

Musterprüfung Nr. 001 (Nachtermin)

Prüfbericht

Physik · Ausbildungsrichtung Technik

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

Prüfung jeder Teilaufgabe gegen den LehrplanPLUS Physik FOS (Technik), das Kompetenzmodell und die Bewertungseinheiten. Die Zitate sind automatisch mit dem Wortlaut des LehrplanPLUS abgeglichen; jedes Ergebnis ist mit einem zweiten, unabhängigen Rechenweg aus den im Aufgabentext gedruckten Werten nachgerechnet und mit der Lösung verglichen (✓: übereinstimmend auf die gedruckten Ziffern).

Bewertungseinheiten:	P 40, W1 30, W2 30, W3 30 (gesamt 130)
Anforderungsbereiche (BE-gewichtet):	I 28 % · II 63 % · III 8 % (Ziel I 25–40, II 50–65, III 5–15)
Wahlkombinationen (AFB I/II/III):	P+W1+W2: 100 BE, 27/65/8 % · P+W1+W3: 100 BE, 28/64/8 % · P+W2+W3: 100 BE, 27/65/8 %
Lernbereiche:	FOS 11 LB 1 Bewegungen: P, W1; FOS 11 LB 2 Dynamik: P, W3; FOS 11 LB 3 Energie: W3; FOS 11 LB 4 Praktikum: P, W1, W2, W3; FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: P, W1; FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen: P, W1, W3; FOS 12 LB 3 Felder: P, W2; FOS 12 LB 4 Induktion: P, W2
Kompetenzorientierung:	Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen: W3 1.2, W2 1.4, P 6.3; Modellannahme/Gültigkeit/Grenze: W1 1.4.2, W2 2.5; Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe: P 2.2; qualitative Vorhersage ohne Rechnung: P 3.2, W3 1.4.2; Sensor/App/Video/Oszilloskop/KI reflektiert: P 1.1, W2 1.3, W3 1.4.1
Prüfungen:	32 Rechenwerte, 23 Prüfsätze, 45 Lehrplanzitate – alle bestanden
Stand:	3. Oktober 2026 Fachliche Durchsicht Fachmitarbeiter Physik:

Übersicht: Kompetenzbereiche, Anforderungsbereiche, Operatoren, Basiskonzepte

Kompetenzbereich	Bedeutung
F Fachwissen	Fachwissen: physikalische Begriffe, Gesetze, Modelle kennen und anwenden (Berechnen nach bekannten Zusammenhängen)
E Erkenntnisgewinnung	Erkenntnisse gewinnen: Experimente/Messreihen auswerten, Diagramme lesen, Modelle und mathematische Betrachtungen nutzen
K Kommunikation	Kommunizieren: Sachverhalte fachsprachlich darstellen, zwischen Darstellungsformen wechseln (Diagramm, Zeigerdiagramm, Gleichung)
B Bewertung	Bewerten: Aussagen prüfen, Modellgrenzen und Gültigkeit beurteilen, Alltags- und Technikbezüge physikalisch begründet einschätzen

Anforderungsbereich	Beschreibung
I	Reproduktion: Wissen wiedergeben, bekannte Verfahren in geübtem Kontext ($\approx 30\%$)
II	Reorganisation/Transfer: Bekanntes in neuem Kontext anwenden, Diagramme auswerten ($\approx 50\%$)
III	Problemlösen/Bewerten: eigene Lösungswege, Behauptungen beurteilen, Modellgrenzen ($\approx 20\%$)

Operator (hier)	Bedeutung
Berechnen	Ergebnis aus Größen und Gleichungen rechnerisch, Rechenweg erkennbar
Bestimmen	Ergebnis auf frei wählbarem Weg (rechnerisch oder grafisch) ermitteln
Beurteilen	zu einem Sachverhalt ein begründetes Urteil abgeben
Entscheiden	begründete Festlegung zwischen Möglichkeiten
Erklären	Sachverhalt auf Gesetze/Modelle zurückführen
Erläutern	Sachverhalt nachvollziehbar verständlich machen
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig oder aus einem Diagramm
Kennzeichnen	in einer Darstellung markieren
Kreuzen	Aussagen als wahr/falsch/nicht entscheidbar bewerten
Nehmen	Stellung nehmen: Aussage begründet bewerten
Stellen	Sachverhalt grafisch/tabellarisch darstellen
Untersuchen	Eigenschaft/Bedingung prüfen
Zeichnen	maßstäblich darstellen
Zeigen	vorgegebene Aussage/Ergebnis durch Rechnung oder Begründung nachweisen

Basiskonzept	Inhalt (Gegenstandsbereiche LehrplanPLUS)
Energie	Energieformen, -umwandlung und -erhaltung, Arbeit, Energieinhalt von Feldern
Materie	Aufbau und Eigenschaften von Stoffen und Bauteilen (z. B. Dielektrikum, Kondensator)
Wechselwirkung	Kräfte, Felder, Impuls; Wirkung von Körpern aufeinander
Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht	Schwingungen, Wellen, Induktion, Ausgleichsvorgänge, Resonanz

Verteilung (alle Gruppen, 130 BE)	BE	Anteil
Kompetenz B Bewertung	33	25 %
Kompetenz E Erkenntnisgewinnung	20	15 %
Kompetenz F Fachwissen	42	32 %
Kompetenz K Kommunikation	35	27 %
Basiskonzept Energie	40	31 %
Basiskonzept Materie	20	15 %
Basiskonzept Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht	66	51 %
Basiskonzept Wechselwirkung	59	45 %
AFB I	37	28 %
AFB II	82	63 %
AFB III	11	8 %

Lehrplanabdeckung (Kompetenzerwartungen, die wörtlich zitiert und geprüft werden; alle Gruppen)

Lernbereich	KE geprüft	Abdeckung	BE-Anteil	Stunden
FOS 11 LB 1 Bewegungen	2/5	40 %	8 %	9 %
FOS 11 LB 2 Dynamik	2/4	50 %	9 %	9 %
FOS 11 LB 3 Energie	0/3	0 %	2 %	7 %
FOS 11 LB 4 Praktikum	3/7	43 %	12 %	12 %
FOS 12 LB 1 Kreisbewegung	2/4	50 %	11 %	9 %
FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen	6/10	60 %	33 %	25 %
FOS 12 LB 3 Felder	2/6	33 %	13 %	18 %
FOS 12 LB 4 Induktion	1/3	33 %	12 %	11 %
Gesamt	18/42	43 %	100 %	100 %

Nicht geprüfte Kompetenzerwartungen: 11-1.1 (ermitteln aus Stroboskopbildern krummlinig bewegter Körper, ...); 11-1.2 (planen einfache Experimente zu gleichförmigen und beschleunigten ...); 11-1.4 (verwenden lineare und quadratische Funktionen zur Quantifizierung ...); 11-2.1 (treffen Vorhersagen über die Änderung der Geschwindigkeit ...); 11-2.3 (treffen physikalisch fundierte Vorhersagen über Reibungsverhalten ...); 11-3.1 (beschreiben bei mechanischen Vorgängen in Alltagssituationen ...); 11-3.2 (bestimmen mithilfe elementarer geometrischer Überlegungen die ...); 11-3.3 (setzen den Energieerhaltungssatz zusätzlich zum Impulserhalt ...); 11-4.2 (führen vorgegebene Experimente selbstständig durch und werten ...); 11-4.3 (entwickeln eigenständig einfache Versuchsaufbauten zu vorgegebenen ...); 11-4.5 (dokumentieren Versuchsaufbauten, Messwerttabellen, Messauswertungen ...); 11-4.6 (entwickeln aus gegebenen Ausgangssituationen fundierte Hypothesen ...); 12-1.2 (zeigen durch die Auswertung von Messreihen die Zusammenhänge ...); 12-1.3 (beschreiben Bewegungen von Körpern aus dem Bereich des Straßenverkehrs ...); 12-2.1 (beschreiben Schwingungen mit den physikalischen Größen Amplitude, Frequenz, Phase ...); 12-2.4 (ermitteln bei periodischen Bewegungen die rücktreibende Kraft ...); 12-2.6 (beschreiben die Entstehung und das Ausbreitungsverhalten von Schall ...); 12-2.7 (prognostizieren den Einfluss von Hindernissen auf das Phänomen ...); 12-3.1 (fertigen für klassische Felder auf Grundlage experimenteller Befunde ...); 12-3.2 (berechnen ausgehend von einer allgemeinen Feldstärkedefinition die ...); 12-3.4 (modellieren den Bewegungsablauf makroskopischer, elektrischer ...); 12-3.6 (planen Experimente zum Kondensator (z. B. Bestimmung der Ladung ...)); 12-4.1 (ermitteln aus vorgegebenen und experimentell gewonnenen t - Φ -Diagrammen ...); 12-4.3 (beschreiben für Stromkreise, die eine Spule enthalten, den Zusammenhang zwischen ...)

Pflicht-Aufgabengruppe P

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	2	Bestimmen AFB I	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie, Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 11-4.7	FOS 11 LB 4 Praktikum: „erstellen Videofilme zu Bewegungsabläufen, die sie aus ihrer Erfahrungswelt kennen.“	Abstand ablesen $1 \cdot v_x$	✓ 3,0 m/s
1.2	3	Erläutern AFB II	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 11-1.3	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „erstellen und interpretieren Zeit-Ort-, Zeit-Geschwindigkeit- und Zeit-Beschleunigung-Diagramme von linearen Bewegungen“	Fehler erkannt $1 \cdot$ erläutert 1 · Skizze 1	✓ $v_y(0,8\text{ s}) = 4,0 - 9,81 \cdot 0,8 < 0$ (Ball fällt) – Graph darf nicht positiv sein

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.1	4	Ermitteln AFB II	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 11-2.4	FOS 11 LB 2 Dynamik: „Dabei ermitteln sie die Impulsänderungen der beteiligten Stoßpartner bei zweidimensionalen Vorgängen zeichnerisch“	Impulse 1 · Konstruktion 2 · Ergebnis 1	✓ 1,4 m/s
2.2	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2 (Inhalt)	FOS 11 LB 2 Dynamik: „Antriebs- und Bremsvorgänge für Bewegungen auf horizontaler und geneigter Ebene mit und ohne Reibung“	Ansatz 1 · Umformung 1 · Ergebnis 1	✓ 0,010
3.1	4	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-1.4	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „modellieren mithilfe des Gravitationsgesetzes von Newton die Bewegung von natürlichen und künstlichen Himmelskörpern (Satelliten) als Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit.“	Kraftansatz 1 · v 2 · T 1	✓ 7,7 km/s ✓ 93 min
3.2	2	Entscheiden AFB II	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 12-1.4	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „modellieren mithilfe des Gravitationsgesetzes von Newton die Bewegung von natürlichen und künstlichen Himmelskörpern (Satelliten) als Kreisbewegung mit konstanter Winkelgeschwindigkeit.“	Entscheidung 1 · Begründung 1	✓ $v(r) = \sqrt{GM/r}$ fällt mit r
4.1	3	Stellen AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.2	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Sie verwenden für die Beschreibung harmonischer Schwingungen auch Zeigerdiagramme.“	$\hat{y}$ und ω 1 · Anfangswinkel 1 · Gleichung 1	✓ 1,6 1/s ✓ Anfangswinkel 30° aus dem Zeigerdiagramm
4.2	3	Zeichnen AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.2	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „modellieren unter Berücksichtigung der Anfangsbedingungen die zeitliche Entwicklung von Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungskordinaten harmonisch schwingender Körper mit trigonometrischen Funktionen.“	Zeiger 1 · Winkel 1 · y 1	✓ 0,35 m
6.1	2	Kennzeichnen AFB I	Kommunikation <i>Energie, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.10	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Dabei unterscheiden sie Reflexionen am festen und losen Ende“	Knoten 1 · Bauch 1	✓ geschlossenes Ende Knoten, offenes Ende Bauch ($\lambda/4$)

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
6.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Energie, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.10	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „stellen einen quantitativen Zusammenhang zwischen den Abmessungen eindimensionaler Resonatoren und möglichen Eigenfrequenzen her“	Ansatz $\lambda = 4L \cdot 1 \cdot f$ 1	✓ 425 Hz
6.3	2	Nehmen AFB III	Bewertung <i>Energie, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.10	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „stellen einen quantitativen Zusammenhang zwischen den Abmessungen eindimensionaler Resonatoren und möglichen Eigenfrequenzen her“	Urteil mit Begründung 2	✓ 850 Hz ✓ offen: Ton höher, Behauptung falsch
5.1	3	Bestimmen AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Wechselwirkung</i> 12-3.3	FOS 12 LB 3 Felder: „gewinnen im Falle von homogenen klassischen Quellfeldern aus den Größen Lageenergie und Kraft die funktionalen Abhängigkeiten der feldbeschreibenden Größen Potenzial und Feldstärke.“	Steigung 1 · Betrag 1 · Richtung 1	✓ 15 kV/m
5.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Spannung als Potenzialdifferenz im homogenen elektrischen Feld“	$\Delta\phi \cdot W \cdot 1$	✓ $9,6 \cdot 10^{-17} \text{ J}$
7	5	Entscheiden AFB II	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Lenz'sche Regel“	richtiges Diagramm 2 · je Ausschlusskriterium 1	✓ C: entgegengesetzte Vorzeichen, zweiter Stoß höher und kürzer (Rechnung: Plausibilitätsprüfung)

Wahl-Aufgabengruppe W 1

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-1.1	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „Sie verwenden die Größen Umlaufdauer, Frequenz, Bahnradius, Drehwinkel, Bahn- und Winkelgeschwindigkeit sowie Zusammenhänge zwischen diesen Größen zur quantitativen Beschreibung dieser Bewegungen“	$\omega \cdot 1 \cdot v \cdot 1$	✓ 1,57 1/s ✓ 78,5 m/s
1.2	3	Zeichnen AFB I	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 12-1 (Inhalt)	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „Betrag und Richtung der Bahngeschwindigkeit“	je Stellung 1	✓ Drehsinn im Uhrzeigersinn: v in P1 nach rechts, a zum Mittelpunkt

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.3	3	Berechnen AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-1.1	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „erklären ihre Dynamik mithilfe der Zentripetalbeschleunigung bzw. der Zentripetalkraft.“	α_Z 1 · F 1 · Begründung 1	✓ 62 N ✓ $F_Z > F_H = 50 \text{ N}$
1.4.1	4	Berechnen AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-1.5	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „führen krummlinige Bewegungen, exemplarisch aus dem Bereich des Sports, auf einen schiefen Wurf zurück.“	Fallzeit 2 · Weite 2	✓ 434 m
1.4.2	3	Beurteilen AFB III	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 11-1.5	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „führen krummlinige Bewegungen, exemplarisch aus dem Bereich des Sports, auf einen schiefen Wurf zurück.“	Vergleich 1 · Modellgrenze 1 · Urteil 1	✓ 300 m ✓ Modellweite > Empfehlung
2.1	3	Bestimmen AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie, Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 11-4.4	FOS 11 LB 4 Praktikum: „erfassen Messwerte in einfachen Versuchssituationen mit computergestützten Messwerterfassungssystemen (z. B. Sensoren an Computern, CAS-Rechnern, Handys mit Messapplikationen, digitales Oszilloskop)“	T ablesen 1 · Ansatz 1 · D 1	✓ $3,7 \cdot 10^5 \text{ N/m}$
2.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.2	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „modellieren unter Berücksichtigung der Anfangsbedingungen die zeitliche Entwicklung von Orts-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungskoordinaten harmonisch schwingender Körper mit trigonometrischen Funktionen.“	ω 1 · v 1	✓ 0,25 m/s
2.3	3	Erklären AFB II	Bewertung <i>Energie, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.9	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „beurteilen Maßnahmen, um Resonanzeffekte bei Alltagsphänomenen zu beeinflussen, z. B. Funktionsweise von Musikinstrumenten, Vibrationen bei Fahrzeugen oder Maschinen.“	Resonanz 1 · Vergleich f 1 · Urteil 1	✓ Drehfrequenz 0,25 Hz = Eigenfrequenz 1/(4,0 s)
2.4	4	Kreuzen AFB II	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.3	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „identifizieren bei schwingenden Systemen diejenigen Größen, von denen die Periodendauer abhängt“	je richtigem Kreuz 1	✓ a f ($\sqrt{2}$), b w, c w, d n

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.5	3	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Energie</i> 12-2.5	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Auf Grundlage des Energieerhaltungsprinzips führen sie quantitative Energiebetrachtungen durch und erklären qualitativ Dämpfungseffekte, z. B. bei Schwingungsdämpfen.“	Formel 1 · Einsetzen 1 · Ergebnis 1	✓ 4,7 kJ

Wahl-Aufgabengruppe W 2

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	3	Zeigen AFB II	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Erzeugen einer sinusförmigen Wechselspannung und einer Gleichspannung“	$\Phi(t)$ 1 · Ableitung 1 · $\dot{U}$ 1	✓ $d/dt \sin = \omega \cos \Rightarrow \dot{U} = N \dot{B} A \omega$
1.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4.2	FOS 12 LB 4 Induktion: „berechnen Induktionsspannungen mit dem Induktionsgesetz für die Sonderfälle einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte bzw. einer zeitlich konstanten, vom Magnetfeld durchsetzten Fläche“	Einsetzen 1 · Ergebnis 1	✓ 2,5 V
1.3	3	Zeichnen AFB II	Kommunikation <i>Energie</i> 11-4 (Inhalt)	FOS 11 LB 4 Praktikum: „analoge bzw. digitale Messgeräte, z. B. Kraftmesser, Multimeter, Oszilloskop“	Periode 1 · Amplitude 1 · Form 1	✓ $T = 1,0 \text{ ms} = 5 \text{ DIV}$, $\dot{U} = 2,5 \text{ DIV}$
1.4	2	Erläutern AFB II	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4.2	FOS 12 LB 4 Induktion: „berechnen Induktionsspannungen mit dem Induktionsgesetz für die Sonderfälle einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte bzw. einer zeitlich konstanten, vom Magnetfeld durchsetzten Fläche“	konstanter Fluss 1 · keine Spannung 1	✓ Gleichstrom: Φ konstant $\Rightarrow U = 0$
1.5	3	Untersuchen AFB II	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4.2	FOS 12 LB 4 Induktion: „berechnen Induktionsspannungen mit dem Induktionsgesetz für die Sonderfälle einer zeitlich konstanten magnetischen Flussdichte bzw. einer zeitlich konstanten, vom Magnetfeld durchsetzten Fläche“	Fluss mit $\cos$ 1 · $\dot{U}$ 1 · Entscheidung 1	✓ 2,2 V ✓ 2,2 V > 2,0 V

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.1	5	Zeigen AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie, Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 11-4.1	FOS 11 LB 4 Praktikum: „werten Messreihen auf geeignete Weise (z. B. durch Transformation der Koordinatenachsen) grafisch aus“	Transformation 1 · Diagramm 2 · ϵ_0 2	✓ $9,0 \cdot 10^{-12} \text{ A s/(V m)}$
2.2	3	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Energie, Materie</i> 12-3.5	FOS 12 LB 3 Felder: „berechnen relevante Größen (Kapazität, Ladung und Energieinhalt von Kondensatoren mit und ohne Dielektrika)“	Ansatz 1 · Umformung 1 · Ergebnis 1	✓ 7,0
2.3	4	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Energie, Materie</i> 12-3.5	FOS 12 LB 3 Felder: „berechnen relevante Größen (Kapazität, Ladung und Energieinhalt von Kondensatoren mit und ohne Dielektrika)“	E 2 · W_{el} 2	✓ 6,6 kV/m ✓ $1,7 \cdot 10^{-11} \text{ J}$
2.4	2	Erläutern AFB II	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Kapazität, z. B. eines Plattenkondensators“	Finger als Leiter 1 · C ändert sich 1	✓ Finger als leitende Gegenelektrode
2.5	3	Beurteilen AFB III	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Kapazität, z. B. eines Plattenkondensators“	Abweichung 1 · Ursache 1 · Urteil 1	✓ Messwert/Ideal steigt mit d (Randfeld)

Wahl-Aufgabengruppe W 3

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	3	Stellen AFB I	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 11-2.2	FOS 11 LB 2 Dynamik: „indem sie rechnerische und zeichnerische Strategien mithilfe von Kräfteplänen verfolgen“	Kräfte 2 · Gleichgewicht 1	✓ konstante Geschwindigkeit $\Rightarrow F_{res} = 0$
1.2	2	Nehmen AFB II	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 11-2 (Inhalt)	FOS 11 LB 2 Dynamik: „Beharrungsprinzip (1. Newton'sches Gesetz)“	Urteil 1 · Begründung 1	✓ Beharrungsprinzip: $F_{Geh} = F_G$
1.3	3	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Energie</i> 11-3 (Inhalt)	FOS 11 LB 3 Energie: „Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit, Spannarbeit und Reibungsarbeit“	Ansatz 1 · Einsetzen 1 · Ergebnis 1	✓ 4,7 MJ

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.4.1	3	Bestimmen AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie, Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 11-4.4	FOS 11 LB 4 Praktikum: „erfassen Messwerte in einfachen Versuchssituationen mit computergestützten Messwerterfassungssystemen (z. B. Sensoren an Computern, CAS-Rechnern, Handys mit Messapplikationen, digitales Oszilloskop)“	T ablesen 1 · Ansatz 1 · I 1	✓ 3,6 s ✓ 3,2 m
1.4.2	2	Entscheiden AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.3	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „identifizieren bei schwingenden Systemen diejenigen Größen, von denen die Periodendauer abhängt“	Entscheidung 1 · Begründung 1	✓ $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ ohne m
1.4.3	2	Erklären AFB I	Kommunikation <i>Energie</i> 12-2.5	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Auf Grundlage des Energieerhaltungsprinzips führen sie quantitative Energiebetrachtungen durch und erklären qualitativ Dämpfungseffekte, z. B. bei Schwingungsdämpfern.“	Umwandlung 1 · Dämpfung 1	✓ Amplitude nimmt ab (Diagramm gedämpft)
2.1	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit“	Formel 1 · Ergebnis 1	✓ 1,7 m
2.2	3	Erläutern AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Gangunterschied, Bedingungen für Maxima und Minima der Überlagerungsamplitude“	Überlagerung 1 · Gegenphase 1 · gleiche Amplitude 1	✓ gleiche f und Amplitude, Gegenphase
2.3	3	Zeichnen AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.2	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Sie verwenden für die Beschreibung harmonischer Schwingungen auch Zeigerdiagramme.“	Gegenschwingung 1 · Summe 2	✓ Summe $y_{stör} + (-y_{stör}) = 0$
2.4	4	Ermitteln AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.8	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Bei Doppelspaltversuchen bzw. zwei kohärent schwingenden Erregern entscheiden sie durch Rechnung, auch mithilfe von Zeigerdiagrammen, an welchen Orten Interferenzmaxima und Interferenzminima bestimmter Ordnung auftreten.“	Winkel 1 · Zeigerdiagramm 2 · Amplitude 1	✓ 36° ✓ 62

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.5	3	Beurteilen AFB III	Bewertung Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht 12-2.8	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Bei Doppelspaltversuchen bzw. zwei kohärent schwingenden Erregern entscheiden sie durch Rechnung, auch mithilfe von Zeigerdiagrammen, an welchen Orten Interferenzmaxima und Interferenzminima bestimmter Ordnung auftreten.“	Winkel bei 1 kHz 1 · Folge 1 · Urteil 1	✓ 180°

Vielfalt: Kontexte gegenüber Originalen 2019–2025 und eigenen Prüfungen

Kontext	Gruppe	bisher verwendet
Windkraftanlage	W	neu
Eiswurf	W	neu
Turmschwingung	W	neu
Induktionsladen	W	neu
Zahnbürste	W	neu
Touchscreen	W	neu
Seilbahn	W	neu
Kopfhörer	W	neu
Basketball	P	neu
Videoanalyse	P	neu
Eisstock	P	neu
ISS	P	2025
Boje	P	neu
Panflöte	P	neu
Plattenkondensator	P	2021, 2024
Stabmagnet	P	neu

Aufgabenmuster (Anzahl Originaljahrgänge 2019–2025, in denen das Muster vorkommt): stellungnahme 0, fehlerhafter-graph 1, umlauf-omega 1, schwingungsgleichung 1, induktion-qualitativ 1, oszilloskop 1, impulsplan 2, zeigerdiagramm 2, diagramm-auswahl 2, zentripetalkraft 2, schwingungsenergie 2, generator 2, gravitation-satellit 3, homogenes-feld-potenzial 3, periodendauer 3, messreihe 3, stroboskop 4, reibung 4, vektoren-kreis 4, kondensator 4, kraefteplan 4, energieerhaltung 4, interferenz 4, wurf 5, stehende-welle 5, ankreuz 6. Seltene oder neue Muster: fehlerhafter-graph, induktion-qualitativ, oszilloskop, schwingungsgleichung, stellungnahme, umlauf-omega. Abgeglichen mit eigenen Prüfungen: 2026-6a, 2026-7a, 2026-4b, 2026-a, 2026-2a, 2026-9b, 2026-9a, 2026-8a, 2026-5b, 2026-2b, 2026-4a, 2026-3a, 2026-8b, 2026-5a, 2026-3b, 2026-6b, 2026-7b.

Abbildungen: Inhalt und Übereinstimmung mit dem Modell des Textes

Abbildung	zeigt	Größen, Punkte, Bemaßung ↔ Text
abbPeinsorte	Orte des Balls alle 0,10 s, Raster 0,1 m $\hat{=}$ 5 mm (quadratisch), Kreuze	✓ Abwurf im Ursprung, y nach oben; Punkte aus $x = 3,0 \text{ m/s} \cdot t$, $y = 4,0 \text{ m/s} \cdot t - g t^2/2$
abbPeinsfalsch	fehlerhaftes t-v _y -Diagramm (Betrag), Raster 0,1 s $\hat{=}$ 1 m/s $\hat{=}$ 4 mm	✓ Knick bei 0,41 s = Scheitelzeit; Fehler eindeutig (keine negativen Werte)
abbPzwei	Draufsicht Eisstöcke vor/nach dem Stoß	✓ β zwischen ursprünglicher Bewegungsrichtung (x) und v1' wie Text; v2' nicht gezeichnet (Lösung)

Abbildung	zeigt	Größen, Punkte, Bemaßung ↔ Text
KI-Bild eisstock-p2	Alltagsbild Eisstockschießen (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext, keine Werte; keine Bewegungsstriche
KI-Bild iss-p3	Alltagsbild ISS über der Erde (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext; nicht maßstäblich
abbPvier	Zeigerdiagramm, $0,10 \text{ m} \hat{=} 1 \text{ cm}$, Raster 5 mm	✓ Zeigerlänge = $\hat{y} = 0,40 \text{ m}$, Winkel 30° bei t_0 , Drehsinn gegen den Uhrzeiger, y-Achse nach oben wie Text
abbPfuenf	Panflötenrohr im Längsschnitt, Maßstab $1 : 2$	✓ L von der geschlossenen Wand bis zur Öffnung bemaßt ($20,0 \text{ cm} \hat{=} 10 \text{ cm}$)
abbPsechs	x-φ-Diagramm, $0,25 \text{ cm} \hat{=} 50 \text{ V} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ $\varphi(0) = 0$ (geerdet), $\varphi(4,0 \text{ cm}) = 600 \text{ V}$; x_1, x_2 auf Rasterlinien ($150 \text{ V}, 450 \text{ V}$)
abbPsiebenspule	Spule mit Messgerät, Magnet mit N unten fällt	✓ lange Spule (Modell der Rechnung); Fallrichtung wie Text
abbWeins	Windkraftanlage von vorn: Bahn der Blattspitze, P1–P3, ω (ein Pfeil)	✓ R von der Achse bis zur Bahn, h_N vom Boden bis zur Achse; P1 höchster Punkt (Ablösepunkt 1.4)
KI-Bild windkraft-w1	Alltagsbild Windkraftanlage (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext; drei Blätter wie Skizze
abbWzwei	t- a_x -Diagramm des Sensors, Raster $1 \text{ s} \hat{=} 0,1 \text{ m/s}^2 \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ $T = 4,0 \text{ s}$ (3 Perioden in 12 s), $\hat{a} = 0,40 \text{ m/s}^2$ auf Rasterlinien
KI-Bild zahnburste-w2	Alltagsbild Zahnbürste auf Ladestation (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbSoszi	Oszilloskopschirm $10 \times 8 \text{ DIV}$ mit Einstellungen $1 \text{ V/DIV}, 0,2 \text{ ms/DIV}$	✓ zwei Perioden (10 DIV) passen auf den Schirm; $\hat{U} = 2,5 \text{ DIV}$
KI-Bild seilbahn-w3	Alltagsbild Gondel am Seil (KI, Graustufen)	✓ Gehänge senkrecht wie Modell 1.1
abbGeins	Gondel am geneigten Seil mit Gehänge und Schwerpunkt S	✓ Gehänge senkrecht (konstante Geschwindigkeit), S in der Gondel
abbGzwei	t- a_x -Diagramm der App, Raster $1 \text{ s} \hat{=} 0,25 \text{ m/s}^2 \hat{=} 4 \text{ mm}$	✓ fünf Perioden in 18 s ($T = 3,6 \text{ s}$), abklingende Amplitude (gedämpft)
KI-Bild kopfhoerer-w3	Alltagsbild Kopfhörer (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbHdrei	y-t-Diagramm Störschall, Raster $0,5 \text{ ms} \hat{=} 0,5 \mu\text{m} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ $T = 5 \text{ ms}$ (200 Hz), Amplitude $2 \mu\text{m}$
abbHvier	Zeigerdiagramm mit Zeiger des Störschalls ($4,0 \text{ cm}$)	✓ Zeigerlänge = Amplitude; Platz für Gegenzeiger und Summe

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-entwerfen	Ablauf: Bauplan, Rechnung, Text, Grafik, Lösung, Prüf-schleifen, Abnahme	06.10.2026 00:21	1dfaa4c5
lehrplan-physik-fosbos	LehrplanPLUS 11/12 wörtlich, Kompetenzen, AFB, Operatoren	04.10.2026 09:30	07a0bc53
fachabitur-physik	Layout und Satz im Stil der Originale, Kopiertauglichkeit, Überlappungsprüfung	04.10.2026 22:45	93734d17
physik-grafik	Physik-Abbildungen: Kräftepläne, Vektoren, Angriffspunkte, Feld- und Schaltbilder	02.10.2026 19:44	b90cebad
latex-grafik	TikZ/pgfplots/circuitikz, Stolpersteine (z. B. \foreach-Rumpf klammern)	04.10.2026 19:56	44e3c05d
mathe-physik	Nachrechnen mit Einheiten (pint), gültige Ziffern	04.10.2026 15:03	2abfee24
bild-erzeugen	KI-Alltagsbilder (OpenAI GPT Image) im Prüfungsstil, Kennzeichnung	fehlt!	-

2 Software und Pakete

Bereich	Version
Satz	LuaHBTeX, Version 1.17.0 (TeX Live 2023/Debian), LuaLaTeX, je PDF zwei Läufe
Klasse	fachabitur.cls 2026/10/03 (eigene, vorlage/)
LaTeX-Pakete	fontspec v2.8a, unicode-math v0.8r, siunitx v3.3.10, pgf v3.1.10, pgfplots v1.18.1, circuitikz 2023/12/09, 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 · pint 0.26.1 (Einheiten) · PyMuPDF 1.28.2 (PDF-Vektoranalyse) · NumPy 2.5.3 · Pillow 12.3.0
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.cls	Layout (Optionen eigen, loesung), Protokollseiten	339	93d00408
vorlage/werte.py	Zahlen mit Einheiten und gültigen Ziffern → wer-te.tex	113	d5ccdc48
vorlage/pruefung-pruefen.py	formale Prüfung, Fachbegriff-Abgleich, Prüfbericht	187	b3805595
vorlage/abbildungen-pruefen.py	Überlappungen, Mehrfachdruck, Kontaktbogen	269	94e76e37
vorlage/abnahmeprotokoll.py	Abnahme: Lehrplanzitate, zweiter Rechenweg, AFB je Wahl	427	aa91fa8a
vorlage/technikprotokoll.py	dieses Protokoll	146	c5cdd3be
bauen.sh	Ablauf aller Schritte	110	1abd761e
eigene/2026-b/rechnung.py	alle Zahlen und Diagrammdaten der Prüfung	156	e2184a66
eigene/2026-b/abnahme.py	Abnahmedaten je Teilaufgabe	128	5c97afb3
eigene/2026-b/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösungsskizze)	181	aa81bd6e

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py + werte.py	88 Werte mit Einheiten, 28 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-b-loesung.pdf	10 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-b-pruefbericht.pdf	14 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-b.pdf	14 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Formale Prüfung	pruefung-pruefen.py (Aufgaben + Lösung)	45 Teilaufgaben, 130 BE, (G) 42 %; Nummern, BE-Summen, Operatoren, Ankreuz-Hinweise, Schreibweisen, Lösung vollständig, Fachbegriffe gegen Lehrplan/Originale: 1 Fehler, 0 Warnungen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-b-loesung.pdf	11 Abbildungen, 2 Überlappungen, 8 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-b.pdf	20 Abbildungen, 0 Überlappungen, 5 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Kopiertauglichkeit	bauen.sh, Option --kopie (Graustufen, S/W-Schwelle, 150 dpi)	15 Seiten erzeugt, 04.10.2026
Abnahme	abnahme.py + abnahmeprotokoll.py	45 Teilaufgaben, 32 Rechenwerte, 23 Prüfsätze, 20 Abbildungen – 0 Befunde
Prüfrunden (Claude)	pruefprotokoll.md	5 Runden: R1 – Bauplan (Planungsmodus) und Begriffe; R2 – Rechnung (31 Plausibilitätsprüfungen); R3 – Satz und Layout; R4 – Abbildungen, Lösung, Abnahme; R5 – Schülerlauf, Fachmitarbeiter (qualitaet.md), Kopie
Fachliche Durchsicht	Fachmitarbeiter Physik	offen – Unterschrift im Abnahmeprotokoll

5 Dienste, Daten, Stand

Bereich	Angabe
Externe Dienste	6 KI-Bilder (OpenAI GPT Image, Prüfungsstil Graustufen; im PDF mit „KI-generiert“ gekennzeichnet; Modell/Datum/Motiv in abb/README.md); keine personenbezogenen Daten in Prompts
Daten	keine personenbezogenen Daten; Training mit Gesprächsinhalten im Claude-Konto des Betreibers ausgeschaltet
Repository	Basis-Commit f649842 2026-10-06; gegenüber diesem Commit geänderte Dateien: 5 (werden mit dieser Fassung committet)
Erzeugt	06.10.2026 00:41 mit bauen.sh eigene/2026-b