Abschlussprüfung
an der Berufsoberschule/FOS 13 im Schuljahr 2021/2022

Fach	**Mathematik (B)**
Nur für die Lehrkraft	
Prüfungstag	**05.05.2022**
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 zu den Wahlmöglichkeiten.**
Erwartungshorizonte	Die Beschreibungen der erwarteten Leistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt. 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. 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. 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[1]:	Je nach Wahl 67 oder 66

[1] Jeder Prüfling bearbeitet nur zwei Aufgaben.

1 Exponentialfunktion /34

Gegeben ist die Funktion *f* mit $f(x) = (10 - 2x) \cdot e^{0,1x}$ und $D_f = \mathbb{R}$. Ihr Graph ist G_f.

1.1 Bestimmen Sie die Schnittpunkte des Graphen von *f* mit den Koordinatenachsen. /4

1.2 Weisen Sie nach, dass gilt: $f'(x) = (-1 - 0,2x) \cdot e^{0,1x}$. /3

1.3 Bestimmen Sie Lage und Art des Extrempunktes von G_f. /5

[*Hinweis: Verwenden Sie ohne Herleitung* $f''(x) = (-0,3 - 0,02x) \cdot e^{0,1x}$.]

1.4 Der Graph von *f* hat genau einen Wendepunkt. Ermitteln Sie die Koordinaten dieses Wendepunktes. /5

Geben Sie an, in welchem Winkel zur Horizontalen die Tangente an den Graphen von *f* im Wendepunkt ansteigt.

[*Hinweis: Die Untersuchung der hinreichenden Bedingung für den Wendepunkt ist nicht erforderlich.*]

1.5 Vervollständigen Sie die Wertetabelle. /5

x	-20	-15	-10	-2	0	2	5	6
***f*(*x*)**	6,77		11,04			7,33		

Zeichnen Sie den Graphen von *f* im Intervall [-20; 6] in das **Koordinatensystem auf der folgenden Seite** unter Verwendung Ihrer bisherigen Ergebnisse.

1.6 Weisen Sie nach, dass *F* mit $F(x) = (300 - 20x) \cdot e^{0,1x}$ eine Stammfunktion zu *f* ist. /7

Berechnen Sie den Inhalt der Fläche, die der Graph von *f* mit den Koordinatenachsen im 1. Quadranten einschließt.

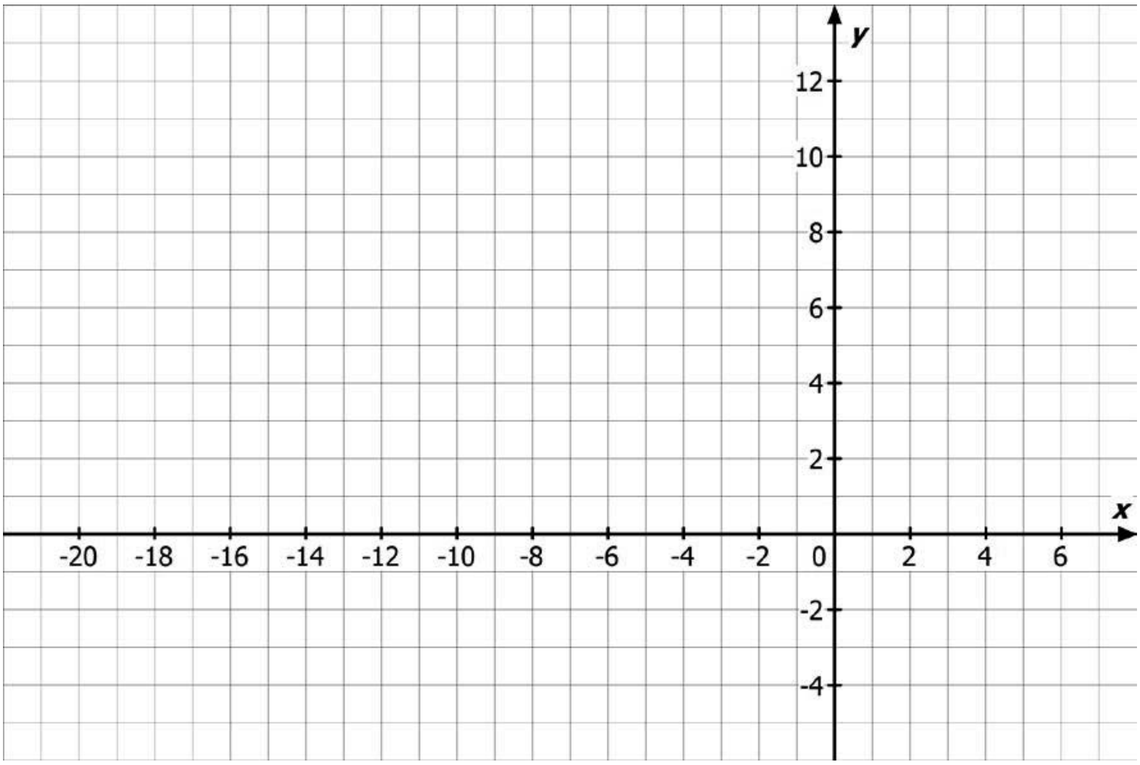
1.7 Alle Graphen f_a mit $f_a(x) = (a - 2x) \cdot e^{0,1x}$ haben genau einen Extrempunkt, der ein Hochpunkt ist. /5

Ermitteln Sie den Wert von *a*, für den der Extrempunkt von f_a bei *x* = 5 liegt.

[*Hinweis: Die Untersuchung der hinreichenden Bedingung für den Hochpunkt ist nicht erforderlich.*]

Fortsetzung auf der nächsten Seite →

Koordinatensystem zu Aufgabe 1.5



2 Gebrochenrationale Funktionen /33

Gegeben ist die Funktion *f* mit $f(x) = \frac{-x^4 + 5x^2 - 4}{x^4} = -1 + \frac{5}{x^2} - \frac{4}{x^4}$.

Der Graph der Funktion ist G_f.

2.1 Untersuchen Sie den Graphen der Funktion *f* auf Polstellen. **/4**
Bestimmen Sie auch das Verhalten des Graphen von *f* in deren Umgebung.
Geben Sie den maximalen Definitionsbereich von *f* an.

2.2 Zeigen Sie, dass der Graph von *f* achsensymmetrisch zur *y*-Achse ist. **/4**
Geben Sie das Verhalten von G_f für $x \to \pm\infty$ an.

2.3 Berechnen Sie die Nullstellen des Graphen der Funktion *f*. **/5**

2.4 Der Graph der Funktion *f* hat zwei Hochpunkte. **/8**
Berechnen Sie die Koordinaten dieser Hochpunkte von G_f.
Auf den Nachweis der Art des Extremums kann verzichtet werden.

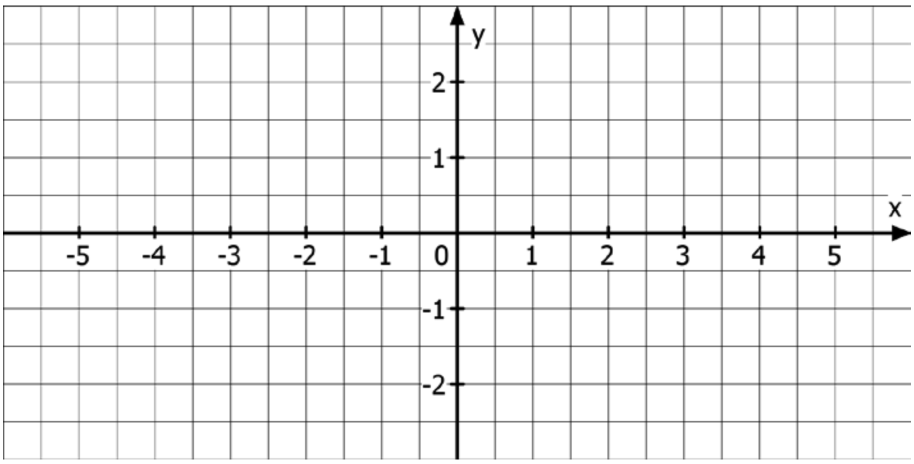
[*Zur Kontrolle:*

Eine mögliche Schreibweise der 1. Ableitung lautet $f'(x) = \frac{-10x^2 + 16}{x^5}$.]

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

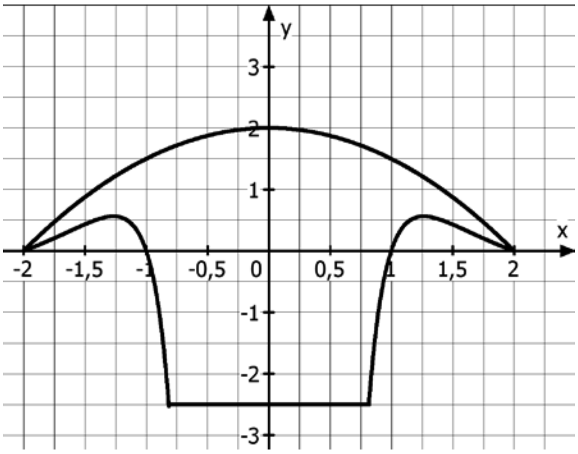
x	0,8	1	2	3	4	5
$f(x)$	-2,95				-0,70	

Zeichnen Sie unter Verwendung Ihrer oben berechneten Ergebnisse und der Wertetabelle den Graphen von *f* im Intervall [-5; 5] in das untenstehende Koordinatensystem ein.



Fortsetzung auf der nächsten Seite →

Der Graph der Funktion *f* sowie die Gerade *g* mit $g(x) = -2{,}5$ und der Graph der Parabel *p* mit $p(x) = -\frac{1}{2}x^2 + 2$ begrenzen eine Fläche vollständig (siehe Abbildung).



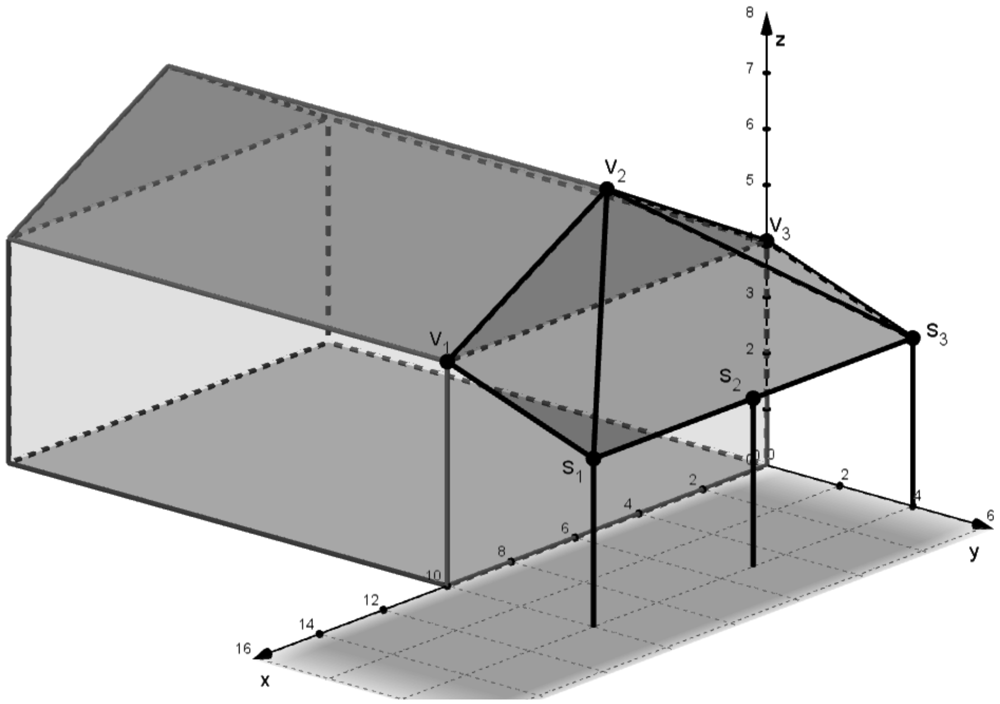
2.6 Die Gleichung $f(x) = g(x)$ hat zwei Lösungen. **/2**
Weisen Sie nach, dass eine Lösung dieser Gleichung im Intervall [0,81; 0,82] liegt.

2.7 Der Inhalt dieser Fläche soll berechnet werden. **/5**
Benennen Sie die notwendigen Schritte, die zur Berechnung des Flächeninhaltes erforderlich sind.

[*Hinweise: Alle erforderlichen Werte können Sie der Grafik entnehmen.*
Sie sollen die Berechnungen nicht ausführen.]

3 Analytische Geometrie /33

Ein Carport soll an ein Haus angebaut werden, siehe Abbildung. Das Dach des Carports besteht aus drei dreieckigen Teilflächen. Das Dach des Carports ist an den drei Punkten V_1, V_2 und V_3 am Haus befestigt. Das Haus hat bis zur Dachspitze eine Höhe von 6 m. Der untere Teil des Hauses ist 4 m hoch. Das Haus hat eine Breite von 10 m. Die andere Seite des Carportdaches wird durch drei Stützen gehalten. Diese sind 3 m hoch und 4 m vom Haus entfernt und gleichmäßig verteilt. Es gilt: 1 LE = 1 m.



3.1 Ergänzen Sie die fehlenden Angaben der Koordinaten in der folgenden Tabelle. **/2**

Punkte	V_1	V_2	V_3	S_1	S_2	S_3
Koordinaten	$(10\|0\|4)$	$(5\|0\|6)$		$(10\|4\|3)$		$(0\|4\|3)$

3.2 Die Kanten $\overline{S_1V_2}$, $\overline{S_3V_2}$ und $\overline{S_1S_3}$ sollen aus Holzbalken gebaut werden, die aus einem Stück bestehen. Es können folgende Balken gekauft werden: **/5**

Länge	Preis
7 m	110,00 €
8 m	120,00 €
9 m	130,00 €
10 m	140,00 €

Ermitteln Sie die Kosten für die drei Balken.

Fortsetzung auf der nächsten Seite →

3.3 Eine der Dachflächen verläuft durch die Punkte V_1, V_2 und S_1. **/6**
Diese Dachfläche liegt in der Ebene D_1.
Geben Sie eine Gleichung der Ebene D_1 in Parameterform an.
Ermitteln Sie eine Gleichung der Ebene D_1 in Koordinatenform.
[*Zur Kontrolle:* $D_1: -8x - 5y - 20z = -160$].

3.4 Weisen Sie nach, dass das Dreieck mit den Eckpunkten V_1, V_2 und S_1 kein rechtwinkliges Dreieck ist. **/4**

3.5 Die zweite Dachfläche verläuft durch die Punkte S_1, S_3 und V_2. **/4**
Diese Dachfläche liegt in der Ebene D_2.
Eine mögliche Ebenengleichung lautet: $D_2: -3y - 4z = -24$.
Berechnen Sie den Winkel zwischen der zweiten Dachfläche und der Hauswand.

3.6 Ermitteln Sie den Flächeninhalt der zweiten Dachfläche durch die Punkte S_1, S_3 und V_2. **/3**

Im Punkt $L(5|2|4)$ soll eine Lampe aufgehängt werden.

3.7 Zeigen Sie, dass die Lampe weder in der Ebene D_1 noch in D_2 liegt. **/3**
Erklären Sie, warum die Lampe auch nicht in der dritten Dachfläche liegen kann.

3.8 Die Lampe muss zur Einhaltung des Brandschutzes von allen Flächen mindestens einen Abstand von 30 cm haben. **/6**
Prüfen Sie, ob diese Bedingung für die zweite Dachfläche (in Ebene D_2) erfüllt ist.

Abschlussprüfung Berufsoberschule/FOS 13
2022
Mathematik

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie | BERLIN

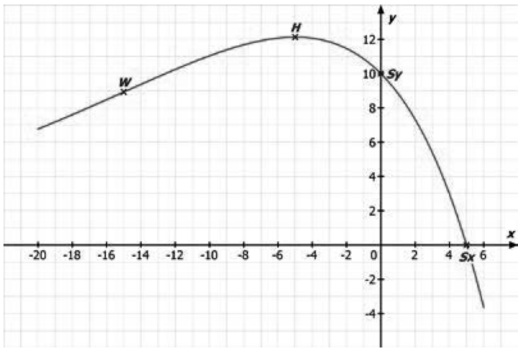
Erwartungshorizont für Aufgabenvorschlag B

Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

Teil-aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistung	BE/AB I	BE/AB II	BE/AB III
1.1	$S_y: \; f(0)=10 \qquad S_y(0\,\vert\,10)$ $S_x: \; f(x)=0$ $(10-2x)\cdot e^{0,1x}=0 \qquad e^{0,1x}\neq 0$ $10-2x=0$ $x=5 \qquad S_x(5\,\vert\,0)$	1 3		
1.2	$f(x)=(10-2x)\cdot e^{0,1x}$ $f'(x)=(-2)\cdot e^{0,1x}+(10-2x)\cdot 0,1\cdot e^{0,1x}$ $f'(x)=e^{0,1x}\cdot\left[-2+(10-2x)\cdot 0,1\right]=e^{0,1x}\cdot\left[-2+1-0,2x\right]$ $f'(x)=(-1-0,2x)\cdot e^{0,1x}$		3	
1.3	$f'(x)=0 \quad \wedge \quad f''(x)\neq 0$ $f'(x)=(-1-0,2x)\cdot e^{0,1x}=0 \qquad e^{0,1x}\neq 0$ $-1-0,2x=0$ $x=-5$ $f''(-5)\approx -0{,}12<0 \qquad \Rightarrow$ Hochpunkt $f(-5)=20e^{-0,5x}\approx 12{,}13 \qquad \Rightarrow \quad H(-5\,\vert\,12{,}13)$		5	
1.4	$f''(x)=0$ $f''(x)=(-0,3-0,02x)\cdot e^{0,1x}=0 \qquad e^{0,1x}\neq 0$ $-0,3-0,02x=0$ $x=-15$ $f(-15)\approx 8,93 \qquad \Rightarrow \quad W(-15\,\vert\,8,93)$ $f'(-15)\approx 0,45$ $\alpha=\arctan 0,45\approx 24^\circ$ Die Tangente an den Wendepunkt steigt in einem Winkel von 24° an.		5	

<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>1.5</td><td>

x	-20	-15	-10	-2	0	2	5	6
***f*(*x*)**	**6,77**	8,93	**11,04**	11,46	10	**7,33**	0	-3,64



</td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr>
<tr><td>1.6</td><td>

$F'(x) = f(x)$
$F(x) = (300 - 20x) \cdot e^{0,1x}$
$F'(x) = (-20) \cdot e^{0,1x} + (300 - 20x) \cdot 0,1 \cdot e^{0,1x}$
$F'(x) = e^{0,1x} \cdot [-20 + (300 - 20x) \cdot 0,1] = e^{0,1x} \cdot [-20 + 30 - 2x]$
$F'(x) = e^{0,1x} \cdot [10 - 2x] = (10 - 2x) \cdot e^{0,1x} = f(x)$

Intervall erkennen: [0|5]
$A = \int_0^5 f(x)dx = F(5) - F(0)$
$F(5) = 200 \cdot e^{0,5} \approx 329,74$
$F(0) = 300$
$A \approx 29,74$ FE
</td><td></td><td>3

4</td><td></td></tr>
<tr><td>1.7</td><td>

Es muss gelten $f_a{}'(5) = 0$
$f_a(x) = (a - 2x) \cdot e^{0,1x}$
$f_a{}'(x) = -2 \cdot e^{0,1x} + (a - 2x) \cdot 0,1 \cdot e^{0,1x}$
$f_a{}'(x) = [-2 + 0,1a - 0,2x] \cdot e^{0,1x}$
$f_a{}'(5) = 0$
$[-2 + 0,1a - 0,2 \cdot 5] \cdot e^{0,5} = 0$
$-2 + 0,1a - 1 = 0$
$0,1a = 3$
$a = 30$
Für a = 30 ist die geforderte Bedingung erfüllt.
</td><td></td><td></td><td>1

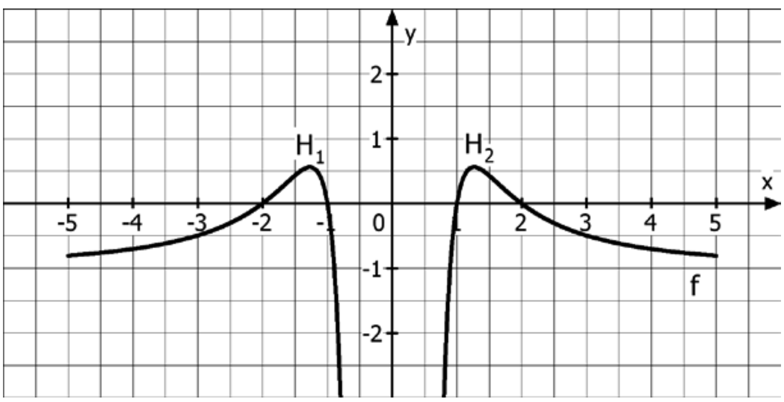
2

2</td></tr>
<tr><td></td><td align="right">Summen der BE in den Anforderungsbereichen</td><td>6</td><td>23</td><td>5</td></tr>
<tr><td></td><td align="right">Summe der BE</td><td colspan="3">34</td></tr>
</table>

<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>2.1</td><td>Polstelle: $N(x)=0$ und $Z(x)\neq 0$
$N(x)=0 \;\Leftrightarrow\; x=0$
$Z(0)=-4\neq 0 \;\Rightarrow$ es gibt eine (doppelte) Polstelle.
Verhalten an der Polstelle $x=0$ (Testeinsetzungen): ohne VZW mit
$\lim\limits_{x\to 0} f(x)=-\infty$
$D_f=\mathbb{R}\setminus\{0\}$</td><td>1

2

1</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2.2</td><td>Achsensymmetrie: Nachweis von $f(x)=f(-x)$ oder verbale Begründung
$\lim\limits_{x\to\pm\infty} f(x)=-1$</td><td>2
2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2.3</td><td>Nullstellen:
$f(x_0)=0 \Rightarrow 0=-x^4+5x^2-4 \Rightarrow 0=z^2-5z+4 \Rightarrow z_1=1$ und $z_2=4$
$\Rightarrow x_{1/2}=\pm 1$ und $x_{3/4}=\pm 2$</td><td></td><td>5</td><td></td></tr>
<tr><td>2.4</td><td>$f'(x)=\dfrac{(-4x^3+10x)\cdot x^4-4x^3\cdot\left(-x^4+5x^2-4\right)}{x^8}=\dfrac{-10x^2+16}{x^5}$ oder
$f'(x)=-\dfrac{10}{x^3}+\dfrac{16}{x^5}$
notwendige Bedingung für Extremstellen: $f'(x)=0$
$f'(x)=\dfrac{-10x^2+16}{x^5}=0 \Leftrightarrow -10x^2+16=0 \Rightarrow x_E=\pm\dfrac{4}{\sqrt{10}}\approx\pm 1{,}26$
$f\left(\pm\dfrac{4}{\sqrt{10}}\right)=\dfrac{9}{16}\approx 0{,}56 \Rightarrow H_1(-1{,}26 \mid 0{,}56)$ und $H_2(1{,}26 \mid 0{,}56)$</td><td></td><td>3

5</td><td></td></tr>
<tr><td>2.5</td><td>Ergänzung der Wertetabelle:
<table>
<tr><td>x</td><td>0,8</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td>f(x)</td><td>-2,95</td><td>0</td><td>0</td><td>-0,49</td><td>-0,70</td><td>-0,81</td></tr>
</table>

</td><td>1</td><td>4</td><td></td></tr>
<tr><td>2.6</td><td>Da $f(0{,}81)<-2{,}5<f(0{,}82)$ und der Graph von f in [0,81; 0,82] stetig ist, muss eine Lösung der Gleichung im genannten Intervall liegen.</td><td></td><td></td><td>2</td></tr>
</table>

Teil-aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistung	BE/AB		
		I	II	III
2.7	Schnittstellen von *f* und *g*: x_{S1}, x_{S2} mit $x_{S1} < x_{S2}$ Schnittstellen von *f* und *p*: $x_{f,p} = \pm 2$ $A_1 = \int_0^{x_{S2}} \left(p(x) - g(x)\right) dx$ $A_2 = \int_{x_{S2}}^{2} \left(p(x) - f(x)\right) dx$ $A_{ges} = 2 \cdot (A_1 + A_2)$			5
	Summen der BE in den Anforderungsbereichen	**9**	**17**	**7**
	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>
<table>
<tr><td>Punkte</td><td>V_1</td><td>V_2</td><td>V_3</td><td>S_1</td><td>S_2</td><td>S_3</td></tr>
<tr><td>Koor-dinaten</td><td>$(10|0|4)$</td><td>$(5|0|6)$</td><td>$\underline{\underline{(0|0|4)}}$</td><td>$(10|4|3)$</td><td>$\underline{\underline{(5|4|3)}}$</td><td>$(0|4|3)$</td></tr>
</table>
</td><td>2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3.2</td><td>
<table>
<tr><td>Kante</td><td>Länge</td><td>Kosten</td></tr>
<tr><td>$\overline{S_1S_3}$</td><td>10 m</td><td>140,00 €</td></tr>
<tr><td>$\overline{S_1V_2}$</td><td>$\left|\overrightarrow{S_1V_2}\right| = 7{,}07 = \left|\overrightarrow{S_3V_2}\right|$</td><td>120,00 €</td></tr>
<tr><td>$\overline{S_3V_2}$</td><td>$\left|\overrightarrow{S_1V_2}\right| = 7{,}07$</td><td>120,00 €</td></tr>
</table>

Kosten der drei Balken: 380,00 €.</td><td>5</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3.3</td><td>Ebenengleichung in Parameterform:
$D_1: \vec{x} = \overrightarrow{OV_1} + r \cdot \overrightarrow{V_1V_2} + s \cdot \overrightarrow{V_1S_1} = \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \\ 4 \end{pmatrix} + r \cdot \begin{pmatrix} -5 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} + s \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ -1 \end{pmatrix}$
Ebenengleichung in Koordinatenform:
$\vec{n} = \overrightarrow{V_1V_2} \times \overrightarrow{V_1S_1} = \begin{pmatrix} -8 \\ -5 \\ -20 \end{pmatrix}$, somit gilt: $D_1: \ -8x - 5y - 20z = d$
Einsetzen der Koordinaten liefert: $d = -160$
$D_1: \ -8x - 5y - 20z = -160$</td><td>2</td><td>4</td><td></td></tr>
<tr><td>3.4</td><td>$\overrightarrow{V_1V_2} \cdot \overrightarrow{V_1S_1} = \begin{pmatrix} -5 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ -1 \end{pmatrix} = -2 \neq 0 \Rightarrow$ kein rechter Winkel in V_1
$\overrightarrow{V_1V_2} \cdot \overrightarrow{V_2S_1} = \begin{pmatrix} -5 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ -3 \end{pmatrix} = -25 - 6 \neq 0 \Rightarrow$ kein rechter Winkel in V_2
$\overrightarrow{V_2S_1} \cdot \overrightarrow{V_1S_1} = \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ -3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ -1 \end{pmatrix} = 16 + 3 \neq 0 \Rightarrow$ kein rechter Winkel in S_1
Das Dreieck ist kein rechtwinkliges Dreieck.</td><td></td><td>4</td><td></td></tr>
</table>

Teil-aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistung	BE/AB		
		I	II	III
3.5	$\overrightarrow{n_H} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$; $\overrightarrow{n_{D_2}} = \begin{pmatrix} 0 \\ -3 \\ -4 \end{pmatrix}$ $\cos(\alpha) = \frac{\left\lvert \overrightarrow{n_H} \cdot \overrightarrow{n_{D_2}} \right\rvert}{\left\lvert \overrightarrow{n_H} \right\rvert \cdot \left\lvert \overrightarrow{n_{D_2}} \right\rvert} = \frac{3}{1 \cdot \sqrt{25}} = \frac{3}{5}$ $\alpha = 53{,}13°$ Der Winkel beträgt 53,13°.		4	
3.6	$\left\lvert \overrightarrow{S_2V_2} \right\rvert = \sqrt{0^2 + (-4)^2 + 3^2} = 5$ m $\left\lvert \overrightarrow{S_1S_3} \right\rvert = 10$ m Der Flächeninhalt des Dreiecks beträgt 25 m^2.		3	
3.7	L in D_1: $-8 \cdot 5 - 5 \cdot 2 - 20 \cdot 4 = -130 \neq -160$ L in D_2: $-3 \cdot 2 - 4 \cdot 4 = -22 \neq -24$ L liegt in keiner der beiden Ebenen. Aufgrund der Symmetrie und da L mittig unter dem Carportdach hängt, liegt L auch nicht in der dritten Dachfläche.		3	
3.8	Normaleneinheitsvektor von D_2 berechnen: $\vec{n}_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ -3/5 \\ -4/5 \end{pmatrix}$. Einen Punkt der Ebene D_2 wählen: $S_3(0\|4\|3)$. $d = \left\lvert (\vec{l} - \vec{s}_3) \cdot \vec{n}_0 \right\rvert = \left\lvert \frac{2}{\sqrt{25}} \right\rvert = 0{,}4$ LE Die Lampe ist von der Dachfläche 40 cm entfernt und damit weiter als die geforderten 30 cm.			6
	Summen der BE in den Anforderungsbereichen	**9**	**18**	**6**
	Summe der BE		**33**	