

Musterprüfung Nr. 003 (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
Berechnen	Ergebnis rechnerisch, Rechenweg erkennbar
Beschreiben	in Worten, im Sachzusammenhang
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 $x^2(x^2 - 2)$ 1 · Nullstellen 1 · Vielfachheiten 1
T1 A	1.2	4	Ermitteln	I	K6	L4	M11.2.5	f' 1 · Nullstellen 0, ± 1 1 · Art mit Vorzeichenwechsel 1 · Koordinaten 1
T1 A	1.3	3	Ermitteln	I	K6 K5	L4	M11.2.2	$f(2)$ und $f'(2)$ 1 · Punkt-Steigungs-Form 1 · Gleichung 1
T1 A	2.1	4	Entscheiden	II–III	K1 K5	L4	M12.1.5	je richtig gesetztes Kreuz 1 (4 Aussagen), falsch –0,5
T1 A	2.2	2	Geben	II	K1 K2	L4	M12.1.3	Grad von f' mindestens 3 (drei Monotoniewechsel/zwei Extremstellen) 1 · Grad von f mindestens 4 1
T1 A	3.1	3	Bestimmen	I	K6 K5	L4 L1	M12.2.1	$a = 2$ aus $h(0)$ 1 · $e^{2b} = 9$ 1 · $b = \ln 3$ 1
T1 A	3.2	3	Entscheiden	II	K5 K1	L4	M11.1.1 M12.2.1	Zuordnung 1 · Begründung linear (konstante Differenzen) 1 · exponentiell (konstanter Faktor) 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 S	1.1	2	Berechnen	I	K5 K6	L5	M11.4.5	Baumdiagramm/Pfadregel 1 · zwei Pfade addiert 1
T1 S	1.2	2	Beschreiben	II	K2 K6	L5	M11.3.3	Ereignis in Mengenschreibweise 1 · Gegenereignis in Worten 1
T1 S	2.1	2	Vervollständigen	I	K5 K6	L5	M11.4.2	fehlende Felder aus Summen 2
T1 S	2.2	2	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.6	bedingte Wahrscheinlichkeit 1 · Ergebnis 1
T1 S	3.1	2	Zeigen	II	K6 K3	L5	M12.6.3	Wahrscheinlichkeiten 1 · $E(X) = 0$ 1
T1 S	3.2	2	Entscheiden	III	K1 K2	L5	M12.6.3	Urteil ungünstig 1 · Begründung ohne Rechnung (Gewinnfall seltener, Auszahlung gleich) 1
T2 A I	1.1	6	Bestimmen	II	K3 K4	L4	M12.1.3 M11.1.7	vier Bedingungen begründet 2 · $c = d = 0$ 1 · LGS gelöst 2 · Term 1
T2 A I	1.2	4	Ermitteln	II	K3 K6	L4	M12.1.2	$w'' = 0$ 1 · Wendestelle mit Vorzeichenwechsel 1 · $w'(3)$ 1 · Prozent 1
T2 A I	1.3	3	Untersuchen	III	K1 K2	L4	M11.2.2	$w'(2) = 56,25\%$ (nicht $37,5\%$) 1 · Vergleich 1 · Begründung (Steigung wächst nicht linear) 1
T2 A I	1.4	4	Zeichnen	I	K5	L4	M11.1.5	Wertetabelle 1 · Wendepunkt und Krone 1 · Verlauf mit waagrechten Enden 1 · Maßstab 1
T2 A I	1.5	2	Bestimmen	III	K4 K5	L2 L4	M12.4.3	Kästchen gezählt/Dreieck-Rechteck-Abschätzung 1 · Wert $\approx 9 \text{ m}^2$ 1
T2 A I	1.6	4	Berechnen	I–II	K3 K6	L4 L2	M12.4.3	Integral 1 · Wert 16 1 · Querschnitt 44 m^2 1 · Volumen 1
T2 A I	2.1	3	Bestimmen	I	K3 K6	L4	M12.2.3	Ansatz $T(15) = 55$ 1 · Logarithmieren 1 · k gerundet 1
T2 A I	2.2	3	Ermitteln	II	K6 K3	L4 L1	M12.2.4	Ungleichung $T(t) \leq 60$ 1 · Umformen mit Logarithmus 1 · Ergebnis 1
T2 A I	2.3	4	Berechnen	II	K6 K3	L4	M11.2.2 M12.1.2	Ableitung 1 · $T'(0)$ 1 · $T'(10)$ 1 · Deutung 1
T2 A I	2.4	3	Untersuchen	III	K3 K1	L4	M12.2.3	$T(60)$ 1 · Vergleich mit 28°C 1 · Grenze des Modells 1
T2 A I	2.5	4	Zeichnen	I	K5	L4	M12.2.1	Wertetabelle 1 · Asymptote $y = 20$ 1 · Verlauf 1 · Maßstab 1
T2 A I	2.6	3	Entscheiden	II–III	K1 K5	L4	M12.2.2	neue Asymptote 25 1 · Startwert unverändert 1 · späteres Erreichen von 60°C 1
T2 A II	1.1	3	Ermitteln	II	K6 K1	L4	M11.1.3 M11.1.4	Nullstelle -1 doppelt (Probe/Faktorisieren) 1 · 5 einfach 1 · Verhalten 1
T2 A II	1.2	5	Ermitteln	I–II	K6	L4	M11.2.5	g' 1 · Nullstellen -1 und 3 1 · Art 1 · Koordinaten 2

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 A II	1.3	4	Untersu- chen	II	K6 K1	L4	M11.2.2 M12.1.1	Wendepunkt $W(1 16)$ 1 · Tangente $y = 12x + 4$ 1 · Schnittgleichung $-(x - 1)^3 = 0$ 1 · Deutung 1
T2 A II	1.4	4	Zeichnen	I	K5	L4	M11.1.5	Wertetabelle 1 · Extrempunkte, Wende- punkt 1 · Verlauf 1 · Tangente 1
T2 A II	1.5	4	Berechnen	II	K6 K3	L4	M12.4.3	Grenzen -1 und 5 1 · Stammfunktion 1 · Wert 108 1 · Flächeninhalt 1
T2 A II	1.6	3	Beschrei- ben	III	K2 K5	L4	M12.1.5	G monoton steigend bis 5 ($g \geq 0$) 1 · Ter- rassenpunkt bei -1 1 · Hochpunkt bei 5 1
T2 A II	2.1	3	Zeigen	II	K3 K4	L3 L2	M12.1.4	Kantenlänge $8x + 4h = 240 \Rightarrow h = 60 - 2x$ 1 · Volumenterm 1 · Definitionsmenge $]0;30[$ 1
T2 A II	2.2	5	Ermitteln	I–II	K4 K6	L4	M12.1.4 M12.1.1	$V' = 0$ 1 · $x = 20$ mit Begründung 2 · Ab- messungen (Würfel) 1 · Volumen 1
T2 A II	2.3	3	Untersu- chen	III	K1 K2	L4	M11.1.1 M11.1.6	$V(10) = 4000$ 1 · zweite Stelle (Monoto- nie/Zeichnung) 1 · Urteil: Zuordnung $V \mapsto x$ nicht eindeutig 1
T2 A II	3.1	3	Bestim- men	I	K3 K6	L4	M12.2.3	Ansatz $100 \cdot b^2 = 81$ 1 · $b = 0,9$ 1 · Deutung 10% pro Jahr 1
T2 A II	3.2	3	Ermitteln	II	K6 K3	L4 L1	M12.2.4	Ungleichung 1 · Logarithmus mit Umkehr des Ungleichheitszeichens 1 · Ergebnis 1
T2 A II	3.3	3	Untersu- chen	III	K3 K2	L4	M12.2.3	linearer Verlust 10 Prozentpunkte pro Jahr 1 · Vergleich nach 5 Jahren ($50\% \leftrightarrow 59\%$) 1 · Urteil Modell 1
T2 S I	1.1	4	Bestim- men	I	K5 K6	L5	M11.4.5	Baumdiagramm 2 · $P(D)$ 2
T2 S I	1.2	3	Beschrei- ben	II	K2 K6	L5	M11.3.3	Ereignis $A \cup D$ in Worten 1 · Wahrschein- lichkeit 2
T2 S I	1.3	3	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.6	$P_D(A)$ 2 · Interpretation 1
T2 S I	2.1	3	Berechnen	I	K6 K3	L5	M12.5.2	$B(20; 0,05; 1)$ 1 · $P(X \leq 2)$ 2
T2 S I	2.2	2	Berechnen	II	K3 K6	L5	M12.6.3 M12.6.4	$E(X) = 1$ 1 · Kosten 1
T2 S I	2.3	2	Bestim- men	II	K3 K6	L5	M11.5.1	Binomialkoeffizient 1 · 105 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 $0;$ 1 1 · Entscheidungsregel 1
T2 S I	3.2	2	Interpre- tieren	II	K3 K2	L5	M12.7.3	2 nicht im Ablehnungsbereich 1 · keine Bestätigung der Vermutung, kein Beweis für H_0 1
T2 S II	1.1	3	Erstellen	I	K5 K6	L5	M11.4.2	Schnittwahrscheinlichkeiten 2 · Rand- summen 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 S II	1.2	3	Untersu- chen	III	K1 K2	L5	M11.4.6 M11.4.7	$P_D(P) = 0,8$ 1 · Vergleich mit $P(P)$ 1 · Fehlschluss erläutert 1
T2 S II	2.1	5	Bestim- men	II	K3 K5 K6	L5	M12.6.1 M12.6.2 M12.6.3	Werte der Zufallsgröße 1 · Wahrscheinlichkeiten 2 · Erwartungswert 1 · Deutung 1
T2 S II	2.2	4	Ermitteln	II	K3 K4	L5	M12.6.3	Ansatz mit unbekanntem Preis 2 · Lösung 9 € 2
T2 S II	3	4	Berechnen	I	K6 K3	L5	M12.5.2	$B(20; 0,4; 8)$ 1 · $P(X \geq 10) = 1 - P(X \leq 9)$ 2 · Binomialverteilung begründet 1
T2 S II	4	4	Berechnen	II	K3 K6	L5	M11.5.1 M11.5.2	$6! = 720$ 1 · Paar als Block $5! \cdot 2$ 1 · Wahrscheinlichkeit $1/3$ 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	37 / 46 / 18	K1:12 K2:7 K3:24 K4:4 K5:21 K6:32	L1:3 L2:3 L4:59 L5:35
Analysis I + Stochastik II	100	37 / 46 / 16	K1:12 K2:6 K3:23 K4:6 K5:22 K6:31	L1:3 L2:3 L4:59 L5:35
Analysis II + Stochastik I	100	36 / 47 / 17	K1:12 K2:10 K3:18 K4:4 K5:16 K6:40	L1:3 L2:2 L3:2 L4:59 L5:35
Analysis II + Stochastik II	100	36 / 48 / 16	K1:12 K2:9 K3:18 K4:6 K5:17 K6:38	L1:3 L2:2 L3:2 L4:59 L5:35

5 Lehrplanabdeckung

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
M11.1 Ganzrationale Funktionen	32	6/7	M11.1.1, M11.1.3, M11.1.4, M11.1.5, M11.1.6, M11.1.7
M11.2 Differenzialrechnung bei ganzrationalen Funktionen	24	2/5	M11.2.2, M11.2.5
M11.3 Zufallsexperiment und Ereignis	8	1/3	M11.3.3
M11.4 Relative Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	14	4/7	M11.4.2, 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	5/6	M12.1.1, M12.1.2, M12.1.3, M12.1.4, M12.1.5
M12.2 Exponentialfunktion und Logarithmus	20	4/4	M12.2.1, M12.2.2, M12.2.3, M12.2.4

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
M12.3 Kurvendiskussion von Funktionen, die aus Verknüpfung von Exponentialfunktionen mit linearen und quadratischen Funktionen hervorgehen	20	0/2	
M12.4 Integralrechnung	14	1/3	M12.4.3
M12.5 Bernoulli-Ketten	6	1/2	M12.5.2
M12.6 Zufallsgröße und Wahrscheinlichkeitsverteilung	14	4/5	M12.6.1, M12.6.2, M12.6.3, M12.6.4
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...	T1 A 3.2; T2 A II 2.3
M11.1.3	ermitteln Nullstellen ganzrationaler Funktionen samt ihrer Vielfachheit mithilfe geeigneter Verfahren: Ausklam...	T1 A 1.1; T2 A II 1.1
M11.1.4	beschreiben das Verhalten der Funktionswerte ganzrationaler Funktionen für $x \rightarrow \infty$ bzw. $x \rightarrow -\infty$ und entscheiden, ...	T2 A II 1.1
M11.1.5	zeichnen bzw. skizzieren die Graphen von ganzrationalen Funktionen, um z. B. die Lösungsmenge von Ungleichungen...	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 II 2.3
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 1.3; T2 A I 1.3; T2 A I 2.3; T2 A II 1.3
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
M11.3.3	beschreiben Ereignisse eines Zufallsexperiments, deren Gegenereignisse und Verknüpfungen mit Worten und stelle...	T1 S 1.2; T2 S I 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
M11.4.5	berechnen und interpretieren Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen mehrstufiger Zufallsexperimente. Dazu nutzen...	T1 S 1.1; T2 S I 1.1
M11.4.6	bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten bei zweistufigen Zufallsexperimenten, um diese in Bezug auf den Sachko...	T1 S 2.2; T2 S I 1.3; 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...	T2 S I 2.3; 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 Funktionsgraphen...	T2 A II 1.3; T2 A II 2.2

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M12.1.2	berechnen die Änderungsrate einer Größe mithilfe von Ableitungsfunktionen und bestimmen insbesondere Stellen s...	T2 A I 1.2; T2 A I 2.3
M12.1.3	entscheiden, ob sich aus vorgegebenen Informationen bzgl. einer ganzrationalen Funktion f und ihrer Ableitungs...	T1 A 2.2; 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
M12.1.5	beschreiben und begründen, wie der Graph einer Funktion mit dem Verlauf des Graphen der zugehörigen Ableitungs...	T1 A 2.1; T2 A II 1.6
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 3.1; T1 A 3.2; T2 A I 2.5
M12.2.2	entscheiden, welchen Einfluss eine Veränderung der Werte der Parameter a , b , c , d und y_0 jeweils auf den Verl...	T2 A I 2.6
M12.2.3	modellieren den exponentiellen Zusammenhang zweier Größen in anwendungsorientierten Problemstellungen (z. B. K...	T2 A I 2.1; T2 A I 2.4; T2 A II 3.1; T2 A II 3.3
M12.2.4	berechnen, für welche Werte der unabhängigen Größe (z. B. Zeit t) die abhängige exponentiell wachsende Größe (...)	T2 A I 2.2; T2 A II 3.2
M12.4.3	berechnen mithilfe von Stammfunktionen Werte von bestimmten Integralen, um damit Flächenbilanzen und Maßzahlen...	T2 A I 1.5; T2 A I 1.6; T2 A II 1.5
M12.5.2	bestimmen die Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen, die bei Bernoulli-Ketten auftreten. Sie berechnen z. B. di...	T2 S I 2.1; T2 S II 3
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 ...	T1 S 3.1; T1 S 3.2; T2 S I 2.2; 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 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	
1 Analysis 1.1	Nullstelle doppelt	0	✓
1 Analysis 1.1	0 doppelt, $\pm\sqrt{2}$ einfach	wahr	✓
1 Analysis 1.2	Tiefpunkt y	-1	✓
1 Analysis 1.2	$f(\pm 1) = -1$, $f(0) = 0$	wahr	✓
1 Analysis 1.3	Tangente	$y=24x-40$	✓
1 Analysis 2.1	a) Hochpunkt bei 2: f' wechselt $+$ $\rightarrow$ $-$ $\rightarrow$ wahr	wahr	✓
1 Analysis 2.1	b) bei -1 kein Tiefpunkt ($f' \geq 0$ beidseits) $\rightarrow$ falsch	wahr	✓
1 Analysis 2.1	c) linksgekrümmt auf $] -1; 1[$ (f' steigt) $\rightarrow$ wahr	wahr	✓
1 Analysis 2.1	d) $f(2) > 0$ nicht ablesbar $\rightarrow$ n. e.	wahr	✓
1 Analysis 2.2	f' hat zwei Extremstellen $\Rightarrow$ Grad $\geq 3 \Rightarrow$ Grad $f \geq 4$	wahr	✓
1 Analysis 3.1	b	$\ln(3)$	✓
1 Analysis 3.1	$2e^{2 \ln 3} = 18$	wahr	✓
1 Analysis 3.2	Tabelle A: Faktor 3 (q), B: Differenzen 3 (r), C: Differenzen 2, 4, 6 (p)	wahr	✓
1 Stochastik 1.1	genau ein Treffer	0,42	✓
1 Stochastik 1.2	TT; TN; NT $\leftrightarrow$ „mindestens ein Treffer“	wahr	✓
1 Stochastik 2.1	$P(\text{nicht A} \cap \text{nicht B})$	0,28	✓
1 Stochastik 2.2	$P_B(A)$	0,6	✓
1 Stochastik 3.1	$1/4 \cdot 3 - 3/4 \cdot 1 = 0$	wahr	✓
1 Stochastik 3.2	ohne Zurücklegen: $P(\text{zwei Asse}) = 1/6 < 1/4 \Rightarrow E < 0$	wahr	✓
2 Analysis I 1.1	a	$-\frac{1}{64}$	✓
2 Analysis I 1.1	b	$\frac{3}{16}$	✓
2 Analysis I 1.1	$w = -x^3/64 + 3x^2/16$	wahr	✓
2 Analysis I 1.2	Wendestelle	$x=4$	✓
2 Analysis I 1.2	größte Steigung %	75%	✓
2 Analysis I 1.2	$w'(4) = 3/4$	wahr	✓
2 Analysis I 1.3	$w'(2)$	0,5625	✓
2 Analysis I 1.3	$w'(2) = 9/16 \neq 3/8$	wahr	✓
2 Analysis I 1.5	Fläche zwischen 15 und 17 Kästchen-Einheiten	wahr	✓
2 Analysis I 1.6	Fläche	16	✓
2 Analysis I 1.6	Volumen	8800	✓
2 Analysis I 1.6	$\int_0^8 w \, dx = 16$	wahr	✓
2 Analysis I 2.1	k	0,05	✓
2 Analysis I 2.2	t60	11,2	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Analysis I 2.3	$T'(0)$	-3,5	✓
2 Analysis I 2.3	$T'(10)$	-2,1	✓
2 Analysis I 2.4	$T(60)$	23,5	✓
2 Analysis I 2.6	$T^* = 25 + 65e^{-0,05t}$; $T^*(11,2) > 60$	wahr	✓
2 Analysis II 1.1	Nullstelle einfach	5	✓
2 Analysis II 1.1	$g = -(x+1)^2(x-5)$	wahr	✓
2 Analysis II 1.2	Hochpunkt	$H(3 32)$	✓
2 Analysis II 1.2	Tiefpunkt	$T(-1 0)$	✓
2 Analysis II 1.3	Tangente	$y=12x+4$	✓
2 Analysis II 1.3	$g - t = -(x-1)^3$	wahr	✓
2 Analysis II 1.5	Fläche	108	✓
2 Analysis II 1.6	$g \geq 0$ auf $[-1;5]$, $g < 0$ für $x > 5$	wahr	✓
2 Analysis II 2.1	$x^2(60 - 2x)$	wahr	✓
2 Analysis II 2.2	Volumen	8	✓
2 Analysis II 2.2	$V'(20) = 0$	wahr	✓
2 Analysis II 2.3	$V(10)$	4000	✓
2 Analysis II 2.3	zweite Lösung $\approx 27,3$ im Definitionsbereich	wahr	✓
2 Analysis II 3.1	b	0,9	✓
2 Analysis II 3.2	Jahre	6,6	✓
2 Analysis II 3.3	Kapazität nach 5 Jahren	59	✓
2 Stochastik I 1.1	$P(D)$	0,022	✓
2 Stochastik I 1.2	$P(A \cup D)$	0,715	✓
2 Stochastik I 1.3	$P_D(A)$	0,318	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(X=1)$	0,37735	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(X \leq 2)$	0,92452	✓
2 Stochastik I 2.2	Kosten	3	✓
2 Stochastik I 2.3	Anordnungen	105	✓
2 Stochastik I 3.1	Ablehnungsbereich bis	1	✓
2 Stochastik I 3.1	$P(X \leq 1) \leq 0,05 < P(X \leq 2)$	wahr	✓
2 Stochastik I 3.2	$2 > 1$	wahr	✓
2 Stochastik II 1.1	$P(\text{nicht } R \cap \text{nicht } P)$	0,36	✓
2 Stochastik II 1.2	$P_R(P)$	0,65	✓
2 Stochastik II 2.1	$E(\text{Ausgaben})$	7,70	✓
2 Stochastik II 2.2	Bandpreis	9	✓
2 Stochastik II 2.2	$0,4 \cdot 9 + 0,6 \cdot 5 + 0,5 \cdot 3 = 8,10$	wahr	✓
2 Stochastik II 3	$P(X=8)$	0,17971	✓
2 Stochastik II 3	$P(X \geq 10)$	0,24466	✓
2 Stochastik II 4	Anordnungen	720	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Stochastik II 4	nebeneinander	0,333	✓

7 Abbildungen

Abbildung	zeigt	Modell = Text
abbAblgraph	Graph von $f'(-(x-2)(x+1)^2/2)$ im Fenster $[-3; 3] \times [-4; 4]$, Raster 0,5	Nullstellen -1 (doppelt, ohne Vorzeichenwechsel) und 2 (Vorzeichenwechsel $+$ $\rightarrow$ $-$); Tiefpunkt $(-1 0)$, Hochpunkt $(1 2)$ auf Rasterpunkten
abbWall	Querschnitt des Bahndamms: zwei Hänge, Krone 3 m breit, Höhe 4 m, Hang 8 m waagrecht	Hang exakt $w(x) = -x^3/64 + 3x^2/16$; Koordinatensystem am linken Fuß wie im Text

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 II 2.3; 2 Stochastik II 1.2
modell	Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)	2 Analysis I 2.4; 2 Analysis II 3.3
offen	Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)	2 Analysis I 1.5; 2 Analysis II 2.3
ohne-rechnung	qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)	2 Analysis I 2.6; 1 Stochastik 3.2; 1 Analysis 2.2
darstellungswechsel	Graph $\leftrightarrow$ Term $\leftrightarrow$ Tabelle $\leftrightarrow$ Text (K5)	1 Analysis 2.1; 1 Analysis 3.2; 2 Analysis II 1.6
medien	Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)	2 Analysis I 2.1; 2 Stochastik I 3.2

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
1 Stochastik	Darts	neu
1 Stochastik	Sportverein	neu
1 Stochastik	Kartenziehen	neu
2 Analysis I	Bahndamm	neu
2 Analysis I	Thermobecher	neu
2 Analysis II	Stahlrahmen	neu
2 Analysis II	E-Scooter-Akku	neu
2 Stochastik I	LED-Lampen	neu

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
2 Stochastik II	Freibad	neu

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

9 Variation: Vergleich mit der Partnerprüfung

Partner: 2026-3a. 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	✓
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	✓

Teilaufgabe	Struktur wie Partner
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 2.3	✓
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 2026-3a (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, <i>vorlage/</i>)
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/2026-3b/rechnung.py	Entwurfsrechnung, Plausibilität	49	dc5faed5
eigene/2026-3b/abnahme.py	Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe	188	254c14af
eigene/2026-3b/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)	112	1ab72f2b

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py (SymPy/SciPy)	20 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-3b-loesung.pdf	9 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-3b.pdf	11 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 23:39 mit bauen.sh eigene/2026-3b