

2. Schulaufgabe F11 NT (Kombinatorik)

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
Erläutern	nachvollziehbar verständlich machen
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig
Geben	ohne Begründung und Rechnung nennen
Untersuchen	Eigenschaft prüfen, Ergebnis kann ja oder nein sein

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Vervollständigen	fehlende Teile ergänzen

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 S	1	6	Entscheiden	II	K1 K6	L5	11-nt.6.1	je richtig gesetztes Kreuz 1 (6 Aussagen), falsch –0,5
T1 S	2.1	2	Vervollständigen	I	K4 K5	L5	11-nt.6.1	Baum vervollständigt 1 · Anzahl 6 1
T1 S	2.2	2	Bestimmen	I	K5	L5	11-nt.6.1	Produktregel 1 · Anzahl 1
T1 S	2.3	2	Bestimmen	II	K2 K5	L5	11-nt.6.1	eingeschränkte Wahlen 1 · Anzahl 1
T1 S	2.4	2	Berechnen	I	K5 K6	L5	11-nt.6.2	günstige Körbe 1 · Laplace 1
T1 S	3.1	2	Begründen	I	K1 K4	L5	11-nt.6.1	4 Ost + 2 Nord, keine Umwege 1 · Weg eingezeichnet 1
T1 S	3.2	3	Ermitteln	II	K2 K3	L5	11-nt.6.1	Modell: Auswahl der Nord-Abschnitte 1 · Ansatz 1 · Anzahl 1
T1 S	3.3	3	Berechnen	III	K2 K5	L5	11-nt.6.2	Teilwege 3 und 3 1 · Produkt 9 1 · Wahrscheinlichkeit 1
T1 S	4.1	2	Bestimmen	I	K5	L5	11-nt.6.1	ohne Reihenfolge erkannt 1 · Anzahl 1
T1 S	4.2	3	Berechnen	II	K3 K5	L5	11-nt.6.2	günstige $C(4,2) \cdot C(6,1)$ 1 · Quotient 1 · Ergebnis 1
T1 S	4.3	3	Berechnen	II	K2 K5	L5	11-nt.6.2	Gegenereignis 1 · $P(\text{kein braunes})$ 1 · Ergebnis 1

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 S	4.4	3	Untersu- chen	III	K1 K6	L5	11-nt.6.2	Urteil 1 · Fehler (mit/ohne Zurücklegen) 1 · richtige Wahrscheinlichkeit 1
T1 S	5.1	4	Bestim- men	I-II	K5 K6	L5	11-nt.6.1	Anzahl A 1 · Anzahl B 1 · Zusammenhang 3! 2
T1 S	5.2	2	Geben	I	K5	L5	11-nt.6.2	$P(A) \cdot P(B)$ 1
T1 S	5.3	4	Entschei- den	III	K3 K1	L5	11-nt.6.2	Auszahlung A 1 · Auszahlung B 1 · begrün- dete Empfehlung 1 · Urteil Veranstalter 1
T1 S	5.4	2	Erläutern	II	K3 K6	L5	11-nt.6.2	Annahme kritisch beurteilt 1 · Zweck der Vereinfachung 1
T1 S	6.1	2	Bestim- men	I	K5	L5	11-nt.6.1	Anordnung erkannt 1 · $7!$ 1
T1 S	6.2	2	Bestim- men	II	K2 K5	L5	11-nt.6.1	Box 1 fest 1 · $6!$ 1
T1 S	6.3	2	Berechnen	II	K1 K5	L5	11-nt.6.2	Quotient 1 · Begründung ohne Rechnung (Symmetrie) 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	51	31 / 49 / 20	K1:8 K2:6 K3:6 K4:2 K5:20 K6:8	L5:51

5 Lehrplanabdeckung

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
11-nt.6 Kombinatorik	6	2/2	11-nt.6.1, 11-nt.6.2

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
11-nt.6.1	beurteilen für geeignete reale Situationen, in denen nach der Anzahl bestimmter Möglichkeiten gefragt wird, we...	T1 S 1; T1 S 2.1; T1 S 2.2; T1 S 2.3; T1 S 3.1; T1 S 3.2; T1 S 4.1; T1 S 5.1; T1 S 6.1; T1 S 6.2
11-nt.6.2	wenden in konkreten Alltagssituationen kombinatorische Formeln an, um damit Wahrscheinlichkeiten von Ereigniss...	T1 S 2.4; T1 S 3.3; T1 S 4.2; T1 S 4.3; T1 S 4.4; T1 S 5.2; T1 S 5.3; T1 S 5.4; T1 S 6.3

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 Stochastik 1	$5! = 120$ (a wahr)	wahr	✓
1 Stochastik 1	$C(8,3) = 56 \neq 336$ (b falsch)	wahr	✓
1 Stochastik 1	$C(9,2) = C(9,7)$ (c wahr)	wahr	✓
1 Stochastik 1	$10^3 = 1000$ (d wahr)	wahr	✓
1 Stochastik 1	$k = 1: C(n,1) = P(n,1)$ (e falsch)	wahr	✓
1 Stochastik 2.1	Brot $\times$ Marmelade	$3 \cdot 2 = 6$	✓
1 Stochastik 2.1	6 Kombinationen	wahr	✓
1 Stochastik 2.2	Körbe	=24	✓
1 Stochastik 2.2	24 Körbe	wahr	✓
1 Stochastik 2.3	Körbe für die Kundin	=12	✓
1 Stochastik 2.3	12 Körbe	wahr	✓
1 Stochastik 2.4	$P(R \text{ und } E)$	$\frac{1}{6}$	✓
1 Stochastik 2.4	$4/24 = 1/6$	wahr	✓
1 Stochastik 3.1	jeder Weg hat 6 Abschnitte	wahr	✓
1 Stochastik 3.2	Wege	=15	✓
1 Stochastik 3.2	15 Wege	wahr	✓
1 Stochastik 3.3	$P(\text{über } F)$	$\frac{3}{5}$	✓
1 Stochastik 3.3	9 von 15 Wegen über F	wahr	✓
1 Stochastik 4.1	Auswahlen	=120	✓
1 Stochastik 4.1	$C(10,3) = 120$	wahr	✓
1 Stochastik 4.2	$P(\text{genau zwei braune})$	$\frac{3}{10}$	✓
1 Stochastik 4.2	$36/120$	wahr	✓
1 Stochastik 4.3	$P(\text{mindestens ein braunes})$	$\frac{5}{6}$	✓
1 Stochastik 4.3	$1 - 20/120$	wahr	✓
1 Stochastik 4.4	$P(\text{alle braun})$	$\frac{1}{30}$	✓
1 Stochastik 4.4	$1/30 \neq 0,064$	wahr	✓
1 Stochastik 5.1	Tipps A	=120	✓
1 Stochastik 5.1	Tipps B	=20	✓
1 Stochastik 5.1	$20 \cdot 3! = 120$	wahr	✓
1 Stochastik 5.2	P Spiel A	$\frac{1}{120}$	✓
1 Stochastik 5.2	P Spiel B	$\frac{1}{20}$	✓
1 Stochastik 5.2	$1/120, 1/20$	wahr	✓

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
1 Stochastik 5.3	Auszahlung B	=60	✓
1 Stochastik 5.3	je 120 Tipps: A 50 €, B 60 €	wahr	✓
1 Stochastik 6.1	Belegungen	=5040	✓
1 Stochastik 6.1	$7! = 5040$	wahr	✓
1 Stochastik 6.2	Belegungen mit Berta in Box 1	=720	✓
1 Stochastik 6.2	$6! = 720$	wahr	✓
1 Stochastik 6.3	$P(\text{Berta in Box 1})$	$\frac{1}{7}$	✓
1 Stochastik 6.3	$720/5040 = 1/7$	wahr	✓

7 Abbildungen

Abbildung	zeigt	Modell = Text
abbBaum	begonnenes Baumdiagramm Brot (R, D, W) → Marmelade (E, K), nur Ast R ausgeführt	3 · 2 Pfade
abbWege	Wegenetz 4×2 Abschnitte, W (0 0), S (4 2), Futterkammer F (2 1)	15 kürzeste Wege, 9 über F

8 Kompetenzorientierung und Vielfalt

Merkmal	Bedeutung	Fundstellen
fehlvorstellung	typische Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen (Fortbildung 25.06.2026)	1 Stochastik 1; 1 Stochastik 4.4
modell	Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)	1 Stochastik 5.4
offen	Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)	1 Stochastik 3.2; 1 Stochastik 5.3
ohne-rechnung	qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)	1 Stochastik 6.3
darstellungswechsel	Graph ↔ Term ↔ Tabelle ↔ Text (K5)	1 Stochastik 2.1; 1 Stochastik 3.1
medien	Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)	

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
---------------	----------------	---

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
1 Stochastik	Hofladen Frühstückskorb	neu
1 Stochastik	Wegenetz des Hofes	neu
1 Stochastik	Hühner Geflügelschau	neu
1 Stochastik	Ferkelrennen Hoffest	neu
1 Stochastik	Kuhstall Boxen	wie Abitur 2019

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 15:03	414b5e45
fachabitur-mathe-entwerfen	Qualitätsregeln (Abnahme, schöne Zahlen, Fachsprache, Seitenfall)	04.10.2026 09:09	4de55742
lehrplan-mathe-fosbos	LehrplanPLUS FOS 11 NT wörtlich (LB 6 Kombinatorik), Kompetenzen K1-K6, Operatoren	04.10.2026 08:18	5346888d
latex-grafik	TikZ (Baumdiagramm, Wegenetz)	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	250	0eb87860
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	35	11d2133a

Technisches Prüfprotokoll (Fortsetzung)

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
Arbeitsordner/abnahme.py	Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe	86	750818ac
Arbeitsordner/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)	30	6a657cd1

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py (SymPy/SciPy)	15 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: arbeit-loesung.pdf	3 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: arbeit.pdf	7 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 d0a2504 2026-10-04; Arbeitsstand = Commit
Erzeugt	04.10.2026 15:28 mit bauen.sh eigene/fassung