

## 2. Schulaufgabe F11 NT

# Prüfbericht

Mathematik · Nichttechnische Ausbildungsrichtungen

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

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

## Abnahmeprotokoll

### 1 Ergebnis der Abnahme

Alle Prüfungen bestanden (0 Befunde).

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

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

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

| Operator (in dieser Prüfung) | Bedeutung                                                   |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Berechnen                    | Ergebnis rechnerisch, Rechenweg erkennbar                   |
| Bestimmen                    | Weg frei (rechnerisch/grafisch), Ergebnis begründet         |
| Ermitteln                    | wie Bestimmen, meist mehrschrittig                          |
| Erstellen                    | Tabelle, Vierfeldertafel oder Baumdiagramm anlegen          |
| Formulieren                  | sprachlich fassen (Ereignis, Hypothese, Entscheidungsregel) |
| Untersuchen                  | Eigenschaft prüfen, Ergebnis kann ja oder nein sein         |
| Zeichnen                     | maßstäblich, unter Verwendung bisheriger Ergebnisse         |
| Zeigen                       | vorgegebenes Ergebnis nachweisen                            |

## Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

| 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 K5 | L4        | 11-nt.2.2<br>11-nt.2.7  | Faktorisieren 1 · Nullstellen mit Vielfachheit 1 · Grenzwertverhalten in Limeschreibweise 1 |
| T1 A   | 1.2 | 4  | Ermitteln   | I–II   | K6    | L4        | 11-nt.3.5               | $f'$ 1 · Nullstellen von $f'$ 1 · Vorzeichenwechsel/Art 1 · Koordinaten 1                   |
| T1 A   | 1.3 | 2  | Bestimmen   | I      | K6 K4 | L4        | 11-nt.3.4<br>11-nt.3.2  | Steigung $f'(1)$ 1 · Tangentengleichung und Tangente in der Abbildung 1                     |
| T1 A   | 2   | 2  | Bestimmen   | II–III | K4 K6 | L4        | 11-nt.1.6               | Bedingung $D = 0$ 1 · beide Werte 1                                                         |
| T1 S   | 3.1 | 2  | Bestimmen   | I      | K3 K6 | L5        | 11-nt.6.1               | Modell ohne Zurücklegen, ohne Reihenfolge 1 · Anzahl 1                                      |
| T1 S   | 3.2 | 2  | Berechnen   | II     | K6 K3 | L5        | 11-nt.4.6<br>11-nt.6.2  | günstige Möglichkeiten $C(3,2)$ 1 · Laplace-Quotient 1                                      |
| T1 S   | 3.3 | 2  | Formulieren | II     | K2 K6 | L5        | 11-nt.4.3               | Gegenereignis in Worten 1 · $P(E)$ über Gegenereignis 1                                     |
| T2 A   | 4.1 | 3  | Bestimmen   | I–II   | K3 K6 | L4        | 11-nt.1.2<br>11-nt.1.8  | Scheitelpunkt 1 · Deutung 1 · Definitionsmenge 1                                            |
| T2 A   | 4.2 | 3  | Ermitteln   | II–III | K3 K6 | L4        | 11-nt.1.3               | Ungleichung aufstellen 1 · lösen 1 · Zeitraum im Kontext 1                                  |
| T2 A   | 4.3 | 2  | Zeichnen    | I      | K5    | L4        | 11-nt.1.7               | Achsen mit Maßstab 1 · Parabel durch $(6 0)$ , $S(12 9)$ , $(18 0)$ 1                       |
| T2 A   | 5.1 | 3  | Zeigen      | II     | K3 K6 | L4        | 11-nt.2.2<br>11-nt.2.10 | Ausmultiplizieren 1 · Deutung $t = 0$ 1 · Deutung doppelte Nullstelle $t = 6$ (Berühren) 1  |

## Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

| Gruppe | Nr. | BE | Operator    | AFB    | Komp. | Leit-<br>idee | Lehrplan               | BE-Begründung                                                                                 |
|--------|-----|----|-------------|--------|-------|---------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| T2 A   | 5.2 | 5  | Ermitteln   | I-II   | K6 K4 | L4            | 11-nt.3.5              | $h'$ 1 • Nullstellen von $h'$ 1 • Vorzeichenwechsel und Randwerte 2 • Antwort 1               |
| T2 A   | 5.3 | 3  | Berechnen   | II-III | K3 K6 | L4            | 11-nt.3.1<br>11-nt.3.2 | mittlere Rate 1 • lokale Rate 1 • Vergleich und Deutung 1                                     |
| T2 A   | 5.4 | 3  | Untersuchen | III    | K1 K3 | L4            | 11-nt.3.5              | Ansatz über $h''$ 1 • Wendestelle $t = 4$ begründet 1 • Vergleich $h(4)$ mit 3,2 und Urteil 1 |
| T2 S   | 6.1 | 3  | Erstellen   | I      | K5 K6 | L5            | 11-nt.4.8              | Werte aus dem Text 1 • fehlende Felder 1 • Summen 1                                           |
| T2 S   | 6.2 | 3  | Berechnen   | II     | K6 K1 | L5            | 11-nt.5.1<br>11-nt.5.3 | $P_R(M)$ 1 • Vergleich mit $P(M)$ / Kriterium 1 • Deutung 1                                   |
| T2 S   | 6.3 | 2  | Untersuchen | III    | K1 K2 | L5            | 11-nt.5.2<br>11-nt.5.4 | $P_M(R)$ berechnet 1 • Urteil mit Benennung des Denkfehlers 1                                 |
| T2 S   | 7   | 3  | Berechnen   | II     | K5 K6 | L5            | 11-nt.4.7              | Pfade mit genau zwei / drei Annahmen 1 • Pfadregeln 1 • Ergebnis 1                            |

## 4 Verteilung über die ganze Arbeit

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) |
|--------------|----|-------------------|---------------------------------|----------------|
| ganze Arbeit | 50 | 36 / 46 / 18      | K1:4 K2:2 K3:10 K4:4 K5:6 K6:24 | L4:33 L5:17    |

## 5 Lehrplanabdeckung

| Lernbereich                                                               | Std. | KE   | geprüft                                               |
|---------------------------------------------------------------------------|------|------|-------------------------------------------------------|
| 11-nt.1 Ganzrationale Funktionen: lineare und quadratische Funktionen     | 16   | 5/9  | 11-nt.1.2, 11-nt.1.3, 11-nt.1.6, 11-nt.1.7, 11-nt.1.8 |
| 11-nt.2 Ganzrationale Funktionen allgemein                                | 16   | 3/11 | 11-nt.2.2, 11-nt.2.7, 11-nt.2.10                      |
| 11-nt.3 Grundlagen der Differenzialrechnung bei ganzrationalen Funktionen | 24   | 4/6  | 11-nt.3.1, 11-nt.3.2, 11-nt.3.4, 11-nt.3.5            |
| 11-nt.4 Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung                        | 10   | 4/8  | 11-nt.4.3, 11-nt.4.6, 11-nt.4.7, 11-nt.4.8            |
| 11-nt.5 Bedingte Wahrscheinlichkeit und stochastische Unabhängigkeit      | 12   | 4/4  | 11-nt.5.1, 11-nt.5.2, 11-nt.5.3, 11-nt.5.4            |
| 11-nt.6 Kombinatorik                                                      | 6    | 2/2  | 11-nt.6.1, 11-nt.6.2                                  |

## Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

| Kennung    | Kompetenzerwartung (gekürzt)                                                                                                | Fundstellen                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 11-nt.1.2  | beschreiben, ermitteln und begründen die wesentlichen Eigenschaften von linearen und quadratischen Funktionen ...           | T2 A 4.1                     |
| 11-nt.1.3  | ermitteln Nullstellen linearer und quadratischer Funktionen mithilfe geeigneter Verfahren, auch unter Berücksichtigung ...  | T2 A 4.2                     |
| 11-nt.1.6  | bestimmen bei einer linearen bzw. quadratischen Funktion, die von einem linearen Parameter abhängt, sämtliche ...           | T1 A 2                       |
| 11-nt.1.7  | stellen geeignete Ausschnitte der Graphen von linearen und quadratischen Funktionen unter Verwendung vorgegebener ...       | T2 A 4.3                     |
| 11-nt.1.8  | beschreiben Sachkontexte durch lineare bzw. quadratische Funktionen. Sie ermitteln die in diesem Zusammenhang ...           | T2 A 4.1                     |
| 11-nt.2.10 | beschreiben Sachkontexte durch ganzrationale Funktionen. Sie ermitteln die in diesem Zusammenhang relevanten E...           | T2 A 5.1                     |
| 11-nt.2.2  | ermitteln Nullstellen ganzrationaler Funktionen samt ihrer Vielfachheit mithilfe geeigneter Verfahren, auch un...           | T1 A 1.1; T2 A 5.1           |
| 11-nt.2.7  | ermitteln und begründen den Globalverlauf des Graphen einer ganzrationalen Funktion. Sie geben das Verhalten d...           | T1 A 1.1                     |
| 11-nt.3.1  | berechnen die Werte von Differenzenquotienten. Sie deuten diese geometrisch als Steigung von Sekanten bzgl. zw...           | T2 A 5.3                     |
| 11-nt.3.2  | deuten den Wert eines Differenzialquotienten als Steigung der Tangente an den Funktionsgraphen in einem bestimm...          | T1 A 1.3; T2 A 5.3           |
| 11-nt.3.4  | ermitteln Terme von Ableitungsfunktionen einer ganzrationalen Funktion mithilfe grundlegender Ableitungsregeln...           | T1 A 1.3                     |
| 11-nt.3.5  | beschreiben, bestimmen und begründen die wesentlichen Eigenschaften von ganzrationalen Funktionen bzw. von der...           | T1 A 1.2; T2 A 5.2; T2 A 5.4 |
| 11-nt.4.3  | beschreiben Ereignisse eines Zufallsexperiments, deren Gegenereignisse und Verknüpfungen mit Worten und als Te...           | T1 S 3.3                     |
| 11-nt.4.6  | beurteilen, ob es sich bei einem Zufallsexperiment um ein Laplace-Experiment handelt, und berechnen die dabei ...           | T1 S 3.2                     |
| 11-nt.4.7  | berechnen und interpretieren Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen mehrstufiger Zufallsexperimente mithilfe von...           | T2 S 7                       |
| 11-nt.4.8  | bestimmen für zwei Ereignisse und deren Gegenereignisse unter Verwendung einer Vierfeldertafel die absoluten u...           | T2 S 6.1                     |
| 11-nt.5.1  | beschreiben, inwiefern bei einem Zufallsexperiment das Eintreten eines Ereignisses B die Wahrscheinlichkeit für...          | T2 S 6.2                     |
| 11-nt.5.2  | unterscheiden zwischen den Wahrscheinlichkeiten $P_B(A)$ , $P_A(B)$ und $P(A \cap B)$ und interpretieren diese im Sachko... | T2 S 6.3                     |
| 11-nt.5.3  | beurteilen auch in Sachkontexten, ob zwei Ereignisse stochastisch abhängig oder unabhängig sind. Sie begründen...           | T2 S 6.2                     |
| 11-nt.5.4  | beurteilen u. a. bei politischen oder gesellschaftlichen Ereignissen kritisch, ob Folgerungen aus Statistiken ...           | T2 S 6.3                     |
| 11-nt.6.1  | beurteilen für geeignete reale Situationen, in denen nach der Anzahl bestimmter Möglichkeiten gefragt wird, we...           | T1 S 3.1                     |
| 11-nt.6.2  | wenden in konkreten Alltagssituationen kombinatorische Formeln an, um damit Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen...         | T1 S 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                                                                                     | $x_3 = 3$          | ✓ |
| 1 Analysis 1.1   | 0 doppelt, 3 einfach                                                                           | wahr               | ✓ |
| 1 Analysis 1.2   | Hochpunkt                                                                                      | $H(0 0)$           | ✓ |
| 1 Analysis 1.2   | Tiefpunkt                                                                                      | $T(2 -4)$          | ✓ |
| 1 Analysis 1.2   | $f''(0) < 0 < f''(2)$                                                                          | wahr               | ✓ |
| 1 Analysis 1.3   | Tangente                                                                                       | $y = -3x + 1$      | ✓ |
| 1 Analysis 1.3   | Tangente berührt in P                                                                          | wahr               | ✓ |
| 1 Analysis 2     | k negativ                                                                                      | $k=-4$             | ✓ |
| 1 Analysis 2     | k positiv                                                                                      | $k=4$              | ✓ |
| 1 Analysis 2     | $x^2 \pm 4x + 4 = (x \pm 2)^2$                                                                 | wahr               | ✓ |
| 1 Stochastik 3.1 | Anzahl                                                                                         | $=10$              | ✓ |
| 1 Stochastik 3.1 | $C(5,2) = 10$                                                                                  | wahr               | ✓ |
| 1 Stochastik 3.2 | P beide 11b                                                                                    | $\frac{3}{10}$     | ✓ |
| 1 Stochastik 3.3 | $P(E)$                                                                                         | $\frac{7}{10}$     | ✓ |
| 1 Stochastik 3.3 | $1 - 3/10 = 7/10$                                                                              | wahr               | ✓ |
| 2 Analysis 4.1   | Scheitel                                                                                       | $S(12 9)$          | ✓ |
| 2 Analysis 4.1   | D                                                                                              | $[6;18]$           | ✓ |
| 2 Analysis 4.1   | Scheitelpunktform $-0,25(t - 12)^2 + 9$                                                        | wahr               | ✓ |
| 2 Analysis 4.2   | Zeitraum                                                                                       | $8 \leq t \leq 16$ | ✓ |
| 2 Analysis 4.2   | $P = 5$ bei 8 und 16                                                                           | wahr               | ✓ |
| 2 Analysis 5.1   | $0,1t(t - 6)^2 = h(t)$                                                                         | wahr               | ✓ |
| 2 Analysis 5.2   | Zeitpunkt                                                                                      | $t=2$              | ✓ |
| 2 Analysis 5.2   | höchster Wasserstand                                                                           | 3,2                | ✓ |
| 2 Analysis 5.2   | Randwerte $0 < h(2)$                                                                           | wahr               | ✓ |
| 2 Analysis 5.3   | mittlere Änderungsrate                                                                         | -0,8               | ✓ |
| 2 Analysis 5.3   | lokale Änderungsrate                                                                           | -1,2               | ✓ |
| 2 Analysis 5.4   | $h(4)$                                                                                         | 1,6                | ✓ |
| 2 Analysis 5.4   | $h(4) = h(2)/2 \rightarrow$ Behauptung wahr                                                    | wahr               | ✓ |
| 2 Stochastik 6.1 | $P(R \cap M)$                                                                                  | 0,3                | ✓ |
| 2 Stochastik 6.1 | $R \cap \text{nicht } M = 0,1$ ; nicht $R \cap M = 0,4$ ; nicht $R \cap \text{nicht } M = 0,2$ | wahr               | ✓ |
| 2 Stochastik 6.2 | $P_R(M)$                                                                                       | 0,75               | ✓ |
| 2 Stochastik 6.2 | $0,75 \neq 0,7 \rightarrow$ abhängig                                                           | wahr               | ✓ |
| 2 Stochastik 6.3 | $P_M(R)$                                                                                       | 0,43               | ✓ |

## Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

| Teilaufgabe      | Ergebnis / Prüfsatz | Wert  |   |
|------------------|---------------------|-------|---|
| 2 Stochastik 6.3 | $P_M(R) < 0,75$     | wahr  | ✓ |
| 2 Stochastik 7   | P mind. 2           | 0,972 | ✓ |

## 7 Abbildungen

| Abbildung | zeigt                                                                              | Modell = Text                                                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| abbF      | Graph $G_f$ von $f(x) = x^3 - 3x^2$ im Fenster $-1,1 \leq x \leq 3,3$ , Raster 0,5 | Nullstellen 0 (Berühren) und 3, $H(0 0)$ , $T(2 -4)$ erkennbar |
| abbH      | Graph $G_h$ des Wasserstands für $0 \leq t \leq 6$                                 | Maximum bei $t = 2$ (3,2 m), Berühren der t-Achse bei $t = 6$  |

## 8 Kompetenzorientierung und Vielfalt

| Merkmal             | Bedeutung                                                                          | Fundstellen                      |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| fehlvorstellung     | typische Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen (Fortbildung 25.06.2026) | 2 Stochastik 6.3; 2 Analysis 5.4 |
| modell              | Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)                      | 2 Analysis 4.1; 2 Analysis 5.1   |
| offen               | Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)                       |                                  |
| ohne-rechnung       | qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)                             |                                  |
| darstellungswechsel | Graph $\leftrightarrow$ Term $\leftrightarrow$ Tabelle $\leftrightarrow$ Text (K5) | 2 Analysis 4.3; 1 Analysis 1.3   |
| medien              | Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)    |                                  |

| Gruppe       | Kontext                 | gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen |
|--------------|-------------------------|------------------------------------------------|
| 1 Stochastik | Müllsammelaktion        | neu                                            |
| 2 Analysis   | Photovoltaikanlage      | wie Abitur 2023                                |
| 2 Analysis   | Regenrückhaltebecken    | wie Abitur 2023                                |
| 2 Stochastik | Umfrage Umweltverhalten | neu                                            |
| 2 Stochastik | Pfandautomat            | 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    |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|
| schulaufgabe-mathe         | Ablauf Kurzarbeit/Schulaufgabe: Vorgaben, Layout, Bauplan, Abnahme, Prüfschleifen | 04.10.2026<br>15:03 | 414b5e45 |
| fachabitur-mathe-entwerfen | Qualitätsregeln (Abnahme, schöne Zahlen, Fachsprache, Seitenfall)                 | 04.10.2026<br>09:09 | 4de55742 |
| lehrplan-mathe-fosbos      | LehrplanPLUS FOS 11 NT wörtlich, Kompetenzen K1-K7, Operatoren                    | 04.10.2026<br>08:18 | 5346888d |
| latex-grafik               | TikZ (Venn-Diagramm, Baumdiagramm, Graph)                                         | 04.10.2026<br>14:47 | 4fe8642d |

## 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)                   | 173    | bed2de3b |
| ../abitur-physik/vorlage/fachabitur.cls         | Basisklasse (BE-Spalte, Teilaufgaben, Ankreuzen, Fußvermerk)                  | 317    | 64f04921 |
| vorlage/abnahme_mathe.py                        | Abnahme: Struktur, Lehrplan, AFB je Wahl, Kompetenzen, Nachrechnung, Vielfalt | 493    | 11e46da2 |
| 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                             | 223    | d2aa1f00 |
| vorlage/technik_mathe.py                        | dieses Protokoll                                                              | 140    | c9ef5ee1 |
| bauen.sh                                        | Ablauf aller Schritte                                                         | 101    | 6b033577 |
| vorlage/seiten_pruefen.py                       | Seitenfall R1-R5 (leere Seiten, Umbrüche, Tabellenlinien)                     | 130    | 47feddba |
| vorlage/arbeit-mathe.cls                        | Layout Kurzarbeit/Schulaufgabe (Kopf, Hinweise, Notenschlüssel)               | 141    | b9ad4894 |
| vorlage/arbeit-bauen.sh                         | Ablauf aller Schritte (Arbeit)                                                | 54     | 8d407bc7 |
| Arbeitsordner/rechnung.py                       | Entwurfsrechnung, Plausibilität                                               | 32     | 4b268c78 |

## Technisches Prüfprotokoll (Fortsetzung)

| Datei                         | Aufgabe                                 | Zeilen | SHA-1    |
|-------------------------------|-----------------------------------------|--------|----------|
| Arbeitsordner/abnahme.py      | Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe | 82     | bee89278 |
| Arbeitsordner/abbildungen.tex | alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)     | 45     | 1a169121 |

### 4 Prüfprozess

| Schritt              | Werkzeug                     | Ergebnis                                               |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Rechnung             | rechnung.py (SymPy/SciPy)    | 15 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen |
| Satz                 | LuaLaTeX: arbeit-loesung.pdf | 5 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0            |
| Satz                 | LuaLaTeX: arbeit.pdf         | 5 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0            |
| Abnahme              | abnahme.py + abnahme_math.py | ✓ Abnahme bestanden                                    |
| Prüfrunden (Claude)  | pruefprotokoll.md            | 0 Runden:                                              |
| Fachliche Durchsicht | Fachbetreuung Mathematik     | offen – Freigabe durch die Lehrkraft                   |

### 5 Dienste, Daten, Stand

| Bereich         | Angabe                                                                                                     |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Externe Dienste | keine (keine KI-Bilder, keine Vertonung); alle Abbildungen TikZ aus den exakten Funktionstermen            |
| Daten           | keine personenbezogenen Daten; Training mit Gesprächsinhalten im Claude-Konto des Betreibers ausgeschaltet |
| Repository      | Basis-Commit db4caaf 2026-10-04; Arbeitsstand = Commit                                                     |
| Erzeugt         | 04.10.2026 15:11 mit bauen.sh eigene/fassung                                                               |