

Musterprüfung Nr. 001

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
Erläutern	nachvollziehbar verständlich machen
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig
Erstellen	Tabelle, Vierfeldertafel oder Baumdiagramm anlegen

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Geben	ohne Begründung und Rechnung nennen
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	Faktorisieren $x(x-3)^2$ 1 • Nullstellen mit Vielfachheit 1 • Verhalten für $x \rightarrow \pm\infty$ 1
T1 A	1.2	4	Ermitteln	I	K6	L4	M11.2.5	f' 1 • Nullstellen von f' 1 • Art mit Vorzeichenwechsel 1 • Koordinaten 1
T1 A	1.3	3	Ermitteln	II	K6 K5	L4	M11.2.2	Ansatz $f'(x) = -3$ 1 • Lösung $x = 2$ 1 • Begründung genau eine Stelle (doppelte Lösung) 1
T1 A	2	5	Entscheiden	II–III	K1 K5	L4	M12.1.5 M12.4.3	je richtig gesetztes Kreuz 1 (5 Aussagen), falsch –0,5
T1 A	3.1	2	Geben	I	K5 K6	L4	M12.2.1	Asymptote $y = 4$ 1 • Schnittpunkt $S(0 2)$ 1
T1 A	3.2	2	Berechnen	I	K6	L1 L4	M12.2.4	Ansatz $e^{-x} = 2$ 1 • Logarithmieren $x = -\ln 2$ 1
T1 A	3.3	3	Bestimmen	II	K6 K4	L4	M12.4.2	Stammfunktion $4x + 2e^{-x} + C$ 1 • Bedingung $G(0) = 0$ 1 • $C = -2$ 1
T1 S	1.1	3	Erstellen	I	K5 K6	L5	M11.4.2	Felder aus Anteilen 1 • Schnittwahrscheinlichkeiten 1 • Summen vollständig 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 S	1.2	3	Begründen	III	K1 K2	L5	M11.4.6	$P_A(R)$ als gesuchte Größe erkannt 1 · Abschätzung $0,24/0,31 < 0,24/0,30 = 0,8$ 1 · Fehler benannt (Ereignis und Bedingung vertauscht) 1
T1 S	2	2	Entscheiden	II	K1 K3	L5	M12.5.1	a) Bernoulli-Kette mit $n = 10$, $p = 1/3$ 1 · b) keine Bernoulli-Kette, Begründung (p ändert sich) 1
T1 S	3.1	2	Bestimmen	II	K3 K6	L5	M12.6.3 M11.4.4	Laplace-Wahrscheinlichkeiten $6/36$ 1 · Erwartungswert = Einsatz 1
T1 S	3.2	2	Entscheiden	II	K1	L5	M12.6.3	Erwartungswert steigt bei gleichem Einsatz 1 · Urteil günstig für den Spieler 1
T2 A I	1.1	6	Bestimmen	II	K3 K4	L4	M12.1.3 M11.1.7	Bedingungen knickfrei begründet 1 · vier Gleichungen $2 \cdot c = d = 0$ 1 · LGS gelöst 2
T2 A I	1.2	4	Ermitteln	II	K3 K6	L4	M12.1.2	$f'' = 0$ 1 · Wendestelle mit Vorzeichenwechsel 1 · $f'(2)$ 1 · Steigung in Prozent 1
T2 A I	1.3	3	Untersuchen	III	K1 K2	L4	M11.2.2	$f'(1)$ 1 · Vergleich mit 37,5 % 1 · Urteil mit Begründung (Steigung wächst nicht linear) 1
T2 A I	1.4	4	Zeichnen	I	K5	L4	M11.1.5	Wertetabelle 1 · Punkte und Wendepunkt 1 · Verlauf mit waagrechten Enden 1 · Maßstab 1
T2 A I	1.5	4	Berechnen	I–II	K3 K6	L4 L2	M12.4.3	Ansatz Integral 1 · Stammfunktion 1 · Wert 4 m^2 1 · Farbmenge zwei Seiten 1
T2 A I	2.1	3	Berechnen	I	K3 K6	L4	M12.3.2 M12.2.1	$Q(0) = 2$ und Deutung 1 · Grenzwert 2 begründet 1 · Deutung Grundabfluss 1
T2 A I	2.2	7	Ermitteln	I–II	K6 K4	L4	M12.3.1 M12.1.1	Produkt- und Kettenregel 2 · Nullstelle $t = 2$ 1 · Vorzeichenwechsel/absolutes Maximum begründet 2 · $Q(2)$ 1 · Antwort 1
T2 A I	2.3	5	Zeichnen	I–II	K5 K3	L4	M12.3.1	Wertetabelle 1 · Zeichnung mit Hochpunkt 2 · Ablesen der Zeitpunkte 1 · Dauer 1
T2 A I	2.4	4	Berechnen	I–II	K3 K6	L4	M12.1.2	$Q'(4)$ 1 · Einheit m^3/s pro Stunde 1 · Deutung stärkste Abnahme 2
T2 A I	2.5	3	Erläutern	III	K3 K2	L4	M12.3.2	$Q(12) \approx 2,09$ berechnet und gedeutet 1 · Grenze des Modells (neuer Regen, Grundabfluss nie exakt) 2
T2 A II	1.1	4	Bestimmen	II	K3 K6	L4	M12.2.3	a aus $C(0)$ 1 · Ansatz $C(5) = 1000$ 1 · Logarithmieren 1 · k gerundet 1
T2 A II	1.2	3	Berechnen	I	K6 K3	L4 L1	M12.2.4	Ansatz $C(t) = 600$ 1 · Logarithmus 1 · Ergebnis in min 1
T2 A II	1.3	3	Berechnen	II	K6 K3	L4	M11.2.2	Ableitung mit Kettenregel 1 · Wert mit Einheit 1 · Deutung 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 A II	1.4	3	Entscheiden	II–III	K1 K5	L4	M12.2.2	Wirkung von k ohne Rechnung (schneller fallend, gleiche Asymptote) 2 · Zeit halbiert 1
T2 A II	1.5	3	Untersuchen	III	K3 K1	L4	M12.2.3	$C(30) \approx 404$ 1 · Vergleich mit 520 1 · Grenze des Modells (Personen im Raum, Außenluft) 1
T2 A II	2.1	3	Ermitteln	I	K6 K1	L4	M12.3.1 M11.1.4	Nullstellen $\pm\sqrt{3}$ 1 · Verhalten $x \rightarrow \infty$ 1 · $x \rightarrow -\infty$ 1
T2 A II	2.2	6	Ermitteln	I–II	K6	L4	M12.3.1	Ableitung mit Produkt-/Kettenregel 2 · Nullstellen –1 und 3 1 · Art 1 · Koordinaten 2
T2 A II	2.3	4	Zeichnen	I	K5	L4	M12.3.1	Wertetabelle 1 · Extrem- und Nullpunkte 1 · Verlauf/Annäherung an x-Achse 1 · Maßstab 1
T2 A II	2.4	2	Zeigen	II	K6 K1	L4	M12.4.1	Ableiten von H mit Produktregel 1 · Umformen auf h 1
T2 A II	3.1	3	Zeigen	II	K3 K4	L3 L2	M12.1.4	Breite 2u, Höhe p(u) 1 · Zielfunktion 1 · Definitionsmenge $]0;2[$ 1
T2 A II	3.2	5	Ermitteln	I–II	K4 K6	L4	M12.1.4 M12.1.1	$A' = 0$ 1 · $u = 2/\sqrt{3}$ mit Vorzeichenwechsel 2 · Breite und Höhe 1 · Flächeninhalt 1
T2 A II	3.3	4	Ermitteln	III	K3 K4	L4	M12.1.4 M12.1.1	Nebenbedingung $p(u) \geq 1,5 \rightarrow u \leq 1$ 1 · A in diesem Bereich streng monoton steigend 1 · Randmaximum 1 · Maße/Fläche 1
T2 S I	1.1	5	Bestimmen	I	K5 K6	L5	M11.4.5	Baumdiagramm 2 · Pfadregel 1 · acht Wahrscheinlichkeiten 2
T2 S I	1.2	3	Geben	II	K2 K6	L5	M11.3.3	E_1 als Menge 1 · Gegenereignis/De Morgan 1 · $P(E_1)$ 1
T2 S I	1.3	3	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.6	bedingte Wahrscheinlichkeit $P_M(E)$ 2 · Interpretation 1
T2 S I	2.1	3	Berechnen	I	K6 K3	L5	M12.5.2	$B(12; 0,15; 2)$ 1 · $P(X \leq 2)$ als „mindestens 10 fahrbereit“ 2
T2 S I	2.2	3	Ermitteln	II	K4 K6	L5 L1	M12.5.2	Ansatz $1 - 0,85^n \geq 0,99$ 1 · Logarithmieren mit Umkehr des Ungleichheitszeichens 1 · $n = 29$ 1
T2 S I	3.1	4	Entwickeln	III	K3 K1	L5	M12.7.1 M12.7.2 M12.7.3	Testgröße und Hypothesen 1 · Bedingung $P(X \geq k) \leq 0,05$ 1 · $k = 49$ aus Tafel 1 · Entscheidung bei 47 im Kontext 1
T2 S I	3.2	2	Berechnen	II	K6 K2	L5	M12.7.3	Fehler 2. Art = $P_{0,5}(X \leq 48)$ 1 · Wert 1
T2 S II	1.1	4	Erstellen	I	K5 K6	L5	M11.4.2	Schnittwahrscheinlichkeiten 2 · Randsummen 1 · vollständig 1
T2 S II	1.2	4	Untersuchen	II–III	K1 K2	L5	M11.4.6	$P_M(S)$ berechnet 2 · Vergleich mit 95 % 1 · Denkfehler (Bedingung vertauscht) erläutert 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 S II	1.3	3	Untersu- chen	I	K1 K6	L5	M11.4.7	Kriterium $P(S \cap M) = P(S) \cdot P(M)$ 1 · Rech- nung 1 · Deutung 1
T2 S II	2	5	Bestim- men	II	K6 K3	L5	M12.6.4 M12.6.5	Binomialverteilung begründet 1 · μ und σ 2 · Intervall $8 \leq X \leq 12$ 1 · Wahrschein- lichkeit 1
T2 S II	3.1	4	Bestim- men	II	K3 K6	L5	M12.6.1 M12.6.2 M12.6.3	Zufallswerte 0, 60, 120 mit Wahrschein- lichkeiten 2 · Erwartungswert 1 · Deutung 1
T2 S II	3.2	3	Entschei- den	III	K3 K1	L5	M12.6.3	Erwartungswert Filter B 1 · Vergleich 1 · begründete Entscheidung im Kontext 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	39 / 46 / 16	K1:10 K2:7 K3:22 K4:10 K5:16 K6:36	L1:2 L2:2 L4:62 L5:34
Analysis I + Stochastik II	100	38 / 46 / 16	K1:14 K2:6 K3:22 K4:8 K5:15 K6:34	L1:1 L2:2 L4:62 L5:35
Analysis II + Stochastik I	100	38 / 44 / 18	K1:14 K2:4 K3:17 K4:9 K5:14 K6:41	L1:4 L2:2 L3:2 L4:60 L5:34
Analysis II + Stochastik II	100	36 / 44 / 19	K1:18 K2:4 K3:18 K4:8 K5:14 K6:40	L1:2 L2:2 L3:2 L4:60 L5:35

5 Lehrplanabdeckung

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

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
M11.1 Ganzrationale Funktionen	32	4/7	M11.1.3, M11.1.4, M11.1.5, 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	5/7	M11.4.2, M11.4.4, M11.4.5, M11.4.6, M11.4.7
M11.5 Grundlagen der Kombinatorik	6	0/2	
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
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
M11.1.3	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 II 2.1
M11.1.5	zeichnen bzw. skizzieren die Graphen von ganzrationalen Funktionen, um z. B. die Lösungsmenge von Ungleichungen...	T2 A I 1.4
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 II 1.3
M11.2.5	ermitteln die größtmöglichen Intervalle, in denen der Graph einer ganzrationalen Funktion jeweils gleiches Mon...	T1 A 1.2
M11.3.3	beschreiben Ereignisse eines Zufallsexperiments, deren Gegenereignisse und Verknüpfungen mit Worten und stelle...	T2 S I 1.2
M11.4.2	bestimmen für zwei Ereignisse unter Verwendung einer Vierfeldertafel die absoluten und relativen Häufigkeiten ...	T1 S 1.1; T2 S II 1.1
M11.4.4	grenzen anhand von Beispielen Laplace-Experimente von solchen Zufallsexperimenten ab, die sich nicht mithilfe ...	T1 S 3.1
M11.4.5	berechnen und interpretieren Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen mehrstufiger Zufallsexperimente. Dazu nutzen...	T2 S I 1.1

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M11.4.6	bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten bei zweistufigen Zufallsexperimenten, um diese in Bezug auf den Sachko...	T1 S I 1.2; 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 1.3
M12.1.1	entscheiden über die Existenz und Lage von absoluten Extrempunkten und Randextrempunkten eines Funktionsgraphe...	T2 A I 2.2; T2 A II 3.2; 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
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 3.1; T2 A II 3.2; T2 A II 3.3
M12.1.5	beschreiben und begründen, wie der Graph einer Funktion mit dem Verlauf des Graphen der zugehörigen Ableitungs...	T1 A 2
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; T2 A I 2.1
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 II 1.4
M12.2.3	modellieren den exponentiellen Zusammenhang zweier Größen in anwendungsorientierten Problemstellungen (z. B. K...	T2 A II 1.1; T2 A II 1.5
M12.2.4	berechnen, für welche Werte der unabhängigen Größe (z. B. Zeit t) die abhängige exponentiell wachsende Größe (...)	T1 A 3.2; T2 A II 1.2
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 I 2.2; T2 A I 2.3; T2 A II 2.1; T2 A II 2.2; T2 A II 2.3
M12.3.2	lösen anwendungsorientierte Problemstellungen (z. B. Analyse der Entwicklung der Schadstoffkonzentration in de...	T2 A I 2.1; T2 A I 2.5
M12.4.1	führen den Nachweis, dass eine vorgegebene Funktion F eine Stammfunktion von f ist....	T2 A II 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 2; T2 A I 1.5
M12.5.1	entscheiden, ob es sich bei speziellen Zufallsexperimenten um Bernoulli-Experimente (z. B. Werfen einer Laplac...	T1 S 2
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 I 2.2
M12.6.1	erläutern anhand geeigneter Realsituationen die Begriffe Zufallsgröße und Zufallswert. Sie stellen den durch e...	T2 S II 3.1
M12.6.2	berechnen die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass eine diskrete Zufallsgröße bestimmte Werte annimmt. Sie stellen...	T2 S II 3.1
M12.6.3	berechnen die charakteristischen Maßzahlen (Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung) von Zufallsgrößen ...	T1 S 3.1; T1 S 3.2; T2 S II 3.1; T2 S II 3.2
M12.6.4	entscheiden, ob eine Zufallsgröße binomialverteilt ist, und bestimmen ggf. deren Erwartungswert, Varianz und S...	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 doppelt	3	✓
1 Analysis 1.1	3 doppelte, 0 einfache Nullstelle	wahr	✓
1 Analysis 1.2	Hochpunkt y	$H(1 4)$	✓
1 Analysis 1.2	Tiefpunkt	$T(3 0)$	✓
1 Analysis 1.2	$f''(1) < 0 < f''(3)$	wahr	✓
1 Analysis 1.3	Stelle	$x = 2$	✓
1 Analysis 1.3	$f'(x) = -3$ nur für $x = 2$	wahr	✓
1 Analysis 2	a) $f(2) = 0$ ist wahr (Tiefpunkt von G_F bei 2)	wahr	✓
1 Analysis 2	b) f hat bei -1 KEINEN Vorzeichenwechsel (Terrassenpunkt von G_F) $\rightarrow$ falsch	wahr	✓
1 Analysis 2	c) G_F hat in $] -1; 2[$ einen Tiefpunkt (Wendestelle 1 von G_F , f' wechselt $- \rightarrow +$) $\rightarrow$ wahr	wahr	✓
1 Analysis 2	d) $\int_{-2}^0 f \, dx = F(0) - F(-2) = -2 < 0 \rightarrow$ falsch	wahr	✓
1 Analysis 2	e) Anzahl Nullstellen von G_F außerhalb des Ausschnitts nicht ablesbar $\rightarrow$ n. e.	wahr	✓
1 Analysis 3.1	Asymptote	$y=4$	✓
1 Analysis 3.1	y-Achsenabschnitt	$(0 2)$	✓
1 Analysis 3.1	$\lim g = 4$	wahr	✓
1 Analysis 3.2	Nullstelle	$-\ln(2)$	✓
1 Analysis 3.2	$g(-\ln 2) = 0$	wahr	✓
1 Analysis 3.3	$G' = g$ und $G(0) = 0$	wahr	✓
1 Analysis 3.3	Konstante	-2	✓
1 Stochastik 1.1	$P(R \cap A)$	0,24	✓
1 Stochastik 1.1	$P(\text{nicht } R \cap A)$	0,07	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
1 Stochastik 1.1	$P(A)$	0,31	✓
1 Stochastik 1.2	$P_A(R) = 24/31 < 0,8$	wahr	✓
1 Stochastik 1.2	Abschätzung	0,8	✓
1 Stochastik 2	Trefferwahrscheinlichkeit	$\frac{1}{3}$	✓
1 Stochastik 2	Urne 3 rot, 6 blau: $P(\text{rot im 2. Zug} \mid \text{rot im 1.}) = 2/8 \neq 3/9$	wahr	✓
1 Stochastik 3.1	fairer Einsatz	1€	✓
1 Stochastik 3.1	$E = 4 \cdot 1/6 + 2 \cdot 1/6 = 1$	wahr	✓
1 Stochastik 3.2	$E = 5/6 + 2/6 = 7/6 > 1$	wahr	✓
2 Analysis I 1.1	a	$-\frac{1}{16}$	✓
2 Analysis I 1.1	b	$\frac{3}{8}$	✓
2 Analysis I 1.1	$f(x) = -x^3/16 + 3x^2/8$	wahr	✓
2 Analysis I 1.2	Wendestelle	$x=2$	✓
2 Analysis I 1.2	größte Steigung %	75%	✓
2 Analysis I 1.2	$f'(2) = 3/4$	wahr	✓
2 Analysis I 1.3	$f'(1)$	0,5625	✓
2 Analysis I 1.3	$f'(1) = 9/16 \neq 3/8$	wahr	✓
2 Analysis I 1.5	Fläche	4	✓
2 Analysis I 1.5	Farbe Liter	1,6	✓
2 Analysis I 1.5	$\int_0^4 f \, dx = 4$	wahr	✓
2 Analysis I 2.1	$Q(0)$	2	✓
2 Analysis I 2.1	$\lim Q = 2$	wahr	✓
2 Analysis I 2.2	$Q_{\max}$	4,21	✓
2 Analysis I 2.2	$Q' = (3 - 1,5t)e^{-0,5t}$	wahr	✓
2 Analysis I 2.3	Dauer über 4	1,8	✓
2 Analysis I 2.4	$Q'(4)$	-0,41	✓
2 Analysis I 2.5	$Q(12)$	2,09	✓
2 Analysis II 1.1	a	1600	✓
2 Analysis II 1.1	k	0,20	✓
2 Analysis II 1.2	t600	10,4	✓
2 Analysis II 1.3	$C'(5)$	-118	✓
2 Analysis II 1.4	t600 neu	5,2	✓
2 Analysis II 1.4	Zeit halbiert sich bei doppeltem k	wahr	✓
2 Analysis II 1.5	$C(30)$	404	✓
2 Analysis II 2.1	Nullstelle	$\sqrt{3}$	✓
2 Analysis II 2.1	$\lim h(x \rightarrow \infty) = 0$	wahr	✓
2 Analysis II 2.2	$h(-1)$	-5,44	✓
2 Analysis II 2.2	$h(3)$	0,30	✓
2 Analysis II 2.2	$h' = -(x - 3)(x + 1)e^{-x}$	wahr	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Analysis II 2.4	$H' = h$	wahr	✓
2 Analysis II 3.1	$2u \cdot (2 - u^2/2) = 4u - u^3$	wahr	✓
2 Analysis II 3.2	Breite	2,31	✓
2 Analysis II 3.2	Höhe	1,33	✓
2 Analysis II 3.2	Fläche	3,08	✓
2 Analysis II 3.3	Breite Rand	Breite2	✓
2 Analysis II 3.3	Fläche Rand	$= 3m^2$	✓
2 Analysis II 3.3	$A(1) = 3$ und $1 < 2/\sqrt{3}$	wahr	✓
2 Stochastik I 1.1	$P(C; \text{nicht } M; \text{nicht } H)$	0,315	✓
2 Stochastik I 1.1	$P(E; M; \text{nicht } H)$	0,18	✓
2 Stochastik I 1.1	Summe 1	wahr	✓
2 Stochastik I 1.2	$P(E_1)$	0,565	✓
2 Stochastik I 1.2	$P(E_1) = 1 - P((E; m; h), (C; m; h))$	wahr	✓
2 Stochastik I 1.3	$P_M(E)$	0,57	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(X=2)$	0,29236	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(X \leq 2)$	0,73582	✓
2 Stochastik I 2.2	n	29	✓
2 Stochastik I 2.2	29 reicht, 28 nicht	wahr	✓
2 Stochastik I 3.1	Ablehnungsbereich ab	49	✓
2 Stochastik I 3.1	47 liegt nicht im Ablehnungsbereich	wahr	✓
2 Stochastik I 3.2	Fehler 2. Art	0,38218	✓
2 Stochastik II 1.1	$P(S \cap M)$	0,19	✓
2 Stochastik II 1.1	$P(\text{nicht } S \cap M)$	0,032	✓
2 Stochastik II 1.1	$P(M)$	0,222	✓
2 Stochastik II 1.2	$P_M(S)$	0,856	✓
2 Stochastik II 1.2	$P_M(S) < 0,95$	wahr	✓
2 Stochastik II 1.3	$P(S) \cdot P(M)$	0,0444	✓
2 Stochastik II 1.3	abhängig	wahr	✓
2 Stochastik II 2	σ	2,83	✓
2 Stochastik II 2	$P(8 \leq X \leq 12)$	0,62353	✓
2 Stochastik II 3.1	E(T) Filter A	4,44	✓
2 Stochastik II 3.2	E(T) Filter B	9,72	✓
2 Stochastik II 3.2	Filter A besser	wahr	✓

7 Abbildungen

Abbildung	zeigt	Modell = Text
abbFgraph	Graph G_F der Stammfunktion $F(x) = x^4/4 - 1,5x^2 - 2x + 2$ im Fenster $[-2,5; 3] \times [-4,5; 4,5]$, Raster 0,5	Terrassenpunkt bei -1 ($F' = f$ hat doppelte Nullstelle), Tiefpunkt bei 2, Wendestelle bei 1; $F(-2) = 4$, $F(0) = 2$ auf Rasterpunkten ablesbar
abbRampe	Skizze der Rampe: Boden, Plateau 2 m höher, waagrechte Länge 4 m, Koordinatenkreuz am Fuß	Profil $f(x) = -x^3/16 + 3x^2/8$ exakt; Höhe 2 von Boden bis Plateau, Länge 4 vom Fuß bis zur Kante wie im Text
abbTunnel	Stirnseite des Folientunnels mit Parabelbogen und rechteckiger Tür, Koordinatenkreuz in der Bodenmitte	Parabel $p(x) = 2 - x^2/2$, Breite 4 m, Höhe 2 m; Türrücken ($\pm u \mid p(u)$) liegen auf der Parabel, Türhöhe $= p(u)$, Breite 2u

8 Kompetenzorientierung und Vielfalt

Merkmal	Bedeutung	Fundstellen
fehlvorstellung	typische Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen (Fortbildung 25.06.2026)	1 Stochastik 1.2; 2 Analysis I 1.3; 2 Stochastik II 1.2
modell	Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)	2 Analysis I 2.5; 2 Analysis II 1.5; 2 Analysis II 3.3
offen	Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)	2 Analysis II 3.3; 1 Analysis 1.3
ohne-rechnung	qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)	1 Stochastik 3.2; 2 Analysis II 1.4
darstellungswechsel	Graph $\leftrightarrow$ Term $\leftrightarrow$ Tabelle $\leftrightarrow$ Text (K5)	1 Analysis 2; 2 Analysis I 2.3; 2 Stochastik II 1.1
medien	Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)	2 Analysis II 1.5; 2 Stochastik II 1.2

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
1 Stochastik	Wetter-App	neu
1 Stochastik	Würfelspiel mit Pasch	neu
2 Analysis I	Skaterampe	neu
2 Analysis I	Bach nach Gewitter	neu
2 Analysis II	CO ₂ im Klassenzimmer	neu
2 Analysis II	Folientunnel	neu
2 Stochastik I	Bike-Sharing	neu
2 Stochastik II	Spamfilter	neu

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/2026-1a/rechnung.py	Entwurfsrechnung, Plausibilität	88	ae1c8db2
eigene/2026-1a/abnahme.py	Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe	230	8554a52e

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
eigene/2026-1a/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)	142	502f636e

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py (SymPy/SciPy)	7 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-1a-loesung.pdf	11 Seiten · Überläufe 1 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-1a.pdf	11 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Abnahme	abnahme.py + abnahme_math.py	✓ Abnahme bestanden
Prüfrunden (Claude)	pruefprotokoll.md	10 Runden: R1 – Bauplan im Planungsmodus (abnahme.py ohne Aufgaben-tex); R2 – Satz (Aufgaben, Lösung, Prüfbericht); R3 – Sichtprüfung aller Seiten (60–200 dpi); R4 – Gegenprobe der Abnahme (Kopie mit eingebauten Fehlern); R5 – Fachlauf und Schülerlauf (Lehrkraftblick, jede Teilaufgabe selbst gelöst); R6 – Kontrolllauf ohne Befund; R7 – Rückmeldung Betreiber: „komische Seitenumbrüche“ (nach Veröffentlichung); R8 – Rückmeldungen Betreiber: Ablesehilfen, Prüfbericht-Überschriften; Zuverlässigkeit; R9 – Kontrolllauf ohne Befund; R10 – Rückmeldungen Betreiber: schöne Zahlen, Integral in der Tabelle, abgesetzte Formeln
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 f5abd01 2026-10-05; gegenüber diesem Commit geänderte Dateien: 2 (werden mit dieser Fassung committet)
Erzeugt	05.10.2026 23:32 mit bauen.sh eigene/2026-1a