Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie

# Abschlussprüfung
# an der Berufsoberschule im Schuljahr 2016/2017

| Fach | Mathematik (A) |
|---|---|
| **Nur für die Lehrkraft** | |
| Prüfungstag | 3. Mai 2017 |
| Prüfungszeit | 09:00 – 13:00 Uhr |
| Zugelassene Hilfsmittel | Nicht graphikfähiger Taschenrechner mit gelöschtem Programmierteil, kein CAS-Rechner, Handbuch/Gebrauchsanleitung muss vorliegen, Formelsammlung, Rechtschreib-Wörterbuch (siehe Aufgabendeckblatt) |
| Allgemeine und spezielle Arbeitshinweise | Beachten Sie bitte das Schülerdeckblatt. |
| Erwartungs-horizonte | Die Beschreibungen der erwarteten Leistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt.<br>Die aufgeführten Lösungswege zeigen immer nur eine Variante auf. Für andere Lösungswege oder Lösungsansätze, die schlüssig dargestellt werden und zu richtigen Zwischen- oder Endergebnissen führen, sind die vorgesehenen Bewertungseinheiten (BE) entsprechend zu vergeben. Wird jedoch der im Erwartungshorizont dargestellte Lösungsweg vom Prüfling verwendet, so sind die BE in der angegebenen Weise aufzuteilen. Damit die Möglichkeit besteht, den eigenen didaktischen Aspekten bei der Bewertung genug Raum zu geben, werden in der Regel die BE nicht kleinschrittig zugeordnet. Die Summe der BE pro Teilaufgabe ist verbindlich.<br>Sind Zwischenergebnisse nicht korrekt ermittelt worden und die sich auf diesen Zwischenergebnissen aufbauenden weiteren Lösungswege schlüssig und nicht mit neuen Fehlern versehen, so sind die BE entsprechend zu erteilen (Folgefehler). Dieses Vorgehen ist nicht anzuwenden, wenn eine offensichtlich nicht sinnvolle Lösung unkommentiert bleibt oder der Lösungsweg durch den Fehler erheblich einfacher geworden ist.<br>Die Verwendung von entsprechenden Operatoren in den Aufgabenstellungen erfordert vom Prüfling schriftliche Erläuterungen seiner Überlegungen. Bei der Bewertung dieser Erläuterungen, auf deren Darstellung im Erwartungshorizont weitgehend verzichtet wird, kann die Lehrkraft ihren pädagogischen Spielraum nutzen und sich an ihrer bisherigen Unterrichtspraxis orientieren. Im Erwartungshorizont wird teilweise auf formale mathematische Vollständigkeit verzichtet, wenn diese vom Schüler in der Regel nicht unbedingt zu erwarten ist. |

| Aufgabe Nr. | Soll |
|---|---|
| 1 | 34 |
| 2 | 33 |
| 3 | 33 |
| **Summe:** | 100 |

**Aufgabenvorschlag A**

## 1 Exponentialfunktionen /34

Eine Schadsoftware zum Ausspähen von Computern verbreitet sich über E-Mail-Kontakte. Die Anzahl befallener Computer steigt zunächst stark an. Durch Installation eines Sicherheitsupdates wird die Schadsoftware unschädlich gemacht.
Die Anzahl der befallenen Computer kann durch die Funktion $f$ beschrieben werden:
$f(x) = 20x \cdot e^{1-0{,}3x}$
Dabei gibt $x$ die Zeit in Tagen an, die seit dem ersten Auftreten verstrichen ist und $f(x)$ die Anzahl der befallenen Computer in 1000 Stück. Der Vorgang beginnt bei $x = 0$.
Der Graph der Funktion ist $G_f$.

**1.1** Ergänzen Sie die Wertetabelle. **/2**

| $x$ in Tagen | 0 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f(x)$ | 0 | | 59,67 | | | 39,46 | 27,07 | |

**1.2** Berechnen Sie mit Hilfe der ersten und zweiten Ableitung, zu welchem Zeitpunkt die größte Anzahl von Computern befallen sein wird. Geben Sie diesen Zeitpunkt auch in Tagen und Stunden an. **/10**
Berechnen Sie die Anzahl der zu diesem Zeitpunkt infizierten Computer.
[Zur Kontrolle: $f'(x) = (-6x + 20) \cdot e^{1-0{,}3x}$]

**1.3** Berechnen Sie mit Hilfe der zweiten Ableitung $f''$, wann die Anzahl der betroffenen Computer am stärksten zurückgeht. **/4**
Geben Sie an, wie groß die Abnahme pro Tag zu diesem Zeitpunkt ist.
Geben Sie die Anzahl der infizierten Computer zu diesem Zeitpunkt an.

[Hinweis: Auf die Prüfung des Ergebnisses z. B. mit Hilfe der 3. Ableitung kann verzichtet werden.]

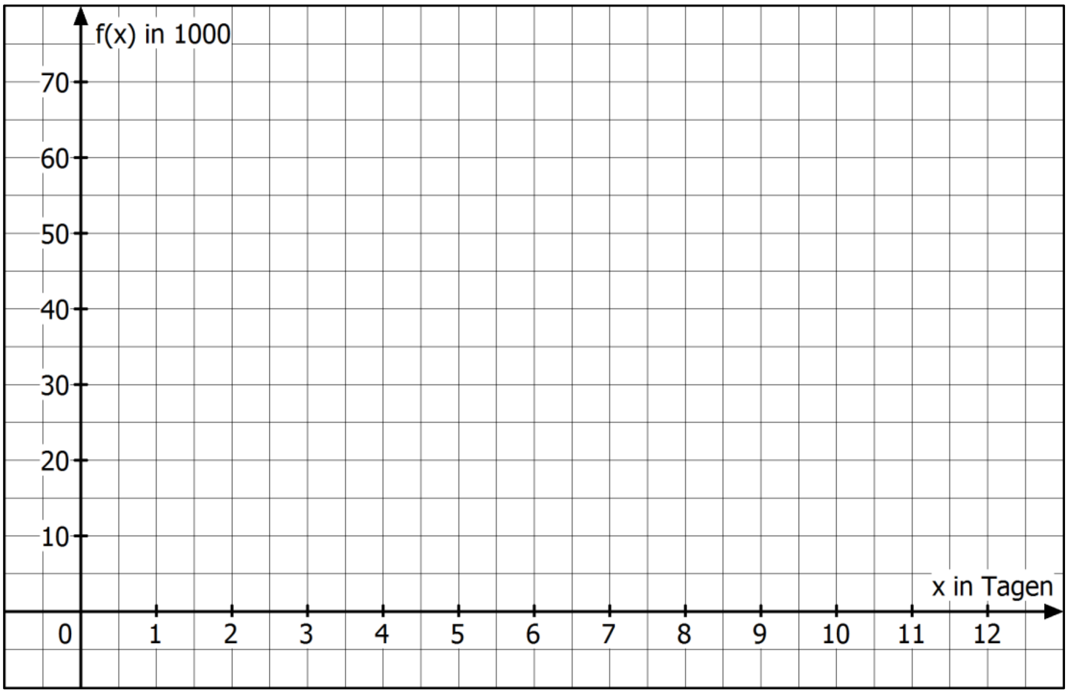
**1.4** Zeichnen Sie unter Verwendung Ihrer errechneten Ergebnisse und der Tabellenwerte $G_f$ im Intervall $[0;12]$ in das Koordinatensystem auf der folgenden Seite. **/4**

**1.5** Um die durchschnittliche Anzahl der betroffenen Computer während der ersten 12 Tage zu erhalten, kann das Integral $\int_0^{12} f(x)\,dx$ berechnet und durch die Anzahl der Tage (12) geteilt werden. **/8**
Zeigen Sie, dass die Funktion $F$ mit $F(x) = \left(-\frac{200}{3}x - \frac{2000}{9}\right) \cdot e^{1-0{,}3x}$ eine Stammfunktion von $f$ ist.
Berechnen Sie die durchschnittliche Anzahl der betroffenen Computer.

**1.6** Die Ausbreitung eines anderen Computervirus wird durch die Funktion $g$ mit $g(x) = 15x \cdot e^{2-0{,}4x}$ beschrieben. **/6**
Berechnen Sie, zu welchem Zeitpunkt $x > 0$ die Funktionen $f$ und $g$ die gleiche Anzahl befallener Computer ergeben.

**Fortsetzung auf der nächsten Seite →**

**Koordinatensystem zu Aufgabe 1.4:**



## 2 Gebrochenrationale Funktionen /33

Gegeben ist die Funktion *f* mit $f(x)=\frac{9-x^2}{x^2+3}$; $x \in \mathbb{R}$.
Der Graph der Funktion ist $G_f$.

**2.1** Weisen Sie nach, dass der Graph von *f* achsensymmetrisch zur *y*-Achse ist. **/2**

**2.2** Berechnen Sie die Schnittpunkte des Graphen mit den Koordinatenachsen. **/3**

**2.3** Weisen Sie rechnerisch nach, dass gilt: $f'(x)=\frac{-24x}{(x^2+3)^2}$. **/8**

Berechnen Sie Lage und Art des Extrempunktes von $G_f$.

[Hinweis: Ohne Nachweis dürfen Sie verwenden $f''(x)=\frac{72x^2-72}{(x^2+3)^3}$.]

**2.4** Berechnen Sie die Wendepunkte von $G_f$. **/3**

[Hinweis: Für die Ermittlung der Wendepunkte ist nur die Untersuchung der notwendigen Bedingung erforderlich.]

**2.5** Ergänzen Sie die Wertetabelle. **/5**

| $x$ | 0 | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f(x)$ | 3 | 2,692 | | | | -0,368 | | -0,692 |

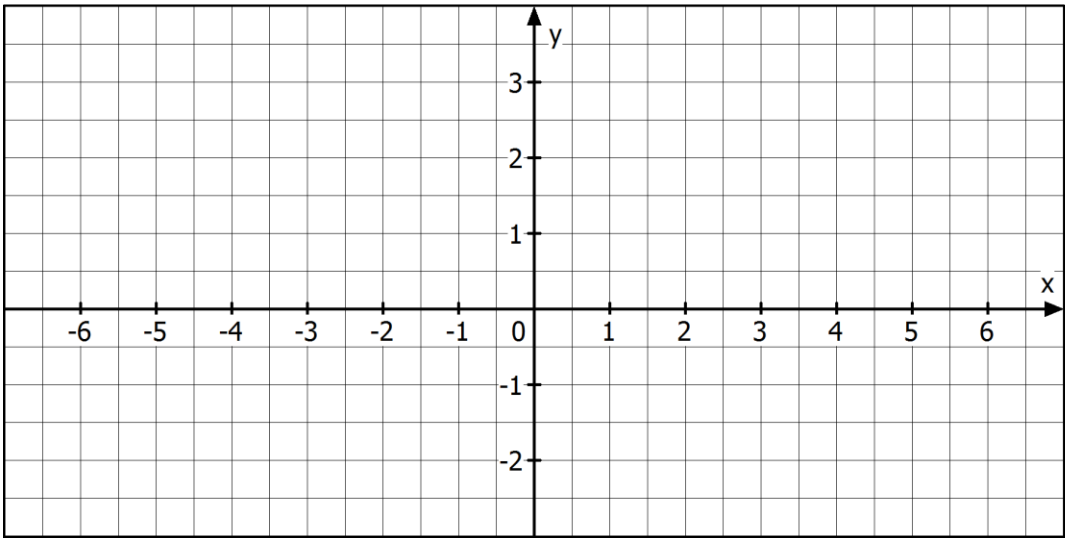
Zeichnen Sie unter Verwendung Ihrer berechneten Ergebnisse $G_f$ im Intervall $-6 \le x \le 6$ in das Koordinatensystem auf der folgenden Seite ein.

**2.6** Ermitteln Sie eine Gleichung der Tangente an $G_f$ im Punkt $P(1\,|\,f(1))$. **/5**
Zeichnen Sie die Tangente in die Grafik (siehe Aufgabe 2.5).

**2.7** Der Graph der Funktion $p(x)=2-\frac{1}{3}x^2$ ist eine nach unten geöffnete Parabel. **/7**
Untersuchen Sie, wie viele gemeinsamen Punkte die Graphen von *f* und *p* haben und geben Sie Koordinaten dieser Punkte an.

**Fortsetzung auf der nächsten Seite →**

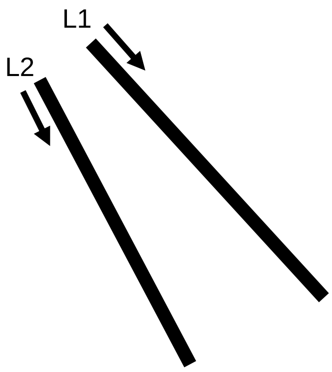
**Koordinatensystem zu Aufgabe 2.5:**



## 3 Analytische Geometrie /33

Ein Flughafen besitzt zwei Start- bzw. Landebahnen, die nicht parallel zueinander verlaufen (siehe Abbildung).
Das Flughafengelände liegt in der *x*-*y*-Ebene.
Die Landebahn L1 verläuft in Richtung des Vektors

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$




[Hinweise: Die Abbildung ist nicht maßstabsgerecht
1 LE = 1 m.]

Das Flugzeug F1 beginnt den Landeanflug auf den Flughafen zum Zeitpunkt $t = 0$ in 1200 m Höhe. Von diesem Zeitpunkt an fliegt es bis zum Aufsetzen auf den Boden mit konstanter Geschwindigkeit auf einer geradlinigen Flugbahn.
Der Verlauf des Landeanfluges wird durch folgende Geradengleichung dargestellt:

$$\vec{x} = \begin{pmatrix} -14000 \\ -13000 \\ 1200 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} 50 \\ 50 \\ -5 \end{pmatrix} \text{; } t \text{ ist die Zeit in Sekunden.}$$

**3.1** Bestimmen Sie den Punkt *A*, in dem sich das Flugzeug zur Zeit $t = 0$ befindet. **/2**

**3.2** Bestimmen Sie die Strecke, die das Flugzeug F1 in einer Minute zurücklegt.
Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Flugzeugs in km/h. **/5**

**3.3** Begründen Sie, dass der Landeanflug von F1 in Richtung der Landebahn L1 verläuft.
Berechnen Sie die Koordinaten des Punktes *B*, in welchem das Flugzeug auf der Landebahn aufsetzt.
Berechnen Sie die Dauer des Landeanflugs von F1 von Punkt *A* nach Punkt *B*. **/9**

Ein anderes Flugzeug F2 befindet sich zum Zeitpunkt $t = 0$ im Punkt $P(-23000 \mid -22000 \mid 2100)$ und soll nach 7 Minuten im Punkt $Q(-2000 \mid -1000 \mid 0)$ landen.
Der Landeanflug erfolgt ebenfalls mit konstanter Geschwindigkeit entlang einer geradlinigen Bahn.

**3.4** Berechnen Sie die Strecke, die das Flugzeug F2 bis zur Landung zurücklegen muss.
Bestimmen Sie eine Gleichung der Geraden, die den Landeanflug von F2 beschreibt.
Ermitteln Sie, welche Flughöhe das Flugzeug F2 nach 20 Sekunden hat. **/12**

[Zur Kontrolle: $\vec{x} = \begin{pmatrix} -23000 \\ -22000 \\ 2100 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 50 \\ 50 \\ -5 \end{pmatrix}$]

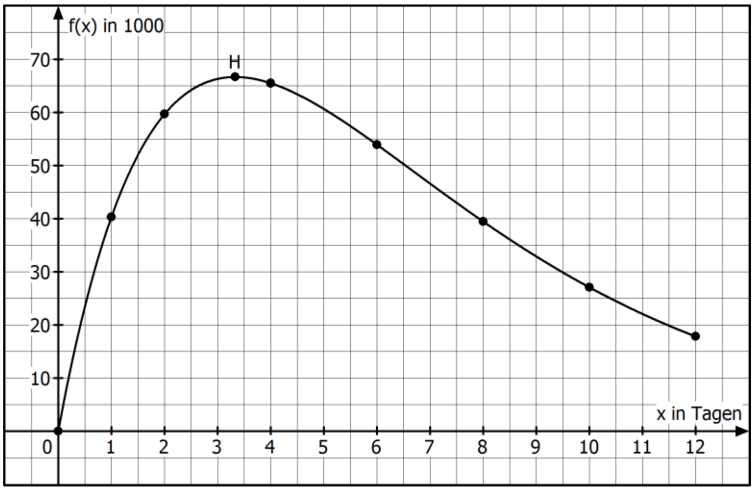
**3.5** Vergleichen Sie die Landeanflüge der beiden Flugzeuge in Hinsicht auf **/5**

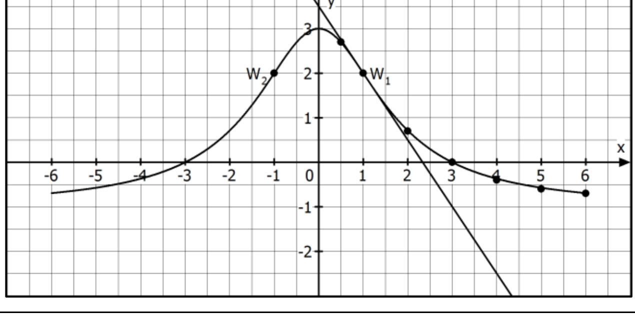
- Landegeschwindigkeit
- zeitlicher Abstand des Landens
- Landepunkt
- verwendete Landebahn

[Hinweis: Zeitpunkt $t = 0$ bedeutet für beide Geraden die gleiche Uhrzeit.]

**Erwartungshorizont für Aufgabenvorschlag A**

<table>
<tr><th rowspan="2">Teil-aufgabe</th><th rowspan="2">Beschreibung der erwarteten Schülerleistung</th><th colspan="3">BE/AB</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>1.1</td><td>
<table>
<tr><td>$x$ in Tagen</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td></tr>
<tr><td>$f(x)$</td><td>0</td><td>40,28</td><td>59,67</td><td>65,50</td><td>53,92</td><td>39,46</td><td>27,07</td><td>17,83</td></tr>
</table>
</td><td>2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1.2</td><td>
$f'(x)=0$<br>
$f'(x)=20\cdot e^{1-0,3x}+20x\cdot(-0,3)\cdot e^{1-0,3x}=(-6x+20)\cdot e^{1-0,3x}$<br>
$f''(x)=-6\cdot e^{1-0,3x}+(-6x+20)(-0,3)\cdot e^{1-0,3x}=(1,8x-12)\cdot e^{1-0,3x}$<br>
$0=(-6x+20)\cdot e^{1-0,3x}$, da $0\neq e^{1-0,3x}$ muss gelten:<br>
$0=-6x+20$<br>
$x_1=3,33$<br>
$f''(3,33)=-6<0\Rightarrow \text{Max}$ mit $f(3,33)=66,67$<br>
3,33 Tage sind 3 Tage und $\frac{3}{10}\cdot 24\text{ h}=8\text{ h}$<br>
Die maximale Anzahl von ca. 66670 befallenen Computern wird nach 3 Tagen und 8 Stunden erreicht sein.<br><br>
<u>Hinweis</u>: Sachlich angemessen sind hier und bei weiteren Ergebnissen auch stärkere Rundungen, hier also z. B. auch 66700.
</td><td></td><td>5<br><br>5</td><td></td></tr>
<tr><td>1.3</td><td>
Maximaler Rückgang der Anzahl ist im Wendepunkt der Funktion gegeben:<br>
$f''(x)=0$<br>
$0=(1,8x-12)\cdot e^{1-0,3x}$<br>
$0=1,8x-12$<br>
$x_1=6,67$<br>
$f'(6,67)=-7,36$<br>
$f(6,67)\approx 49,03$<br>
Die Anzahl der betroffenen Computer sinkt nach 6,67 Tagen am stärksten.<br>
Die Abnahme beträgt zu diesem Zeitpunkt 7360 Computer pro Tag.<br>
Die Anzahl der infizierten Computer zu diesem Zeitpunkt beträgt ca. 49000.
</td><td>4</td><td></td><td></td></tr>
</table>

| Teil-aufgabe | Beschreibung der erwarteten Schülerleistung | BE/AB I | BE/AB II | BE/AB III |
|---|---|---|---|---|
| 1.4 |  | 4 | | |
| 1.5 | $F(x)$ ist Stammfunktion von $f(x)$, wenn gilt: $F'(x)=f(x)$<br>$F'(x)=-\frac{200}{3}\cdot e^{1-0,3x}+\left(-\frac{200}{3}x-\frac{2000}{9}\right)\cdot(-0,3)\cdot e^{1-0,3x}$<br>$=\left(-\frac{200}{3}+20x+\frac{200}{3}\right)\cdot e^{1-0,3x}=20x\cdot e^{1-0,3x}=f(x)$ | | 3 | |
| | $\int_0^{12} f(x)dx=\left[\left(-\frac{200}{3}x-\frac{2000}{9}\right)\cdot e^{1-0,3x}\right]_0^{12}=528{,}14$ | | 3 | |
| | Durchschnittswert: $\frac{528{,}14}{12}=44{,}01$<br>Im Mittel waren während der ersten 12 Tage 44010 Computer betroffen. | | 2 | |
| 1.6 | Ansatz:<br>$f(x)=g(x)$<br>$20x\cdot e^{1-0,3x}=15x\cdot e^{2-0,4x}$ $\vert:(15x\cdot e^{1-0,3x})$<br>$\frac{4}{3}=\frac{e^{2-0,4x}}{e^{1-0,3x}}$<br>$\frac{4}{3}=e^{2-0,4x-(1-0,3x)}$ ; $\frac{4}{3}=e^{1-0,1x}$ $\vert$ ln<br>$\ln\frac{4}{3}=1-0{,}1x$ ; $x=\frac{\ln\frac{4}{3}-1}{-0{,}1}\approx 7{,}12$<br>Nach 7,12 Tagen zeigen beide Funktionen die gleiche Anzahl befallener Computer. | | | 6 |
| | Summen der BE in den Anforderungsbereichen | 10 | 18 | 6 |
| | Summe der BE | 34 | | |

<table>
<tr><th rowspan="2">Teil-<br>aufgabe</th><th rowspan="2">Beschreibung der erwarteten Schülerleistung</th><th colspan="3">BE/AB</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>2.1</td><td>Achsensymmetrie zur $y$-Achse:<br>$f(-x)=\frac{9-(-x)^2}{(-x)^2+3}=\frac{9-x^2}{x^2+3}=f(x)$</td><td>2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2.2</td><td>$x_N$ ist eine Nullstelle $\Leftrightarrow f(x_N)=0$<br>$\frac{9-x^2}{x^2+3}=0 \quad \Leftrightarrow \quad 9-x^2=0 \quad \Leftrightarrow \quad x_{N1/2}=\pm 3$<br>$S_{x1}(3\,|\,0)\,;S_{x2}(-3\,|\,0)$<br>$f(0)=\frac{9-0^2}{0^2+3}=3\,;\;S_y(0\,|\,3)$</td><td>3</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2.3</td><td>$f'(x)=\frac{(-2x)(x^2+3)-(9-x^2)2x}{(x^2+3)^2}$<br>$=\frac{-2x^3-6x-18x+2x^3}{(x^2+3)^2}=\frac{-24x}{(x^2+3)^2}$<br>$f''(x)=\frac{72x^2-72}{(x^2+3)^3}$<br>Berechnen des Extrempunktes:<br>$f'(x)=0 \Leftrightarrow -24x=0 \Leftrightarrow x_E=0$<br>$f''(x_E)=-2,\overline{6}<0$<br>$f(x_E)=3$<br>$H(0\,|\,3)$</td><td></td><td>4<br><br>4</td><td></td></tr>
<tr><td>2.4</td><td>$f''(x)=\frac{72(x^2-1)}{(x^2+3)^3}=0$<br>$72(x^2-1)=0$<br>$x_{W1/2}=\pm 1$<br>$f(\pm 1)=2\,;\;W_1(1\,|\,2)\,;\;W_2(-1\,|\,2)$</td><td></td><td>3</td><td></td></tr>
<tr><td>2.5</td><td><table><tr><td>$x$</td><td>0</td><td>0,5</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>$f(x)$</td><td>3</td><td>2,692</td><td>**2**</td><td>**0,714**</td><td>**0**</td><td>-0,368</td><td>**-0,571**</td><td>-0,692</td></tr></table><br></td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr>
</table>

| Teilaufgabe | Beschreibung der erwarteten Schülerleistung | BE/AB | | |
|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III |
| 2.6 | $y_T = mx + n$<br>$m = f'(1) = \frac{-24 \cdot 1}{(1^2+3)^2} = -\frac{3}{2}$<br>$n = f(1) + \frac{3}{2} \cdot 1 = \frac{8}{4} + \frac{3}{2} = \frac{7}{2}$<br>$y_T = -\frac{3}{2}x + \frac{7}{2}$<br>Tangente zeichnen (siehe Grafik 2.5) | | | 5 |
| 2.7 | $f(x) = p(x)$<br>$\frac{9-x^2}{x^2+3} = 2 - \frac{1}{3}x^2 \quad \vert \cdot (x^2+3)$<br>$9 - x^2 = (2 - \frac{1}{3}x^2)(x^2+3)$<br>$9 - x^2 = 2x^2 + 6 - \frac{1}{3}x^4 - x^2$<br>$\frac{1}{3}x^4 - 2x^2 + 3 = 0$; $x^4 - 6x^2 + 9 = 0$<br>Substitution<br>$z = x^2$<br>$z^2 - 6z + 9 = 0$<br>$z_1 = 3 + \sqrt{\frac{36}{4} - 9} = 3$<br>$z_2 = 3 - \sqrt{\frac{36}{4} - 9} = 3$<br>$x_{1/2} = \pm\sqrt{3}$<br>$p(x_1) = 1; P_1(\sqrt{3} \vert 1)$<br>$p(x_2) = 1 ; P_2(-\sqrt{3} \vert 1)$<br>Es gibt zwei gemeinsame Punkte. | | 3 | 4 |
| | Summen der BE in den Anforderungsbereichen | 7 | 17 | 9 |
| | Summe der BE | 33 | | |

<table>
<tr><th rowspan="2">Teil-aufgabe</th><th rowspan="2">Beschreibung der erwarteten Schülerleistung</th><th colspan="3">BE/AB</th></tr>
<tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th></tr>
<tr><td>3.1</td><td>Einsetzen von $t=0$ in die Geradengleichung ergibt:<br>$\vec{x}=\begin{pmatrix}-14000\\-13000\\1200\end{pmatrix}$<br>Das Flugzeug befindet sich zum Zeitpunkt $t=0$ im Punkt $A(-14000\,|\,-13000\,|\,1200)$.</td><td>2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3.2</td><td>Einsetzen von $t=60$ in die Geradengleichung ergibt:<br>$\vec{x}=\begin{pmatrix}-11000\\-10000\\900\end{pmatrix}$<br>Das Flugzeug befindet sich zum Zeitpunkt $t=60$ (nach einer Minute) im Punkt $C(-11000\,|\,-10000\,|\,900)$.<br>Die Länge der Strecke beträgt:<br>$\left|\overrightarrow{AC}\right|=\left|\begin{pmatrix}3000\\3000\\-300\end{pmatrix}\right|=\sqrt{3000^2+3000^2+(-300)^2}\approx 4253{,}2$<br>Die Strecke beträgt ca. 4,2532 km.<br>Die Geschwindigkeit beträgt $v=\dfrac{4{,}2532\text{ km}}{60\text{ s}}\approx 255{,}19\text{ km/h}$.</td><td></td><td>5</td><td></td></tr>
<tr><td>3.3</td><td>Die Landebahn L1 verläuft gemäß Aufgabenstellung in Richtung des Vektors $\begin{pmatrix}1\\1\\0\end{pmatrix}$. Da die x- und y-Komponenten des Richtungsvektors der Geradengleichung ebenfalls übereinstimmen, erfolgt der Landeanflug von F1 in Richtung der Landebahn L1. Die z-Komponente des Richtungsvektors zeigt den Sinkflug des Flugzeuges an.<br>Das Flugzeug hat den Boden erreicht, wenn die Gerade die x-y-Ebene schneidet:<br>$z=0$<br>$1200-5t=0 \Rightarrow t=240$<br>Einsetzen von $t=240$ ergibt den Vektor $\vec{x}=\begin{pmatrix}-2000\\-1000\\0\end{pmatrix}$.<br>Das Flugzeug landet im Punkt $B(-2000\,|\,-1000\,|\,0)$ nach 240 Sekunden (4 Minuten).</td><td>3</td><td>6</td><td></td></tr>
</table>

| Teilaufgabe | Beschreibung der erwarteten Schülerleistung | BE/AB | | |
|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III |
| 3.4 | Die gesuchte Strecke des Flugzeugs F2 entspricht der Länge der Strecke $\left\lvert\overrightarrow{PQ}\right\rvert = \left\lvert\begin{pmatrix} 21000 \\ 21000 \\ -2100 \end{pmatrix}\right\rvert = \sqrt{21000^2 + 21000^2 + (-2100)^2} = 29772{,}6$.<br>Die Länge der Strecke beträgt ca. 29,8 km. | 4 | | |
| | Gleichung der Geraden von F2:<br>$\vec{x} = \begin{pmatrix} -23000 \\ -22000 \\ 2100 \end{pmatrix} + \frac{t}{420} \cdot \overrightarrow{PQ}$<br>$\vec{x} = \begin{pmatrix} -23000 \\ -22000 \\ 2100 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 50 \\ 50 \\ -5 \end{pmatrix}$<br>$\vec{x} = \begin{pmatrix} -23000 \\ -22000 \\ 2100 \end{pmatrix} + 20 \cdot \begin{pmatrix} 50 \\ 50 \\ -5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -22000 \\ -21000 \\ 2000 \end{pmatrix}$<br>Nach 20 Sekunden beträgt die Flughöhe 2000 m. | | 8 | |
| 3.5 | Die Richtungsvektoren der beiden Landeanflugsgeraden sind identisch.<br>• Die Landegeschwindigkeiten von F1 und F2 sind identisch.<br>• Das Flugzeug F2 landet 180 Sekunden nach F1.<br>• F1 und F2 landen im selben Punkt *B*<br>• Das Flugzeug F2 fliegt ebenfalls die Landebahn L1 an. | | | 5 |
| | Summen der BE in den Anforderungsbereichen | 9 | 19 | 5 |
| | Summe der BE | 33 | | |