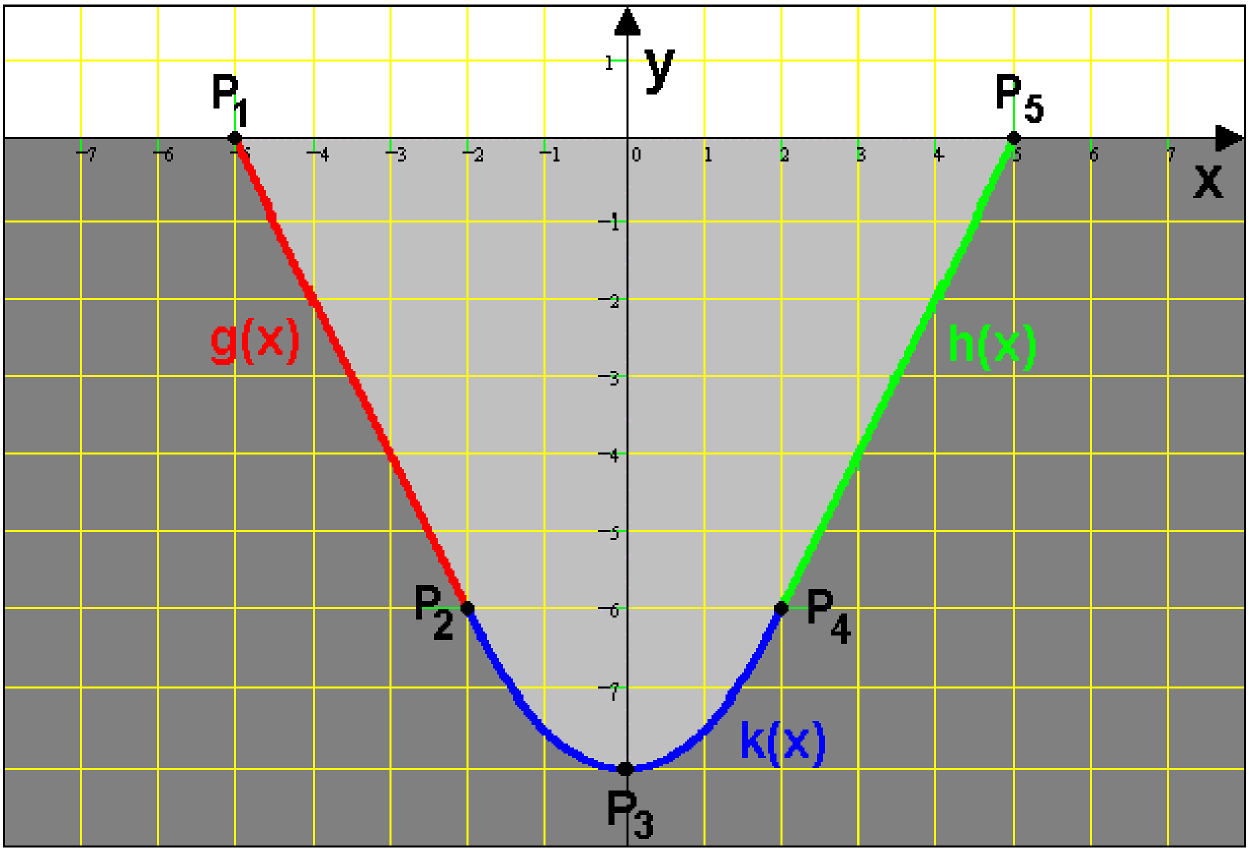
Übungsarbeit

Aufgabe 1.



a) Die Querschnittsfläche eines Abwasserkanals ist im unteren Teil von einer Parabel k begrenzt, an die sich nach oben die beiden Geraden g und h anschließen.
Bestimmen Sie die Funktionsgleichungen für diese drei Funktionen, und geben Sie die abschnittweise definierte Funktion f an, durch die die Querschnittsfläche des Kanals festgelegt ist.

b) Bei dieser Teilaufgabe sollen die drei Funktionen k, g und h für alle reellen Zahlen definiert sein. Zeigen Sie, dass die Geraden g und h Tangenten an die Parabel k sind.

Aufgabe 2

Lösen Sie das folgende Gleichungssystem mit Hilfe des Gauß - Verfahrens.

$$\begin{array}{rcrcrcrcrcr}
2a & + & 3b & - & 5c & + & 6d & - & 4e & = & 16 \\
4a & - & 3b & + & 2c & - & 5d & + & 3e & = & -2 \\
-2a & + & 12b & - & 4c & + & 8d & - & 9e & = & -1 \\
a & - & 2b & - & 3c & + & 4d & + & 7e & = & 54 \\
-4a & + & 6b & + & 8c & - & 3d & + & 5e & = & 3
\end{array}$$

Aufgabe 3

Der Graph einer ganzen rationalen Funktion vierten Grades der Form

$f(x) = a\,x^4 + b\,x^3 + c\,x^2 + d\,x + e$ a,b,c,d,e Î R, a ¹ 0

verläuft durch die Punkte

$P_1 = (-1\ /\ -3{,}2)$, $P_2 = (2\ /\ 0{,}85)$, $P_3 = (4\ /\ -1{,}95)$ und $P_4 = (5\ /\ -3{,}2)$.

Der Funktionsgraph schneidet die y-Achse an der Stelle $y_S = -1{,}95$.

a) Bestimmen Sie die Funktionsgleichung von f.

b) Berechnen Sie die Nullstellen der Funktion f.

c) Fertigen Sie eine Wertetabelle an, und zeichnen Sie den Graphen von f in ein Koordinatensystem ein.

d) Geben Sie mit Hilfe der Zeichnung bzw. der Wertetabelle die Koordinaten des Hochpunktes H und die Koordinaten der beiden Tiefpunkte T_1 und T_2 des Graphen von f an.

e) Eine Parabel $k(x) = f\,x^2 + g\,x + h$ $f,g,h \in R$, $f \neq 0$ verläuft durch den Hochpunkt H und durch die beiden Tiefpunkte T_1 und T_2 von f.
Bestimmen Sie die Parabelgleichung.

f) Bestimmen Sie die Nullstellen der Parabel k.

g) Bestimmen Sie die Gleichungen der Tangenten g und h, die die Parabel in den beiden Punkten T_1 und T_2 berühren.

h) Die Tangenten g und h schneiden die Tangente w, die die Parabel im Scheitelpunkt berührt, in den Punkten R und S.
Bestimmen Sie die Koordinaten dieser beiden Schnittpunkte.

i) Die Punkte T_1, T_2, S und R sind die Eckpunkte eines speziellen Vierecks.
Um was für ein Viereck handelt es sich dabei ?

j) Berechnen Sie den Flächeninhalt A des Vierecks T_1,T_2,S,R.

k) Fertigen Sie für die Parabel k eine Wertetabelle an.
Zeichnen Sie die Parabel k, die Tangenten g, h und w sowie das Viereck T_1,T_2,S,R in das Koordinatensystem ein.

Lösungen

1a) Die allgemeine Parabelgleichung lautet: $k(x) = a\,x^2 + b\,x + c$
Der Graph der Parabel verläuft durch die Punkte: $P_2 = (-2\,/\,-6)$, $P_3 = (0\,/\,-8)$ und $P_4 = (2\,/\,-6)$. Die Parabel schneidet die y-Achse an der Stelle $y_S = 8$. Folglich gilt: $c = 8$.
Da der Scheitelpunkt P_3 der Parabel auf der y-Achse liegt, ist der Graph der Parabel symmetrisch zur y-Achse. Diese Symmetrie erkennt man außerdem an den Koordinaten der Punkte P_2 und P_4.
Aufgrund der Symmetrie gilt: $b = 0$.
Die Variable a erhält man durch Einsetzen der Koordinaten von P_2 oder P_4 in die Funktionsgleichung $a\,x^2 - 8 = k(x)$

$$4\,a - 8 = -6 \quad \Leftrightarrow \quad 4\,a = 2 \quad \Leftrightarrow \quad a = \frac{1}{2}$$

Die Funktionsgleichung der Parabel lautet: $\underline{\underline{k(x) = \frac{1}{2}\,x^2 - 8}}$

Bestimmung der Funktionsgleichungen für die Geraden g und h:

$$m_g = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{-6}{-2 - (-5)} = \frac{-6}{3} = -2$$

Durch Einsetzen der Koordinaten von P_1 erhält man:

$$-2 \cdot 8 - 5) + b_g = 0 \quad \Leftrightarrow \quad b_g = -10$$

Die Funktionsgleichung für die Gerade g lautet: $\underline{\underline{g(x) = -2\,x - 10}}$

Im Diagramm erkennt man, dass man die Gerade h durch Spiegelung Der Geraden g an der y-Achse erhält. Folglich lautet die Funktionsgleichung für die Gerade h: $\underline{\underline{h(x) = 2\,x - 10}}$

Die abschnittweise definierte Funktion f hat die Darstellung:

$$f(x) = \begin{cases} -2\,x - 10 & \text{für } -5 \le x < -2 \\ \frac{1}{2}\,x^2 - 8 & \text{für } -2 \le x \le 2 \\ 2\,x - 10 & \text{für } 2 < x \le 5 \end{cases}$$

1b)

$$\begin{array}{rcl} k(x) & = & g(x) \\ \frac{1}{2}x^2 - 8 & = & -2x - 10 \qquad (*) \\ \frac{1}{2}x^2 + 2x + 2 & = & 0 \\ x^2 + 4x + 4 & = & 0 \\ (x+2)^2 & = & 0 \\ x & = & -2 \qquad g(-2) = k(-2) = -6 \end{array}$$

Da die Gleichung (*) nur eine einzige Lösung hat, ist die Gerade g eine Tangente an die Parabel k. Der Berührpunkt ist: $P_3 = (-2/-6)$.

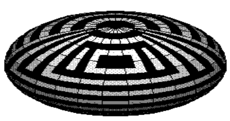
$$\begin{array}{rcl} k(x) & = & h(x) \\ \frac{1}{2}x^2 - 8 & = & 2x - 10 \\ \frac{1}{2}x^2 - 2x + 2 & = & 0 \\ x^2 + 4x + 4 & = & 0 \\ (x-2)^2 & = & 0 \\ x & = & 2 \qquad h(2) = p(2) = -6 \end{array}$$

Da die Gleichung (**) nur eine einzige Lösung hat, ist die Gerade h eine Tangente an die Parabel k. Der Berührpunkt ist: $P_4 = (2/-6)$.

<u>Aufgabe 2</u>

$$\left(\begin{array}{rrrrr|r} 2 & 3 & -5 & 6 & -4 & 16 \\ 4 & -3 & 2 & -5 & 3 & -2 \\ -2 & 12 & -4 & 8 & -9 & -1 \\ 1 & -2 & -3 & 4 & 7 & 54 \\ -4 & 6 & 8 & -3 & 5 & 3 \end{array}\right) \begin{array}{c} \\ 2\cdot\mathrm{I}-\mathrm{II} \\ \mathrm{I}+\mathrm{II} \\ \mathrm{III}+2\cdot\mathrm{IV} \\ \mathrm{IV}+2\cdot\mathrm{I} \end{array} \quad \hat{\mathrm{U}} \quad \left(\begin{array}{rrrrr|r} 2 & 3 & -5 & 6 & 4 & 16 \\ 0 & 9 & -12 & 17 & -11 & 34 \\ 0 & 15 & -9 & 14 & -13 & 15 \\ 0 & 8 & -10 & 16 & 5 & 107 \\ 0 & 12 & -2 & 9 & -3 & 35 \end{array}\right) \begin{array}{c} \\ \\ 5\cdot\mathrm{II}-3\cdot\mathrm{III} \\ 8\cdot\mathrm{II}-9\cdot\mathrm{IV} \\ 4\cdot\mathrm{III}-5\cdot\mathrm{V} \end{array}$$

$$\left(\begin{array}{rrrrr|r} 2 & 3 & -5 & 6 & -4 & 16 \\ 0 & 9 & -12 & 17 & -11 & 34 \\ 0 & 0 & -33 & 43 & -16 & 125 \\ 0 & 0 & -6 & -8 & -133 & -691 \\ 0 & 0 & -26 & 11 & -37 & -115 \end{array}\right) \begin{array}{c} \\ \\ \\ 6\cdot\mathrm{III}-33\cdot\mathrm{IV} \\ 13\cdot\mathrm{IV}-3\cdot\mathrm{V} \end{array} \quad \hat{\mathrm{U}}$$



$$\left(\begin{array}{ccccc|c} 2 & 3 & -5 & 6 & -4 & 16 \\ 0 & 9 & -12 & 17 & -11 & 34 \\ 0 & 0 & -33 & 43 & -16 & 125 \\ 0 & 0 & 0 & 522 & 4293 & 23553 \\ 0 & 0 & 0 & -137 & -1618 & -8638 \end{array}\right) \quad 137 \cdot \underline{\text{IV}} + 522 \cdot \underline{\text{V}} \qquad \text{Û}$$

$$\left(\begin{array}{ccccc|c} 2 & 3 & -5 & 6 & -4 & 16 \\ 0 & 9 & -12 & 17 & -11 & 34 \\ 0 & 0 & -13 & 43 & -16 & 125 \\ 0 & 0 & 0 & 522 & 4293 & 23553 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -256455 & -1282275 \end{array}\right)$$

$$522\,d + 21465 = 23553$$
$$522\,d = 2088$$
$$d = 4$$

$$-33\,c + 172 - 80 = 125$$
$$-33c = 33$$
$$c = -1$$

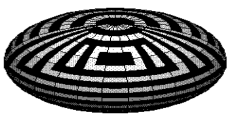
$$-256455\,e = -1282275$$
$$e = 5$$

$$9\,b + 12 + 68 - 55 = 34$$
$$9\,b = 9$$
$$b = 1$$

$$2\,a + 3 + 5 + 24 - 20 = 16$$
$$2\,a = 4$$
$$a = 2$$

Das Gleichungssystem hat die Lösung:

$$\underline{\underline{a = 2,\ b = 1,\ c = -1,\ d = 4 \text{ und } e = 5}}$$



Aufgabe 3

3 a) $f(x) = a\,x^4 + b\,x^3 + c\,x^2 + d\,x + e$ Da $y_S = -1{,}95$ ist, gilt:

$f(0) = -1{,}95$ also gilt $e = -1{,}95$

Damit erhält man: $a\,x^4 + b\,x^3 + c\,x^2 + d\,x = f(x) + 1{,}95 \quad (\alpha)$

Der Graph von f verläuft durch die Punkte P_1, P_2, P_3, P_4.

Durch Einsetzen der Koordinaten dieser Punkte in die Gleichung (α) entsteht das folgende Gleichungssystem:

$$
\begin{array}{rcrcrcrcr l l}
a & - & b & + & c & - & d & = & -1{,}25 & (***) & \\
16\,a & + & 8\,b & + & 4\,c & + & 2\,d & = & 2{,}8 & & |\ :2 \\
256\,a & + & 64\,b & + & 16\,c & + & 4\,d & = & 0 & & |\ :4 \\
625\,a & + & 125\,b & + & 25\,c & + & 5\,d & = & -1{,}25 & & |\ :5 \\
\hline
a & - & b & + & c & - & d & = & -1{,}25 & & \\
8a & + & 4\,b & + & 2\,c & + & d & = & 1{,}4 & & \mathrm{I}+\mathrm{II} \\
64\,a & + & 16\,b & + & 4\,c & + & d & = & 0 & & \mathrm{III}-\mathrm{II} \\
125\,a & + & 25\,b & + & 5\,c & + & d & = & -0{,}25 & & \mathrm{IV}-\mathrm{III} \\
\hline
9\,a & + & 3\,b & + & 3\,c & & & = & 0{,}15 & & \\
56\,a & + & 12\,b & + & 2\,c & & & = & -1{,}4 & & \mathrm{I}-3\cdot\mathrm{II} \\
61\,a & + & 9\,b & + & c & & & = & -0{,}25 & (**) & \mathrm{II}-2\cdot\mathrm{III} \\
\hline
-174\,a & - & 24\,b & & & & & = & 0{,}9 & & |\ :\ 6 \\
-66a & - & 6\,b & & & & & = & -0{,}9 & & |\ :(-6) \\
\hline
29\,a & + & 4\,b & & & & & = & -0{,}15 & & \\
11\,a & + & b & & & & & = & 0{,}15 & (*) & \mathrm{I}-4\cdot\mathrm{II} \\
\hline
15\,a & & & & & & & = & -0{,}75 & & \\
a & & & & & & & = & 0{,}05 & & \text{in } (*)
\end{array}
$$

$11\cdot 0{,}05 + b = 0{,}15 \quad\Leftrightarrow\quad b = -0{,}4 \quad \text{in } (**)$

$61\cdot 0{,}05 + 9\cdot(-0{,}4) + c = -0{,}25 \quad\Leftrightarrow\quad c = 0{,}3 \quad \text{in } (***)$

$-0{,}25 - 0{,}4 - 0{,}25 + d = -1{,}25 \quad\Leftrightarrow\quad d = 2$

Die Funktionsgleichung lautet: $\underline{\underline{f(x) = 0{,}05\,x^4 - 0{,}4\,x^3 + 0{,}3\,x^2 + 2\,x - 1{,}95}}$

3 b) Die Nullstellen der Funktion bleiben erhalten, wenn man die Funktionsgleichung mit einer reellen Zahl $\alpha \neq 0$ multipliziert. Bei der Funktion sei $\alpha = 20$. Es ist also die Gleichung $x^4 - 8\,x^3 + 6\,x^2 + 40\,x - 39 = 0$ zu lösen.

Es gilt: $x_{01} = 1$ durch Probe

$$(x^4 - 8x^3 + 6x^2 + 40x - 39) : (x-1) = x^3 - 7x^2 - x + 39$$
$$\underline{x^4 - x^3}$$
$$-7x^3 + 6x^2$$
$$\underline{-7x^3 + 7x^2}$$
$$-x^2 + 40x$$
$$\underline{-x^2 + x}$$
$$39x - 39$$
$$\underline{39x - 39}$$
$$0$$

$x^3 - 7x^2 - x + 39 = 0$ Es gilt $x_{02} = 3$ durch Probe

$$(x^3 - 7x^2 - x + 39) : (x-3) = x^2 - 4x - 13$$
$$\underline{x^3 - 3x^2}$$
$$-4x^2 - x$$
$$\underline{-4x^2 + 12x}$$
$$-13x + 39$$
$$\underline{-13x + 39}$$
$$0$$

$$
\begin{aligned}
x^2 - 4x - 13 &= 0 \\
x^2 - 4x &= 13 \\
x^2 - 4x + 4 &= 17 \\
(x-2)^2 &= \pm\sqrt{17} \\
x_{03} &= 2 + \sqrt{17} \approx 6{,}123 \\
x_{04} &= 2 - \sqrt{17} \approx -2{,}123
\end{aligned}
$$

Die Nullstellen der Funktion f sind: $\underline{\underline{x_{01} = 1,\ x_{02} = 3,\ x_{03} = 2 + \sqrt{17}}}$

und $\underline{\underline{x_{04} = 2 - \sqrt{17}}}$

3 c)

x	-2,3	-2,123	-2	-1,5	-1	-0,5	0
f(x)	1,303	0	-0,75	-2,672	-3,2	-2,822	-1,95

x	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
f(x)	-0,922	0	0,628	0,85	0,628	0	-0,922

x	4	4,5	5	5.5	6	6,123	6,3
f(x)	-1,95	-2,822	-3,2	-2,672	-0,75	0	1,303

3 d) Der Hochpunkt des Graphen von f hat die Koordinaten $\underline{\underline{H = (2 \,/\, 0{,}85)}}$

Die Koordinaten der Tiefpunkte sind: $\underline{\underline{T_1 = (-1/-3{,}2)}}$ und $\underline{\underline{T_2 = (5\,/-3.2)}}$

3 e) Die allgemeine Parabelgleichung lautet: $f x^2 + g x + h = k(x)$, $f,g,h \in R$, $f \neq 0$ durch Einsetzen der Koordinaten der punkte H, T_1 und T_2 erhält man das folgende Gleichungssystem:

$$
\begin{array}{rcrcccrcc}
4f & + & 2g & + & h & = & 0{,}85 & & \underline{\mathrm{I}} - \underline{\mathrm{II}} \\
f & - & g & + & h & = & -3{,}2 & (**) & \\
25f & + & 5g & + & h & = & -3{,}2 & & \underline{\mathrm{III}} - \underline{\mathrm{I}} \\
\hline
3f & + & 3g & & & = & 4{,}05 & (*) & \underline{\mathrm{II}} - \underline{\mathrm{I}} \\
21f & + & 3g & & & = & -4{,}05 & & \\
\hline
\end{array}
$$

$$18f = -8{,}1$$

$$f = -0{,}45 \qquad \text{in } (*)$$

$$3 \cdot (-0{,}45) + 3g = 4{,}05 \quad \Leftrightarrow \quad g = 1{,}8 \qquad \text{in } (**)$$

$$-0{,}45 - 1{,}8 + h = -3{,}2 \quad \Leftrightarrow \quad h = -0{,}95$$

Die Parabel k, die durch den Hochpunkt H und die beiden Tiefpunkte T_1 und T_2 des Graphen von f verläuft, hat die Funktionsgleichung:

$$\underline{\underline{k(x) = -0{,}45\,x^2 + 1{,}8\,x - 0{,}95}}$$

3 f)

$$
\begin{aligned}
-0{,}45\,x^2 + 1{,}8\,x - 0{,}95 &= 0 \\
x^2 - 4x + \frac{19}{9} &= 0 \\
x^2 - 4x &= -\frac{19}{9} \\
x^2 - 4x + 4 &= \frac{36}{9} - \frac{19}{9} \\
x - 2 &= \pm\sqrt{\frac{17}{9}} \\
x_{01} &= 2 + \frac{1}{3}\sqrt{17} \approx 3{,}374 \\
x_{02} &= 2 - \frac{1}{3}\sqrt{17} \approx 0{,}626
\end{aligned}
$$

Die Parabel k hat die Nullstellen

$\underline{\underline{x_{01} = 2 + \frac{1}{3}\sqrt{17} \approx 3{,}374}}$ und $\underline{\underline{x_{02} = 2 - \frac{1}{3}\sqrt{17} \approx 0{,}626}}$

3 g)

$$g(x) = m\,x + b$$

Durch Einsetzen der Koordinaten von T_1 erhält man:

$$-3{,}2 = -m + b \quad \Leftrightarrow \quad b = m - 3{,}2 \quad (*)$$

Da T_1 Berührpunkt der Tangente g an die Parabel k ist, gilt:

$$\begin{aligned}
k(x_1) &= g(x_1) \\
-0{,}45\,x_1^2 + 1{,}8\,x_1 - 0{,}95 &= m\,x_1 + b \\
x_1^2 - 4\,x_1 + \frac{19}{9} &= -\frac{20}{9}\,m\,x_1 - \frac{20}{9}\,b \\
x_1^2 + \frac{20}{9}\,m\,x_1 - 4\,x_1 &= -\frac{20}{9}\,b - \frac{19}{9} \\
x_1^2 + \left(\frac{20}{9}\,m - 4\right)x_1 + \left(\frac{10}{9}\,m - 2\right)^2 &= -\frac{20}{9}\,b - \frac{19}{9} + \left(\frac{10}{9}\,m - 2\right)^2 \\
\left(x_1 + \frac{10}{9}\,m - 2\right)^2 &= -\frac{20}{9}\,b - \frac{19}{9} + \frac{100}{81}\,m^2 - \frac{40}{9}\,m + \frac{36}{9} \\
x_1 + \frac{10}{9}\,m - 2 &= \pm\sqrt{\frac{100}{81}\,m^2 - \frac{40}{9}\,m - \frac{20}{9}\,b + \frac{17}{9}}
\end{aligned}$$

Da T_1 ein Berührpunkt ist, darf die quadratische Gleichung nur eine einzige Lösung haben; d.h. der Radikand hat den Wert Null.

$$\begin{aligned}
\frac{100}{81}\,m^2 - \frac{40}{9}\,m - \frac{20}{9}\,b + \frac{17}{9} &= 0 \\
m^2 - 3{,}6\,m - 1{,}8\,b + 1{,}53 &= 0 \qquad \text{mit } (*) \text{ folgt} \\
m^2 - 3{,}6\,m - 1{,}8\,(m - 3{,}2) + 1{,}53 &= 0 \\
m^2 - 5{,}4\,m + 7{,}29 &= 0 \\
(m - 2{,}7)^2 &= 0 \\
m &= 2{,}7 \\
b &= 2{,}7 - 3{,}2 = -0{,}5
\end{aligned}$$

Die Tangente g hat die Funktionsgleichung: $\underline{\underline{g(x) = 2{,}7\,x - 0{,}5}}$

$$h(x) = m\,x + b$$

Durch Einsetzen der Koordinaten von T_2 erhält man:

$$-3{,}2 = 5\,m + b \quad \Leftrightarrow \quad b = -5\,m - 3{,}2 \quad (*)$$

Da T_2 Berührpunkt der Tangente h an die Parabel k ist, gilt:

$$k(x_2) = h(x_2)$$

Aus der gleichen Rechnung wie oben folgt wieder: Da T_2 ein Berührpunk ist, darf die quadratische Gleichung nur eine einzige Lösung haben. Das bedeutet aber, dass der Radikand den wert Null annehmen muß.

$$\begin{aligned}
m^2 - 3{,}6\,m - 1{,}8\,b + 1{,}53 &= 0 \qquad \text{mit } (*) \text{ folgt}\\
m^2 - 3{,}6\,m - 1{,}8\,(-5\,m - 3{,}2) + 1{,}53 &= 0\\
m^2 + 5{,}4\,m + 7{,}92 &= 0\\
(m + 2{,}7)^2 &= 0\\
m &= -2{,}7\\
b &= -5 \cdot (-2{,}7) - 3{,}2 = 10{,}3
\end{aligned}$$

Die Tangente h hat die Funktionsgleichung $\underline{\underline{h(x) = -2{,}7\,x + 10{,}3}}$

3 h) Die Tangente w an den Scheitelpunkt H = (2 / 0,85) hat die Steigung 0.
Es gilt: $w(x) = 0{,}85 = \text{const}$

$$\begin{aligned}
&& g(x) &= w(x) &&\\
2{,}7\,x - 0{,}5 = 0{,}85 &\Leftrightarrow & 2{,}7\,x &= 1{,}35 &\Leftrightarrow\ & x = 0{,}5
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&& h(x) &= w(x) &&\\
-2{,}7\,x + 10{,}3 = 0{,}85 &\Leftrightarrow & -2{,}7\,x &= -9{,}45 &\Leftrightarrow\ & x = 3{,}5
\end{aligned}$$

Die Koordinaten der beiden Schnittpunkte sind:

$\underline{\underline{R = (0{,}5 / 0{,}85)}}$ und $\underline{\underline{S = (3{,}5 / 0{,}85)}}$

3 i) Da die y-Koordinaten der Punkte R und S und ebenfalls die y-Koordinaten der Punkte T_1 und T_2 gleich sind, gilt:
Die Strecken $\overline{RS}$ und $\overline{T_1T_2}$ sind parallel.
Das Viereck T_1T_2SR ist ein $\underline{\underline{\text{Trapez.}}}$

3 j) Für den Flächeninhalt A des Trapezes gilt: $A = \frac{1}{2}\left(\overline{RS} + \overline{T_1T_2}\right) \cdot h$

Die Höhe des Trapezes ist der Abstand zwischen den Strecken $\overline{RS}$ und $\overline{T_1T_2}$.

$$A = \frac{1}{2}[(3{,}5 - 0{,}5) + (5 - (-1))] \cdot [0{,}85 - (-3{,}2)] = \frac{1}{2}(3 + 6) \cdot 6 \cdot 4{,}05 = 109{,}35$$

Das Trapez hat den Flächeninhalt $\underline{\underline{A = 109{,}35\ \text{FE}}}$

zu k)

x	-2	$-1{,}5$	-1	$-0{,}5$	0	0,5
k(x)	$-6{,}35$	$-4{,}663$	$-3{,}2$	$-1{,}963$	$-0{,}95$	$-0{,}163$

x	1	1,5	2	2,5	3	3,5
k(x)	0,4	0,738	0,85	0,738	0,4	$-0{,}163$

x	4	4,5	5	5,5	6
k(x)	$-0{,}95$	$-1{,}963$	-3,2	-4,663	$-6{,}35$

zu Aufgabe c) und k)