

Mathematik

Abiturprüfung 2022

Prüfungsteile A und B (CAS)

Bewertungsschlüssel und Erwartungshorizont
(nicht für den Prüfling bestimmt)

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Aufgabe nach der jeweils am linken Rand der Aufgabenstellung vermerkten, maximal erreichbaren Anzahl von Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

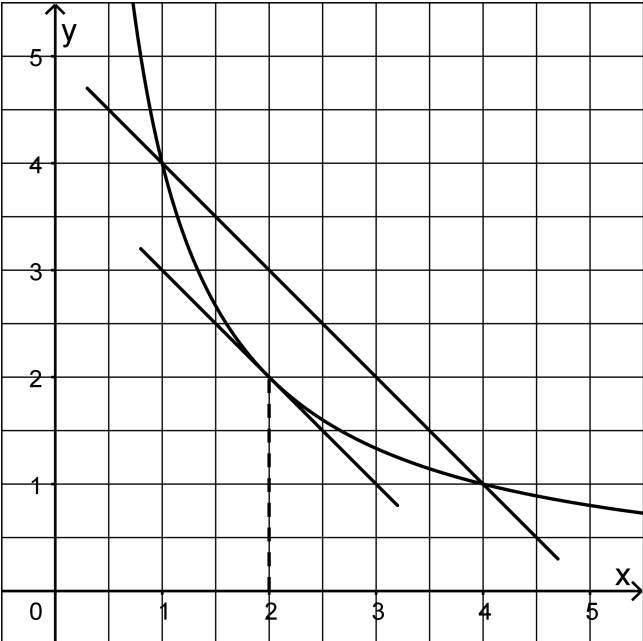
Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

Für jede Teilaufgabe sind die allgemeinen mathematischen Kompetenzen und die Anforderungsbereiche ausgewiesen, die für die Bearbeitung eine wesentliche Rolle spielen.

Die von einem Prüfling in den Prüfungsteilen A und B insgesamt erreichten Bewertungseinheiten werden gemäß folgender Tabelle in Notenpunkte umgesetzt:

Intervall	Anzahl der mindestens zu erreichenden Bewertungseinheiten	Notenpunkte	Notenstufe
15 %	114	15	+ 1
	108	14	1
	102	13	1 –
15 %	96	12	+ 2
	90	11	2
	84	10	2 –
15 %	78	9	+ 3
	72	8	3
	66	7	3 –
15 %	60	6	+ 4
	54	5	4
	48	4	4 –
20 %	40	3	+ 5
	32	2	5
	24	1	5 –
20 %	0	0	6

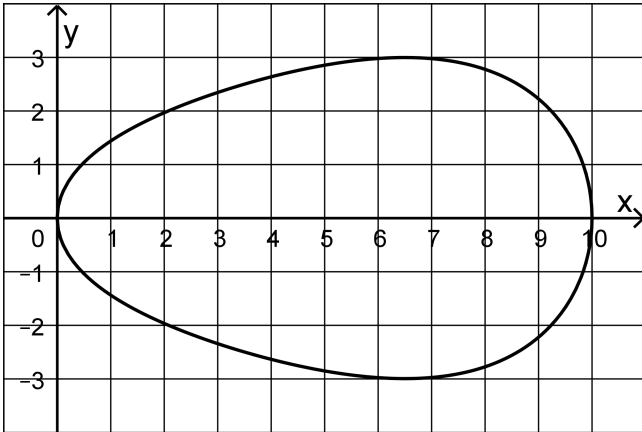
Analysis
Aufgabengruppe 1
Prüfungsteil A

	BE	
1 a	2	$D_f = \mathbb{R} \setminus \{-1\}$; Nullstellen: -2 und 0
b	3	$h(x) = \frac{3x^2 + 4}{x^2 + 1}$
2 a	2	$\int_1^e g(x) dx = [4 \ln x]_1^e = 4 \ln e - 4 \ln 1 = 4$
b	3	 <p style="text-align: right;">$x_0 = 2$</p>
3 a	2	$f(6) = 2$; $g(6) = 3$
b	3	$g'(x) = 0 \Leftrightarrow f'(x) = 0 \vee f'(f(x)) = 0 \Leftrightarrow x = 3 \vee f(x) = 3 \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow x = 2 \vee x = 3 \vee x = 5$
4 a	1	$f'_a(0) = -a \cdot e^{-0} = -a$
b	4	$f_a(0) = 3 + a$; $y = -a \cdot x + 3 + a$ ist eine Gleichung der Tangente. Ihre Steigung ist positiv für $a < 0$. x-Koordinate des Schnittpunkts: $-a \cdot x + 3 + a = 0 \Leftrightarrow x = \frac{3+a}{a}$ Damit: $\frac{1}{2} < \frac{3+a}{a} \Leftrightarrow \frac{1}{2}a > 3+a \Leftrightarrow a < -6$
	20	

Teil- aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
1 a	2					I	
b	3		II		II		
2 a	2					I	
b	3		II		II		
3 a	2				I	II	
b	3		III		III	II	
4 a	1		I			II	
b	4		III			III	II

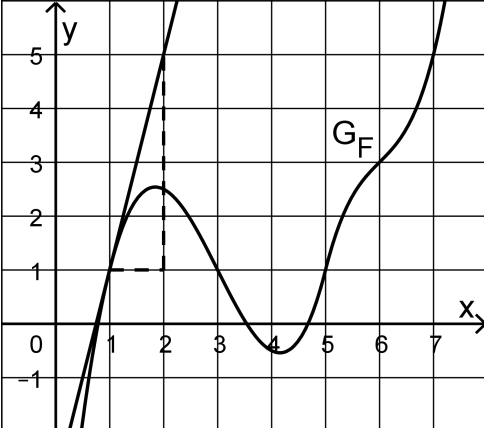
Prüfungsteil B

	BE	
1 a	3	Nullstellen: 0 und 10 Für $x \in]0;10[$ gilt $f_a(x) > 0$, da $x^2 - 10x < 0$ und $-\frac{1}{250} \cdot (x^2 + a) < 0$.
b	2	Die Graphen aller Funktionen der Schar haben an der Stelle $x = 5$ die gleiche Steigung.
c	4	$f'_a(0) = 1 \Leftrightarrow a = 25$ Gleichung der Gerade: $y = x$ $f_{25}(x) = x \Leftrightarrow x = 0 \vee x = 5$; $f'_{25}(5) = 1$
d	5	$f''_a(x) = 0 \Leftrightarrow -6x^2 + 30x - a = 0$; diese quadratische Gleichung hat die Diskriminante $D = 900 - 24a$. <ul style="list-style-type: none"> $a > 37,5$: kein Wendepunkt, da in diesem Fall $D < 0$ gilt. $a = 37,5$: kein Wendepunkt, da in diesem Fall $D = 0$ gilt und somit $f''_{37,5}$ keinen Vorzeichenwechsel besitzt. $a < 37,5$: zwei Wendepunkte, da in diesem Fall $D > 0$ gilt und f''_a dann zwei Nullstellen mit Vorzeichenwechsel besitzt.
e	2	Der Graph von $f_{\frac{169}{3}}$ hat bei $x = \frac{13}{2}$ einen Hochpunkt.

2 a	1	$D_h = [0;10]$
b	4	$v'(x) = \frac{u'(x)}{2 \cdot \sqrt{u(x)}}$ <p>Wegen $2 \cdot \sqrt{u(x)} > 0$ gilt $v'(x) > 0 \Leftrightarrow u'(x) > 0$ und $v'(x) < 0 \Leftrightarrow u'(x) < 0$.</p> <p>Hochpunkt des Graphen von h: $\left(\frac{13}{2} \mid \frac{91}{600} \sqrt{390}\right)$</p>
c	3	$\lim_{x \rightarrow 0} h'(x) = +\infty; \quad \lim_{x \rightarrow 10} h'(x) = -\infty$ Der Graph von h mündet senkrecht in die Punkte $(0 0)$ und $(10 0)$.
d	3	
e	4	$s(x_L) = h(x_L) \Leftrightarrow x_L = 5$ Die Landung erfolgt im Modell senkrecht zur Randlinie des Längsschnitts.
f	4	Bezeichnet man die x-Koordinate von P mit x_P , so ergibt sich: $\sqrt{(s(x_P) - s(5))^2 + (x_P - 5)^2} = 4 \text{ und } x_P < 5 \Leftrightarrow x_P = 5 - \frac{4}{503} \sqrt{7545}$ $P(4,31 \mid 6,79)$
g	5	$x_S = \frac{\int_0^{10} x \cdot (h(x))^2 dx}{\int_0^{10} (h(x))^2 dx} \approx 5,58$ <p>Für die Größe α des Steigungswinkels des Graphen von s gilt: $\tan(\alpha) = -\frac{2}{15} \sqrt{1830}$</p> <p>Für die Größe β des Steigungswinkels der Gerade PS gilt: $\tan(\beta) \approx \frac{0 - 6,79}{5,58 - 4,31}$</p> <p>Abweichung: $\beta - \alpha \approx 0,65^\circ$</p>
	40	

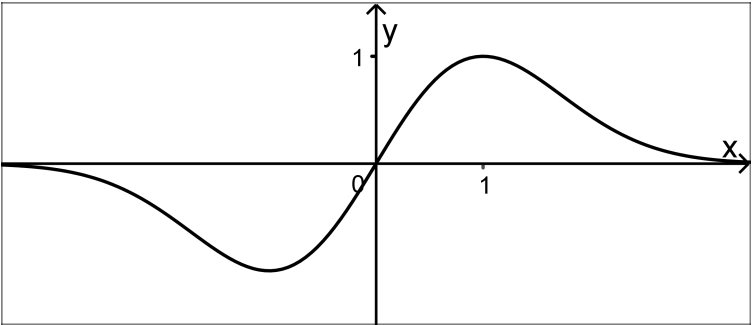
Teil- aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
1 a	3				I	I	
b	2				I		II
c	4	II	II			II	
d	5	III				II	II
e	2					I	
2 a	1					I	
b	4	III				II	I
c	3				II	II	II
d	3				I		
e	4			II	II	I	II
f	4		III	II	II	II	
g	5			II	II	II	

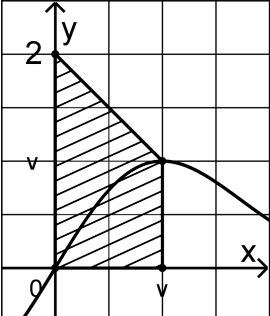
Analysis
Aufgabengruppe 2
Prüfungsteil A

	BE	
1 a	2	$D_g = \mathbb{R} \setminus \{-3; 3\}$ $y = 2$
b	3	$g'(x) = \frac{4x \cdot (x^2 - 9) - 2x^2 \cdot 2x}{(x^2 - 9)^2} = \frac{-36x}{(x^2 - 9)^2}$ $g'(x) = 0 \Leftrightarrow x = 0$
2 a	2	$\int_1^7 f(x) dx = F(7) - F(1) = 5 - 1 = 4$
b	3	 $f(1) = F'(1) = 4$
3 a	2	Nullstelle von h: $x = 2$ $h'(x) = \frac{1}{2x-3} \cdot 2$
b	3	$D_g =]2; +\infty[$ $g'(x) = f'(x) \Leftrightarrow \frac{1}{f(x)} \cdot f'(x) = f'(x) \Leftrightarrow f(x) = 1 \Leftrightarrow x = 4$
4 a	1	$f'_a(0) = -a \cdot e^{-0} = -a$
b	4	$f_a(0) = 3 + a$; $y = -a \cdot x + 3 + a$ ist eine Gleichung der Tangente. Ihre Steigung ist positiv für $a < 0$. x -Koordinate des Schnittpunkts: $-a \cdot x + 3 + a = 0 \Leftrightarrow x = \frac{3+a}{a}$ Damit: $\frac{1}{2} < \frac{3+a}{a} \Leftrightarrow \frac{1}{2}a > 3+a \Leftrightarrow a < -6$
	20	

Teil- aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
1 a	2				II	I	
b	3	I				II	
2 a	2		II		II	I	
b	3		II		II		
3 a	2				I	II	
b	3		III		III	III	
4 a	1		I			II	
b	4		III			III	II

Prüfungsteil B

	BE	
1 a	3	<p>Hochpunkt: $(1 1)$</p> <p>$f_1(x) = 0 \Leftrightarrow x = 0$</p> <p>$\lim_{x \rightarrow +\infty} f_1(x) = 0$</p>
b	2	
c	3	<p>Für jede reelle Zahl $u > 2022$ schließen der Graph von f_1, die x-Achse und die Gerade mit der Gleichung $x = u$ ein Flächenstück ein. Dessen Inhalt stimmt ungefähr mit dem Inhalt des Flächenstücks überein, das der Graph von f_1, die x-Achse und die Gerade mit der Gleichung $x = 2022$ einschließen.</p>
d	2	<p>Steigung: \sqrt{e}; Schnittpunkt: $(0 0)$</p>
e	4	<p>$f_a(1) = e \Leftrightarrow a = -1$</p> <p>$\tan \varphi = f'_{-1}(1) = 2e$, d. h. $\varphi \approx 80^\circ$.</p>
f	2	<p>Die beiden Flächenstücke, die der Graph von f_{-1} mit der x-Achse und den Geraden mit den Gleichungen $x = -0,5$ und $x = 0,5$ einschließt, haben den gleichen Inhalt und liegen auf unterschiedlichen Seiten der x-Achse.</p>

2 a	3	Alle Graphen der Schar schneiden sich im Koordinatenursprung und haben dort die gleiche Steigung. Keiner der Graphen hat einen weiteren Punkt mit einem anderen Graphen der Schar gemeinsam.
b	3	$k \cdot f_a\left(\frac{x}{k}\right) = k \cdot \frac{x}{k} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot a \cdot \left(\frac{x}{k}\right)^2 + \frac{1}{2}} = x \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \frac{a}{k^2} \cdot x^2 + \frac{1}{2}} = f_{\frac{a}{k^2}}(x)$
c	5	<p>Für $a = 0$ ist der Graph von f_a eine Gerade, d. h. f_a hat keine Wendestelle.</p> <p>Für $a \neq 0$ gilt $(a \cdot x^2 - 3) \cdot x = 0 \Leftrightarrow x = 0 \vee x^2 = \frac{3}{a}$. Damit ergibt sich:</p> <ul style="list-style-type: none"> Für $a < 0$ hat die gegebene Gleichung genau eine Lösung, d. h. f_a genau eine Wendestelle. Für $a > 0$ hat die gegebene Gleichung genau drei Lösungen, d. h. f_a genau drei Wendestellen.
d	5	<p>Die Punkte $(x y)$ mit $x \cdot y < 0$ liegen im zweiten bzw. vierten Quadranten.</p> <p>Für alle $x \in \mathbb{R}$ gilt $e^{-\frac{1}{2}a \cdot x^2 + \frac{1}{2}} > 0$. Daraus folgt $f_a(x) < 0$ für $x < 0$ und $f_a(x) > 0$ für $x > 0$. Damit gilt $x \cdot y \geq 0$ für alle Punkte der Graphen der Schar.</p> <p>Für jeden Punkt $(x y)$ mit $x > 0$ und $y > 0$ gilt</p> $f_a(x) = y \Leftrightarrow a = \frac{1}{x^2} \cdot \left(1 - 2 \cdot \ln \frac{y}{x}\right).$ <p>Also gibt es genau einen Wert von a, für den dieser Punkt auf dem Graphen von f_a liegt.</p>
e	3	Der Graph von f_1 ist symmetrisch bezüglich des Koordinatenursprungs und hat den Hochpunkt $(1 1)$.
f	5	 $\frac{1}{2} \cdot (v+2) \cdot v = 144 \wedge v = \frac{1}{\sqrt{a}} \Leftrightarrow a = \frac{1}{256}$
	40	

Teil- aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
1 a	3					I	
b	2				I	I	
c	3	II			II		II
d	2				I	I	
e	4		II			I	
f	2	I			I		
2 a	3	II	II		II		II
b	3		II			III	II
c	5	II	II				II
d	5	II	III		II	I	II
e	3	I	II				
f	5		III		II	II	I

Stochastik
Aufgabengruppe 1
Prüfungsteil A

	BE	
a	2	Bei Verwendung des Ergebnisraums $\{(1;1), (1;2), \dots, (2;1), \dots, (6;6)\}$ bestehen beide betrachteten Ereignisse jeweils aus drei Ergebnissen.
b	3	Da die Wahrscheinlichkeitsverteilung von Y asymmetrisch ist, kommt dafür nur das Diagramm III infrage. Die Wahrscheinlichkeit $P(X = 3)$ ist doppelt so groß wie die Wahrscheinlichkeit $P(X = 2)$. Folglich wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung von X durch das Diagramm II dargestellt.
	5	

Teil- aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
a	2	I		I			
b	3	II		II	II		II

Prüfungsteil B

	BE	
1 a	6	$P(E_1) = P_{0,05}^{15}(X_{15} = 0) \approx 46,3 \%$ $P(E_2) = P_{0,05}^{15}(X_{15} \leq 2) \approx 96,4 \%$ $P(E_3) = P_{0,05}^{15}(4 \leq X_{15} \leq 7) \approx 0,5 \%$
b	4	$P_{0,05}^n(X_n \geq 1) \geq 0,99 \Leftrightarrow 1 - P_{0,05}^n(X_n = 0) \geq 0,99 \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow 1 - (1 - 0,05)^n \geq 0,99 \Leftrightarrow n \geq \log_{0,95} 0,01; \log_{0,95} 0,01 \approx 89,8$ Der gesuchte Wert von n ist 90. Bei einer deutlichen Vergrößerung von p verkleinert sich dieser kleinste Wert von n.
c	4	$E(X_{400}) = 20; \sigma = \sqrt{400 \cdot 0,05 \cdot 0,95} \approx 4,4; \text{ somit: } 16 \leq X_{400} \leq 24$ Kleinstmöglicher Wert: $\frac{16}{400} = 0,04$; größtmöglicher Wert: $\frac{24}{400} = 0,06$
d	3	Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Wert einer Zufallsgröße um weniger als zwei Standardabweichungen vom Erwartungswert abweicht, beträgt mindestens 75 %.

2 a	4	<table><tr><td></td><td>T</td><td>\bar{T}</td><td></td></tr><tr><td>S</td><td>x</td><td></td><td>105</td></tr><tr><td>\bar{S}</td><td></td><td>3x</td><td></td></tr><tr><td></td><td>19</td><td></td><td>150</td></tr></table> $19 - x + 3x = 150 - 105 \Leftrightarrow x = 13$		T	\bar{T}		S	x		105	\bar{S}		3x			19		150
		T	\bar{T}															
S	x		105															
\bar{S}		3x																
	19		150															
b	4	$P_S(T) = \frac{13}{105} \approx 12,4 \%; P_{\bar{S}}(T) = \frac{19-13}{150-105} \approx 13,3 \%$ <p>Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die ausgewählte Pflanze vom tropischen Pilz befallen wurde, ist bei einer behandelten Pflanze nur geringfügig kleiner als bei einer unbehandelten Pflanze.</p>																
	25																	

Teil- aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
1 a	6		I	I		I	
b	4		III	II		III	I
c	4		II			II	II
d	3					III	III
2 a	4		II		II	I	II
b	4	II		II	I	I	II

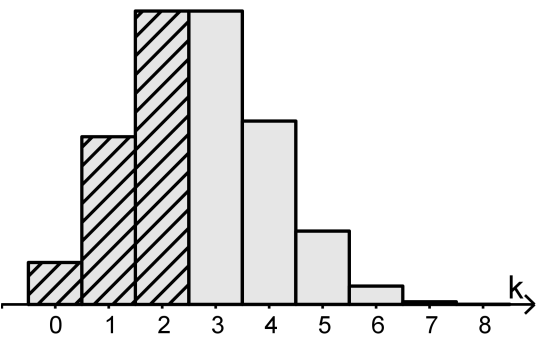
Stochastik
Aufgabengruppe 2
Prüfungsteil A

	BE	
a	2	$\left(\frac{2}{3}\right)^3 \cdot \frac{1}{3} = \frac{8}{81}$
b	3	Bezeichnet man die gesuchten Zahlen mit a, b und c, so gilt: $\frac{1}{6} \cdot 1 + \frac{1}{6} \cdot 1 + \frac{1}{6} \cdot 7 + \frac{1}{6} \cdot a + \frac{1}{6} \cdot b + \frac{1}{6} \cdot c = \frac{31}{6} \Leftrightarrow 1+1+7+a+b+c=31 \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow a+b+c=22$ Mögliche Beschriftung: 6, 8, 8
	5	

Teil- aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
a	2		II			I	I
b	3	I	II			II	

Prüfungsteil B

	BE	
1 a	4	$P(\bar{B}) = 1 - P(B) = \frac{4}{5}$; $P(\bar{U}) = 0,3$; $P(\bar{B} \cap \bar{U}) = 0,24$ $P(\bar{B}) \cdot P(\bar{U}) = \frac{4}{5} \cdot 0,3 = 0,24$ Somit sind B und U stochastisch unabhängig.
b	1	$P_B(\bar{U}) = 0,3$

2 a	3	$p_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$ $p_2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$
b	4	Zu erwartende Einnahme pro Spiel in Euro: $\frac{1}{3} \cdot 3 + \frac{1}{3} \cdot 1 + \frac{1}{4} \cdot (-1) + \frac{1}{12} \cdot (-3) = \frac{5}{6}$ Anzahl der Spiele: $\frac{300}{\frac{5}{6}} = 360$
c	4	$P(Z \geq 2) = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{1}{3}$ $1 - \sum_{i=0}^2 B\left(8; \frac{1}{3}; i\right) \approx 1 - 46,8\% = 53,2\%$
d	4	$3 \cdot P(Z=0) \cdot (P(Z=3))^2 + 3! \cdot P(Z=1) \cdot P(Z=2) \cdot P(Z=3) +$ $+ (P(Z=2))^3 = \frac{37}{576}$
3 a	3	$\sqrt{8 \cdot p_X \cdot (1-p_X)} = \frac{4}{3} \Leftrightarrow p_X = \frac{1}{3} \vee p_X = \frac{2}{3}$ Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass der Erwartungswert von X kleiner als 4 ist; somit ergibt sich $p_X = \frac{1}{3}$.
b	2	
	25	

Teil- aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
1 a	4	I		I		I	
b	1	I		I			
2 a	3		II	II	II	I	
b	4		II	II		II	
c	4		II	II		II	
d	4		III	III		II	
3 a	3	III			II	II	II
b	2				II		II

Geometrie
Aufgabengruppe 1
Prüfungsteil A

	BE	
a	3	$K: (x_1 - 3)^2 + (x_2 + 6)^2 + (x_3 - 5)^2 = (2\sqrt{6})^2$ Wegen $(5 - 3)^2 + (-4 + 6)^2 + (1 - 5)^2 = 24 = (2\sqrt{6})^2$ liegt P auf K.
b	2	Der Abstand von M zur x_1x_2 -Ebene beträgt 5. Wegen $2\sqrt{6} = \sqrt{24} < 5$ schneidet K die x_1x_2 -Ebene nicht.
	5	

Teil-aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
a	3	I				II	
b	2	II	II			I	

Prüfungsteil B

	BE	
a	3	$\overrightarrow{PQ} = \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} = 3\sqrt{2}$ $\overrightarrow{RP} \circ \overrightarrow{RQ} = 0$ Damit liegt R auf dem Thaleskreis über der Strecke [PQ].
b	4	$\overrightarrow{RP} \times \overrightarrow{RQ} = \begin{pmatrix} 6 \\ -3 \\ 6 \end{pmatrix} = 3 \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix}$ $2 \cdot 3 - 7 + 2 \cdot (-17) - c = 0 \Leftrightarrow c = -35$; $E: 2x_1 - x_2 + 2x_3 + 35 = 0$ Nachweis, dass g in E liegt: $2 \cdot (-12 + \lambda) - 1 \cdot (11 + 2\lambda) + 2 \cdot 0 + 35 = 0$
c	2	Die x_3 -Koordinaten des Richtungsvektors sowie des Aufpunkts in der gegebenen Darstellung von g sind 0. Gesuchter Schnittpunkt: $\left(-\frac{35}{2} \mid 0 \mid 0\right)$

d	5	<p>Für die Größe φ des gesuchten Winkels gilt:</p> $\cos \varphi = \frac{\begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}}{\left \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 2 \end{pmatrix} \right \cdot \left \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right } = \frac{2}{3} \Rightarrow \varphi \approx 48,2^\circ$ <p>$\tan \varphi \cdot 20 \approx 22$ Wassertiefe: etwa 22 m</p>
e	4	$\begin{pmatrix} -12+\lambda \\ 11+2\lambda \\ 0 \end{pmatrix} \circ \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix} = 0 \Leftrightarrow \lambda = -2; \left \begin{pmatrix} -12-2 \cdot 1 \\ 11-2 \cdot 2 \\ 0 \end{pmatrix} \right = 7\sqrt{5}$ <p>Gesuchte Streckenlänge: etwa 16 m</p>
f	4	<p>$K(0 0 t), t \in \mathbb{R}$ Hesse'sche Normalform von E: $-\frac{1}{3} \cdot (2x_1 - x_2 + 2x_3 + 35) = 0$ $\left -\frac{1}{3} \cdot (2t + 35) \right = 3 \Leftrightarrow t = -13 \vee t = -22$ Von diesen beiden Werten gehört nur -13 zu einer Position oberhalb des Meeresbodens. Daher beträgt die Tauchtiefe 13 m.</p>
g	3	<p>In dem Kegel, der das Sichtfeld beschreibt, bildet jede Mantellinie mit dem zugehörigen Radius der Grundfläche sowie der Höhe des Kegels ein gleichschenkelig-rechtwinkliges Dreieck; der Radius der Grundfläche hat somit die Länge 3. Wegen $3 \cdot 2 > 3\sqrt{2}$ hat diese Grundfläche daher einen größeren Durchmesser als der Umkreis des Dreiecks PQR. Der Fotograf kann also eine solche Stelle erreichen.</p>
	25	

Teil-aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
a	3	I				I	I
b	4	I				II	
c	2	I					I
d	5			II	I	II	
e	4		II	II		II	
f	4			III	I	II	
g	3	III		III	II	II	II

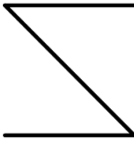
Geometrie
Aufgabengruppe 2
Prüfungsteil A

	BE	
a	3	$\vec{PQ} = \begin{pmatrix} 6 \\ 0 \\ 8 \end{pmatrix}$ ist ein Normalenvektor von E. Damit hat die gesuchte Gleichung die Form $6x + 8z + c = 0$. Der Mittelpunkt $M(4 2 7)$ von $[PQ]$ liegt in E; damit ergibt sich $c = -6 \cdot 4 - 8 \cdot 7 = -80$.
b	2	$\vec{R} = \vec{M} - \vec{PQ} = \begin{pmatrix} -2 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$
	5	

Teil-aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
a	3		II			I	I
b	2	II	II			I	II

Prüfungsteil B

	BE	
a	2	Sowohl die x_1 -Koordinaten als auch die x_2 -Koordinaten von B und C unterscheiden sich nur in ihren Vorzeichen, die x_3 -Koordinaten stimmen überein.
b	3	$2 \cdot \overline{AB} + \overline{BC} \approx 102$, d. h. die Länge beträgt etwa 102 m.
c	3	$\vec{n} \circ \overline{AB} = 0 \wedge \vec{n} \circ \overline{AC} = 0$ liefert $\vec{n} = \begin{pmatrix} 14 \\ 14 \\ 11 \end{pmatrix}$ als Normalenvektor von E. Damit hat die gesuchte Gleichung die Form $14x_1 + 14x_2 + 11x_3 = c$. A liegt genau dann in E, wenn $14 \cdot 11 + 14 \cdot 11 = c$ gilt, d. h. $c = 308$.
d	5	$\cos \varphi = \frac{\left \vec{n} \circ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right }{ \vec{n} }$ liefert $\varphi \approx 61^\circ$. Term: $180^\circ - 2\varphi$

e	4	Betrachtet man die Seitenfläche des Quaders, die A und C enthält, als Grundfläche und bezeichnet deren Flächeninhalt mit G und die Länge der zugehörigen Höhe des Quaders mit h, so ergibt sich für das Volumen des pyramidenförmigen Teilkörpers $\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot G \cdot h = \frac{1}{6} \cdot G \cdot h$. Damit beträgt das gesuchte Verhältnis 1:5.
f	4	Abb. 3: $\begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$, Abb. 4: $\begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$ 
g	4	Q ist ein Punkt auf $[AB]$. Gilt $\overrightarrow{PQ} \circ \overrightarrow{AB} = 0$, steht also $[PQ]$ senkrecht zu $[AB]$, ist \overrightarrow{PQ} der Abstand von P zu $[AB]$. Dieser Abstand muss mit $28 - h$, dem Abstand von P zu $[BC]$, übereinstimmen.
	25	

Teil- aufgabe	BE	allgemeine mathematische Kompetenzen					
		K1	K2	K3	K4	K5	K6
a	2	I			I		
b	3			I		I	
c	3					II	
d	5	II	II			I	
e	4	II			I		II
f	4				III		
g	4	III	III		II		II