

2. Schulaufgabe F11 NT (Schwandorf)

Prüfbericht

Mathematik · Nichttechnische Ausbildungsrichtungen

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

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

Abnahmeprotokoll

1 Ergebnis der Abnahme

Alle Prüfungen bestanden (0 Befunde).

2 Übersicht: Kompetenzen, AFB, Operatoren, Leitideen

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

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

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Berechnen	Ergebnis rechnerisch, Rechenweg erkennbar
Beschreiben	in Worten, im Sachzusammenhang
Bestimmen	Weg frei (rechnerisch/grafisch), Ergebnis begründet
Entnehmen	aus Darstellung ablesen
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig
Geben	ohne Begründung und Rechnung nennen
Kennzeichnen	in einer Zeichnung hervorheben
Untersuchen	Eigenschaft prüfen, Ergebnis kann ja oder nein sein

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Zeichnen	maßstäblich, unter Verwendung bisheriger Ergebnisse

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.	Leitidee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 A	1.1	2	Ermitteln	I	K5	L4	11-nt.2.2	Ausklammern und binomische Formel 1 · Nullstellen mit Vielfachheit 1
T1 A	1.2	4	Ermitteln	I–II	K5 K6	L4	11-nt.3.5	f' 1 · Nullstellen von f' 1 · Vorzeichenwechsel/Art 1 · Koordinaten 1
T1 A	1.3	3	Zeichnen	I	K4	L4	11-nt.3.6 11-nt.2.8	Punkte eingetragen 1 · Berühren bei 3 1 · Ränder 1
T1 A	2	2	Geben	II	K1 K6	L4	11-nt.2.9	Vorzeichenargument 1 · Lösungsmenge ohne 3 1
T1 S	3.1	2	Kennzeichnen	I–II	K4 K6	L5	11-nt.4.3	Bereich gekennzeichnet 1 · Mengenschreibweise 1
T1 S	3.2	2	Berechnen	I–II	K5	L5	11-nt.4.3	$P(B \cup F)$ 1 · Gegenereignis 1
T1 S	3.3	2	Beschreiben	I–II	K6	L5	11-nt.4.3	in Worten 1 · Wahrscheinlichkeit 1
T2 A	4.1	3	Bestimmen	I–II	K3 K5	L4	11-nt.1.2 11-nt.1.8	Scheitelpunktform 1 · Koordinaten 1 · Deutung 1
T2 A	4.2	3	Berechnen	I	K5 K3	L4	11-nt.3.1	$T(6)$, $T(10)$ 1 · Differenzenquotient 1 · Deutung 1
T2 A	4.3	3	Ermitteln	II–III	K2 K5	L4	11-nt.3.2	Ansatz $T'(t) = 1$ 1 · Lösung 1 · Deutung 1
T2 A	4.4	2	Untersuchen	II–III	K3 K1	L4	11-nt.1.8	$T(0)$ bzw. Verlauf auf $[0; 6]$ 1 · Urteil mit Begründung 1

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 A	5.1	3	Entneh- men	II	K4 K5	L4	11-nt.2.5 11-nt.2.10	Bereich abgelesen 1 · G aufgestellt 1 · $G(2) = G(10) = 0$ 1
T2 A	5.2	3	Ermitteln	II	K3 K5	L4	11-nt.3.2 11-nt.3.5	$K'' = 0$ 1 · Minimum begründet 1 · Wert und Deutung 1
T2 A	5.3	3	Ermitteln	II	K5 K2	L4	11-nt.3.5	$G' = 0$ 1 · Maximum begründet (Randwer- te) 1 · Menge und Gewinn 1
T2 A	5.4	2	Untersu- chen	III	K1 K6	L4	11-nt.2.10	Urteil mit Verlauf von G 1 · Verlust ab 10 1
T2 S	6.1	3	Zeichnen	I	K4 K5	L5	11-nt.4.2 11-nt.4.7	Struktur 1 · Wahrscheinlichkeiten 1 · Pfadwahrscheinlichkeiten 1
T2 S	6.2	2	Berechnen	I	K5	L5	11-nt.4.7	Pfadregeln 1 · Ergebnis 1
T2 S	6.3	3	Berechnen	II–III	K5 K6	L5	11-nt.5.1 11-nt.5.2	$P(V)$ 1 · $P_V(R)$ 1 · Vergleich und Deutung 1
T2 S	6.4	3	Berechnen	II	K3 K5	L5	11-nt.4.7 11-nt.5.3	Gegenereignis 1 · $0,9^5$ (Unabhängigkeit) 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 (Mehrfachnen-
nung anteilig).

Kombination	BE	AFB I/II/III in %	Kompetenzen (BE)	Leitideen (BE)
ganze Arbeit	50	39 / 49 / 12	K1:3 K2:3 K3:7 K4:7 K5:22 K6:8	L4:33 L5:17

5 Lehrplanabdeckung

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
11-nt.1 Ganzrationale Funktionen: lineare und quadratische Funktionen	16	2/9	11-nt.1.2, 11-nt.1.8
11-nt.2 Ganzrationale Funktionen allgemein	16	5/11	11-nt.2.2, 11-nt.2.5, 11-nt.2.8, 11-nt.2.9, 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.3.5, 11-nt.3.6
11-nt.4 Grundlagen der Wahrscheinlichkeits- rechnung	10	3/8	11-nt.4.2, 11-nt.4.3, 11-nt.4.7
11-nt.5 Bedingte Wahrscheinlichkeit und sto- chastische Unabhängigkeit	12	3/4	11-nt.5.1, 11-nt.5.2, 11-nt.5.3

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.1.8	beschreiben Sachkontexte durch lineare bzw. quadratische Funktionen. Sie ermitteln die in diesem Zusammenhang ...	T2 A 4.1; T2 A 4.4
11-nt.2.10	beschreiben Sachkontexte durch ganzrationale Funktionen. Sie ermitteln die in diesem Zusammenhang relevanten E...	T2 A 5.1; T2 A 5.4
11-nt.2.2	ermitteln Nullstellen ganzrationaler Funktionen samt ihrer Vielfachheit mithilfe geeigneter Verfahren, auch un...	T1 A 1.1
11-nt.2.5	untersuchen, ob der Graph einer ganzrationalen Funktion den Graphen einer anderen ganzrationalen Funktion oder...	T2 A 5.1
11-nt.2.8	skizzieren geeignete Ausschnitte der Graphen von ganzrationalen Funktionen unter Verwendung vorgegebener oder ...	T1 A 1.3
11-nt.2.9	ermitteln die Lösungsmenge von ganzrationalen Ungleichungen, die sich in die Form $f(x) > 0$, $f(x) \geq 0$, $f(x) < 0$...	T1 A 2
11-nt.3.1	berechnen die Werte von Differenzenquotienten. Sie deuten diese geometrisch als Steigung von Sekanten bzgl. zw...	T2 A 4.2
11-nt.3.2	deuten den Wert eines Differenzialquotienten als Steigung der Tangente an den Funktionsgraphen in einem bestimm...	T2 A 4.3; T2 A 5.2
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 5.3
11-nt.3.6	stellen geeignete Ausschnitte der Graphen von ganzrationalen Funktionen unter Verwendung vorgegebener oder ber...	T1 A 1.3
11-nt.4.2	beschreiben unter Berücksichtigung der Fachbegriffe ein- und mehrstufige Zufallsexperimente. Sie führen diese ...	T2 S 6.1
11-nt.4.3	beschreiben Ereignisse eines Zufallsexperiments, deren Gegenereignisse und Verknüpfungen mit Worten und als Te...	T1 S 3.1; T1 S 3.2; T1 S 3.3
11-nt.4.7	berechnen und interpretieren Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen mehrstufiger Zufallsexperimente mithilfe von...	T2 S 6.1; T2 S 6.2; T2 S 6.4
11-nt.5.1	beschreiben, inwiefern bei einem Zufallsexperiment das Eintreten eines Ereignisses B die Wahrscheinlichkeit fü...	T2 S 6.3
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 6.4

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	doppelte Nullstelle	$x_{2;3} = 3$	✓
1 Analysis 1.1	0 einfach, 3 doppelt	wahr	✓
1 Analysis 1.2	Hochpunkt	$H(1 4)$	✓
1 Analysis 1.2	Tiefpunkt	$T(3 0)$	✓
1 Analysis 1.2	$f' = 3(x-1)(x-3)$, $f(1) = 4$	wahr	✓
1 Analysis 2	Lösungsmenge	$]0; 3[\cup]3; +\infty[$	✓
1 Analysis 2	$f > 0$ genau für $x > 0$, $x \neq 3$	wahr	✓
1 Stochastik 3.2	$P(\text{weder noch})$	$=0,2$	✓
1 Stochastik 3.2	$1 - (0,6 + 0,5 - 0,3) = 0,2$	wahr	✓
1 Stochastik 3.3	$P(B \cap \text{nicht } F)$	$=0,3$	✓
1 Stochastik 3.3	$0,6 - 0,3 = 0,3$	wahr	✓
2 Analysis 4.1	Scheitel	$S(12 24)$	✓
2 Analysis 4.1	$-0,125(t - 12)^2 + 24$	wahr	✓
2 Analysis 4.2	mittlere Änderungsrate	$4=1$	✓
2 Analysis 4.2	$(23,5 - 19,5)/4 = 1$	wahr	✓
2 Analysis 4.3	Uhrzeit	$t=8$	✓
2 Analysis 4.3	$T'(8) = 1$	wahr	✓
2 Analysis 4.4	$T(0)$	$T(0)=6$	✓
2 Analysis 4.4	T steigt auf $[0; 6]$ (unrealistisch für die Nacht)	wahr	✓
2 Analysis 5.1	$G(10)$	$G(10)=-100+90+16-6=0$	✓
2 Analysis 5.1	$G = -0,1(x - 2)(x - 10)(x + 3)$	wahr	✓
2 Analysis 5.2	Kostenzunahme minimal	$K'(3)=2,7-5,4+4,4=1,7$	✓
2 Analysis 5.2	$K''(3) = 0$, $K'(3) = 1,7$	wahr	✓
2 Analysis 5.3	Menge	$6,79$	✓
2 Analysis 5.3	größter Gewinn	$15,05$	✓
2 Analysis 5.3	Randwerte -6 und -30 kleiner	wahr	✓
2 Analysis 5.4	G fällt ab $6,79$, $G(12) < 0$	wahr	✓
2 Stochastik 6.1	Pfad R und V	$0,07$	✓
2 Stochastik 6.1	Pfade $0,63 / 0,07 / 0,24 / 0,06$	wahr	✓
2 Stochastik 6.2	$P(\text{pünktlich})$	$0,87$	✓
2 Stochastik 6.3	$P_V(R)$	$0,538$	✓

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Stochastik 6.4	P(mindestens einer verspätet)	0,410	✓

7 Abbildungen

Abbildung	zeigt	Modell = Text
abbKS	leeres Koordinatensystem $-1 \leq x \leq 5$, $-3 \leq y \leq 8$ (x 1,5 cm, y 0,75 cm je LE)	Platz für G_f mit $H(1 4)$, $T(3 0)$
abbVenn	leeres Venn-Diagramm Ω mit zwei sich schneidenden Kreisen B und F	alle vier Bereiche erkennbar, Ω außerhalb
abbKE	Graphen von K und E für $0 \leq x \leq 12$	Schnittstellen bei $x = 2$ und $x = 10$

8 Kompetenzorientierung und Vielfalt

Merkmal	Bedeutung	Fundstellen
fehlvorstellung	typische Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen (Fortbildung 25.06.2026)	2 Analysis 5.4
modell	Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)	2 Analysis 4.4
offen	Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)	
ohne-rechnung	qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)	1 Analysis 2
darstellungswechsel	Graph $\leftrightarrow$ Term $\leftrightarrow$ Tabelle $\leftrightarrow$ Text (K5)	1 Analysis 1.3; 2 Analysis 5.1
medien	Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)	

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
1 Stochastik	Umfrage Charlottenhofer Weiher und Fahrrad	neu
2 Analysis	Wassertemperatur Charlottenhofer Weiher	neu
2 Analysis	Brauerei Kosten und Erlös	neu
2 Stochastik	Bahnhof Schwandorf Pünktlichkeit	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, Antwortfläche, Bauplan, Abnahme, Prüfschleifen	04.10.2026 14:47	6c5cc0a7
fachabitur-mathe-entwerfen	Qualitätsregeln (Abnahme, schöne Zahlen, Fachsprache, Seitenfall)	04.10.2026 09:09	4de55742
lehrplan-mathe-fosbos	LehrplanPLUS FOS 11 NT wörtlich (LB 1–6), Kompetenzen K1–K6, Operatoren	04.10.2026 08:18	5346888d
latex-grafik	TikZ (Koordinatensystem, Venn-Diagramm, Kosten- und Erlösgraph)	04.10.2026 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	198	f09b5200
vorlage/technik_mathe.py	dieses Protokoll	140	c9ef5ee1
bauen.sh	Ablauf aller Schritte	99	3401c661
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	14	8fec0f52

Technisches Prüfprotokoll (Fortsetzung)

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
Arbeitsordner/abnahme.py	Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe	79	4364e83f
Arbeitsordner/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)	51	21b624cb

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py (SymPy/SciPy)	4 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: arbeit-loesung.pdf	4 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: arbeit.pdf	6 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 891e544 2026-10-04; Arbeitsstand = Commit
Erzeugt	04.10.2026 14:56 mit bauen.sh eigene/fassung