Achse
d > 0	2. Quadrant	x-Achse	3. Quadrant

8. a) P_2, P_4, P_5

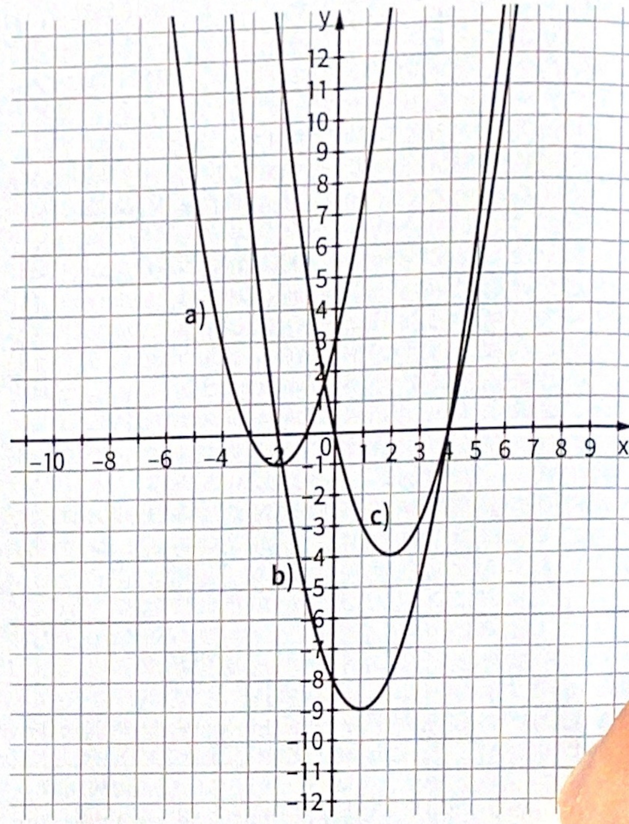
b) (1) $L=\{-1; 5\}$ (2) $L=\{0; 4\}$

122

9. a) $f(x) = (x+2)^2 - 1$
$S(-2|-1)$

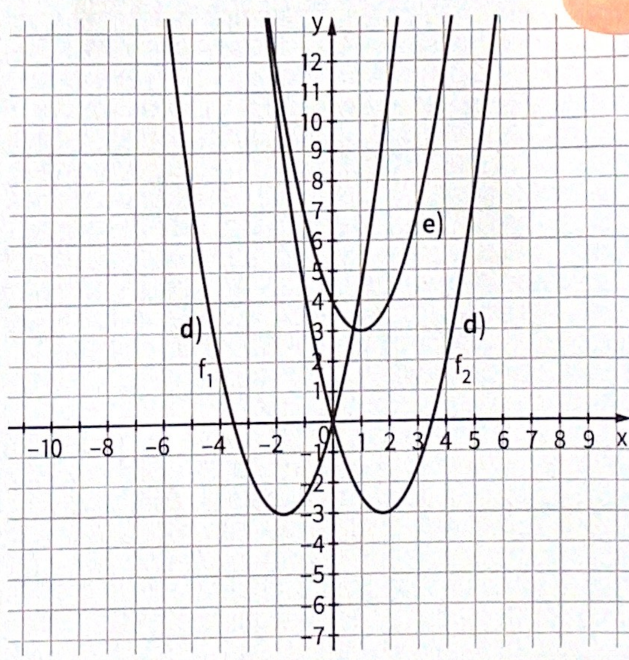
b) $f(x) = (x-1)^2 - 9$
$S(1|-9)$

c) $f(x) = (x-2)^2 - 4$
$S(2|-4)$



d) $f_1(x) = (x+\sqrt{3})^2 - 3$
$S(-1{,}73|-3)$
$f_2(x) = (x-\sqrt{3})^2 - 3$
$S(\approx 1{,}73|-3)$

e) $f(x) = (x-1)^2 + 3$
$S(1|3)$



10. –

11. a) $f(x) = x^2 + 6x + 7 = (x+3)^2 - 2$
Verschiebung der Normalparabel mit neuem Scheitelpunkt $S(-3|-2)$.

b) –

122 **12.** Abdul: Falsch, richtig ist $S(1{,}5\,|\,-4{,}25)$.
Bo: Falsch, richtig ist $S(-2\,|\,-6)$, denn $x^2+4x-2=(x+2)^2-6$.

13. a) Verschieben um 2 nach rechts und um 9 nach unten; $S(2\,|\,-9)$.
Der Graph fällt für $x \le 2$ und steigt für $x \ge 2$.
b) Verschieben um 3 nach links und um 4 nach unten; $S(-3\,|\,-4)$.
Der Graph fällt für $x \le -3$ und steigt für $x \ge -3$.
c) Verschieben um 2,5 nach rechts und um 1,25 nach unten; $S(2{,}5\,|\,-1{,}25)$.
Der Graph fällt für $x \le 2{,}5$ und steigt für $x \ge 2{,}5$.
d) Verschieben um 4 nach links und um 9 nach unten; $S(-4\,|\,-9)$.
Der Graph fällt für $x \le -4$ und steigt für $x \ge -4$.
e) Verschieben um 1 nach rechts und um 1 nach unten; $S(1\,|\,-1)$.
Der Graph fällt für $x \le 1$ und steigt für $x \ge 1$.
f) Verschieben um $\frac{3}{2}$ nach links und um $\frac{7}{4}$ nach oben; $S\left(-\frac{3}{2}\,\middle|\,\frac{7}{4}\right)$.
Der Graph fällt für $x \le -\frac{3}{2}$ und steigt für $x \ge -\frac{3}{2}$.
g) Verschieben um $\frac{1}{2}$ nach rechts und um $\frac{3}{4}$ nach unten; $S\left(\frac{1}{2}\,\middle|\,-\frac{3}{4}\right)$.
Der Graph fällt für $x \le \frac{1}{2}$ und steigt für $x \ge \frac{1}{2}$.
h) Verschieben um $\frac{2}{3}$ nach rechts und um 1 nach unten; $S\left(\frac{2}{3}\,\middle|\,-1\right)$.
Der Graph fällt für $x \le \frac{2}{3}$ und steigt für $x \ge \frac{2}{3}$.

14. a) $f(x)=x^2-3x+2{,}75$ **b)** $f(x)=x^2+2x$ **c)** $f(x)=x^2-6x+7{,}5$

123 **15. a)** $f(x)=x^2+200x+10\,034$
b) $f(x)=x^2+68x+1\,171$
c) $f(x)=x^2-40x+400-p;\quad p>0$

16. Alle Graphen sind Normalparabeln mit verschobenem Scheitelpunkt: Alle Scheitelpunkte liegen bei $S(3\,|\,-y)$. Die Funktionen $f_1(x)$; $f_5(x)$ und $f_6(x)$ lassen sich durch Umformen ineinander überführen.

$f_1(x)=(x-3)^2-25=x^2-6x+9$	$S(3\,|\,-25)$
$f_2(x)=x^2-6x-15=x^2-6x+9-24$	$S(3\,|\,-24)$
$f_3(x)=(x-3)^2-5$	$S(3\,|\,-5)$
$f_4(x)=x^2-6x=x^2-6x+9-9$	$S(3\,|\,-9)$
$f_5(x)=x^2-6x-16=x^2-6x+9-25$	$S(3\,|\,-25)$
$f_6(x)=(x-8)(x+2)=x^2-6x-16$	$S(3\,|\,-25)$

17. –

18. a) ■ = 4
$L=\{-7;\,3\}$
b) ■ = 16
$L=\{-3;\,11\}$
c) ■ = 30,25
$L=\{1;\,10\}$
d) ■ = 2,25
$L=\{-1{,}5\}$
e) ■ = 6,25
$L=\{-4{,}5;\,9{,}5\}$
f) ■ = 12,25
$L=\{-7{,}5;\,0{,}5\}$

123

19\. a) $L = \{0; 8\}$
b) $L = \{-8; 0\}$
c) $L = \{-7; 1\}$
d) $L = \{-9; 1\}$
e) $L = \{-1; 3\}$
f) $L = \{-1; 5\}$
g) $L = \{-4; -1\}$
h) $L = \{\ \}$
i) $L = \{-2; 10\}$
j) $L = \{-8; 2\}$
k) $L = \{\ \}$
l) $L = \{-5; 1\}$

20\. a) Fehler bei der quadratischen Ergänzung. Man hätte auf beiden Seiten 2,25 addieren müssen. Richtig ist: $L = \{-2{,}8; 5{,}8\}$
b) Die Lösungsmenge wurde falsch abgeschrieben. Richtig ist: $L = \{1; 2\}$
c) Julia hat durch $4x$ geteilt, das ist für $x = 0$ verboten. Richtig ist: $L = \{0; 2\}$

21\. a) $L = \{-18; -2\}$
b) $L = \{-10\}$
c) $L = \{\ \}$
d) $L = \{-25; 5\}$
e) $L = \{1; 6\}$
f) $L = \{\ \}$
g) $L = \{-0{,}5; 11{,}5\}$
h) $L = \{-6 - \sqrt{3}; -6 + \sqrt{3}\}$
i) $L = \{-20; -1\}$
j) $L = \{1{,}5 - \sqrt{2}; 1{,}5 + \sqrt{2}\}$
k) $L = \{-10; 2\}$
l) $L = \{-4\}$

22\. $(x + 3)^2 - 3^2 = 567$ mit $x \geq 0$, $L = \{21\}$ $x = 21\,\text{m}$

4.4 Strecken und Spiegeln der Normalparabel

124

Einstieg:
a) –
b) Siehe Merksatz auf Seite 126 des Schülerbandes.
c) –

126

3\. Alle Graphen sind symmetrisch zur y-Achse. Die Graphen zu f_2 und f_4 haben den Scheitelpunkt als höchsten Punkt, die Graphen zu f_1 und f_3 haben den Scheitelpunkt als tiefsten Punkt. Die Graphen zu f_1 und f_3 sind nach oben, die zu f_2 und f_4 nach unten geöffnet. Die Graphen zu f_1 und f_3 fallen für $x \leq 0$ und steigen für $x \geq 0$, während die Graphen zu f_2 und f_4 für $x \leq 0$ steigen und für $x \geq 0$ fallen.
Die Graphen f_1 und f_2 sind steiler als die Normalparabel bzw. als die gespiegelte Normalparabel. Die Graphen f_3 und f_4 sind flacher als die Normalparabel bzw. als die gespiegelte Normalparabel.

127

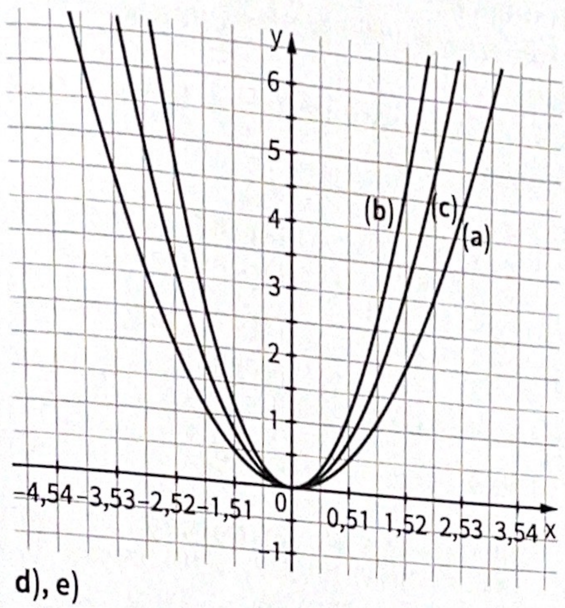
4\. Eine Fliese ist ungefähr $227\,\text{cm}^2$ groß, also ungefähr $225\,\text{cm}^2$. Das ist ein Quadrat mit der Seitenlänge 15 cm.
Gleichung: $22x^2 = 5\,000$ (x Seitenlänge in cm; $0{,}5\,\text{m}^2 = 5\,000\,\text{cm}$)

$$x^2 = \frac{5\,000}{22} \approx 227{,}3$$

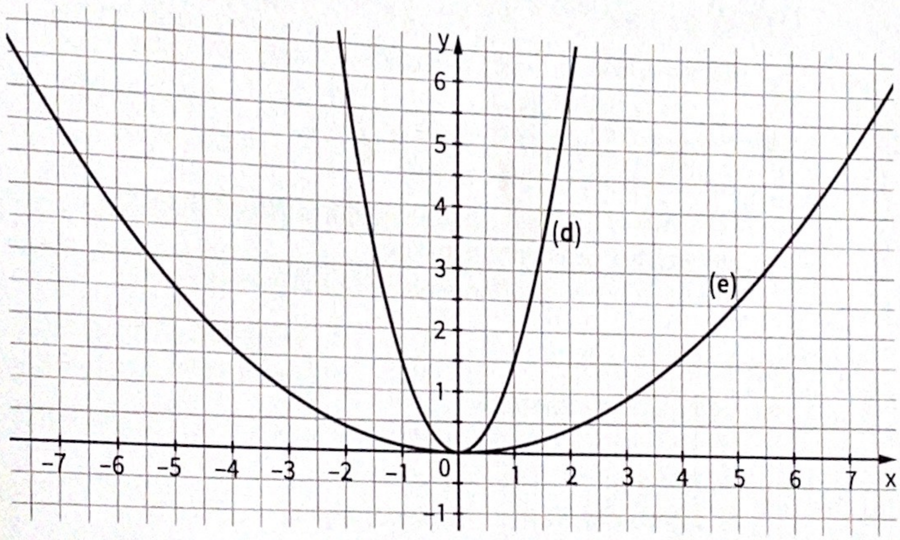
$$x \approx \sqrt{227{,}3} \approx 15{,}1 \approx 15$$

127 **5.** Die Graphen werden jeweils mit dem Faktor a gestreckt. Der Scheitelpunkt ist S(0|0).

a), b), c)

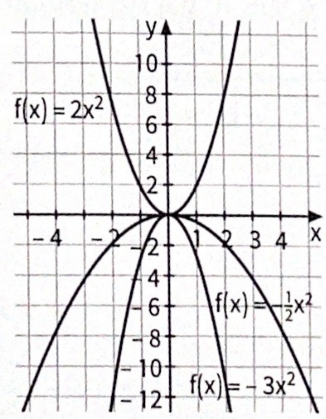


d), e)



6. a) Es werden die Funktionswerte für x an der Stelle 0, 1, −1, 2, −2 berechnet und markiert. Anschließend wird eine Kurve durch diese Punkte gelegt.

b)



127

7. Streckung der Normalparabel mit dem Streckfaktor:
   a) $-2{,}5$ b) $0{,}8$ c) $-0{,}7$ d) $1{,}8$

   Eigenschaften der Graphen:

   a) und c): Der Graph ist nach unten geöffnet, er steigt an im 3. Quadranten und fällt im 4. Quadranten.

   b) und d): Der Graph ist nach oben geöffnet, er fällt im 2. Quadranten und steigt im 1. Quadranten.

8. a) (1) P_1, P_3 (2) $\pm 0{,}5$ $[-; \pm 0{,}75; -; 0]$
   b) (1) P_1, P_5 (2) – $[\pm 2; -; \pm 3; 0]$
   c) (1) P_1, P_2 (2) – $\left[\pm \frac{2}{3}; -; \pm 1; 0\right]$
   d) (1) P_1 (2) $\pm \frac{5}{3}$ $[-; \pm 2{,}5; -; 0]$

9. a) -1 b) 5 c) $-\frac{1}{15}$ d) $-\frac{1}{4}$

128

10. a) $f(x) = 1{,}5 \cdot x^2$ b) $f(x) = -0{,}5 \cdot x^2$ c) $f(x) = \frac{3}{4}x^2$ d) $f(x) = -x^2$

11. a) $y = 1{,}5x^2$ c) $y = -\frac{5}{8}x^2$ e) $y = -1{,}5x^2$
    b) $y = 0{,}75x^2$ d) $y = 0{,}5x^2$ f) $y = -\frac{1}{4}x^2$

12. Der gelbe Graph gehört zu $g(x)$.
    Der rote Graph gehört zu $l(x)$.
    Der nach oben geöffnete blaue Graph gehört zu $m(x)$.
    Der grüne Graph gehört zu $f(x)$.
    Der nach unten geöffnete blaue Graph gehört zu $k(x)$.

Das kann ich noch!

A) Gefahrene Kilometer: x
   1) Rent a car: $y = 0{,}25x + 45$
      Car4you: $y = 0{,}30x + 37{,}50$
   2) Rent a Car: 75 € Car4you: 73,50 €
   3) $0{,}25x + 45 = 0{,}30x + 37{,}50$; $x = 150$
      Bei 150 gefahrenen Kilometern sind beide Angebote gleich günstig.

129

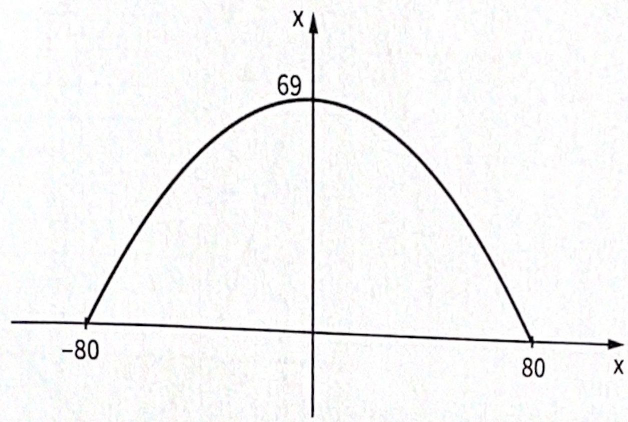
13. a) 1,25 m; 5 m; 11,25 m; 20 m; 31,25 m; 45 m
    b) 7,16 s; 5,67 s; 8 s; 11,24 s; 8,54 s; 10,4 s; 9,4 s; 12,87 s
    (Werte gerundet)

129 **14.** Nullstellen bei -80 und $+80$: Scheitelpunkt $S(0|69)$.

$f(x) = a\,x^2 + 69;\;\; f(80) = 0$

$0 = a \cdot 80^2 + 69$, also $a = -\frac{69}{6\,400}$

$f(x) = -\frac{69}{6\,400}x^2 + 69$



15. a) 0,25 m; 1 m; 2,25 m; 4 m; 6,25 m

b) **(1)** 1 s; **(2)** 1,73 s; **(3)** 3,16 s; **(4)** 4,9 s
(Werte gerundet)

130 **16. a)** Z. B. $f(x) = 2x^2$

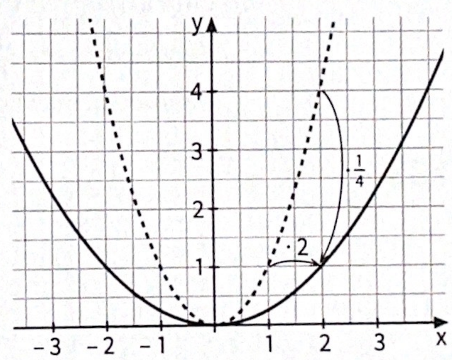
b) Z. B. $f(x) = -0{,}5x^2$

c) $f(x) = 0{,}2x^2$

d) Z. B. $f(x) = -2x^2$

17. $f(x) = g(x)$, beide entsprechen der Normalparabel.
$h(x)$ entspricht der Spiegelung der Normalparabel an der x-Achse

18. Strecken in Richtung der y-Achse mit dem Faktor $\frac{1}{4}$;
$f(x) = \frac{1}{4}x^2$



19. a) $L = \{-2{,}5;\, 2{,}5\}$
b) $L = \{-0{,}2;\, 0{,}2\}$
c) $L = \{-10;\, 10\}$
d) $L = \{0\}$
e) $L = \{-1{,}5;\, 1{,}5\}$
f) $L = \{\;\}$
g) $L = \{-3\sqrt{10};\, 3\sqrt{10}\}$
h) $L = \{-1;\, 1\}$
i) $L = \{-4;\, 4\}$

20. $s = 3t^2$; $s = (3\,500 - 700)\,\text{m} = 2\,800\,\text{m}$; $t = 30{,}55\ldots\,\text{s}$
Die Fallzeit beträgt ungefähr 30 Sekunden. Wenn man hier auf 31 Sekunden rundet, wird der Fallschirm eventuell etwas zu spät geöffnet.

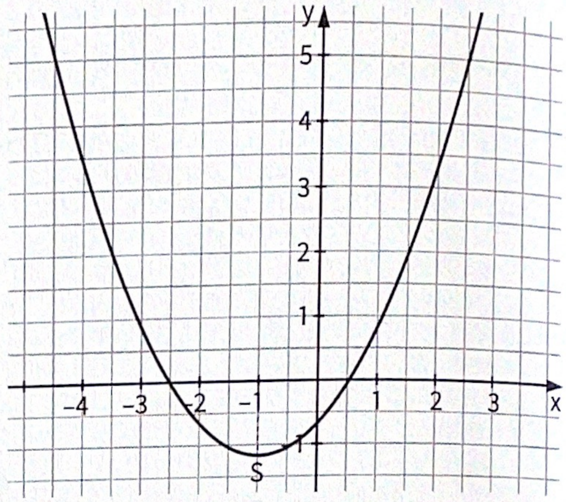
4.5 Strecken und Verschieben der Normalparabel – Gleichungen der Form $ax^2 + bx + c = 0$

131 Einstieg:

a) $f(x) = 0{,}5\,(x+1)^2 - 1{,}2$

b) –

c) –



132 2. a) $f(x) = 3\,(x-1)^2 + 3$; $S(1\,|\,3)$; $x = 1$

Verschieben um 1 nach rechts, Strecken in Richtung der y-Achse mit dem Faktor 3, Verschieben um 3 nach oben.

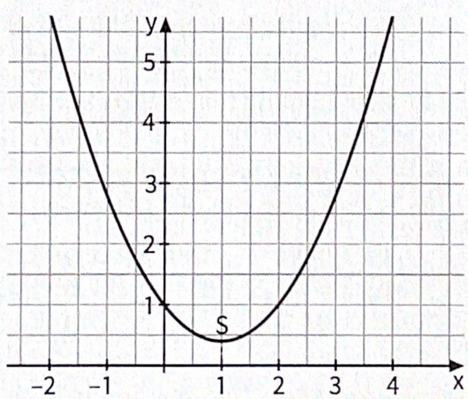
b) $f(x) = -\frac{1}{4}\left(x - \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{15}{16}$; $S\left(\frac{1}{2}\,\middle|\,-\frac{15}{16}\right)$; $x = \frac{1}{2}$

Verschieben um $\frac{1}{2}$ nach rechts, Strecken in Richtung der y-Achse mit dem Faktor $\left(-\frac{1}{4}\right)$, Verschieben um $\frac{15}{16}$ nach unten.

c) $f(x) = a\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 + c - \frac{b^2}{4a}$; $S\left(-\frac{b}{2a}\,\middle|\,c - \frac{b^2}{4a}\right)$; $x = -\frac{b}{2a}$

Verschieben um $-\frac{b}{2a}$ in Richtung der x-Achse, Strecken in Richtung der y-Achse mit dem Faktor a, Verschieben in Richtung der y-Achse um $c - \frac{b^2}{4a}$.

133 3. a)

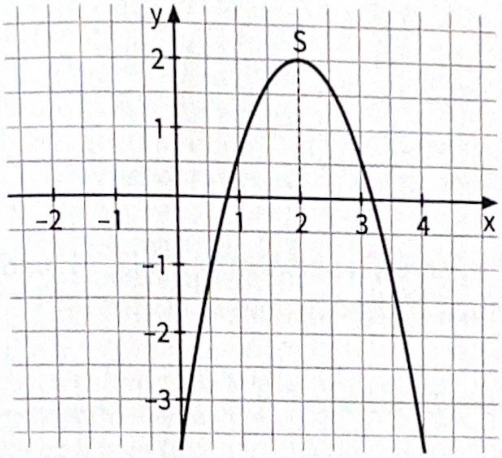


$f_1(x) = 0{,}6\,(x-1)^2 + 0{,}4$

$S(1\,|\,0{,}4)$

133

3. a) Fortsetzung

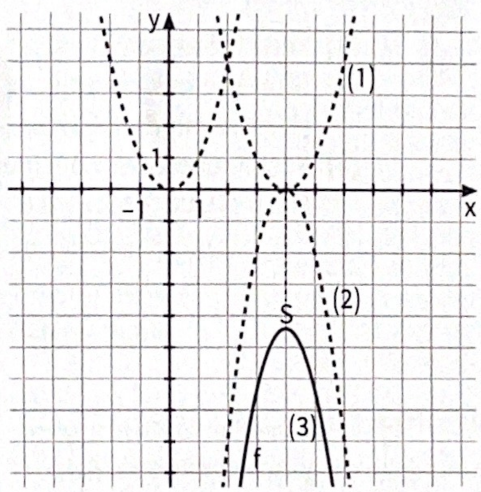


$f_2(x) = -1{,}4\,(x-2)^2 + 2$
$S(2\,|\,2)$

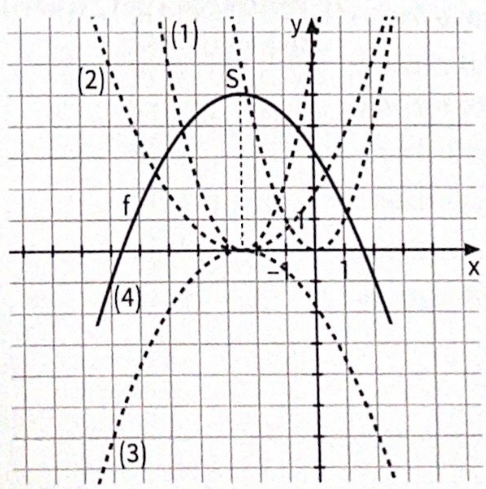
b) Wenn $a > 0$ ist, ist die Parabel nach oben geöffnet, also ist $S(-d\,|\,e)$ dann der tiefste Punkt.
Wenn $a < 0$ ist, ist die Parabel nach unten geöffnet und $S(-d\,|\,e)$ ist der höchste Punkt.

4. $x^2 - 5x - 14 = 0 \quad L = \{-2; 7\}$

5. a) $S(4\,|\,-4{,}5)$;
$f(x) = -2\,(x-4)^2 - 4{,}5$



b) $S(-2{,}5\,|\,5)$;
$f(x) = -0{,}3\,(x+2{,}5)^2 + 5$



133 6. a) $f(x) = -1{,}5x^2 - 3x + 2{,}5$; $S(-1|4)$; $x = -1$

b) (1) $f(x) = -1{,}5x^2 - 3x - 7{,}5$; $S(-1|-6)$; $x = -1$

(2) $f(x) = -1{,}5x^2 - 3x - 7{,}5$; $S(-1|-6)$; $x = -1$

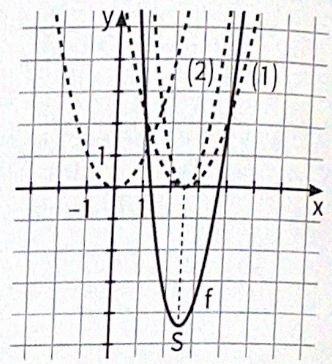
(3) $f(x) = -1{,}5x^2 - 3x - 7{,}5$; $S(-1|-6)$; $x = -1$

(4) $f(x) = -1{,}5x^2 - 3x + 2{,}5$; $S(-1|4)$; $x = -1$

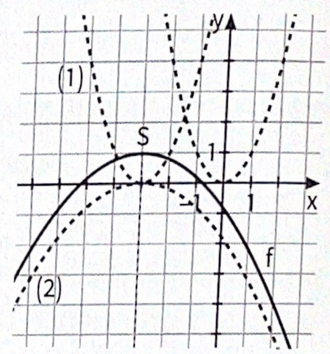
(5) $f(x) = -1{,}5x^2 - 3x - 2{,}5$; $S(-1|-1)$; $x = -1$

134 7. Vertauschbar sind die Paare: (1) und (2); (1) und (3); (1) und (4)
Nicht vertauscht werden dürfen: (2) und (3); (3) und (4)

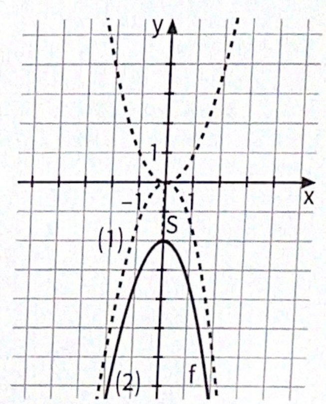
8. a) (1) Verschieben um 2,5 nach rechts.
(2) Strecken in Richtung der y-Achse mit dem Faktor 3.
(3) Verschieben um 4,5 nach unten.
$f(x) = 3x^2 - 15x + 14{,}25$



b) (1) Verschieben um 3 nach links.
(2) Strecken in Richtung der y-Achse mit dem Faktor (−0,2).
(3) Verschieben um 1 nach oben.
$f(x) = -0{,}2x^2 - 1{,}2x - 0{,}8$



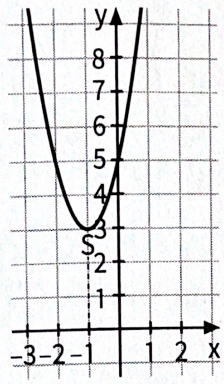
c) (1) Strecken in Richtung der y-Achse mit dem Faktor (−1,5).
(2) Verschieben um 2 nach unten.
$f(x) = -1{,}5x^2 - 2$



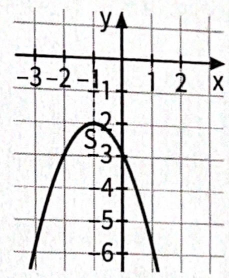
134

9. a) Wie Aufgabe 6 a) Seite 127 aber ausgehend vom Scheitelpunkt $S(3|-1)$.

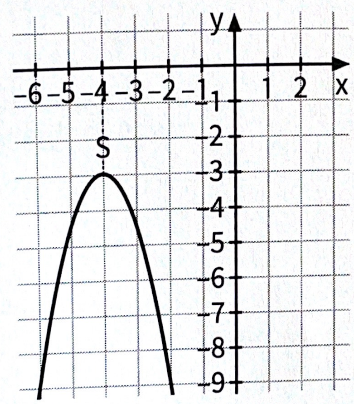
b) **(1)** $g(x) = 2(x+1)^2 + 3$



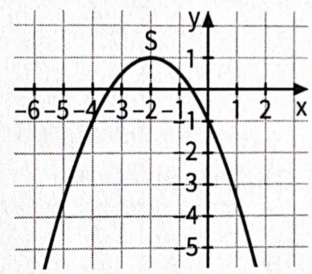
(3) $k(x) = -(x+1)^2 - 2$



(2) $h(x) = -\frac{3}{2}(x+4)^2 - 3$



(4) $l(x) = -\frac{1}{2}(x+2)^2 + 1$



10. a) $f(x) = 1{,}5x^2 - 9x + 12{,}5$; S ist tiefster Punkt.

b) $f(x) = -0{,}64x^2 - 3{,}2x - 1$; S ist höchster Punkt.

c) $f(x) = \frac{x^2}{16} - \frac{3}{16}x + \frac{9}{64}$; S ist tiefster Punkt.

11. a) $f(x) = \frac{1}{2}(x-5)^2 - \frac{9}{2}$;	$S(5|-4{,}5)$;	nach oben geöffnet
b) $f(x) = -2(x-1{,}5)^2 + 2$;	$S(1{,}5|2)$;	nach unten geöffnet
c) $f(x) = \frac{3}{2}\left(x - \frac{8}{3}\right)^2 - \frac{49}{6}$;	$S\left(\frac{8}{3}\middle|-\frac{49}{6}\right)$;	nach oben geöffnet
d) $f(x) = -3(x+1)^2 + 12$;	$S(-1|12)$;	nach unten geöffnet
e) $f(x) = -3(x-1)^2 + 8$;	$S(1|8)$;	nach unten geöffnet
f) $f(x) = \frac{1}{2}(x+5)^2 - \frac{25}{2}$;	$S\left(-5\middle|-\frac{25}{2}\right)$;	nach oben geöffnet
g) $f(x) = (x-2)^2 - 0{,}5$;	$S(2|-0{,}5)$;	nach oben geöffnet
h) $f(x) = -\left(x - \frac{1}{6}\right)^2 + \frac{1}{36}$;	$S\left(\frac{1}{6}\middle|\frac{1}{36}\right)$;	nach unten geöffnet
i) $f(z) = -1{,}5(z+2)^2 - 1{,}5$;	$S(-2|-1{,}5)$;	nach unten geöffnet

12. Anna: falsch, richtig ist $S(-1|0)$
Ben: falsch, richtig ist $S(2|-10)$
Carla: richtig
David: falsch, richtig ist $S(-2|13)$

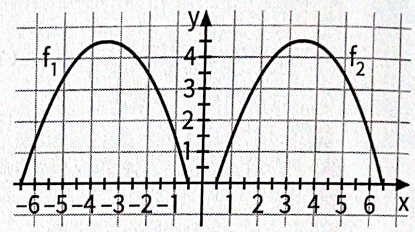
135 **13. a)** $S(1|2)$; P_1, P_3, P_4 **b)** $S(2|1)$; P_2, P_4, P_5 **c)** $S\left(-\frac{1}{6}\middle|-\frac{1}{24}\right)$; P_3, P_5, P_6

14. Faktor $a = \frac{1}{4}$; $f_1(x) = \frac{1}{4}(x+2)^2$

15. a) $f(x) = x^2 + 1$
b) $f(x) = x^2 + 0{,}5$
c) $f(x) = (x+1)^2(-1) = -x^2 - 2x - 1$
d) $f(x) = (-1)(x-1)^2 + 3 = -x^2 + 2x + 2$
e) $f(x) = (x-1)^2 - 1 = x^2 - 2x$
f) $f(x) = -\frac{14}{45}(x-3)^2 + 2{,}8 = -\frac{14}{45}x^2 + \frac{28}{15}x$

16. a) Z. B. $f(x) = -2 \cdot (x-4)^2 - 4$
b) Z. B. $f(x) = 0{,}5(x-12)^2 + 8$
c) Z. B. $f(x) = 4(x+9{,}8)^2 + 4$
d) Z. B. $f(x) = (x-4)^2$

17. $f_1(x) = -\frac{1}{2}(x+3{,}5)^2 + 4{,}5$
$f_2(x) = -\frac{1}{2}(x-3{,}5)^2 + 4{,}5$



136 **18.** $f(x) = x^2 - 4x + 5$

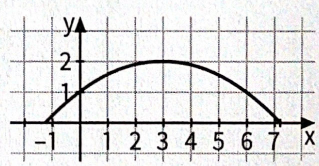
19. –

20. a) $L = \{-7; -1\}$
b) $L = \{-3; 2\}$
c) $L = \{-14; 2\}$
d) $L = \{-6; -4\}$
e) $L = \left\{\frac{1}{3}; \frac{7}{3}\right\}$
f) $L = \{6; 9\}$

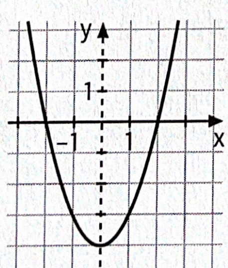
21. a) $L = \{2; 12\}$
b) $L = \{1; 3\}$
c) $L = \{-20; 5\}$
d) $L = \{4; 10\}$
e) $L = \{-17; 2\}$
f) $L = \{0{,}6; 1\}$
g) $L = \{\ \}$
h) $L = \{-1{,}4\}$
i) $L = \{1; 2{,}4\}$

22. a) Bei ungefähr $107\,\frac{km}{h}$ beträgt der Benzinverbrauch 7 ℓ pro 100 km.
b) Die Geschwindigkeit muss um $10\,\frac{km}{h}$ gesenkt werden.

23. Der Wasserstrahl reicht ungefähr 7,2 m weit.

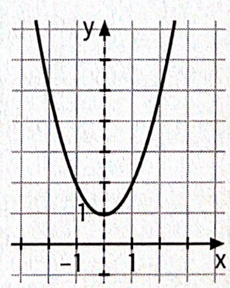


24. a)



Nullstellen: −2; 2

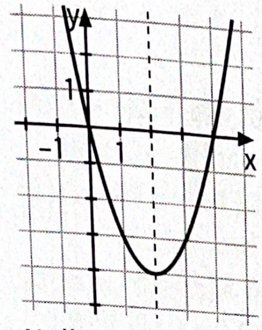
b)



keine Nullstelle

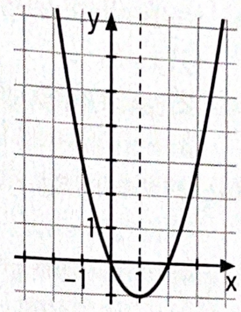
136

24. c)



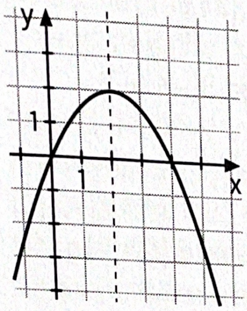
Nullstellen: 0; 4

d)



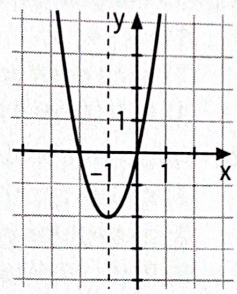
Nullstellen: 0; 2

e)



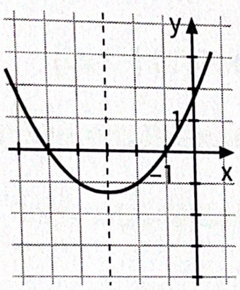
Nullstellen: 0; 4

f)



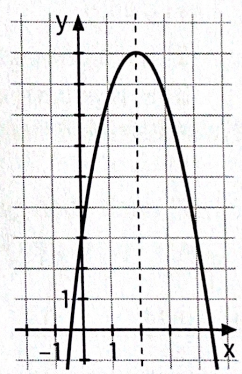
Nullstellen: −2; 0

g)



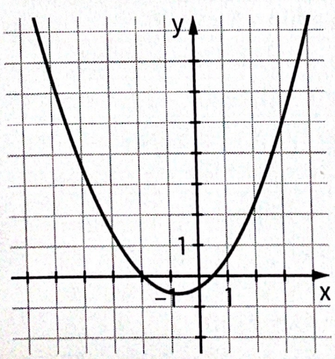
Nullstellen: −5; −1

h)



Nullstellen: $2-\sqrt{6} \approx -0{,}45$;
$2+\sqrt{6} \approx 4{,}45$

i)



Nullstellen: −2; 0,5

136

25. a) Nullstellen: $x = 9$ und $x = 1$
(1) $x = 5$
(2) nach oben geöffnet; tiefster Punkt $S(5|-16)$
(3) $P_1(0|9)$ und $P_2(10|9)$

b) Nullstelle: $x = -3$
(1) $x = -3$
(2) nach oben geöffnet; tiefster Punkt $S(-3|0)$
(3) $P_1(0|9)$ und $P_2(-6|9)$

c) Nullstellen: $x = -6$ und $x = -2$
(1) $x = -4$
(2) nach oben geöffnet; tiefster Punkt $S(-4|-3)$
(3) $P_1(0|9)$ und $P_2(-8|9)$

d) Nullstellen: $x = 2{,}5$ und $x = 0{,}5$
(1) $x = 1{,}5$
(2) nach unten geöffnet; höchster Punkt $S(1{,}5|2)$
(3) $P_1(0|-2{,}5)$ und $P_2(3|-2{,}5)$

e) Nullstellen: $x = 2{,}7$ und $x = -0{,}3$
(1) $x = 1{,}2$
(2) nach oben geöffnet; tiefster Punkt $S(1{,}2|-2{,}25)$
(3) $P_1(0|-0{,}81)$ und $P_2(2{,}4|-0{,}81)$

f) Nullstellen: $t = 0$ und $t = 4$
(1) $t = 2$
(2) nach oben geöffnet; tiefster Punkt $S(2|-1)$
(3) $P_1(0|0)$ und $P_2(4|0)$

137

26. a) $r < 16$ **b)** $r = 16$ **c)** $r > 16$

27. a) Der Graph steigt für $x \geq 1$ und fällt für $x \leq 1$.
Der Graph liegt oberhalb der x-Achse für $x < -5$ oder $x > 7$;
er liegt unterhalb der x-Achse für $-5 < x < 7$.

b) Der Graph steigt für $x \leq -2{,}5$ und fällt für $x \geq -2{,}5$.
Der Graph liegt oberhalb der x-Achse für $-3{,}5 < x < -1{,}5$;
er liegt unterhalb der x-Achse für $x < -3{,}5$ oder $x > -1{,}5$.

c) Der Graph steigt für $x \leq -10$ und fällt für $x \geq -10$.
Der Graph liegt oberhalb der x-Achse für $-12{,}5 < x < -7{,}5$;
er liegt unterhalb der x-Achse für $x < -12{,}5$ oder $x > -7{,}5$.

d) Der Graph steigt für $x \leq 22{,}5$ und fällt für $x \geq 22{,}5$.
Der Graph liegt oberhalb der x-Achse für $20 < x < 25$;
er liegt unterhalb der x-Achse für $x < 20$ oder $x > 25$.

e) Der Graph steigt für $x \leq -2$ und fällt für $x \geq -2$.
Der Graph liegt oberhalb der x-Achse für $-2 - \sqrt{5} < x < -2 + \sqrt{5}$;
er liegt unterhalb der x-Achse für $x < -2 - \sqrt{5}$ oder $x > -2 + \sqrt{5}$.

f) Der Graph steigt für $x \geq 5$ und fällt für $x \leq 5$.
Der Graph liegt überall oberhalb der x-Achse.