

2. Schulaufgabe Physik F12T – Auftrag 77

Prüfbericht

Physik · 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, Basiskonzepte

Kompetenzbereich	Bedeutung (Physik)
F	Fachwissen: Begriffe, Gesetze, Modelle kennen und anwenden (Berechnen nach bekannten Zusammenhängen)
E	Erkenntnisgewinnung: Experimente und Messreihen auswerten, Diagramme lesen, Modelle und Mathematik nutzen
K	Kommunikation: fachsprachlich darstellen, zwischen Darstellungsformen wechseln (Diagramm, Zeigerdiagramm, Gleichung)
B	Bewertung: Aussagen prüfen, Modellgrenzen beurteilen, Alltags- und Technikbezüge begründet einschätzen

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
Beschreiben	in Worten, im Sachzusammenhang
Bestimmen	Weg frei (rechnerisch/grafisch), Ergebnis begründet
Beurteilen	–
Entscheiden	begründete Auswahl zwischen Möglichkeiten
Erklären	–
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig
Zeigen	vorgegebenes Ergebnis nachweisen

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Basiskonzept	Inhalt
Energie	Energieformen, -umwandlung und -erhaltung, Arbeit, Energieinhalt von Feldern
Materie	Aufbau und Eigenschaften von Stoffen und Bauteilen
Wechselwirkung	Kräfte, Felder, Impuls; Wirkung von Körpern aufeinander
System	Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht: Schwingungen, Wellen, Induktion, Resonanz

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Basis-konz.	Lehrplan	BE-Begründung
--------	-----	----	----------	-----	-------	-------------	----------	---------------

3 Teilaufgaben: Operator, AFB, Kompetenz, Konzept, Lehrplan, BE

AFB nach dem tatsächlichen Anspruch der Teilaufgabe eingestuft (nicht allein nach dem Operator). Kennungen: Klasse.Lernbereich.Nummer der Kompetenzerwartung (LehrplanPLUS Physik FOS: ph-11-t, ph-12-t Technik, ph-11-abu ABU), wie im Aufgabengenerator.

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Basis-konz.	Lehrplan	BE-Begründung
T1 Induktionsgesetz	1.1	2	Berechnen	I	F	Wechselwirkung	ph-12-t.4.1	Ansatz $\Phi = BA$ 1 • Ergebnis 1
T1 Induktionsgesetz	1.2	5	Ermitteln	II	F K	Wechselwirkung	ph-12-t.4.1	Ansatz $1 \cdot 16 \text{ V}$ 1 • zweiter Abschnitt 1 • Skizze 2
T1 Induktionsgesetz	1.3	3	Beurteilen	III	B K	Wechselwirkung	ph-12-t.4.1	Urteil 1 • Begründung mit Änderungsrate 2
T1 Induktionsgesetz	1.4	2	Begründen	II	F K	Wechselwirkung	ph-12-t.4.1	Flussänderung im Ring 1 • Richtung nach Lenz 1
T1 Erzeugung einer Wechselspannung	2.1	3	Erklären	I	F K	Wechselwirkung	ph-12-t.4.2	$\Phi = BA \cos \omega t$ 1 • Induktionsgesetz 1 • Sinus 1
T1 Erzeugung einer Wechselspannung	2.2	6	Zeigen	II	E K	System	ph-12-t.4.2	Quotienten/Diagramm 2 • Proportionalität $1 \cdot k$ 1 • B 2
T1 Erzeugung einer Wechselspannung	2.3	2	Entscheiden	II	B K	System	ph-12-t.4.2	Scheitelwert 1 • Periodendauer 1

Abnahmeprotokoll (Fortsetzung)

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Basis-konz.	Lehrplan	BE-Begründung
T1 Erzeugung einer Wechselspannung	2.4	2	Berechnen	I	F	System	ph-12-t.4.2	Ansatz 1 · Ergebnis 1
T1 Selbstinduktion	3.1	3	Beschreiben	I	F K	Energie	ph-12-t.4.3	Verlauf 1 · Selbstinduktion mit Lenz 2
T1 Selbstinduktion	3.2	4	Bestimmen	II	E F	Energie	ph-12-t.4.3	Tangente 1 · Steigung 1 · Ansatz $U_0 = L \cdot \dot{I}_1 \cdot L_1$
T1 Selbstinduktion	3.3	2	Bestimmen	I	F	Energie	ph-12-t.4.3	Ansatz mit Endstrom 1 · Ergebnis 1
T1 Selbstinduktion	3.4	2	Berechnen	I	F	Energie	ph-12-t.4.3	Formel 1 · Ergebnis 1
T1 Selbstinduktion	3.5	4	Berechnen	III	F B	Energie	ph-12-t.4.3	Ansatz 1 · Ergebnis 1 · Urteil Nutzen/Risiko mit Energie 2

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)	Basiskonzepte (BE)
ganze Arbeit	40	35 / 48 / 18	F:18 E:5 K:12 B:4	Energie:15 System:10 Wechselwirkung:15

Versuchsauswertung (Betreiber 04.10.2026, wie in den Originalen): Teilaufgabe 1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.2.

5 Lehrplanabdeckung

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
ph-12-t.4 Elektromagnetische Induktion	25	3/3	ph-12-t.4.1, ph-12-t.4.2, ph-12-t.4.3

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
ph-12-t.4.1	ermitteln aus vorgegebenen und experimentell gewonnenen t - Φ -Diagrammen den zeitlichen Verlauf der Induktionssp...	T1 Induktionsgesetz 1.1; T1 Induktionsgesetz 1.2; T1 Induktionsgesetz 1.3; T1 Induktionsgesetz 1.4
ph-12-t.4.2	berechnen Induktionsspannungen mit dem Induktionsgesetz für die Sonderfälle einer zeitlich konstanten magnetis...	T1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.1; T1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.2; T1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.3; T1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.4
ph-12-t.4.3	beschreiben für Stromkreise, die eine Spule enthalten, den zeitlichen Verlauf von Spannungen und Stromstärken ...	T1 Selbstinduktion 3.1; T1 Selbstinduktion 3.2; T1 Selbstinduktion 3.3; T1 Selbstinduktion 3.4; T1 Selbstinduktion 3.5

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
-------------	---------------------	------	--

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 Induktionsgesetz 1.1	Φ_{muWb}	2,0	✓
1 Induktionsgesetz 1.2	U	16	✓
1 Induktionsgesetz 1.2	Abfallphase hat denselben Betrag (gleiche Steigung)	wahr	✓
1 Induktionsgesetz 1.3	bei 2,5 μs ist B maximal, U aber nicht größer als sonst (Aussage falsch)	wahr	✓
1 Induktionsgesetz 1.4	Flusszunahme $\rightarrow$ Gegenfeld (Lenz)	wahr	✓
1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.1	$U = N B A \omega \sin \omega t$ (Ableitung von cos)	wahr	✓
1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.2	Achsenabschnitt der Ausgleichsgeraden ≈ 0 (Proportionalität)	wahr	✓
1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.2	k	0,20	✓
1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.2	B	0,40	✓
1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.3	$N/2 \cdot 2\omega \rightarrow U_0$ gleich; $T = 2\pi/\omega$ halbiert	wahr	✓
1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.4	U60	12	✓
1 Selbstinduktion 3.1	Stromanstieg induziert Gegenspannung	wahr	✓
1 Selbstinduktion 3.2	L_{mH}	6,0	✓
1 Selbstinduktion 3.2	63%-Methode liefert dieselbe Zeitkonstante (2,0 ms)	wahr	✓
1 Selbstinduktion 3.3	R	3,0	✓
1 Selbstinduktion 3.3	$L/R = \text{Zeitkonstante}$	wahr	✓
1 Selbstinduktion 3.4	W_{mJ}	48	✓
1 Selbstinduktion 3.5	U_{kV}	4,8	✓
1 Selbstinduktion 3.5	Spannung viel größer als die Batteriespannung, Energie je Impuls $< 1 \text{ J}$	wahr	✓

7 Abbildungen

Abbildung	zeigt	Modell = Text
abbLadeB	t-B-Diagramm: Dreieck $0 \rightarrow 2,0 \text{ mT} \rightarrow 0$, Periode $5,0 \mu\text{s}$, quadratisches Raster $0,5 \mu\text{s} \hat{=} 0,25 \text{ mT}$	Steigung $2,0 \text{ mT}/2,5 \mu\text{s}$ wie im Text der Teilaufgabe 1.2; B senkrecht zur Spulenfläche (Text 1.0)
abbZaunI	t-I-Diagramm $I = 4,0 \text{ A} \cdot (1 - e^{-t/2,0 \text{ ms}})$, quadratisches Raster $0,5 \text{ ms} \hat{=} 0,5 \text{ A}$	Endwert $4,0 \text{ A} = U_0/R$ mit $R = 3,0 \Omega$; Tangente in 0 trifft $4,0 \text{ A}$ bei $2,0 \text{ ms} \rightarrow L = 6,0 \text{ mH}$ (Modell des Textes)

8 Kompetenzorientierung und Vielfalt

Merkmal	Bedeutung	Fundstellen
fehlvorstellung	typische Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen (Fortbildung 25.06.2026)	1 Induktionsgesetz 1.3
modell	Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)	1 Selbstinduktion 3.5
offen	Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)	
ohne-rechnung	qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)	1 Erzeugung einer Wechselspannung 2.3
darstellungswechsel	Graph $\leftrightarrow$ Term $\leftrightarrow$ Tabelle $\leftrightarrow$ Text (K5)	1 Induktionsgesetz 1.2
medien	Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)	1 Selbstinduktion 3.2

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
1 Induktionsgesetz	Smartphone kabellos laden	neu
1 Induktionsgesetz	Schlüsselring auf der Ladeschale	neu
1 Erzeugung einer Wechselspannung	Generator im Praktikum	wie Abitur 2025
1 Selbstinduktion	Weidezaungerät	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-physik	Ablauf Schulaufgabe Physik, Generator-Auftrag 77 (Versuchsauswertung Pflicht)	04.10.2026 13:45	97e12d3c
schulaufgabe-mathe	Vorgaben (Kopf, Notenschlüssel, Antwortfläche, Nachtermin, Textregeln)	04.10.2026 13:45	a1268028
lehrplan-physik-fosbos	LehrplanPLUS Physik 12 T, LB 4 Elektromagnetische Induktion	04.10.2026 09:30	07a0bc53
mathe-physik	Rechnung mit Einheiten (pint), Zahlen ohne Taschenrechner lösbar	02.10.2026 18:29	2cce0982
fachabitur-entwerfen	Operatoren, Fachsprache, Abbildungen (Prüfungsstil, quadratisches Raster)	04.10.2026 09:30	35e66919

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

Technisches Prüfprotokoll (Fortsetzung)

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
vorlage/arbeit-bauen.sh	Ablauf aller Schritte (Arbeit)	54	75334701
Arbeitsordner/rechnung.py	Entwurfsrechnung, Plausibilität	31	ba29b6c2
Arbeitsordner/abnahme.py	Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe	65	ff8ff74f
Arbeitsordner/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)	38	a0fd0592

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py (SymPy/SciPy)	1 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: arbeit-loesung.pdf	3 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: arbeit.pdf	3 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 7bd8cbc 2026-10-04; gegenüber diesem Commit geänderte Dateien: 1 (werden mit dieser Fassung committet)
Erzeugt	04.10.2026 14:10 mit bauen.sh eigene/gruppe-a