

Musterprüfung Nr. 004 (Nachtermin)

Prüfbericht

Mathematik · Nichttechnische Ausbildungsrichtungen

Qualitätssicherung der Musterprüfung (Aufgaben und Lösungshinweise sind eigene Dateien):

- **Abnahmeprotokoll** – Lehrplanbezug mit wörtlichen Zitaten, Operatoren, Anforderungsbereiche, Kompetenzen, BE-Begründung, unabhängige Nachrechnung aller Ergebnisse, Abbildungsabnahme, Vielfalt
- **Technisches Prüfprotokoll** – verwendete Skills, Pakete und Module, Prüfprozess und Ergebnisse der automatischen Prüfungen

Abnahmeprotokoll

1 Ergebnis der Abnahme

Alle Prüfungen bestanden (0 Befunde).

2 Übersicht: Kompetenzen, AFB, Operatoren, Leitideen

Prozessbezogene Kompetenz	Bedeutung (Kompetenzstrukturmodell LehrplanPLUS FOSBOS)
K1 Argumentieren	inhaltlich-anschaulich begründen: Entscheidung, Verfahren, Eigenschaft, Gültigkeit eines Modells
K2 Kommunizieren	Texte/Aussagen mit mathematischem Inhalt verstehen; Überlegungen und Ergebnisse fachsprachlich darstellen
K3 Modellieren	reale Situationen mathematisch beschreiben: Modell und Annahmen wählen, Lösung interpretieren, Grenzen
K4 Probleme lösen	Lösung ohne vorgegebenes Verfahren: auswählen, kombinieren, abwandeln (meist innermathematisch)
K5 Darstellungen verwenden	Darstellungen (Graph, Tabelle, Baumdiagramm, Vierfeldertafel, Term) erstellen, wechseln, auswerten
K6 mit math. Objekten umgehen	Definitionen, Regeln, Algorithmen, Formeln anwenden; formales Arbeiten mit Termen, Gleichungen, Funktionen
K7 mit Medien arbeiten	analoge und digitale Medien reflektiert einsetzen (Software, Applets, KI)

Anforderungsbereich	Beschreibung (KMK) · Richtwert
I	Reproduzieren: Wissen und bekannte Verfahren in geübtem Zusammenhang ($\approx 30\text{--}40\%$)
II	Zusammenhänge herstellen: Verfahren verknüpfen, Darstellungen auswerten, Sachkontext übersetzen ($\approx 40\text{--}50\%$)
III	Verallgemeinern und Reflektieren: eigene Wege, begründen, Modell beurteilen ($\approx 10\text{--}20\%$)

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Begründen	Aussage oder Wahl schlüssig belegen
Berechnen	Ergebnis rechnerisch, Rechenweg erkennbar
Bestimmen	Weg frei (rechnerisch/grafisch), Ergebnis begründet
Entscheiden	begründete Auswahl zwischen Möglichkeiten
Entwickeln	Verfahren (z. B. Hypothesentest) selbstständig aufbauen
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig
Erstellen	Tabelle, Vierfeldertafel oder Baumdiagramm anlegen
Geben	ohne Begründung und Rechnung nennen

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Interpretieren	Bedeutung im Sachkontext angeben
Untersuchen	Eigenschaft prüfen, Ergebnis kann ja oder nein sein
Vervollständigen	fehlende Teile ergänzen
Zeichnen	maßstäblich, unter Verwendung bisheriger Ergebnisse
Zeigen	vorgegebenes Ergebnis nachweisen

Leitidee	Inhalt
L1 Zahlen und Operationen	Zahlbereiche, Rechenoperationen, Termumformungen, Gleichungen
L2 Größen und Messen	Größen, Einheiten, Messen und Berechnen (Längen, Flächen, Volumina)
L3 Raum und Form	geometrische Objekte und ihre Eigenschaften (Körper, Querschnitte)
L4 Funktionaler Zusammenhang	Funktionen als Zuordnung und Zusammenhang: Graphen, Änderungsrate, Integral, Modellfunktionen
L5 Daten und Zufall	Zufallsexperimente, Wahrscheinlichkeit, Verteilungen, Erwartungswert, Hypothesentest

3 Teilaufgaben: Operator, AFB, Kompetenz, Leitidee, Lehrplan, BE-Begründung

AFB nach dem tatsächlichen Anspruch der Teilaufgabe eingestuft (nicht allein nach dem Operator). Kennungen: M11/M12.Lernbereich.Nummer der Kompetenzerwartung (LehrplanPLUS FOS NT, M11 gültig ab 2017/18, M12 ab 2018/19).

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit-idee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 A	1.1	3	Ermitteln	I	K6	L4	M11.1.3	Ausklammern $x^2(x + 3)$ 1 · Nullstellen 1 · Vielfachheiten 1
T1 A	1.2	4	Ermitteln	I	K6	L4	M11.2.5	f' 1 · Nullstellen -2 und 0 1 · Art mit Vorzeichenwechsel 1 · Koordinaten 1
T1 A	1.3	3	Ermitteln	I	K6 K5	L4	M11.1.2	Randwerte $f(0)$, $f(4)$ 1 · Vergleich mit Extremwerten 1 · Wertemenge 1
T1 A	2.1	4	Ermitteln	II	K4 K6	L4	M11.2.2	Steigung aus der Abbildung 1 · Ableitung an der Stelle 1 · Ansatz mit P 1 · Tangentengleichung 1
T1 A	2.2	3	Untersuchen	III	K1 K2	L4	M11.2.4	gleiche Funktionswerte an der Nahtstelle 1 · Steigungen 2 und 2 1 · kein Knick, differenzierbar 1
T1 A	3.1	3	Bestimmen	I	K6 K5	L4	M12.4.2	Stammfunktion $-3e^{-x} + 2x + C$ 2 · $C = 3$ aus $K(0) = 0$ 1
T1 A	3.2	2	Geben	II	K5 K1	L4	M12.2.1 M12.2.2	Term $e^{x-3} - 1$ 1 · Asymptote $y = -1$ 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 S	1.1	2	Geben	I	K3 K2	L5	M11.4.3	Schätzwert 0,20 1 · Begründung große Versuchszahl 1
T1 S	1.2	2	Begründen	III	K1 K2	L5	M11.4.4	sechs Seiten nicht sicher gleich wahrscheinlich (Druck ungenau, Schwerpunkt) 1 · Widerspruch zur Messung 0,20 1
T1 S	2.1	2	Vervoll- ständigen	I	K5 K6	L5	M11.4.2	je zwei Felder 1
T1 S	2.2	2	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.6	bedingte Wahrscheinlichkeit 1 · Ergebnis 1
T1 S	3.1	2	Berechnen	I	K6 K3	L5	M11.5.1	$8 \cdot 8 \cdot 8$ 1 · Wahrscheinlichkeit $1/512$ 1
T1 S	3.2	2	Berechnen	II	K3 K6	L5	M11.5.1 M11.4.5	$8 \cdot 7 \cdot 6$ günstige 1 · Wahrscheinlichkeit 1
T2 A I	1.1	4	Bestim- men	II	K3 K6	L4	M11.1.7 M12.1.3	Bedingungen $P(4) = 8$ und $P'(4) = 0$ 2 · Gleichungssystem 1 · a, b 1
T2 A I	1.2	4	Ermitteln	II	K3 K6	L4	M12.1.2	$P'' = 0 \Rightarrow t = 2$ 1 · Vorzeichenwechsel/-größte Zunahme 1 · $P'(2)$ 1 · Uhrzeit und Deutung 1
T2 A I	1.3	3	Untersu- chen	III	K1 K3	L4	M12.4.3	Besucher vor 16 Uhr 1600 1 · nach 16 Uhr 1100 1 · Urteil (Kurve nicht symmetrisch) 1
T2 A I	1.4	4	Zeichnen	I	K5	L4	M11.1.5	Wertetabelle 1 · Hoch- und Wendepunkt 1 · Verlauf 1 · Maßstab 1
T2 A I	1.5	5	Berechnen	I–II	K6 K3	L4 L2	M12.4.3	Integral 0 bis 6 2 · Ergebnis 2700 Besucher 1 · mittlere Rate 450 pro Stunde 2
T2 A I	1.6	3	Untersu- chen	II	K3 K1	L4	M11.1.6	$P(6) = 0 \Leftrightarrow$ Zählung 50 pro Stunde 1 · $P < 0$ für $t > 6$ 1 · Gültigkeitsbereich/Grenze des Modells 1
T2 A I	2.1	3	Bestim- men	I	K3 K6	L4	M12.2.3	Ansatz $3e^{8k} = 12$ 1 · Logarithmieren 1 · k gerundet 1
T2 A I	2.2	3	Ermitteln	II	K6 K3	L4 L1	M12.2.4	Ungleichung $N(t) > 150$ 1 · Logarithmieren 1 · Ergebnis 1
T2 A I	2.3	3	Untersu- chen	III	K1 K3	L4	M12.2.3	Zeitpunkt Grenzwert 27,1 1 · Differenz = Verdopplungszeit 4,1 h 1 · Urteil 1
T2 A I	2.4	3	Berechnen	II	K6 K3	L4	M12.1.2 M12.2.3	$N'(t)$ 1 · $N'(10)$ 1 · Deutung als momentane Zunahme 1
T2 A I	2.5	4	Zeichnen	I	K5	L4	M12.2.1	Wertetabelle 1 · Verlauf 2 · Maßstab 1
T2 A I	2.6	4	Entschei- den	II	K3 K1	L4	M12.2.3	$N(t) \rightarrow \infty$, Platz/Nährstoffe begrenzt 2 · Zeitpunkt $N = 1500$ 1 · Ergebnis 36,6 h 1
T2 A II	1.1	3	Ermitteln	II	K6 K1	L4	M12.3.1	Nullstelle -2 (e-Faktor $\neq 0$) 1 · $x \rightarrow +\infty$: $g \rightarrow 0$ 1 · $x \rightarrow -\infty$: $g \rightarrow -\infty$ 1
T2 A II	1.2	5	Ermitteln	I–II	K6	L4	M12.3.1 M11.2.5	g' mit Produktregel 2 · Nullstelle 0 1 · Vorzeichenwechsel 1 · Hochpunkt 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 A II	1.3	4	Untersuchen	II	K6 K1	L4	M12.3.1	g'' 1 • Nullstelle 1 und Vorzeichenwechsel 1 • Wendepunkt mit Koordinaten 1 • Krümmungsverhalten 1
T2 A II	1.4	4	Zeichnen	I	K5	L4	M11.1.5	Wertetabelle 1 • Hoch-/Wendepunkt 1 • Asymptote 1 • Verlauf 1
T2 A II	1.5	4	Zeigen	II	K6 K3	L4	M12.4.1 M12.4.3	$G' = g$ mit Produktregel 2 • Integral -2 bis 0 1 • Ergebnis $4e - 8$ 1
T2 A II	1.6	3	Ermitteln	III	K4 K1	L4	M12.4.3	$g(x) - 2e^{-x/2} = x e^{-x/2}$ 1 • $-2g$ als Stammfunktion erkannt 1 • Fläche $4 - 8/e$ 1
T2 A II	2.1	3	Zeigen	II	K3 K4	L3 L2	M12.1.4	Maße der Schachtel 1 • Volumenterm ausmultipliziert 1 • Definitionsmenge $]0;16[$ 1
T2 A II	2.2	5	Ermitteln	I-II	K4 K6	L4	M12.1.4 M12.1.1	$V' = 0$ 1 • $x = 6$ ($56/3 \notin D$) 1 • Maximum begründet 1 • Maße 1 • Volumen 1
T2 A II	2.3	3	Untersuchen	III	K1 K4	L3 L4	M12.1.4	alle Längen halb $\Rightarrow x_{\text{opt}}$ halb 1 • Volumen ein Achtel 1 • Behauptung widerlegt 1
T2 A II	3.1	3	Bestimmen	I	K5 K3	L4	M12.1.2	Nullstellen 2 und 8 1 • Zunahme auf $[0;2[$ und $]8;10]$ 1 • Abnahme auf $]2;8[$ 1
T2 A II	3.2	3	Ermitteln	II	K3 K6	L4	M12.4.3	Integral als Volumenänderung 1 • Wert $-10/3$ 1 • $V(10)$ 1
T2 A II	3.3	3	Untersuchen	III	K3 K1	L4	M12.1.1 M12.4.3	lokales Minimum bei 8 1 • $V(8) \approx 19,3 < V(0) = 30$ 1 • Urteil (Behauptung trifft zu) 1
T2 S I	1.1	3	Berechnen	I	K6 K3	L5	M12.5.2	$B(5; 0,25; 2)$ 2 • $P(\text{mindestens ein Gewinn})$ 1
T2 S I	1.2	4	Ermitteln	II	K4 K6	L5	M12.5.2	Ansatz $1 - 0,75^n \geq 0,95$ 1 • Logarithmieren 1 • Ungleichheitszeichen 1 • $n = 11$ 1
T2 S I	1.3	4	Bestimmen	II	K3 K6	L5	M12.6.1 M12.6.3	Werte der Zufallsgröße 1 • Verteilung 1 • Erwartungswert 1 • Deutung 1
T2 S I	2.1	3	Bestimmen	I	K5 K6	L5	M11.4.5	Baumdiagramm 2 • $P(M)$ 1
T2 S I	2.2	3	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.6	bedingte Wahrscheinlichkeit 2 • Deutung 1
T2 S I	3.1	4	Entwickeln	III	K3 K1	L5	M12.7.1 M12.7.2 M12.7.3	Hypothesen und Testgröße 1 • Bedingung $P(X \leq k) \leq 0,05$ 1 • Ablehnungsbereich $0; \dots; 7$ 1 • Entscheidungsregel 1
T2 S I	3.2	2	Interpretieren	II	K3 K2	L5	M12.7.3	9 nicht im Ablehnungsbereich 1 • Vermutung nicht gestützt, kein Beweis für H_0 1
T2 S II	1.1	3	Erstellen	I	K5 K6	L5	M11.4.2	Vierfeldertafel 3
T2 S II	1.2	3	Untersuchen	III	K1 K2	L5	M11.4.6 M11.4.7	$P_W(C)$ 1 • $P_{\text{nichtW}}(C)$ 1 • Vergleich und Urteil 1
T2 S II	2.1	5	Bestimmen	II	K3 K5 K6	L5	M12.6.1 M12.6.2 M12.6.3	Werte 1, 2, 3, 4 $\in$ 1 • Wahrscheinlichkeiten 2 • Erwartungswert 1 • Deutung 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 S II	2.2	4	Ermitteln	II	K3 K4	L5	M12.6.3	Ansatz mit unbekanntem Kombibetrag 2 · Lösung 5 € 2
T2 S II	3	4	Berechnen	I	K6 K3	L5	M12.5.2	$B(20; 0,6; 12)$ über Gegenwahrscheinlichkeit $0,4 \cdot 1 \cdot P(X \geq 15) = P(Y \leq 5) \cdot 2 \cdot \text{Bino-}$ mialverteilung begründet 1
T2 S II	4	4	Berechnen	II	K3 K6	L5	M11.5.1 M11.5.2	$6! = 720 \cdot 1 \cdot \text{günstige } 4! \cdot 1 \cdot \text{Wahrschein-}$ lichkeit $1/30 \cdot 2$

4 Verteilungen je Wahlkombination (Teil 1 + Analysis + Stochastik = 100 BE)

AFB-Richtwerte I 30–40 %, II 40–50 %, III 10–20 %; Kompetenzen und Leitideen in BE (Mehrfachnennung anteilig).

Kombination	BE	AFB I/II/III in %	Kompetenzen (BE)	Leitideen (BE)
Analysis I + Stochastik I	100	38 / 46 / 15	K1:12 K2:4 K3:30 K4:4 K5:14 K6:36	L1:2 L2:2 L4:61 L5:35
Analysis I + Stochastik II	100	40 / 46 / 14	K1:12 K2:5 K3:29 K4:4 K5:16 K6:34	L1:2 L2:2 L4:61 L5:35
Analysis II + Stochastik I	100	37 / 45 / 18	K1:14 K2:4 K3:20 K4:11 K5:12 K6:39	L2:2 L3:3 L4:60 L5:35
Analysis II + Stochastik II	100	38 / 45 / 17	K1:13 K2:5 K3:20 K4:11 K5:14 K6:38	L2:2 L3:3 L4:60 L5:35

5 Lehrplanabdeckung

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
M11.1 Ganzrationale Funktionen	32	5/7	M11.1.2, M11.1.3, M11.1.5, M11.1.6, M11.1.7
M11.2 Differenzialrechnung bei ganzrationalen Funktionen	24	3/5	M11.2.2, M11.2.4, M11.2.5
M11.3 Zufallsexperiment und Ereignis	8	0/3	
M11.4 Relative Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	14	6/7	M11.4.2, M11.4.3, M11.4.4, M11.4.5, M11.4.6, M11.4.7
M11.5 Grundlagen der Kombinatorik	6	2/2	M11.5.1, M11.5.2
M12.1 Differenzialrechnung bei ganzrationalen Funktionen	30	4/6	M12.1.1, M12.1.2, M12.1.3, M12.1.4
M12.2 Exponentialfunktion und Logarithmus	20	4/4	M12.2.1, M12.2.2, M12.2.3, M12.2.4
M12.3 Kurvendiskussion von Funktionen, die aus Verknüpfung von Exponentialfunktionen mit linearen und quadratischen Funktionen hervorgehen	20	1/2	M12.3.1
M12.4 Integralrechnung	14	3/3	M12.4.1, M12.4.2, M12.4.3

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
M12.5 Bernoulli-Ketten	6	1/2	M12.5.2
M12.6 Zufallsgröße und Wahrscheinlichkeitsverteilung	14	3/5	M12.6.1, M12.6.2, M12.6.3
M12.7 Testen von Hypothesen	8	3/3	M12.7.1, M12.7.2, M12.7.3

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M11.1.2	ermitteln die Wertemenge einer ganzrationalen Funktion unter Beachtung ihrer maximalen bzw. eingeschränkten De...	T1 A 1.3
M11.1.3	ermitteln Nullstellen ganzrationaler Funktionen samt ihrer Vielfachheit mithilfe geeigneter Verfahren: Ausklam...	T1 A 1.1
M11.1.5	zeichnen bzw. skizzieren die Graphen von ganzrationalen Funktionen, um z. B. die Lösungsmenge von Ungleichunge...	T2 A I 1.4; T2 A II 1.4
M11.1.6	treffen geeignete Aussagen zu Fragestellungen hinsichtlich anwendungsbezogener Vorgänge, die sich durch ganzra...	T2 A I 1.6
M11.1.7	stellen anhand ausreichend vieler bekannter Informationen über eine ganzrationale Funktion und/oder über ihren...	T2 A I 1.1
M11.2.2	deuten den Wert eines Differenzialquotienten geometrisch als Tangentensteigung, interpretieren ihn als lokale ...	T1 A 2.1
M11.2.4	erläutern den Begriff der lokalen Differenzierbarkeit anschaulich anhand von geeigneten Funktionsgraphen. Dabe...	T1 A 2.2
M11.2.5	ermitteln die größtmöglichen Intervalle, in denen der Graph einer ganzrationalen Funktion jeweils gleiches Mon...	T1 A 1.2; T2 A II 1.2
M11.4.2	bestimmen für zwei Ereignisse unter Verwendung einer Vierfeldertafel die absoluten und relativen Häufigkeiten ...	T1 S 2.1; T2 S II 1.1
M11.4.3	nutzen unter Bezugnahme auf das empirische Gesetz der großen Zahlen relative Häufigkeiten als sinnvolle Schätz...	T1 S 1.1
M11.4.4	grenzen anhand von Beispielen Laplace-Experimente von solchen Zufallsexperimenten ab, die sich nicht mithilfe ...	T1 S 1.2
M11.4.5	berechnen und interpretieren Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen mehrstufiger Zufallsexperimente. Dazu nutzen...	T1 S 3.2; T2 S I 2.1
M11.4.6	bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten bei zweistufigen Zufallsexperimenten, um diese in Bezug auf den Sachko...	T1 S 2.2; T2 S I 2.2; T2 S II 1.2
M11.4.7	entscheiden, ob zwei Ereignisse stochastisch abhängig oder unabhängig sind, und erläutern ihre Entscheidung im...	T2 S II 1.2
M11.5.1	bestimmen für kombinatorische Problemstellungen die Anzahl der Belegungsmöglichkeiten für ein k-Tupel mithilfe...	T1 S 3.1; T1 S 3.2; T2 S II 4
M11.5.2	lösen kombinatorische Probleme aus realen Alltagssituationen. Insbesondere bestimmen sie die Anzahl der Möglic...	T2 S II 4
M12.1.1	entscheiden über die Existenz und Lage von absoluten Extrempunkten und Randextrempunkten eines Funktionsgraphe...	T2 A II 2.2; T2 A II 3.3
M12.1.2	berechnen die Änderungsrate einer Größe mithilfe von Ableitungsfunktionen und bestimmen insbesondere Stellen s...	T2 A I 1.2; T2 A I 2.4; T2 A II 3.1
M12.1.3	entscheiden, ob sich aus vorgegebenen Informationen bzgl. einer ganzrationalen Funktion f und ihrer Ableitungs...	T2 A I 1.1
M12.1.4	lösen anwendungsorientierte Optimierungsprobleme (z. B. das Problem des geringsten Materialverschnitts) mit de...	T2 A II 2.1; T2 A II 2.2; T2 A II 2.3
M12.2.1	beschreiben und ermitteln die grundlegenden Eigenschaften der Funktion $x \mapsto a \cdot b^{(c \cdot (x - d)) + y_0}$ ($b > 0$), um b...	T1 A 3.2; T2 A I 2.5

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M12.2.2	entscheiden, welchen Einfluss eine Veränderung der Werte der Parameter a , b , c , d und y_0 jeweils auf den Verl...	T1 A 3.2
M12.2.3	modellieren den exponentiellen Zusammenhang zweier Größen in anwendungsorientierten Problemstellungen (z. B. K...	T2 A I 2.1; T2 A I 2.3; T2 A I 2.4; T2 A I 2.6
M12.2.4	berechnen, für welche Werte der unabhängigen Größe (z. B. Zeit t) die abhängige exponentiell wachsende Größe (...)	T2 A I 2.2
M12.3.1	diskutieren die Eigenschaften von Funktionen der Form $x \mapsto f(x) \cdot e^{g(x)} + y_0$. Dabei sind f und g lineare oder...	T2 A II 1.1; T2 A II 1.2; T2 A II 1.3
M12.4.1	führen den Nachweis, dass eine vorgegebene Funktion F eine Stammfunktion von f ist....	T2 A II 1.5
M12.4.2	bestimmen neben Termen von Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen auch Terme von Stammfunktionen für Funkti...	T1 A 3.1
M12.4.3	berechnen mithilfe von Stammfunktionen Werte von bestimmten Integralen, um damit Flächenbilanzen und Maßzahlen...	T2 A I 1.3; T2 A I 1.5; T2 A II 1.5; T2 A II 1.6; T2 A II 3.2; T2 A II 3.3
M12.5.2	bestimmen die Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen, die bei Bernoulli-Ketten auftreten. Sie berechnen z. B. di...	T2 S I 1.1; T2 S I 1.2; T2 S II 3
M12.6.1	erläutern anhand geeigneter Realsituationen die Begriffe Zufallsgröße und Zufallswert. Sie stellen den durch e...	T2 S I 1.3; T2 S II 2.1
M12.6.2	berechnen die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass eine diskrete Zufallsgröße bestimmte Werte annimmt. Sie stellen...	T2 S II 2.1
M12.6.3	berechnen die charakteristischen Maßzahlen (Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung) von Zufallsgrößen ...	T2 S I 1.3; T2 S II 2.1; T2 S II 2.2
M12.7.1	stellen für Realsituationen Hypothesen bezüglich einer bestimmten Grundgesamtheit auf und erläutern ihr Vorgeh...	T2 S I 3.1
M12.7.2	formulieren die Testgröße (nur binomialverteilt) im Rahmen eines Hypothesentests. Sie entwickeln eine für die ...	T2 S I 3.1
M12.7.3	ermitteln beim einseitigen Signifikanztest mit binomialverteilter Testgröße zu einem vorgegebenen Signifikanzn...	T2 S I 3.1; T2 S I 3.2

6 Unabhängige Nachrechnung

Jedes Ergebnis wurde in `abnahme.py` aus den gedruckten Angaben neu gerechnet (SymPy/SciPy, anderer Weg als die Lösung, wo möglich). Geprüft wird, dass der gerundete Wert im Lösungstext genau dieser Teilaufgabe steht; Aussagen als Prüfsätze.

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
1 Analysis 1.1	Nullstelle einfach	-3	✓
1 Analysis 1.1	0 doppelt, -3 einfach	wahr	✓
1 Analysis 1.2	Hochpunkt	$H(-2 4)$	✓
1 Analysis 1.2	Tiefpunkt	$T(0 0)$	✓
1 Analysis 1.2	$f(-2) = 4, f(0) = 0$	wahr	✓
1 Analysis 1.3	Wertemenge	$[0;4]$	✓
1 Analysis 1.3	$f(1) = 4 = f(-2), f(-3) = 0 = f(0)$	wahr	✓
1 Analysis 2.1	Tangente	$3x - 2$	✓
1 Analysis 2.1	$p'(1) = 3$	wahr	✓
1 Analysis 2.2	x^2 und $2x - 1$ bei 1: $1 = 1$, Steigung $2 = 2$	wahr	✓
1 Analysis 3.1	$K = -3e^{-x} + 2x + 3$	wahr	✓
1 Analysis 3.2	Asymptote	$y = -1$	✓
1 Analysis 3.2	$e^{x-3} - 1 \rightarrow -1$ für $x \rightarrow -\infty$	wahr	✓
1 Stochastik 1.1	Schätzwert	0,20	✓
1 Stochastik 1.2	0,20 deutlich $\neq 1/6$ bei 1200 Würfeln	wahr	✓
1 Stochastik 2.1	$P(M \cap \text{nicht } A)$	0,20	✓
1 Stochastik 2.1	$P(\text{nicht } M \cap \text{nicht } A)$	0,30	✓
1 Stochastik 2.2	$P_A(M)$	0,4	✓
1 Stochastik 3.1	Pizzen	512	✓
1 Stochastik 3.2	drei verschiedene	0,66	✓
2 Analysis I 1.1	a	-0,25	✓
2 Analysis I 1.1	b	1,5	✓
2 Analysis I 1.1	$P = -0,25t^3 + 1,5t^2$	wahr	✓
2 Analysis I 1.2	Wendestelle	$t=2$	✓
2 Analysis I 1.2	größte Zunahme	3	✓
2 Analysis I 1.3	vor 16 Uhr	16	✓
2 Analysis I 1.3	nach 16 Uhr	11	✓
2 Analysis I 1.4	$P(6) = 0, P(3) = 6,75$	wahr	✓
2 Analysis I 1.5	Besucher	27	✓
2 Analysis I 1.5	mittlere Rate	4,5	✓
2 Analysis I 1.6	$P(7) < 0$	wahr	✓
2 Analysis I 2.1	k	0,17	✓
2 Analysis I 2.2	Hälfte	23,0	✓
2 Analysis I 2.3	Grenzwert	27,1	✓
2 Analysis I 2.3	Verdopplungszeit	4,1	✓
2 Analysis I 2.4	$N'(10)$	2,8	✓
2 Analysis I 2.5	$N(25) \approx 210 < 250$	wahr	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Analysis I 2.6	Modellgrenze	36,6	✓
2 Analysis II 1.1	Nullstelle	-2	✓
2 Analysis II 1.1	Grenzwerte	wahr	✓
2 Analysis II 1.2	Hochpunkt	$H(0 2)$	✓
2 Analysis II 1.2	$g' = -x/2 \cdot e^{-x/2}$	wahr	✓
2 Analysis II 1.3	Wendepunkt y	1,47	✓
2 Analysis II 1.3	$g'' = (x - 2)/4 \cdot e^{-x/2}$	wahr	✓
2 Analysis II 1.4	$g(6) = 8/e^3 \approx 0,40$	wahr	✓
2 Analysis II 1.5	$G' = g$	wahr	✓
2 Analysis II 1.5	Fläche	2,87	✓
2 Analysis II 1.6	$(-2g)' = x e^{-x/2}$	wahr	✓
2 Analysis II 1.6	Fläche zwei Graphen	1,06	✓
2 Analysis II 2.1	$V = 4x^3 - 148x^2 + 1344x$	wahr	✓
2 Analysis II 2.2	Volumen	3600	✓
2 Analysis II 2.2	$V'(6) = 0, V''(6) < 0$	wahr	✓
2 Analysis II 2.3	Volumen halb	450	✓
2 Analysis II 3.1	$r(2) = r(8) = 0$	wahr	✓
2 Analysis II 3.2	Volumen nach 10 h	26,7	✓
2 Analysis II 3.3	$V(8)$	19,3	✓
2 Analysis II 3.3	$V(8) < V(0)$ und $V(8) < V(10)$	wahr	✓
2 Stochastik I 1.1	$P(\text{genau } 2)$	0,26367	✓
2 Stochastik I 1.1	$P(\text{mind. } 1)$	0,76270	✓
2 Stochastik I 1.2	Mindestanzahl	11	✓
2 Stochastik I 1.2	$1 - 0,75^{10} < 0,95 \leq 1 - 0,75^{11}$	wahr	✓
2 Stochastik I 1.3	Erwartungswert	0,35	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(M)$	0,31	✓
2 Stochastik I 2.2	$P_M(S)$	0,903	✓
2 Stochastik I 3.1	Ablehnungsbereich bis	7	✓
2 Stochastik I 3.1	$P(X \leq 7) \leq 0,05 < P(X \leq 8)$	wahr	✓
2 Stochastik I 3.2	$9 > 7$	wahr	✓
2 Stochastik II 1.1	$P(\text{weder } W \text{ noch } C)$	0,25	✓
2 Stochastik II 1.2	$P_W(C)$	0,364	✓
2 Stochastik II 1.2	$P_{\text{nicht}W}(C)$	0,444	✓
2 Stochastik II 2.1	$E(Y)$	2,50	✓
2 Stochastik II 2.2	Kombibetrag	5	✓
2 Stochastik II 2.2	$0,25 \cdot 1 + 0,20 \cdot 2 + 0,35 \cdot 3 + 0,20 \cdot 5 = 2,70$	wahr	✓
2 Stochastik II 3	$P(X=12)$	0,17971	✓
2 Stochastik II 3	$P(X \geq 15)$	0,12560	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Stochastik II 4	Workshoppläne	720	✓
2 Stochastik II 4	P	0,033	✓

7 Abbildungen

Abbildung	zeigt	Modell = Text
abbTangente	Graph von p mit Tangente t in $P(1 1)$, Raster quadratisch 5 mm	Steigungsdreieck auf Rasterpunkten ablesbar, t: $y = 3x - 2$
abbBlech	Karton 42 cm × 32 cm mit vier herausgeschnittenen Quadraten der Seitenlänge x (Maßstab 1 : 6)	Maße wie Text; Faltlinien begrenzen den Boden $(42 - 2x) \times (32 - 2x)$
abbRate	Graph der Rate $r(t) = t^2/2 - 5t + 8$ für $0 \leq t \leq 10$, Raster 0,5	Nullstellen 2 und 8, Tiefpunkt $(5 -4,5)$, $r(0) = 8$ auf Rasterpunkten

8 Kompetenzorientierung und Vielfalt

Merkmal	Bedeutung	Fundstellen
fehlvorstellung	typische Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen (Fortbildung 25.06.2026)	2 Analysis I 1.3; 2 Analysis I 2.3; 1 Stochastik 1.2; 2 Analysis II 2.3
modell	Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)	2 Analysis I 1.6; 2 Analysis I 2.6
offen	Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)	2 Analysis II 3.3; 2 Analysis II 2.3
ohne-rechnung	qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)	2 Analysis II 2.3; 1 Analysis 3.2; 2 Analysis I 2.6
darstellungswechsel	Graph ↔ Term ↔ Tabelle ↔ Text (K5)	1 Analysis 2.1; 2 Analysis II 3.1; 1 Analysis 3.2
medien	Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)	2 Analysis I 1.6; 2 Analysis II 3.2

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
1 Stochastik	3D-Druck-Würfel	neu
1 Stochastik	Schlafgewohnheiten	neu
1 Stochastik	Pizzeria	neu
2 Analysis I	Adventsmarkt	neu
2 Analysis I	Küchenschwamm	neu
2 Analysis II	Kartonzuschnitt	neu
2 Analysis II	Fischteich	neu
2 Stochastik I	Rubbellose	neu
2 Stochastik II	Jugendzentrum	neu

Aufgabenmuster im Vergleich zu anderen eigenen Prüfungen: 2026-2a: 57 % gleich, 2026-1b: 60 % gleich, 2026-1a: 60 % gleich, 2026-2b: 57 % gleich, 2026-3a: 60 % gleich, 2026-3b: 60 % gleich.

9 Variation: Vergleich mit der Partnerprüfung

Partner: 2026-4a. Gleich sein müssen Nummer, BE, Operator, AFB, Kompetenzen, Leitideen und die Kennungen im Lehrplan; alle Kontexte und Zahlen sind neu.

Teilaufgabe	Struktur wie Partner
1 Analysis 1.1	✓
1 Analysis 1.2	✓
1 Analysis 1.3	✓
1 Analysis 2.1	✓
1 Analysis 2.2	✓
1 Analysis 3.1	✓
1 Analysis 3.2	✓
1 Stochastik 1.1	✓
1 Stochastik 1.2	✓
1 Stochastik 2.1	✓
1 Stochastik 2.2	✓
1 Stochastik 3.1	✓
1 Stochastik 3.2	✓
2 Analysis I 1.1	✓
2 Analysis I 1.2	✓
2 Analysis I 1.3	✓
2 Analysis I 1.4	✓
2 Analysis I 1.5	✓
2 Analysis I 1.6	✓

Teilaufgabe	Struktur wie Partner
2 Analysis I 2.1	✓
2 Analysis I 2.2	✓
2 Analysis I 2.3	✓
2 Analysis I 2.4	✓
2 Analysis I 2.5	✓
2 Analysis I 2.6	✓
2 Analysis II 1.1	✓
2 Analysis II 1.2	✓
2 Analysis II 1.3	✓
2 Analysis II 1.4	✓
2 Analysis II 1.5	✓
2 Analysis II 1.6	✓
2 Analysis II 2.1	✓
2 Analysis II 2.2	✓
2 Analysis II 2.3	✓
2 Analysis II 3.1	✓
2 Analysis II 3.2	✓
2 Analysis II 3.3	✓
2 Stochastik I 1.1	✓
2 Stochastik I 1.2	✓
2 Stochastik I 1.3	✓
2 Stochastik I 2.1	✓
2 Stochastik I 2.2	✓
2 Stochastik I 3.1	✓
2 Stochastik I 3.2	✓
2 Stochastik II 1.1	✓
2 Stochastik II 1.2	✓
2 Stochastik II 2.1	✓
2 Stochastik II 2.2	✓
2 Stochastik II 3	✓
2 Stochastik II 4	✓

Technisches Prüfprotokoll

Technische Grundlage dieser Prüfung: womit sie erstellt und wie sie geprüft wurde. Alle Angaben werden beim Bauen gemessen (Logdateien, Prüfberichte, Prüfsummen), nicht von Hand eingetragen.

1 Verwendete Skills (Arbeitsanweisungen für Claude)

Skill	Verwendet für	Stand	SHA-1
fachabitur-mathe-entwerfen	Ablauf: Bauplan im Planungsmodus, Rechnung, Text, Grafik, Lösung, Abnahme, Prüfschleifen	05.10.2026 21:52	7d6e3911
lehrplan-mathe-fosbos	LehrplanPLUS M11/M12 wörtlich, Kompetenzen K1-K7, AFB, Operatoren, feste Formulierungen	04.10.2026 08:18	5346888d
fachabitur-mathe	Layout und Satz im Stil der Originale 2023-2025, Abbildungen aus exakten Funktionen	04.10.2026 17:53	d810b8c2
mathe-physik	Nachrechnen mit SymPy/SciPy	04.10.2026 15:03	2abfee24
latex-grafik	TikZ-Grafiken, Stolpersteine	04.10.2026 19:56	44e3c05d
aufgaben-variieren	Nachtermin als Variation zu 2026-4a (gleiche Struktur, neue Kontexte und Zahlen)	04.10.2026 07:33	fb5b04b4

2 Software und Pakete

Bereich	Version
Satz	LuaHBTeX, Version 1.17.0 (TeX Live 2023/Debian), LuaLaTeX, je PDF zwei Läufe
Klasse	fachabitur-mathe.cls 2026/10/03 auf fachabitur.cls (eigene, vorlage/)
LaTeX-Pakete	fontspec v2.8a, unicode-math v0.8r, pgf v3.1.10, tcolorbox 6.2.0, longtable v4.19, tabularx v2.11c, xcolor v3.01, babel v24.1, hyperref v7.01h, ragged2e v3.6, fancyhdr v4.1, geometry v5.9, amsmath v2.17o
Schriften (eingebettet)	Carlito, Carlito-Bold, Carlito-BoldItalic, Carlito-Italic, STIXTwoMath-Regular
Python (Werkstatt, wpy)	Python 3.12.3 · SymPy 1.14.0 (exakte Rechnung) · SciPy 1.18.1 (Binomialverteilung, Nullstellen) · PyMuPDF 1.28.2 (PDF-Vektoranalyse) · NumPy 2.5.3
Python (System)	Python 3.12.3 (Prüfbericht)
PDF-Werkzeuge	pdftoppm version 24.02.0 (poppler: Kopiervorschau, Seitenbilder)

3 Eigene Module

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
vorlage/fachabitur-mathe.cls	Layout Mathe (Teile, Gruppen, Lösungsbanner, Musterprüfung)	170	8ae6c471
../abitur-physik/vorlage/fachabitur.cls	Basisklasse (BE-Spalte, Teilaufgaben, Ankreuzen, Fußvermerk)	339	d66fe764
vorlage/abnahme_mathe.py	Abnahme: Struktur, Lehrplan, AFB je Wahl, Kompetenzen, Nachrechnung, Vielfalt	502	a52f4147
vorlage/pruefbericht.py	Texte zu Kompetenzen/AFB/Operatoren, Tabellen	232	1587c1ab
vorlage/lehrplan.py	Kompetenzerwartungen nummeriert	57	78a810de
../abitur-physik/vorlage/abbildungen-pruefen.py	Überlappungen, quadratisches Raster, Kontaktbogen	269	94e76e37
vorlage/technik_mathe.py	dieses Protokoll	140	c9ef5ee1
bauen.sh	Ablauf aller Schritte	106	bd3ab8ce
vorlage/seiten_pruefen.py	Seitenfall R1-R5 (leere Seiten, Umbrüche, Tabellenlinien)	130	47feddba

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
eigene/2026-4b/rechnung.py	Entwurfsrechnung, Plausibilität	39	6914506b
eigene/2026-4b/abnahme.py	Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe	193	03816cf7
eigene/2026-4b/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)	116	d8bd4fa8

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py (SymPy/SciPy)	16 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-4b-loesung.pdf	10 Seiten · Überläufe 1 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-4b.pdf	11 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Abnahme	abnahme.py + abnahme_mathe.py	✓ Abnahme bestanden
Prüfrunden (Claude)	pruefprotokoll.md	0 Runden:
Fachliche Durchsicht	Fachbetreuung Mathematik	offen – Freigabe durch die Lehrkraft

5 Dienste, Daten, Stand

Bereich	Angabe
Externe Dienste	keine (keine KI-Bilder, keine Vertonung); alle Abbildungen TikZ aus den exakten Funktionstermen
Daten	keine personenbezogenen Daten; Training mit Gesprächsinhalten im Claude-Konto des Betreibers ausgeschaltet
Repository	Basis-Commit c2214d2 2026-10-05; gegenüber diesem Commit geänderte Dateien: 2 (werden mit dieser Fassung committet)
Erzeugt	05.10.2026 23:41 mit bauen.sh eigene/2026-4b