

Musterprüfung Nr. 001 (Nachtermin)

# Prüfbericht

Mathematik · Nichttechnische Ausbildungsrichtungen

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

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

# Abnahmeprotokoll

## 1 Ergebnis der Abnahme

Alle Prüfungen bestanden (0 Befunde).

## 2 Übersicht: Kompetenzen, AFB, Operatoren, Leitideen

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

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

| Operator (in dieser Prüfung) | Bedeutung                                               |
|------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Begründen                    | Aussage oder Wahl schlüssig belegen                     |
| Berechnen                    | Ergebnis rechnerisch, Rechenweg erkennbar               |
| Bestimmen                    | Weg frei (rechnerisch/grafisch), Ergebnis begründet     |
| Entscheiden                  | begründete Auswahl zwischen Möglichkeiten               |
| Entwickeln                   | Verfahren (z. B. Hypothesentest) selbstständig aufbauen |
| 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<br>M11.1.4 | Faktorisieren $(x - 3)^2(x + 3)$ 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 $f'(x) = -12$ 1 · Lösung $x = 1$ 1 · Begründung genau eine Stelle (doppelte Lösung) 1                     |
| T1 A   | 2   | 5  | Entscheiden | II-III | K1 K5 | L4        | M12.1.5<br>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 $y = 3$ 1 · Schnittpunkt $S(0 2)$ 1                                                                    |
| T1 A   | 3.2 | 2  | Berechnen   | I      | K6    | L1 L4     | M12.2.4            | Ansatz $e^{-2x} = 3$ 1 · Logarithmieren $x = -\frac{1}{2} \ln 3$ 1                                               |
| T1 A   | 3.3 | 3  | Bestimmen   | II     | K6 K4 | L4        | M12.4.2            | Stammfunktion $3x + \frac{1}{2}e^{-2x} + C$ 1 · Bedingung $G(0) = 0$ 1 · $C = -\frac{1}{2}$ 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-<br>idee | Lehrplan           | BE-Begründung                                                                                                                  |
|---------|-----|----|-------------|------|-------|---------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1 S    | 1.2 | 3  | Begründen   | III  | K1 K2 | L5            | M11.4.6            | $P_T(A)$ als gesuchte Größe erkannt 1 · $0,18/0,22 = 9/11 < 0,9$ 1 · Fehler benannt (Ereignis und Bedingung vertauscht) 1      |
| T1 S    | 2   | 2  | Entscheiden | II   | K1 K3 | L5            | M12.5.1            | a) Bernoulli-Kette mit $n = 8$ , $p = 1/4$ 1 · b) keine Bernoulli-Kette, Begründung ( $p$ ändert sich) 1                       |
| T1 S    | 3.1 | 2  | Bestimmen   | II   | K3 K6 | L5            | M12.6.3<br>M11.4.4 | Laplace-Wahrscheinlichkeiten $4/16$ 1 · Erwartungswert = Einsatz 1                                                             |
| T1 S    | 3.2 | 2  | Entscheiden | II   | K1    | L5            | M12.6.3            | gleiche Wahrscheinlichkeit von Pasch und Summe 5 erkannt 1 · Urteil fair mit Begründung 1                                      |
| T2 A I  | 1.1 | 6  | Bestimmen   | II   | K3 K4 | L4            | M12.1.3<br>M11.1.7 | Bedingungen knickfrei begründet 1 · vier Gleichungen 2 · $c = d = 0$ 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 · $f'(5)$ 1 · Steigung in Prozent 1                                          |
| T2 A I  | 1.3 | 3  | Untersuchen | III  | K1 K2 | L4            | M11.2.2            | $f'(2) = 4,8\%$ 1 · größte Steigung $7,5\%$ mit $6\%$ verglichen 1 · Urteil (Norm verletzt, Steigung ändert sich stark) 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 (Achsen verschieden) 1                    |
| T2 A I  | 1.5 | 4  | Berechnen   | I-II | K3 K6 | L4 L2         | M12.4.3            | Ansatz Integral 1 · Stammfunktion 1 · Querschnitt $2,5\text{ m}^2$ 1 · Volumen mit Breite 1                                    |
| T2 A I  | 2.1 | 3  | Berechnen   | I    | K3 K6 | L4            | M12.3.2<br>M12.2.1 | $P(0) = 20$ und Deutung 1 · Grenzwert 20 begründet 1 · Deutung Grundbelastung 1                                                |
| T2 A I  | 2.2 | 7  | Ermitteln   | I-II | K6 K4 | L4            | M12.3.1<br>M12.1.1 | Produkt- und Kettenregel 2 · Nullstelle $t = 2,5$ 1 · Vorzeichenwechsel/absolutes Maximum begründet 2 · $P(2,5)$ 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            | $\dot{P}(5)$ 1 · Einheit $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Stunde 1 · Deutung stärkste Abnahme 2                                    |
| T2 A I  | 2.5 | 3  | Erläutern   | III  | K3 K2 | L4            | M12.3.2            | $P(12) \approx 29,88$ berechnet und mit 20 verglichen 1 · Grenze des Modells (Wetter, weitere Quellen) 2                       |
| T2 A II | 1.1 | 4  | Bestimmen   | II   | K3 K6 | L4            | M12.2.3            | $a$ aus $L(0)$ 1 · Ansatz $L(5) = 65$ 1 · Logarithmieren 1 · $k$ gerundet 1                                                    |
| T2 A II | 1.2 | 3  | Berechnen   | I    | K6 K3 | L4 L1         | M12.2.4            | Ansatz $L(t) = 60$ 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-<br>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                       | $L(30) \approx 50,06$ 1 · Vergleich mit 58 1 · Grenze des Modells (Feuchtequellen im Raum) 1                                             |
| T2 A II | 2.1 | 3  | Ermitteln   | I      | K6 K1 | L4            | M12.3.1<br>M11.1.4            | Nullstellen $1 \pm \sqrt{3}$ 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 0 und 4 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 $]0;3[$ 1                                                                     |
| T2 A II | 3.2 | 5  | Ermitteln   | I–II   | K4 K6 | L4            | M12.1.4<br>M12.1.1            | $A' = 0$ 1 · $u = \sqrt{3}$ mit Vorzeichenwechsel 2 · Breite und Höhe 1 · Flächeninhalt 1                                                |
| T2 A II | 3.3 | 4  | Ermitteln   | III    | K3 K4 | L4            | M12.1.4<br>M12.1.1            | Nebenbedingung $p(u) \geq 2,25 \rightarrow u \leq 1,5$ 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 $P_j(B)$ 2 · Interpretation 1                                                                                |
| T2 S I  | 2.1 | 3  | Berechnen   | I      | K6 K3 | L5            | M12.5.2                       | $B(15; 0,1; 2)$ 1 · $P(X \leq 2)$ als „mindestens 13 in Ordnung“ 2                                                                       |
| T2 S I  | 2.2 | 3  | Ermitteln   | II     | K4 K6 | L5 L1         | M12.5.2                       | Ansatz $1 - 0,9^n \geq 0,99$ 1 · Logarithmieren mit Umkehr des Ungleichheitszeichens 1 · $n = 44$ 1                                      |
| T2 S I  | 3.1 | 4  | Entwickeln  | III    | K3 K1 | L5            | M12.7.1<br>M12.7.2<br>M12.7.3 | Testgröße und Hypothesen 1 · Bedingung $P(X \geq k) \leq 0,05$ 1 · $k = 39$ aus Tafel 1 · Entscheidung bei 37 im Kontext 1               |
| T2 S I  | 3.2 | 2  | Berechnen   | II     | K6 K2 | L5            | M12.7.3                       | Fehler 2. Art = $P_{0,4}(X \leq 38)$ 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                       | $P_M(U)$ berechnet 2 · Vergleich mit 90 % 1 · Denkfehler (Bedingung vertauscht) erläutert 1                                              |

| Gruppe  | Nr. | BE | Operator    | AFB | Komp. | Leit-<br>idee | Lehrplan                      | BE-Begründung                                                                                                  |
|---------|-----|----|-------------|-----|-------|---------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T2 S II | 1.3 | 3  | Untersuchen | I   | K1 K6 | L5            | M11.4.7                       | Kriterium $P(U \cap M) = P(U) \cdot P(M)$ 1 · Rechnung 1 · Deutung 1                                           |
| T2 S II | 2   | 5  | Bestimmen   | II  | K6 K3 | L5            | M12.6.4<br>M12.6.5            | Binomialverteilung begründet 1 · $\mu$ und $\sigma$ 2 · Intervall $12 \leq X \leq 18$ 1 · Wahrscheinlichkeit 1 |
| T2 S II | 3.1 | 4  | Bestimmen   | II  | K3 K6 | L5            | M12.6.1<br>M12.6.2<br>M12.6.3 | Zufallswerte 0; 0,20; 0,50 mit Wahrscheinlichkeiten 2 · Erwartungswert 1 · Deutung 1                           |
| T2 S II | 3.2 | 3  | Entscheiden | III | K3 K1 | L5            | M12.6.3                       | Erwartungswert Einstellung 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                                     |
|----------------------------------------------------------|------|-----|---------------------------------------------|
| 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          |

| Lernbereich                                                                                                                                | Std. | KE  | geprüft                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----|---------------------------------------------|
| 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                            |
| M11.4.6 | bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten bei zweistufigen Zufallsexperimenten, um diese in Bezug auf den Sachko...                                   | T1 S 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 Funktionsgraphen...                                  | 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 |

| Kennung | Kompetenzerwartung (gekürzt)                                                                                                                      | Fundstellen                                                   |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 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 $x \mapsto a \cdot b^{\wedge}(c \cdot (x - d)) + y_0$ ( $b > 0$ ), 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 $x \mapsto f(x) \cdot e^{\wedge}(g(x)) + y_0$ . 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                                                     |
| 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   | −3 einfache, 3 doppelte Nullstelle                                                                                  | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 1.2   | Hochpunkt                                                                                                           | $H(-1 32)$            | ✓ |
| 1 Analysis 1.2   | Tiefpunkt                                                                                                           | $T(3 0)$              | ✓ |
| 1 Analysis 1.2   | $f''(-1) < 0 < f''(3)$                                                                                              | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 1.3   | Stelle                                                                                                              | $x = 1$               | ✓ |
| 1 Analysis 1.3   | $f'(x) = -12$ nur für $x = 1$                                                                                       | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 2     | a) $f(-1) = 0$ ist wahr (Tiefpunkt von $G_F$ bei $-1$ )                                                             | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 2     | b) $f$ hat bei 1 KEINEN Vorzeichenwechsel (Terrassenpunkt von $G_F$ ) → falsch                                      | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 2     | c) $G_F$ hat in $] -1; 1[$ einen Hochpunkt (Wendestelle $-1/3$ von $G_F$ , $f'$ wechselt $+ \rightarrow -$ ) → wahr | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 2     | d) $\int_0^2 f \, dx = F(2) - F(0) = 4/3 > 0 \rightarrow$ Aussage „ $< 0$ “ falsch                                  | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 2     | e) $G_F$ im Ausschnitt über der $x$ -Achse (min $F = 7/12$ ), außerhalb nicht ablesbar → n. e.                      | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 3.1   | Asymptote                                                                                                           | $y=3$                 | ✓ |
| 1 Analysis 3.1   | $y$ -Achsenabschnitt                                                                                                | $(0 2)$               | ✓ |
| 1 Analysis 3.1   | $\lim g = 3$                                                                                                        | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 3.2   | Nullstelle                                                                                                          | $-\frac{1}{2} \ln(3)$ | ✓ |
| 1 Analysis 3.2   | $g(-\frac{1}{2} \ln 3) = 0$                                                                                         | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 3.3   | $G' = g$ und $G(0) = 0$                                                                                             | wahr                  | ✓ |
| 1 Analysis 3.3   | Konstante                                                                                                           | $C = -\frac{1}{2}$    | ✓ |
| 1 Stochastik 1.1 | $P(A \cap T)$                                                                                                       | 0,18                  | ✓ |
| 1 Stochastik 1.1 | $P(\text{nicht } A \cap T)$                                                                                         | 0,04                  | ✓ |
| 1 Stochastik 1.1 | $P(T)$                                                                                                              | 0,22                  | ✓ |
| 1 Stochastik 1.1 | $P(A \cap \text{nicht } T) = 0,02$                                                                                  | wahr                  | ✓ |
| 1 Stochastik 1.2 | $P_T(A) = 9/11 < 0,9$                                                                                               | wahr                  | ✓ |
| 1 Stochastik 1.2 | $P_T(A)$                                                                                                            | $\frac{9}{11}$        | ✓ |
| 1 Stochastik 2   | Trefferwahrscheinlichkeit                                                                                           | $\frac{1}{4}$         | ✓ |
| 1 Stochastik 2   | 32 Karten, 4 Asse: $3/31 \neq 4/32$                                                                                 | wahr                  | ✓ |
| 1 Stochastik 3.1 | fairer Einsatz                                                                                                      | 1€                    | ✓ |
| 1 Stochastik 3.1 | $E = 3 \cdot 4/16 + 1 \cdot 4/16 = 1$                                                                               | wahr                  | ✓ |
| 1 Stochastik 3.2 | $P(\text{Pasch}) = P(\text{Summe } 5)$ und $E = 2 \cdot \frac{1}{4} + 2 \cdot \frac{1}{4} = 1$                      | wahr                  | ✓ |

| Teilaufgabe       | Ergebnis / Prüfsatz                                         | Wert             |   |
|-------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|---|
| 2 Analysis I 1.1  | a                                                           | a=-0,001         | ✓ |
| 2 Analysis I 1.1  | b                                                           | b=0,015          | ✓ |
| 2 Analysis I 1.1  | $f(x) = -0,001x^3 + 0,015x^2$                               | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis I 1.2  | Wendestelle                                                 | x=5              | ✓ |
| 2 Analysis I 1.2  | größte Steigung %                                           | 7,5%             | ✓ |
| 2 Analysis I 1.2  | $f'(5) = 3/40$                                              | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis I 1.3  | $f'(2)$                                                     | 0,048            | ✓ |
| 2 Analysis I 1.3  | $f'(2) < 6\% < f'(5)$                                       | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis I 1.5  | Fläche                                                      | 2,5              | ✓ |
| 2 Analysis I 1.5  | Beton m <sup>3</sup>                                        | 3Kubikmeter      | ✓ |
| 2 Analysis I 1.5  | $\int_0^{10} f \, dx = 5/2, V = 5/2 \cdot 6/5 = 3$          | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis I 2.1  | P(0)                                                        | 20               | ✓ |
| 2 Analysis I 2.1  | lim P = 20                                                  | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis I 2.2  | Pmax                                                        | 111,97           | ✓ |
| 2 Analysis I 2.2  | $\dot{P} = (100 - 40t)e^{-0,4t}$ und einzige Nullstelle 2,5 | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis I 2.3  | Dauer über 80                                               | 4,7              | ✓ |
| 2 Analysis I 2.4  | $\dot{P}(5)$                                                | -13,53           | ✓ |
| 2 Analysis I 2.4  | Wendestelle t = 5                                           | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis I 2.5  | P(12)                                                       | 29,88            | ✓ |
| 2 Analysis II 1.1 | a                                                           | 45               | ✓ |
| 2 Analysis II 1.1 | k                                                           | 0,22             | ✓ |
| 2 Analysis II 1.2 | t60                                                         | 6,8              | ✓ |
| 2 Analysis II 1.3 | $L'(5)$                                                     | -3,3             | ✓ |
| 2 Analysis II 1.4 | t60 neu                                                     | 3,4              | ✓ |
| 2 Analysis II 1.4 | Zeit halbiert sich bei doppeltem k                          | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis II 1.5 | L(30)                                                       | 50,06            | ✓ |
| 2 Analysis II 2.1 | Nullstelle                                                  | $1 \pm \sqrt{3}$ | ✓ |
| 2 Analysis II 2.1 | lim $h(x \rightarrow \infty) = 0$                           | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis II 2.2 | Tiefpunkt                                                   | T(0 -2)          | ✓ |
| 2 Analysis II 2.2 | h(4)                                                        | 0,11             | ✓ |
| 2 Analysis II 2.2 | $h' = -x(x - 4)e^{-x}$                                      | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis II 2.4 | $H' = h$                                                    | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis II 3.1 | $2u \cdot (3 - u^2/3) = 6u - 2u^3/3$                        | wahr             | ✓ |
| 2 Analysis II 3.2 | Breite                                                      | 3,46             | ✓ |
| 2 Analysis II 3.2 | Höhe                                                        | 2 m              | ✓ |
| 2 Analysis II 3.2 | Fläche                                                      | 6,93             | ✓ |
| 2 Analysis II 3.3 | Breite Rand                                                 | Breite3          | ✓ |
| 2 Analysis II 3.3 | Fläche Rand                                                 | 6,75             | ✓ |

| Teilaufgabe         | Ergebnis / Prüfsatz                      | Wert    |   |
|---------------------|------------------------------------------|---------|---|
| 2 Analysis II 3.3   | $A(1,5) = 6,75$ und $1,5 < \sqrt{3}$     | wahr    | ✓ |
| 2 Stochastik I 1.1  | $P(B; \text{nicht } J; \text{nicht } L)$ | 0,336   | ✓ |
| 2 Stochastik I 1.1  | $P(\text{nicht } B; J; \text{nicht } L)$ | 0,144   | ✓ |
| 2 Stochastik I 1.1  | Summe 1                                  | wahr    | ✓ |
| 2 Stochastik I 1.2  | $P(E_1)$                                 | 0,568   | ✓ |
| 2 Stochastik I 1.2  | $P(E_1) = 1 - P((B;j;l), (S;j;l))$       | wahr    | ✓ |
| 2 Stochastik I 1.3  | $P_j(B)$                                 | 0,61    | ✓ |
| 2 Stochastik I 2.1  | $P(X=2)$                                 | 0,26690 | ✓ |
| 2 Stochastik I 2.1  | $P(X \leq 2)$                            | 0,81594 | ✓ |
| 2 Stochastik I 2.2  | n                                        | 44      | ✓ |
| 2 Stochastik I 2.2  | 44 reicht, 43 nicht                      | wahr    | ✓ |
| 2 Stochastik I 3.1  | Ablehnungsbereich ab                     | 39      | ✓ |
| 2 Stochastik I 3.1  | 37 liegt nicht im Ablehnungsbereich      | wahr    | ✓ |
| 2 Stochastik I 3.2  | Fehler 2. Art                            | 0,38219 | ✓ |
| 2 Stochastik II 1.1 | $P(U \cap M)$                            | 0,27    | ✓ |
| 2 Stochastik II 1.1 | $P(\text{nicht } U \cap M)$              | 0,07    | ✓ |
| 2 Stochastik II 1.1 | $P(M)$                                   | 0,34    | ✓ |
| 2 Stochastik II 1.2 | $P_M(U)$                                 | 0,794   | ✓ |
| 2 Stochastik II 1.2 | $P_M(U) < 0,9$                           | wahr    | ✓ |
| 2 Stochastik II 1.3 | $P(U) \cdot P(M)$                        | 0,102   | ✓ |
| 2 Stochastik II 1.3 | abhängig                                 | wahr    | ✓ |
| 2 Stochastik II 2   | $\sigma$                                 | 3,24    | ✓ |
| 2 Stochastik II 2   | $P(12 \leq X \leq 18)$                   | 0,72040 | ✓ |
| 2 Stochastik II 3.1 | E(K) Einstellung A                       | 0,041   | ✓ |
| 2 Stochastik II 3.1 | Kosten 10 000 Pflanzen                   | 410     | ✓ |
| 2 Stochastik II 3.2 | E(K) Einstellung B                       | 0,0706  | ✓ |
| 2 Stochastik II 3.2 | Einstellung A günstiger                  | wahr    | ✓ |

## 7 Abbildungen

| Abbildung | zeigt                                                                                                                     | Modell = Text                                                                                                                           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| abbFgraph | Graph $G_F$ der Stammfunktion $F(x) = x^4/4 - x^3/3 - x^2/2 + x + 1,5$ im Fenster $[-2,5; 3] \times [-1; 5]$ , Raster 0,5 | Tiefpunkt bei $-1$ ( $F(-1) = 7/12 > 0$ , Graph im Fenster über der x-Achse), Terrassenpunkt bei 1, Wendestelle $-1/3$                  |
| abbRampe  | Skizze der Rollstuhlrampe (nicht maßstäblich, Höhe überhöht): Gehweg, Podest 0,5 m höher, waagrechte Länge 10 m           | Form wie das Profil (knickfreie S-Kurve); Maße 0,5 m und 10 m wie im Text, Skizze ausdrücklich nicht maßstäblich                        |
| abbHalle  | Giebelseite der Halle mit Parabelbogen und rechteckigem Tor, Koordinatenkreuz in der Bodenmitte                           | Parabel $p(x) = 3 - x^2/3$ , Breite 6 m, Höhe 3 m; Tor-ecken ( $\pm u \mid p(u)$ ) liegen auf der Parabel, Torhöhe = $p(u)$ , 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    | Allergie-Schnelltest           | neu                                            |
| 1 Stochastik    | Tetraeder-Spiel                | neu                                            |
| 2 Analysis I    | Rollstuhlrampe                 | neu                                            |
| 2 Analysis I    | Feinstaub in der Neujahrsnacht | neu                                            |
| 2 Analysis II   | Luftfeuchte im Bad             | neu                                            |
| 2 Analysis II   | Hallentor                      | neu                                            |
| 2 Stochastik I  | Kletterhalle                   | neu                                            |
| 2 Stochastik II | Unkrautroboter                 | neu                                            |

## 9 Variation: Vergleich mit der Partnerprüfung

Partner: 2026-1a. 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 Analysis 3.1    | ✓                    |
| 1 Analysis 3.2    | ✓                    |
| 1 Analysis 3.3    | ✓                    |
| 1 Stochastik 1.1  | ✓                    |
| 1 Stochastik 1.2  | ✓                    |
| 1 Stochastik 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 2.1  | ✓                    |
| 2 Analysis I 2.2  | ✓                    |
| 2 Analysis I 2.3  | ✓                    |
| 2 Analysis I 2.4  | ✓                    |
| 2 Analysis I 2.5  | ✓                    |
| 2 Analysis II 1.1 | ✓                    |
| 2 Analysis II 1.2 | ✓                    |
| 2 Analysis II 1.3 | ✓                    |
| 2 Analysis II 1.4 | ✓                    |
| 2 Analysis II 1.5 | ✓                    |
| 2 Analysis II 2.1 | ✓                    |
| 2 Analysis II 2.2 | ✓                    |
| 2 Analysis II 2.3 | ✓                    |
| 2 Analysis II 2.4 | ✓                    |
| 2 Analysis II 3.1 | ✓                    |
| 2 Analysis II 3.2 | ✓                    |
| 2 Analysis II 3.3 | ✓                    |

| Teilaufgabe         | Struktur wie Partner |
|---------------------|----------------------|
| 2 Stochastik I 1.1  | ✓                    |
| 2 Stochastik I 1.2  | ✓                    |
| 2 Stochastik I 1.3  | ✓                    |
| 2 Stochastik I 2.1  | ✓                    |
| 2 Stochastik I 2.2  | ✓                    |
| 2 Stochastik I 3.1  | ✓                    |
| 2 Stochastik I 3.2  | ✓                    |
| 2 Stochastik II 1.1 | ✓                    |
| 2 Stochastik II 1.2 | ✓                    |
| 2 Stochastik II 1.3 | ✓                    |
| 2 Stochastik II 2   | ✓                    |
| 2 Stochastik II 3.1 | ✓                    |
| 2 Stochastik II 3.2 | ✓                    |

## 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<br>21:52 | 7d6e3911 |
| lehrplan-mathe-fosbos      | LehrplanPLUS M11/M12 wörtlich, Kompetenzen K1-K7, AFB, Operatoren, feste Formulierungen  | 04.10.2026<br>08:18 | 5346888d |
| fachabitur-mathe           | Layout und Satz im Stil der Originale 2023–2025, Abbildungen aus exakten Funktionen      | 04.10.2026<br>17:53 | d810b8c2 |
| mathe-physik               | Nachrechnen mit SymPy/SciPy                                                              | 04.10.2026<br>15:03 | 2abfee24 |
| latex-grafik               | TikZ-Grafiken, Stolpersteine                                                             | 04.10.2026<br>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/2026-1b/rechnung.py                      | Entwurfsrechnung, Plausibilität                                               | 101    | b68cebc3 |
| eigene/2026-1b/abnahme.py                       | Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe                                       | 237    | 04804dc0 |

| Datei                          | Aufgabe                             | Zeilen | SHA-1    |
|--------------------------------|-------------------------------------|--------|----------|
| eigene/2026-1b/abbildungen.tex | alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung) | 138    | 7e953df1 |

#### 4 Prüfprozess

| Schritt              | Werkzeug                                       | Ergebnis                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rechnung             | rechnung.py (SymPy/SciPy)                      | 14 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen                                                                                                                                                                              |
| Satz                 | LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-1b-loesung.pdf | 10 Seiten · Überläufe 1 · fehlende Zeichen 0                                                                                                                                                                                        |
| Satz                 | LuaLaTeX: fachabitur-mathe-2026-1b.pdf         | 11 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0                                                                                                                                                                                        |
| Abnahme              | abnahme.py + abnahme_math.py                   | ✓ Abnahme bestanden                                                                                                                                                                                                                 |
| Prüfrunden (Claude)  | pruefprotokoll.md                              | 6 Runden: R1 – Entwurf und Bauplan; R2 – Satz und Abnahme; R3 – Seitenfall und Sichtprüfung; R4 – Fachlauf; R5 – Kontrolllauf ohne Befund; R6 – 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 23:33 mit bauen.sh eigene/2026-1b                                                                        |