

Musterprüfung Nr. 002

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
Entscheiden	begründete Auswahl zwischen Möglichkeiten
Entwickeln	Verfahren (z. B. Hypothesentest) selbstständig aufbauen
Erläutern	nachvollziehbar verständlich machen
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Erstellen	Tabelle, Vierfeldertafel oder Baumdiagramm anlegen
Formulieren	sprachlich fassen (Ereignis, Hypothese, Entscheidungsregel)
Geben	ohne Begründung und Rechnung nennen
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	3	Ermitteln	I	K6	L4	M11.1.3 M11.1.4	Ausklammern $x^2(3 - x)$ 1 · Nullstellen mit Vielfachheit 1 · Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$ 1
T1 A	1.2	4	Bestimmen	II	K6 K1	L4	M11.1.2 M12.1.1	f' und Extremstellen 1 · Funktionswerte an Extrem- und Randstellen 2 · Wertemenge 1
T1 A	1.3	3	Ermitteln	I	K6 K5	L4	M11.2.2 M12.1.1	Wendestelle 1 · Steigung $f'(1) = 3$ 1 · Tangentengleichung 1
T1 A	2	4	Entscheiden	II–III	K1 K5 K2	L4	M12.1.5	Zuordnung g' (Gerade) 1 · Zuordnung g und G mit Begründung über Nullstellen/Extremstellen 2 · Fachsprache 1
T1 A	3.1	2	Berechnen	I	K6	L4 L1	M12.2.4 M12.2.1	Schnittpunkt mit der y-Achse 1 · Nullstelle 2 ln 3 1
T1 A	3.2	3	Beschreiben	II	K5 K2	L4	M12.2.2	Streckung in x-Richtung (Faktor 2) 1 · Spiegelung an der x-Achse 1 · Verschiebung um 3 nach oben 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 A	3.3	3	Berechnen	II	K6 K4	L4	M12.4.2 M12.4.3	Stammfunktion $3x - 2e^{x/2}$ 1 · Einsetzen der Grenzen 1 · exakter Wert 1
T1 S	1.1	2	Bestimmen	I	K3 K6	L5	M11.5.1	Produktregel der Kombinatorik 1 · 5040 1
T1 S	1.2	2	Berechnen	II	K3 K6	L5	M11.5.2 M11.4.4	Laplace-Ansatz 1 · 0,504 1
T1 S	2.1	2	Bestimmen	I	K5 K6	L5	M11.3.3 M11.4.2	Ereignis als Gegenereignis von $S \cup V$ 1 · 0,15 1
T1 S	2.2	2	Untersuchen	II	K1 K6	L5	M11.4.7	Produkt 0,28 1 · Vergleich mit 0,25 und Folgerung 1
T1 S	3.1	2	Bestimmen	II	K3 K5	L5	M12.6.2 M11.4.5	Wahrscheinlichkeiten 0,3; 0,6; 0,1 1 · Erwartungswert 0,8 1
T1 S	3.2	2	Entscheiden	III	K1 K2	L5	M12.6.3	Urteil: Erwartungswert gleich 1 · Begründung ohne Rechnung (Anteil rot je Zug 2/5) 1
T2 A I	1.1	2	Berechnen	I	K3 K6	L4	M12.1.2	$r(2) = 4$ 1 · Deutung im Sachzusammenhang 1
T2 A I	1.2	5	Ermitteln	II	K6 K4	L4	M12.1.1 M12.1.2	r' 1 · Nullstellen von r' 1 · Auswahl im Intervall mit Begründung (Vorzeichenwechsel/Randwerte) 2 · Wert 1
T2 A I	1.3	4	Zeichnen	I	K5	L4	M11.1.5	Wertetabelle 1 · Nullstellen und Extrempunkte 1 · Verlauf 1 · Maßstab 1
T2 A I	1.4	4	Berechnen	II	K3 K6	L4 L2	M12.4.3	Integral als Bilanz 1 · Stammfunktion 1 · Grenzen einsetzen 1 · Ergebnis mit Einheit 1
T2 A I	1.5	3	Untersuchen	II	K3 K1	L4	M12.4.3 M12.1.1	größtes Volumen bei $t = 6$ begründet 1 · $5 + 16,2 = 21,2$ 1 · Vergleich mit 22 und Antwort 1
T2 A I	1.6	3	Untersuchen	III	K1 K2	L4	M12.1.5	Unterscheidung Rate $\leftrightarrow$ Bestand 1 · größte Zuflussrate $\neq$ größtes Volumen 1 · Volumen maximal, wo r das Vorzeichen wechselt 1
T2 A I	1.7	3	Begründen	III	K1 K5	L4	M12.4.3	Punktsymmetrie von G_r zu $(6 0)$ 1 · Flächenstücke gleich groß, Bilanz null 1 · Antwort 5 m^3 1
T2 A I	2.1	3	Ermitteln	I	K6 K1	L4	M12.3.1 M11.1.4	doppelte Nullstelle -1 1 · Verhalten $x \rightarrow \infty$ 1 · $x \rightarrow -\infty$ 1
T2 A I	2.2	6	Ermitteln	I–II	K6	L4	M12.3.1	Ableitung mit Produkt- und Kettenregel 2 · Nullstellen ± 1 1 · Art 1 · Koordinaten 2
T2 A I	2.3	3	Bestimmen	II	K1 K6	L4	M11.1.2 M12.3.1	$k(x) \geq 0$ (Quadrat · positive Zahl) 1 · Minimum 0 im Tiefpunkt 1 · unbeschränkt für $x \rightarrow -\infty$ 1
T2 A I	2.4	4	Zeichnen	I	K5	L4	M12.3.1	Wertetabelle 1 · Extrempunkte 1 · Verlauf/Annäherung an die x-Achse 1 · Maßstab 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 A I	2.5	3	Skizzieren	III	K1 K5	L4	M12.1.5	K überall nicht fallend 1 · Terrassenpunkt bei $x = -1$ 1 · Wendepunkt bei $x = 1$ (Extremstelle von k) 1
T2 A II	1.1	3	Bestimmen	I	K3 K6	L4	M12.2.3	Ansatz $A(2) = 9$ 1 · Logarithmieren 1 · k gerundet 1
T2 A II	1.2	4	Untersuchen	II	K3 K5	L4	M12.2.3 M11.1.6	lineares Modell $L(t) = 4 + 2,5t$ 1 · $A(4) \approx 19,8$ 1 · $L(4) = 14$ 1 · Vergleich mit 19 und Urteil 1
T2 A II	1.3	3	Berechnen	I	K6 K3	L4 L1	M12.2.4	Ansatz $A(t) = 150$ 1 · Logarithmieren 1 · Ergebnis in Wochen 1
T2 A II	1.4	3	Berechnen	II	K6 K3	L4	M12.1.2 M12.2.3	Ableitung 1 · $A'(5)$ 1 · Deutung mit Einheit 1
T2 A II	1.5	3	Ermitteln	III	K4 K1	L4	M12.2.2	$8 = 4 \cdot 2$: Graph um $\ln 2/0,4$ nach links verschoben 2 · Zeitgewinn $\approx 1,7$ Wochen 1
T2 A II	1.6	2	Erläutern	III	K3 K2	L4	M12.2.3	Begrenzung durch die Teichfläche 1 · Modell nur für die Anfangsphase gültig 1
T2 A II	2.1	3	Zeigen	II	K3 K4	L3 L2	M12.1.4	Länge und Breite des Bodens 1 · Volumen- term ausmultipliziert 1 · Definitionsmenge $]0;15[$ 1
T2 A II	2.2	5	Ermitteln	I–II	K4 K6	L4	M12.1.4 M12.1.1	$V' = 0$ 1 · $x = 6$ mit Begründung (Vorzeichenwechsel, $x = 20 \notin D$) 2 · Volumen 1 · Abmessungen 1
T2 A II	2.3	4	Ermitteln	III	K3 K4	L4	M12.1.4 M12.1.1	Nebenbedingung $x \leq 5$ 1 · V auf $]0;5[$ streng monoton steigend 1 · Randmaximum 1 · Volumen 3800 cm^3 1
T2 A II	3.1	2	Geben	I	K5 K6	L4 L3	M11.1.1	Spannweite 16 m 1 · Höhe 4 m 1
T2 A II	3.2	2	Berechnen	II	K3 K6	L4 L3	M11.2.2	$b'(8) = -1$ 1 · Steigungswinkel 45° 1
T2 A II	3.3	3	Berechnen	I	K6 K3	L4 L2	M12.4.3	Ansatz Integral (Symmetrie) 1 · Stammfunktion 1 · Flächeninhalt 1
T2 A II	3.4	3	Ermitteln	II	K3 K6	L4	M11.1.5	Ungleichung $b(x) \geq 3$ 1 · Lösung $-4 \leq x \leq 4$ 1 · Breite 8 m 1
T2 A II	3.5	3	Untersuchen	III	K1 K2	L4	M11.1.6	$b(x) = 2$ 1 · Breite $8\sqrt{2} \approx 11,3$ m 1 · Urteil 1 (lineares Denken bei quadratischer Funktion)
T2 S I	1.1	2	Geben	I	K5 K6	L5	M11.3.3	Ergebnisraum mit acht Tripeln 1 · Mächtigkeit 1
T2 S I	1.2	2	Formulieren	II	K5 K2	L5	M11.4.5	Deutung der Summanden 1 · Ereignis in Worten „mindestens zwei“ 1
T2 S I	1.3	3	Beschreiben	II	K2 K6	L5	M11.3.3	Ereignis in Worten (weder ... noch) 1 · De Morgan/Gegenereignis 1 · 0,04 1
T2 S I	2.1	3	Berechnen	I	K6 K3	L5	M12.5.2	$B(20; 0,2; 4)$ 1 · $P(X > 5) = 1 - P(X \leq 5)$ 2
T2 S I	2.2	2	Berechnen	I	K3 K6	L5	M12.6.3 M12.6.4	Erwartungswert $n \cdot p = 4$ 1 · Kosten 12 € 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
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; ...; 13 1 · Entscheidungsregel im Kontext 1
T2 S I	3.2	2	Berechnen	II	K6 K2	L5	M12.7.3	Fehler 2. Art = $P_{0,1}(X \geq 14)$ 1 · Wert 1
T2 S I	4.1	2	Bestimmen	I	K3 K6	L5	M11.5.1	Produkt $12 \cdot 11 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 8$ 1 · 95040 1
T2 S I	4.2	3	Berechnen	II	K3 K6	L5	M11.5.2	günstige Belegungen $11 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7$ 1 · Quotient $1 \cdot 7/12$ 1
T2 S II	1.1	4	Erstellen	I	K5 K6	L5	M11.4.2 M11.4.7	Unabhängigkeit genutzt (Produkt) 2 · Randsummen 1 · vollständig 1
T2 S II	1.2	2	Erläutern	II	K2 K1	L5	M11.4.7 M11.4.6	Unabhängigkeit $\Rightarrow P_R(A) = P(A)$ 1 · Deutung im Kontext 1
T2 S II	2	4	Bestimmen	I	K6 K3	L5	M12.6.4 M12.6.5	Binomialverteilung begründet 1 · μ und σ 1 · Intervall $5 \leq X \leq 10$ 1 · Wahrscheinlichkeit 1
T2 S II	3	5	Bestimmen	II	K3 K5 K6	L5	M12.6.1 M12.6.2 M12.6.3	Werte 1, 2, 3 von Y 1 · Wahrscheinlichkeiten (Pfadregel, Y = 3 auch ohne Treffer) 2 · Erwartungswert 1 · Deutung 1
T2 S II	4.1	4	Berechnen	II	K3 K6	L5	M11.4.6 M11.4.2	Vierfeldertafel oder Baum 1 · $P(T)$ 1 · bedingte Wahrscheinlichkeit 1 · Ergebnis 1
T2 S II	4.2	4	Untersuchen	III	K1 K3	L5	M11.4.6	Unterschied 98 % $\leftrightarrow$ 94,5 % erkannt 1 · Ursache: kleiner Anteil Rh-negativ 1 · Urteil zur Bestätigung durch Labortest 1

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 / 17	K1:16 K2:9 K3:14 K4:4 K5:19 K6:37	L1:1 L2:2 L4:62 L5:35
Analysis I + Stochastik II	100	36 / 47 / 17	K1:17 K2:6 K3:15 K4:4 K5:21 K6:36	L1:1 L2:2 L4:62 L5:35
Analysis II + Stochastik I	100	34 / 46 / 20	K1:10 K2:10 K3:25 K4:9 K5:11 K6:34	L1:2 L2:3 L3:4 L4:56 L5:35
Analysis II + Stochastik II	100	34 / 46 / 20	K1:11 K2:7 K3:26 K4:9 K5:13 K6:34	L1:2 L2:3 L3:4 L4:56 L5:35

5 Lehrplanabdeckung

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
M11.1 Ganzrationale Funktionen	32	6/7	M11.1.1, M11.1.2, M11.1.3, M11.1.4, M11.1.5, M11.1.6
M11.2 Differenzialrechnung bei ganzrationalen Funktionen	24	1/5	M11.2.2
M11.3 Zufallsexperiment und Ereignis	8	1/3	M11.3.3
M11.4 Relative Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	14	5/7	M11.4.2, 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, M12.1.4, M12.1.5
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	2/3	M12.4.2, M12.4.3
M12.5 Bernoulli-Ketten	6	1/2	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 3.1
M11.1.2	ermitteln die Wertemenge einer ganzrationalen Funktion unter Beachtung ihrer maximalen bzw. eingeschränkten De...	T1 A 1.2; T2 A I 2.3
M11.1.3	ermitteln Nullstellen ganzrationaler Funktionen samt ihrer Vielfachheit mithilfe geeigneter Verfahren: Ausklam...	T1 A 1.1
M11.1.4	beschreiben das Verhalten der Funktionswerte ganzrationaler Funktionen für $x \rightarrow \infty$ bzw. $x \rightarrow -\infty$ und entscheiden, ...	T1 A 1.1; T2 A I 2.1
M11.1.5	zeichnen bzw. skizzieren die Graphen von ganzrationalen Funktionen, um z. B. die Lösungsmenge von Ungleichunge...	T2 A I 1.3; T2 A II 3.4
M11.1.6	treffen geeignete Aussagen zu Fragestellungen hinsichtlich anwendungsbezogener Vorgänge, die sich durch ganzra...	T2 A II 1.2; T2 A II 3.5
M11.2.2	deuten den Wert eines Differenzialquotienten geometrisch als Tangentensteigung, interpretieren ihn als lokale ...	T1 A 1.3; T2 A II 3.2
M11.3.3	beschreiben Ereignisse eines Zufallsexperiments, deren Gegenereignisse und Verknüpfungen mit Worten und stelle...	T1 S 2.1; T2 S I 1.1; T2 S I 1.3
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; T2 S II 4.1

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
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 3.1; T2 S I 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 4.1; T2 S II 4.2
M11.4.7	entscheiden, ob zwei Ereignisse stochastisch abhängig oder unabhängig sind, und erläutern ihre Entscheidung im...	T1 S 2.2; T2 S II 1.1; T2 S II 1.2
M11.5.1	bestimmen für kombinatorische Problemstellungen die Anzahl der Belegungsmöglichkeiten für ein k-Tupel mithilfe...	T1 S 1.1; T2 S I 4.1
M11.5.2	lösen kombinatorische Probleme aus realen Alltagssituationen. Insbesondere bestimmen sie die Anzahl der Möglic...	T1 S 1.2; T2 S I 4.2
M12.1.1	entscheiden über die Existenz und Lage von absoluten Extrempunkten und Randextrempunkten eines Funktionsgraphen...	T1 A 1.2; T1 A 1.3; T2 A I 1.2; T2 A I 1.5; T2 A II 2.2; T2 A II 2.3
M12.1.2	berechnen die Änderungsrate einer Größe mithilfe von Ableitungsfunktionen und bestimmen insbesondere Stellen s...	T2 A I 1.1; T2 A I 1.2; T2 A II 1.4
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
M12.1.5	beschreiben und begründen, wie der Graph einer Funktion mit dem Verlauf des Graphen der zugehörigen Ableitungs...	T1 A 2; T2 A I 1.6; T2 A I 2.5
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
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; T2 A II 1.5
M12.2.3	modellieren den exponentiellen Zusammenhang zweier Größen in anwendungsorientierten Problemstellungen (z. B. K...	T2 A II 1.1; T2 A II 1.2; T2 A II 1.4; T2 A II 1.6
M12.2.4	berechnen, für welche Werte der unabhängigen Größe (z. B. Zeit t) die abhängige exponentiell wachsende Größe (...)	T1 A 3.1; T2 A II 1.3
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 I 2.1; T2 A I 2.2; T2 A I 2.3; T2 A I 2.4
M12.4.2	bestimmen neben Termen von Stammfunktionen ganzrationaler Funktionen auch Terme von Stammfunktionen für Funkti...	T1 A 3.3
M12.4.3	berechnen mithilfe von Stammfunktionen Werte von bestimmten Integralen, um damit Flächenbilanzen und Maßzahlen...	T1 A 3.3; T2 A I 1.4; T2 A I 1.5; T2 A I 1.7; 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 2.1
M12.6.1	erläutern anhand geeigneter Realsituationen die Begriffe Zufallsgröße und Zufallswert. Sie stellen den durch e...	T2 S II 3
M12.6.2	berechnen die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass eine diskrete Zufallsgröße bestimmte Werte annimmt. Sie stellen...	T1 S 3.1; T2 S II 3
M12.6.3	berechnen die charakteristischen Maßzahlen (Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung) von Zufallsgrößen ...	T1 S 3.2; T2 S I 2.2; T2 S II 3
M12.6.4	entscheiden, ob eine Zufallsgröße binomialverteilt ist, und bestimmen ggf. deren Erwartungswert, Varianz und S...	T2 S I 2.2; T2 S II 2

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M12.6.5	berechnen und veranschaulichen bei Zufallsgrößen, insbesondere bei binomialverteilten Zufallsgrößen, Wahrschei...	T2 S II 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 einfach	3	✓
1 Analysis 1.1	0 doppelte, 3 einfache Nullstelle	wahr	✓
1 Analysis 1.2	Wertemenge	$[0;4]$	✓
1 Analysis 1.2	Max über $[-1;3] = 4$, Min = 0	wahr	✓
1 Analysis 1.3	Tangente	$y=3x-1$	✓
1 Analysis 1.3	$f'(1) = 3$, $f(1) = 2$	wahr	✓
1 Analysis 2	I = G (Extremstellen bei ± 2 = Nullstellen von g), II = g, III = g'	wahr	✓
1 Analysis 3.1	Nullstelle	$2 \ln(3)$	✓
1 Analysis 3.1	$g(2 \ln 3) = 0$	wahr	✓
1 Analysis 3.3	Integral	$6 \ln(3) - 4$	✓
1 Analysis 3.3	Wert $\approx 2,59$	wahr	✓
1 Stochastik 1.1	verschiedene Ziffern	5040	✓
1 Stochastik 1.1	$10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7$	wahr	✓
1 Stochastik 1.2	Wahrscheinlichkeit	0,504	✓
1 Stochastik 2.1	weder noch	0,15	✓
1 Stochastik 2.2	Produkt	0,28	✓
1 Stochastik 2.2	abhängig	wahr	✓
1 Stochastik 3.1	$E(X)$	0,8	✓
1 Stochastik 3.1	Summe 1	wahr	✓
1 Stochastik 3.2	E ohne Zurücklegen = E mit Zurücklegen = $2 \cdot 2/5$	wahr	✓
2 Analysis I 1.1	$r(2)$	4	✓
2 Analysis I 1.2	Zeitpunkt	2,54	✓
2 Analysis I 1.2	größte Zuflussrate	4,16	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Analysis I 1.2	$r'(6 - 2\sqrt{3}) = 0$	wahr	✓
2 Analysis I 1.4	Zunahme	16,2	✓
2 Analysis I 1.4	$\int_0^6 r \, dt = 81/5$ (Summenregel, termweise)	wahr	✓
2 Analysis I 1.5	größtes Volumen	21,2	✓
2 Analysis I 1.5	$21,2 < 22$	wahr	✓
2 Analysis I 1.6	Volumen steigt bis $t = 6$ ($r > 0$)	wahr	✓
2 Analysis I 1.7	$r(12 - t) = -r(t)$	wahr	✓
2 Analysis I 2.1	Nullstelle	-1	✓
2 Analysis I 2.1	$\lim_{x \rightarrow \infty} k(x) = 0$	wahr	✓
2 Analysis I 2.2	Hochpunkt y	1,47	✓
2 Analysis I 2.2	$k' = -(x - 1)(x + 1)e^{-x}$	wahr	✓
2 Analysis I 2.3	Wertemenge	$[0; \infty[$	✓
2 Analysis I 2.5	$k \geq 0$, $k(-1) = 0$ ohne Vorzeichenwechsel	wahr	✓
2 Analysis II 1.1	k	0,41	✓
2 Analysis II 1.2	A(4)	19,8	✓
2 Analysis II 1.2	L(4)	14	✓
2 Analysis II 1.3	t150	9,1	✓
2 Analysis II 1.4	A'(5)	11,8	✓
2 Analysis II 1.5	Zeitgewinn	1,7	✓
2 Analysis II 2.1	$x(48 - 2x)(30 - 2x) = 4x^3 - 156x^2 + 1440x$	wahr	✓
2 Analysis II 2.2	Volumen	3888	✓
2 Analysis II 2.2	$V'(6) = 0$	wahr	✓
2 Analysis II 2.3	Volumen Rand	3800	✓
2 Analysis II 2.3	$5 < 6$	wahr	✓
2 Analysis II 3.1	Spannweite	16	✓
2 Analysis II 3.2	Winkel	45	✓
2 Analysis II 3.2	$b'(8) = -1$	wahr	✓
2 Analysis II 3.3	Flächeninhalt	42,7	✓
2 Analysis II 3.4	Breite	8	✓
2 Analysis II 3.5	Breite halbe Höhe	11,3	✓
2 Stochastik I 1.1	Anzahl Ergebnisse	8	✓
2 Stochastik I 1.2	$0,8^3 + 3 \cdot 0,8^2 \cdot 0,2 = P(X \geq 2)$	wahr	✓
2 Stochastik I 1.3	Wahrscheinlichkeit	0,04	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(X=4)$	0,21820	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(X>5)$	0,19579	✓
2 Stochastik I 2.2	Kosten	12	✓
2 Stochastik I 3.1	Ablehnungsbereich bis	13	✓
2 Stochastik I 3.1	$P(X \leq 13) \leq 0,05 < P(X \leq 14)$	wahr	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Stochastik I 3.2	Fehler 2. Art	0,12388	✓
2 Stochastik I 4.1	Belegungen	95040	✓
2 Stochastik I 4.2	Fach leer	0,583	✓
2 Stochastik II 1.1	$P(A \cap R)$	0,3655	✓
2 Stochastik II 1.1	$P(\text{nicht } A \cap \text{nicht } R)$	0,0855	✓
2 Stochastik II 1.2	$P_R(A) = 0,43$	wahr	✓
2 Stochastik II 2	σ	2,52	✓
2 Stochastik II 2	$P(5 \leq X \leq 10)$	0,7680	✓
2 Stochastik II 3	$P(Y=3)$	0,7225	✓
2 Stochastik II 3	$E(Y)$	2,5725	✓
2 Stochastik II 4.1	$P_T(\text{nicht } R)$	0,945	✓
2 Stochastik II 4.2	$P_T(\text{nicht } R) < 0,98$	wahr	✓

7 Abbildungen

Abbildung	zeigt	Modell = Text
abbZuordnen	Graphen I ($G = x^3/6 - 2x$), II ($g = x^2/2 - 2$), III ($g' = x$) im Fenster $[-3,5; 3,5]^2$, Raster 0,5, Beschriftung an den Kurvenenden außerhalb	Extrempunkte von I bei $x = \pm 2$ an den Nullstellen von II; Scheitel von II bei 0 an der Nullstelle von III; Beschriftungen nicht auf Linien
abbKarton	Karton $48 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ mit vier Eckquadraten der Seitenlänge x , Boden gestrichelt	Bemaßung wie im Text; x an zwei Ecken bemaßt; nicht maßstäblich gekennzeichnet
abbBruecke	Brückenbogen über dem Kanal mit Gehweg, Wasserspiegel als x -Achse	Bogen exakt $b(x) = -x^2/16 + 4$ auf $[-8; 8]$, Scheitel $(0 4)$; Pfeiler außerhalb des Bogens

8 Kompetenzorientierung und Vielfalt

Merkmal	Bedeutung	Fundstellen
fehlvorstellung	typische Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen (Fortbildung 25.06.2026)	1 Stochastik 3.2; 2 Analysis I 1.6; 2 Analysis II 3.5
modell	Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)	2 Analysis II 1.6; 2 Analysis I 1.5
offen	Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)	2 Analysis II 1.5; 1 Analysis 2
ohne-rechnung	qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)	1 Stochastik 3.2; 2 Analysis I 1.7; 2 Analysis I 2.5
darstellungswechsel	Graph $\leftrightarrow$ Term $\leftrightarrow$ Tabelle $\leftrightarrow$ Text (K5)	1 Analysis 2; 2 Analysis II 1.2; 2 Stochastik I 1.2

Merkmal	Bedeutung	Fundstellen
medien	Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)	2 Analysis II 1.2; 2 Stochastik II 4.2

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
1 Stochastik	Zahlenschloss	neu
1 Stochastik	Schulumfrage Streaming	neu
1 Stochastik	Murmelsäckchen	neu
2 Analysis I	Zisterne	neu
2 Analysis I	Regenwasser	neu
2 Analysis II	Wasserlinsen	neu
2 Analysis II	Anzuchtschale	neu
2 Analysis II	Fußgängerbrücke	neu
2 Stochastik I	Paketdienst	neu
2 Stochastik II	Blutspende	neu

Aufgabenmuster im Vergleich zu anderen eigenen Prüfungen: 2026-1b: 54 % gleich, 2026-1a: 54 % 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/2026-2a/rechnung.py	Entwurfsrechnung, Plausibilität	79	961ab08f
eigene/2026-2a/abnahme.py	Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe	207	e9be1295

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
eigene/2026-2a/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)	116	51cefee0

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py (SymPy/SciPy)	22 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-2a-loesung.pdf	10 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-2a.pdf	11 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Abnahme	abnahme.py + abnahme_math.py	✓ Abnahme bestanden
Prüfrunden (Claude)	pruefprotokoll.md	2 Runden: R1 – Bauplan (Planungsmodus); R2 – Satz, Abbildungen, Abnahme
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 23:35 mit bauen.sh eigene/2026-2a