

Musterprüfung Nr. 006

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
Beschreiben	in Worten, im Sachzusammenhang
Bestimmen	Weg frei (rechnerisch/grafisch), Ergebnis begründet
Deuten	Bedeutung (z. B. geometrisch) angeben
Entscheiden	begründete Auswahl zwischen Möglichkeiten
Entwickeln	Verfahren (z. B. Hypothesentest) selbstständig aufbauen
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Erstellen	Tabelle, Vierfeldertafel oder Baumdiagramm anlegen
Geben	ohne Begründung und Rechnung nennen
Interpretieren	Bedeutung im Sachkontext angeben
Skizzieren	qualitativ, wesentliche Merkmale erkennbar
Untersuchen	Eigenschaft prüfen, Ergebnis kann ja oder nein sein
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	2	Bestimmen	I	K6	L4	M11.1.3	Ausklammern $x^2(3 - x)$ 1 · Nullstellen mit Vielfachheit 1
T1 A	1.2	4	Ermitteln	I	K6	L4	M11.2.5	f' 1 · Nullstellen 0 und 2 1 · Art 1 · Koordinaten 1
T1 A	1.3	2	Ermitteln	I	K6	L4	M11.2.5	$f'' = 0$ und Vorzeichenwechsel 1 · Koordinaten 1
T1 A	1.4	3	Skizzieren	I	K5	L4	M11.1.5	besondere Punkte 1 · Verlauf 1 · Randverhalten 1
T1 A	2.1	3	Bestimmen	II	K5 K6	L4	M12.2.1	Asymptote $y = 2 \Rightarrow b = 2$ 1 · $g(0) = 5 \Rightarrow a = 3$ 1 · Begründung über $e^{-x} \rightarrow 0$ 1
T1 A	2.2	2	Bestimmen	II	K6	L4	M12.4.2	Stammfunktion $-3e^{-x} + 2x + C$ 1 · $C = 3$ 1
T1 A	3.1	2	Zeigen	I	K6 K2	L4	M12.4.1	Produktregel 1 · Vereinfachen zu $x \cdot e^x$ 1
T1 A	3.2	2	Berechnen	II	K6 K4	L4 L2	M12.4.3	$F(1) - F(0)$ 1 · Flächeninhalt 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 A	3.3	2	Begründen	III	K1 K2	L4	M12.4.3	$x \cdot e^x < 0$ für $x < 0$ 1 · Integral unterhalb der x-Achse negativ 1
T1 S	1.1	2	Entscheiden	II	K1 K2	L5	M11.3.1	je Vorgang mit Begründung 2
T1 S	1.2	2	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.5	zwei Pfade 1 · Wahrscheinlichkeit 1
T1 S	2.1	2	Begründen	II	K1 K2	L5	M11.4.4	Ergebnisse nicht gleichwahrscheinlich (Form) 1 · Laplace-Annahme unbegründet 1
T1 S	2.2	2	Bestimmen	I	K3 K6	L5	M11.4.3	relative Häufigkeit 1 · als Schätzwert (große Zahl) 1
T1 S	3.1	2	Berechnen	I	K6	L5	M11.5.1	Produktregel 1 · Anzahl 1
T1 S	3.2	2	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.5.2	Reihenfolge ohne Wiederholung $1 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 120$ 1
T2 A I	1.1	3	Untersuchen	I–II	K6 K3	L4	M12.3.1	$a(0) = 0$ 1 · $t \cdot e^{-0,5t} \rightarrow 0$ 1 · Deutung 1
T2 A I	1.2	5	Ermitteln	II	K6 K3	L4	M12.3.2	Produktregel $1 \cdot a' = 0 \Rightarrow t = 2$ 1 · Vorzeichenwechsel 1 · $a(2)$ 1 · Deutung 1
T2 A I	1.3	4	Ermitteln	II	K6 K3	L4	M12.3.2	a'' 1 · Nullstelle $t = 4$ 1 · Vorzeichenwechsel 1 · Deutung als stärkste Abnahme 1
T2 A I	1.4	4	Zeichnen	I	K5	L4	M12.3.1	Wertetabelle 1 · Verlauf 2 · Maßstab 1
T2 A I	1.5	3	Zeigen	I	K6 K2	L4	M12.4.1	Ableitung mit Produktregel 2 · $A(0) = 0$ 1
T2 A I	1.6	3	Berechnen	I	K6 K3	L4 L2	M12.4.3	Ansatz $A(6) - A(0)$ 1 · Wert 1 · Deutung als Gesamtzahl 1
T2 A I	1.7	3	Untersuchen	III	K1 K2	L4	M12.3.2	$A(t) < 4800$ für alle t 1 · Grenzwert 4800 1 · Urteil: Aussage falsch 1
T2 A I	2.1	2	Deuten	I	K3	L4	M11.1.6	$G(0) = -180$ 1 · Fixkosten 1
T2 A I	2.2	4	Zeigen	II	K6 K3	L4	M11.1.3	$G(3) = 0$ 1 · Polynomdivision 1 · quadratische Gleichung 1 · Gewinnzone 1
T2 A I	2.3	4	Ermitteln	II	K6 K3	L4	M12.1.1	$G' = 0$ 1 · $x = 7$ 1 · Maximum begründet 1 · Gewinn 800 € 1
T2 A I	2.4	3	Untersuchen	III	K3 K4	L4	M12.1.1	G steigt auf $[3;6]$ 1 · Randmaximum $x = 6$ 1 · 720 € 1
T2 A I	2.5	2	Berechnen	I	K6 K3	L4	M11.2.2	$G'(3)$ 1 · Deutung 1
T2 A I	2.6	3	Ermitteln	II	K6 K3	L4	M11.2.2 M12.1.2	$G'' = 0$ 1 · $x = 4$ mit Nachweis Maximum von G' 1 · $G'(4) = 270$ 1
T2 A II	1.1	3	Bestimmen	I	K6	L4	M11.1.3	Ausklammern 1 · quadratische Gleichung 1 · Nullstellen 1
T2 A II	1.2	4	Begründen	II	K1 K5	L4	M12.1.5	$F' = f$ 1 · Vorzeichenwechsel bei 0, 2, 4 2 · Art 1
T2 A II	1.3	3	Entscheiden	II	K5 K1	L4	M12.1.5	Tabelle von f (Nullstellen) 1 · Tabelle von F ($F(0) = 0$, Maximum bei 2) 1 · Tabelle von f' 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 A II	1.4	2	Bestim- men	I	K6	L4	M12.1.6	Stammfunktion 1 · Konstante 0 1
T2 A II	1.5	4	Skizzieren	II	K5	L4	M12.1.5	$F(2) = 2$, $F(4) = 0$ 1 · Extrempunkte 1 · Wendestellen bei Extremstellen von f 1 · Verlauf 1
T2 A II	1.6	4	Berechnen	II	K6 K4	L4 L2	M12.4.3	Integral 0 bis 4 = 0 1 · Teilflächen 2 und 2 2 · Flächeninhalt 4 1
T2 A II	1.7	2	Begründen	III	K1 K2	L4	M12.4.3	Flächenstücke unter der Achse zählen negativ 1 · Bilanz $0 \neq$ Fläche 1
T2 A II	2.1	4	Untersu- chen	II	K3 K5	L4	M12.2.3	Differenzen nicht konstant 1 · Quotienten konstant 1,3 2 · Entscheidung 1
T2 A II	2.2	2	Geben	I	K3	L4	M12.2.3	Anfangswert 1 · Faktor 1
T2 A II	2.3	2	Zeigen	I	K6	L4	M12.2.1	$1,3 = e^{\ln 1,3}$ 1 · $k \approx 0,262$ 1
T2 A II	2.4	4	Ermitteln	I	K6 K3	L4	M12.2.4	Gleichung $N(t) = 2000$ 1 · Logarithmieren 1 · $t \approx 8,78$ 1 · Deutung (9. Monat) 1
T2 A II	2.5	3	Berechnen	I	K6 K3	L4	M12.1.2	$N'(t)$ 1 · $N'(4)$ 1 · Deutung 1
T2 A II	2.6	3	Untersu- chen	III	K3 K1	L4 L1	M11.1.1 M12.2.3	lineares Modell $L(t)$ 1 · $L(4) = 440$ 1 · Vergleich mit 571 und Urteil 1
T2 A II	2.7	3	Untersu- chen	III	K3 K2	L4	M12.2.3	$N(36)$ 1 · Vergleich mit Schülerzahl 1 · Grenze des Modells 1
T2 S I	1.1	3	Entschei- den	II	K1 K2	L5	M12.5.1	je Situation mit Begründung (zwei Aus- gänge, p konstant, unabhängig) 3
T2 S I	1.2	3	Berechnen	I	K6 K3	L5	M12.5.2	$B(50; 0,1; 5)$ 1 · $P(X \leq 3)$ 2
T2 S I	1.3	4	Bestim- men	II	K5 K3	L5	M12.6.5	Säulen 3 bis 7 addieren 2 · Näherungs- wert 1 · Erwartungswert markiert 1
T2 S I	1.4	2	Interpre- tieren	I	K3	L5	M12.6.4	$E(X) = np = 5$ 1 · Deutung als langfristiger Mittelwert 1
T2 S I	2.1	4	Entwickeln	III	K3 K1	L5	M12.7.1 M12.7.2 M12.7.3	Hypothesen und Testgröße 1 · Bedingung $P(X \geq k) \leq 0,05$ 1 · Ablehnungsbereich 16; ...; 100 1 · Entscheidungsregel 1
T2 S I	2.2	2	Beschrei- ben	I	K2 K3	L5	M12.7.3	Fehler 1. Art im Sachzusammenhang 2
T2 S I	2.3	3	Berechnen	II	K6 K3	L5	M12.7.3	Fehler 2. Art: $P_{0,2}(X \leq 15)$ 2 · Deutung 1
T2 S I	2.4	2	Interpre- tieren	II	K3 K2	L5	M12.7.3	14 nicht im Ablehnungsbereich 1 · Vermu- tung nicht gestützt, kein Beweis für H_0 1
T2 S II	1.1	3	Erstellen	I	K5 K6	L5	M11.4.2	Vierfeldertafel aus Anteilen 3
T2 S II	1.2	2	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.6	bedingte Wahrscheinlichkeit 1 · Ergebnis 1
T2 S II	1.3	3	Untersu- chen	III	K1 K2	L5	M11.4.6	Verwechslung $P_C(Z)$ und $P_Z(C)$ 1 · $P_Z(C) =$ $0,4$ 1 · Urteil 1
T2 S II	1.4	2	Berechnen	I	K6	L5	M11.4.6	$P_{\text{nicht } Z}(C)$ 1 · Ergebnis 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 S II	2.1	4	Bestim- men	I–II	K5 K6	L5	M12.6.1 M12.6.2 M12.6.3	$P(X = 2)$ aus Summe 1 1 · Verteilung 1 · $E(X)$ 2
T2 S II	2.2	4	Ermitteln	II	K3 K4	L5	M12.6.3	nicht zurückgegebene Becher 2 — $E(X)$ 1 · Pfand je Besucher 1 · Hochrechnung 1 · Deutung 1
T2 S II	3.1	2	Begründen	II	K1 K3	L5	M12.6.4	zwei Ausgänge 1 · p konstant bei großer Besucherzahl 1
T2 S II	3.2	3	Berechnen	II	K6 K3	L5	M12.5.2	Umdeutung über Y (nicht Zug) 1 · $P(Y \leq 5)$ 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	40 / 48 / 12	K1:8 K2:10 K3:32 K4:2 K5:10 K6:37	L2:2 L4:62 L5:35
Analysis I + Stochastik II	100	40 / 50 / 11	K1:7 K2:8 K3:26 K4:4 K5:12 K6:42	L2:2 L4:62 L5:35
Analysis II + Stochastik I	100	40 / 46 / 14	K1:12 K2:10 K3:24 K4:3 K5:16 K6:34	L1:2 L2:3 L4:60 L5:35
Analysis II + Stochastik II	100	40 / 47 / 13	K1:12 K2:8 K3:19 K4:5 K5:18 K6:39	L1:2 L2:3 L4:60 L5:35

5 Lehrplanabdeckung

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
-------------	------	----	---------

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
M11.1 Ganzrationale Funktionen	32	4/7	M11.1.1, M11.1.3, M11.1.5, M11.1.6
M11.2 Differenzialrechnung bei ganzrationalen Funktionen	24	2/5	M11.2.2, M11.2.5
M11.3 Zufallsexperiment und Ereignis	8	1/3	M11.3.1
M11.4 Relative Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	14	5/7	M11.4.2, M11.4.3, M11.4.4, M11.4.5, M11.4.6
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, M12.1.5, M12.1.6
M12.2 Exponentialfunktion und Logarithmus	20	3/4	M12.2.1, M12.2.3, M12.2.4
M12.3 Kurvendiskussion von Funktionen, die aus Verknüpfung von Exponentialfunktionen mit linearen und quadratischen Funktionen hervorgehen	20	2/2	M12.3.1, M12.3.2
M12.4 Integralrechnung	14	3/3	M12.4.1, M12.4.2, M12.4.3
M12.5 Bernoulli-Ketten	6	2/2	M12.5.1, M12.5.2
M12.6 Zufallsgröße und Wahrscheinlichkeitsverteilung	14	5/5	M12.6.1, M12.6.2, M12.6.3, M12.6.4, M12.6.5
M12.7 Testen von Hypothesen	8	3/3	M12.7.1, M12.7.2, M12.7.3

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M11.1.1	beschreiben und ermitteln die wesentlichen Eigenschaften von linearen und quadratischen Funktionen und deren G...	T2 A II 2.6
M11.1.3	ermitteln Nullstellen ganzrationaler Funktionen samt ihrer Vielfachheit mithilfe geeigneter Verfahren: Ausklam...	T1 A 1.1; T2 A I 2.2; T2 A II 1.1
M11.1.5	zeichnen bzw. skizzieren die Graphen von ganzrationalen Funktionen, um z. B. die Lösungsmenge von Ungleichunge...	T1 A 1.4
M11.1.6	treffen geeignete Aussagen zu Fragestellungen hinsichtlich anwendungsbezogener Vorgänge, die sich durch ganzra...	T2 A I 2.1
M11.2.2	deuten den Wert eines Differenzialquotienten geometrisch als Tangentensteigung, interpretieren ihn als lokale ...	T2 A I 2.5; T2 A I 2.6
M11.2.5	ermitteln die größtmöglichen Intervalle, in denen der Graph einer ganzrationalen Funktion jeweils gleiches Mon...	T1 A 1.2; T1 A 1.3
M11.3.1	entscheiden für verschiedene Alltagssituationen, ob sich darin Abläufe finden, bei denen es sich um Zufallsexp...	T1 S 1.1
M11.4.2	bestimmen für zwei Ereignisse unter Verwendung einer Vierfeldertafel die absoluten und relativen Häufigkeiten ...	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 2.2
M11.4.4	grenzen anhand von Beispielen Laplace-Experimente von solchen Zufallsexperimenten ab, die sich nicht mithilfe ...	T1 S 2.1

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M11.4.5	berechnen und interpretieren Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen mehrstufiger Zufallsexperimente. Dazu nutzen...	T1 S 1.2
M11.4.6	bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten bei zweistufigen Zufallsexperimenten, um diese in Bezug auf den Sachko...	T2 S II 1.2; T2 S II 1.3; T2 S II 1.4
M11.5.1	bestimmen für kombinatorische Problemstellungen die Anzahl der Belegungsmöglichkeiten für ein k-Tupel mithilfe...	T1 S 3.1
M11.5.2	lösen kombinatorische Probleme aus realen Alltagssituationen. Insbesondere bestimmen sie die Anzahl der Möglic...	T1 S 3.2
M12.1.1	entscheiden über die Existenz und Lage von absoluten Extrempunkten und Randextrempunkten eines Funktionsgraphen...	T2 A I 2.3; T2 A I 2.4
M12.1.2	berechnen die Änderungsrate einer Größe mithilfe von Ableitungsfunktionen und bestimmen insbesondere Stellen s...	T2 A I 2.6; T2 A II 2.5
M12.1.5	beschreiben und begründen, wie der Graph einer Funktion mit dem Verlauf des Graphen der zugehörigen Ableitungs...	T2 A II 1.2; T2 A II 1.3; T2 A II 1.5
M12.1.6	schließen aus dem Term einer Funktion auf die Terme der zugehörigen Stammfunktionen....	T2 A II 1.4
M12.2.1	beschreiben und ermitteln die grundlegenden Eigenschaften der Funktion $x \mapsto a \cdot b^{\wedge}(c \cdot (x - d)) + y_0$ ($b > 0$), um b...	T1 A 2.1; T2 A II 2.3
M12.2.3	modellieren den exponentiellen Zusammenhang zweier Größen in anwendungsorientierten Problemstellungen (z. B. K...	T2 A II 2.1; T2 A II 2.2; T2 A II 2.6; T2 A II 2.7
M12.2.4	berechnen, für welche Werte der unabhängigen Größe (z. B. Zeit t) die abhängige exponentiell wachsende Größe (...)	T2 A II 2.4
M12.3.1	diskutieren die Eigenschaften von Funktionen der Form $x \mapsto f(x) \cdot e^{\wedge}(g(x)) + y_0$. Dabei sind f und g lineare oder...	T2 A I 1.1; T2 A I 1.4
M12.3.2	lösen anwendungsorientierte Problemstellungen (z. B. Analyse der Entwicklung der Schadstoffkonzentration in de...	T2 A I 1.2; T2 A I 1.3; T2 A I 1.7
M12.4.1	führen den Nachweis, dass eine vorgegebene Funktion F eine Stammfunktion von f ist....	T1 A 3.1; T2 A I 1.5
M12.4.2	bestimmen neben Termen von Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen auch Terme von Stammfunktionen für Funkti...	T1 A 2.2
M12.4.3	berechnen mithilfe von Stammfunktionen Werte von bestimmten Integralen, um damit Flächenbilanzen und Maßzahlen...	T1 A 3.2; T1 A 3.3; T2 A I 1.6; T2 A II 1.6; T2 A II 1.7
M12.5.1	entscheiden, ob es sich bei speziellen Zufallsexperimenten um Bernoulli-Experimente (z. B. Werfen einer Laplac...	T2 S I 1.1
M12.5.2	bestimmen die Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen, die bei Bernoulli-Ketten auftreten. Sie berechnen z. B. di...	T2 S I 1.2; T2 S II 3.2
M12.6.1	erläutern anhand geeigneter Realsituationen die Begriffe Zufallsgröße und Zufallswert. Sie stellen den durch e...	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 II 2.1; T2 S II 2.2
M12.6.4	entscheiden, ob eine Zufallsgröße binomialverteilt ist, und bestimmen ggf. deren Erwartungswert, Varianz und S...	T2 S I 1.4; T2 S II 3.1

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M12.6.5	berechnen und veranschaulichen bei Zufallsgrößen, insbesondere bei binomialverteilten Zufallsgrößen, Wahrschei...	T2 S I 1.3
M12.7.1	stellen für Realsituationen Hypothesen bezüglich einer bestimmten Grundgesamtheit auf und erläutern ihr Vorgeh...	T2 S I 2.1
M12.7.2	formulieren die Testgröße (nur binomialverteilt) im Rahmen eines Hypothesentests. Sie entwickeln eine für die ...	T2 S I 2.1
M12.7.3	ermitteln beim einseitigen Signifikanztest mit binomialverteilter Testgröße zu einem vorgegebenen Signifikanzn...	T2 S I 2.1; T2 S I 2.2; T2 S I 2.3; T2 S I 2.4

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	
1 Analysis 1.1	Nullstelle einfach	3	✓
1 Analysis 1.1	0 doppelt	wahr	✓
1 Analysis 1.2	Hochpunkt	$H(2 4)$	✓
1 Analysis 1.2	Tiefpunkt	$T(0 0)$	✓
1 Analysis 1.3	Wendepunkt	$W(1 2)$	✓
1 Analysis 1.4	$f(-1) = 4, f(3,5) = -6,125$	wahr	✓
1 Analysis 2.1	a	$a=3$	✓
1 Analysis 2.1	b	$b=2$	✓
1 Analysis 2.2	$G = -3e^{-x} + 2x + 3$	wahr	✓
1 Analysis 3.1	$F' = f$	wahr	✓
1 Analysis 3.2	Fläche	1	✓
1 Analysis 3.3	Integral auf $[-2;0] < 0$	wahr	✓
1 Stochastik 1.1	a ja, b nein	wahr	✓
1 Stochastik 1.2	genau einer	0,42	✓
1 Stochastik 2.1	Reißnagel asymmetrisch	wahr	✓
1 Stochastik 2.2	Schätzwert	0,62	✓
1 Stochastik 3.1	Menüs	24	✓
1 Stochastik 3.2	Aufstellungen	120	✓
2 Analysis I 1.1	$a \rightarrow 0$	wahr	✓
2 Analysis I 1.2	größte Rate	883	✓
2 Analysis I 1.3	Zeitpunkt	$t=4$	✓
2 Analysis I 1.4	$a(10) \approx 81$	wahr	✓
2 Analysis I 1.5	$A' = a, A(0) = 0$	wahr	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Analysis I 1.6	Aufrufe	3844	✓
2 Analysis I 1.7	Grenze	4800	✓
2 Analysis I 2.1	Fixkosten	180	✓
2 Analysis I 2.2	Gewinnngrenze	9,62	✓
2 Analysis I 2.3	Maximum	800	✓
2 Analysis I 2.4	Randmaximum	720	✓
2 Analysis I 2.5	$G'(3)$	240	✓
2 Analysis I 2.6	$G'(4)$	270	✓
2 Analysis I 2.6	$G''(4) = 0, G''' < 0$	wahr	✓
2 Analysis II 1.1	Nullstellen	$x=4$	✓
2 Analysis II 1.1	0, 2, 4	wahr	✓
2 Analysis II 1.2	Tief bei 0 und 4, Hoch bei 2	wahr	✓
2 Analysis II 1.3	$F(1) = F(3) = 1,125$	wahr	✓
2 Analysis II 1.4	$F = x^4/8 - x^3 + 2x^2$	wahr	✓
2 Analysis II 1.5	$F(2)$	2	✓
2 Analysis II 1.6	Flächeninhalt	4	✓
2 Analysis II 1.7	$\int_0^2 = -\int_2^4$	wahr	✓
2 Analysis II 2.1	Quotienten 1,3	wahr	✓
2 Analysis II 2.2	$N(t) = 200 \cdot 1,3^t$	wahr	✓
2 Analysis II 2.3	k	0,262	✓
2 Analysis II 2.4	t	8,78	✓
2 Analysis II 2.5	Zuwachsrage	150	✓
2 Analysis II 2.6	$L(4)$	440	✓
2 Analysis II 2.7	$N(36)$	2,5	✓
2 Stochastik I 1.1	a ja, b nein, c nein	wahr	✓
2 Stochastik I 1.2	$P(X=5)$	0,18492	✓
2 Stochastik I 1.2	$P(X \leq 3)$	0,25029	✓
2 Stochastik I 1.3	$P(3 \leq X \leq 7)$	0,77	✓
2 Stochastik I 1.4	$E(X)$	5	✓
2 Stochastik I 2.1	Ablehnungsbereich ab	16	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(X \geq 16) \leq 0,05 < P(X \geq 15)$	wahr	✓
2 Stochastik I 2.2	H_0 abgelehnt, obwohl $p \leq 0,1$	wahr	✓
2 Stochastik I 2.3	Fehler 2. Art	0,12851	✓
2 Stochastik I 2.4	$14 < 16$	wahr	✓
2 Stochastik II 1.1	$P(Z \cap C)$	0,24	✓
2 Stochastik II 1.1	$P(\text{nicht}Z \cap C)$	0,06	✓
2 Stochastik II 1.2	$P_C(Z)$	0,8	✓
2 Stochastik II 1.3	$P_Z(C)$	0,4	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Stochastik II 1.4	$P_{\text{nichtZ}}(C)$	0,15	✓
2 Stochastik II 2.1	$P(X=2)$	0,6	✓
2 Stochastik II 2.1	$E(X)$	1,5	✓
2 Stochastik II 2.2	Pfand je Besucher	1,50	✓
2 Stochastik II 2.2	Gesamt	12000	✓
2 Stochastik II 3.1	$Y \sim B(20; 0,4)$	wahr	✓
2 Stochastik II 3.2	$P(Y \leq 5)$	0,12560	✓

7 Abbildungen

Abbildung	zeigt	Modell = Text
abbExpgraph	Graph von $g = 3e^{-x} + 2$ mit Asymptote, Raster 0,5	$g(0) = 5$ und Asymptote $y = 2$ auf Rasterlinien
abbFgraph	Graph von $f = \frac{1}{2}x^3 - 3x^2 + 4x$ im Fenster $[-0,5; 4,5] \times [-2; 2]$	Nullstellen 0, 2, 4 auf Rasterpunkten
abbHisto	Histogramm $B(50; 0,1)$ für $k = 0$ bis 13, Raster 0,02	Säulenhöhen exakt (SciPy), Maximum bei $k = 5$

8 Kompetenzorientierung und Vielfalt

Merkmal	Bedeutung	Fundstellen
fehlvorstellung	typische Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen (Fortbildung 25.06.2026)	2 Analysis I 1.7; 2 Analysis II 1.7; 2 Stochastik II 1.3
modell	Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)	2 Analysis I 2.4; 2 Analysis II 2.7
offen	Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)	2 Analysis I 2.4; 2 Analysis II 1.2
ohne-rechnung	qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)	1 Analysis 3.3; 2 Analysis II 1.2; 1 Stochastik 2.1
darstellungswechsel	Graph $\leftrightarrow$ Term $\leftrightarrow$ Tabelle $\leftrightarrow$ Text (K5)	2 Analysis II 1.3; 2 Analysis II 2.1; 2 Stochastik I 1.3
medien	Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)	2 Stochastik I 1.3; 2 Analysis II 2.1

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020-2025 und eigene Prüfungen
1 Stochastik	Glückskekse	neu
1 Stochastik	Reißnagel	neu
1 Stochastik	Mensa	neu
2 Analysis I	Social-Media-Beitrag	neu
2 Analysis I	Hofladen	neu
2 Analysis II	Schulkanal	neu
2 Stochastik I	Snackautomat	neu
2 Stochastik II	Musikfestival	neu

Aufgabenmuster im Vergleich zu anderen eigenen Prüfungen: 2026-4b: 53 % gleich, 2026-2a: 58 % gleich, 2026-1b: 58 % gleich, 2026-1a: 58 % gleich, 2026-5b: 42 % gleich, 2026-2b: 58 % gleich, 2026-4a: 53 % gleich, 2026-3a: 45 % gleich, 2026-5a: 42 % gleich, 2026-3b: 45 % gleich.

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

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
eigene/2026-6a/rechnung.py	Entwurfsrechnung, Plausibilität	36	6a90ef62
eigene/2026-6a/abnahme.py	Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe	174	2bc4180d

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
eigene/2026-6a/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)	114	7b45c034

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py (SymPy/SciPy)	11 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-6a-loesung.pdf	10 Seiten · Überläufe 1 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-6a.pdf	10 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Abnahme	abnahme.py + abnahme_math.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 23:46 mit bauen.sh eigene/2026-6a