

Musterprüfung Nr. 006

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 32 % · II 57 % · III 12 % (Ziel I 25–40, II 50–65, III 5–15)
Wahlkombinationen (AFB I/II/III):	P+W1+W2: 100 BE, 33/55/12 % · P+W1+W3: 100 BE, 33/57/10 % · P+W2+W3: 100 BE, 30/58/12 %
Lernbereiche:	FOS 11 LB 1 Bewegungen: P, W1; FOS 11 LB 2 Dynamik: P, W1; FOS 11 LB 3 Energie: W1; FOS 11 LB 4 Praktikum: W2, W3; FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: P, W2; FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen: P, W3; FOS 12 LB 3 Felder: P, W2; FOS 12 LB 4 Induktion: P, W2
Kompetenzorientierung:	Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen: P 1.3, W2 1.6; Modellannahme/Gültigkeit/Grenze: W1 1.6, W3 1.3; Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe: W2 2.5; qualitative Vorhersage ohne Rechnung: P 6.2, P 1.3; Sensor/App/Video/Oszilloskop/KI reflektiert: W2 1.4, W3 2.2
Prüfungen:	46 Rechenwerte, 16 Prüfsätze, 49 Lehrplanzitate – alle bestanden
Stand:	4. 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
Begründen	Aussage auf Gesetze/Zusammenhänge zurückführen
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
Kreuzen	Aussagen als wahr/falsch/nicht entscheidbar bewerten
Nehmen	Stellung nehmen: Aussage begründet bewerten
Skizzieren	qualitativ, wesentliche Merkmale erkennbar
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	23	18 %
Kompetenz E Erkenntnisgewinnung	19	15 %
Kompetenz F Fachwissen	67	52 %
Kompetenz K Kommunikation	21	16 %
Basiskonzept Energie	38	29 %
Basiskonzept Materie	22	17 %
Basiskonzept Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht	53	41 %
Basiskonzept Wechselwirkung	63	48 %
AFB I	41	32 %
AFB II	74	57 %
AFB III	15	12 %

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

Lernbereich	KE geprüft	Abdeckung	BE-Anteil	Stunden
FOS 11 LB 1 Bewegungen	3/5	60 %	16 %	9 %
FOS 11 LB 2 Dynamik	2/4	50 %	11 %	9 %
FOS 11 LB 3 Energie	2/3	67 %	6 %	7 %
FOS 11 LB 4 Praktikum	1/7	14 %	5 %	12 %
FOS 12 LB 1 Kreisbewegung	2/4	50 %	8 %	9 %
FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen	6/10	60 %	25 %	25 %
FOS 12 LB 3 Felder	3/6	50 %	16 %	18 %
FOS 12 LB 4 Induktion	1/3	33 %	12 %	11 %
Gesamt	20/42	48 %	100 %	100 %

Nicht geprüfte Kompetenzerwartungen: 11-1.1 (ermitteln aus Stroboskopbildern krummlinig bewegter Körper, ...); 11-1.2 (planen einfache Experimente zu gleichförmigen und beschleunigten ...); 11-2.1 (treffen Vorhersagen über die Änderung der Geschwindigkeit ...); 11-2.3 (treffen physikalisch fundierte Vorhersagen über Reibungsverhalten ...); 11-3.2 (bestimmen mithilfe elementarer geometrischer Überlegungen die ...); 11-4.1 (werten Messreihen auf geeignete Weise (z. B. durch Transformieren ...)); 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 ...); 11-4.7 (erstellen Videofilme zu Bewegungsabläufen, die sie aus ihrer ...); 12-1.2 (zeigen durch die Auswertung von Messreihen die Zusammenhänge ...); 12-1.4 (modellieren mithilfe des Gravitationsgesetzes von Newton die ...); 12-2.1 (beschreiben Schwingungen mit den physikalischen Größen Amplitude ...); 12-2.7 (prognostizieren den Einfluss von Hindernissen auf das Phänomen ...); 12-2.8 (führen quantitative Betrachtungen zu Interferenzexperimenten ...); 12-2.10 (erläutern für den Fall eindimensionaler Eigenschwingungen die ...); 12-3.2 (berechnen ausgehend von einer allgemeinen Feldstärkedefinition ...); 12-3.3 (gewinnen im Falle von homogenen klassischen Quellfeldern aus ...); 12-3.4 (modellieren den Bewegungsablauf makroskopischer, elektrischer ...); 12-4.1 (ermitteln aus vorgegebenen und experimentell gewonnenen t - Φ -Diagrammen ...); 12-4.3 (beschreiben für Stromkreise, die eine Spule enthalten, den Zusammenhang ...)

Pflicht-Aufgabengruppe P

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	3	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-1 (Inhalt)	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „schiefer Wurf“	Fallzeit aus h $1 \cdot \text{Flugzeit} \cdot 1 \cdot$ Auftreffsstelle 1	✓ 0,29 s ✓ 2,0 m
1.2	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-1 (Inhalt)	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „schiefer Wurf“	$v_y = g \cdot t \cdot 1 \cdot \text{Betrag}$ $1 \cdot \text{Winkel} \cdot 1$	✓ 7,5 m/s ✓ 22°
1.3	2	Nehmen 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“	Flugzeit unabhängig von $v_0 \cdot 1 \cdot$ doppelte Weite > Tischlänge, Urteil 1	✓ 4,0 m
2.1	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2 (Inhalt)	FOS 11 LB 2 Dynamik: „Bewegungen auf horizontaler und geneigter Ebene mit und ohne Reibung“	Hangabtriebskraft $1 \cdot \text{Kraftansatz} \cdot 1 \cdot$ $a \cdot 1$	✓ 83 N ✓ 1,6 m/s ²

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-1 (Inhalt)	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „Koordinatengleichungen für eine geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit bzw. konstanter Beschleunigung“	$v^2 = 2as$ 1 · Ergebnis 1	✓ 3,6 m/s
3.1	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“	$\omega = 2\pi/T$ 1 · $v = \omega r$ 1	✓ 0,21 $\frac{1}{s}$ ✓ 3,1 m/s
3.2	4	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-1.3	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „ermitteln die Kräfte, die an einem Körper angreifen und in ihrer Summe als Zentripetalkraft wirken.“	Zentripetalkraft 1 · Ansatz oben 1 · Ansatz unten 1 · Beträge 1	✓ 0,55 kN ✓ 0,63 kN
3.3	2	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-1.1	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „erklären ihre Dynamik mithilfe der Zentripetalbeschleunigung bzw. der Zentripetalkraft.“	Bedingung $F_Z = m g$ 1 · T 1	✓ 7,8 s
4.1	3	Bestimmen AFB I	Erkenntnisgewinnung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit“	λ abgelesen 1 · Amplitude 1 · $c = \lambda f$ 1	✓ 3,2 m/s
4.2	2	Zeichnen AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.6	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Sie veranschaulichen grafisch die Phasenlagen zu bestimmten Zeitpunkten und treffen quantitative Vorhersagen über das räumliche Fortschreiten der Welle“	Verschiebung um $\lambda/4 = 0,40$ m 1 · Richtung 1	✓ $\Delta x = c \Delta t = 0,40$ m
4.3	2	Begründen AFB II	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Gleichung der fortschreitenden harmonischen Querwelle, Momentanbilder“	Phase läuft nach rechts 1 · Q bewegt sich nach oben 1	✓ Q (Nulldurchgang, Berg links davon) bewegt sich aufwärts
5.1	2	Skizzieren AFB II	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 12-3.1	FOS 12 LB 3 Felder: „fertigen für klassische Felder auf Grundlage experimenteller Befunde oder auch unter Einsatz geeigneter Computersoftware aussagekräftige Feldlinienbilder an“	Feldlinien senkrecht auf Wolke und Boden 1 · Verdichtung an der Turmspitze 1	✓ Feld in Bodennähe am Turm inhomogen

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
5.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „homogenes elektrostatisches Feld“	$E = U/d$ 1 · Ergebnis 1	✓ $5,0 \cdot 10^4 \text{ V/m}$
5.3	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Spannung als Potenzialdifferenz im homogenen elektrischen Feld“	$W = Q U$ 1 · Ergebnis 1	✓ $7,5 \cdot 10^8 \text{ J}$
6.1	4	Erklären AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Lenz'sche Regel“	Fluss durch den Ring steigt 1 · Induktionsstrom 1 · Gegenfeld (Lenz) 1 · Abstoßung 1	✓ Ring als geschlossene Leiterschleife
6.2	2	Entscheiden AFB III	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“	geschlitzter Ring: Spannung, aber kein Strom 1 · kein Gegenfeld, bleibt liegen 1	✓ kein geschlossener Stromkreis

Wahl-Aufgabengruppe W 1

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	2	Ermitteln AFB I	Erkenntnisgewinnung <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“	Steigung 1 · Betrag 1	✓ $0,40 \text{ m/s}^2$
1.2	2	Ermitteln AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2.2	FOS 11 LB 2 Dynamik: „gezielt die Newton'schen Gesetze ein, um die Auswirkungen von Kräften auf den Bewegungszustand eines Körpers vorherzusagen“	$F = m a$ 1 · Ergebnis 1	✓ $2,4 \text{ N}$
1.3	3	Ermitteln AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Wechselwirkung</i> 11-1.3	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „Dabei setzen sie elementare geometrische und analytische Verfahren zur Berechnung von Maßzahlen von Flächeninhalten und Steigungen ein.“	Fläche als Weg 1 · Trapez 1 · Ergebnis 1	✓ $17,5 \text{ m}$
1.4	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Energie</i> 11-3 (Inhalt)	FOS 11 LB 3 Energie: „mechanische Energieformen: kinetische Energie, potenzielle Energie der Erdanziehung (Lageenergie) und potenzielle Energie der Elastizität (Spannenergie)“	E_{kin} vorher 1 · nachher 1	✓ 169 J ✓ 127 J

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.5	3	Skizzieren AFB II	Kommunikation <i>Energie</i> 11-3.1	FOS 11 LB 3 Energie: „beschreiben bei mechanischen Vorgängen in Alltagssituationen die auftretenden Energieumwandlungen zwischen unterschiedlichen Formen mechanischer Energie verbal und anhand geeigneter grafischer Darstellungen“	Achsen s und E_{kin} 1 · Gerade fallend 1 · Endpunkte und Begründung F_R konstant 1	✓ $E_{\text{kin}}(s)$ linear: $\Delta E = F_R s = 42 \text{ J}$
1.6	3	Beurteilen AFB III	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 11-1.4	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „legen einen sinnvollen Gültigkeitsbereich ihrer Modellierung fest“	Bremsweg bis Stillstand $\approx 70 \text{ m}$ 1 · Vergleich mit Bahnlänge 1 · Gültigkeit des linearen Modells 1	✓ $s_{\text{Stopp}} = v^2/(2a) \approx 70 \text{ m}$
2.1	3	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2 (Inhalt)	FOS 11 LB 2 Dynamik: „Gesetz der Impulserhaltung“	Impulserhaltung 1 · Umformung 1 · v des Pins 1	✓ 9,2 m/s
2.2	3	Untersuchen AFB II	Fachwissen <i>Energie, Wechselwirkung</i> 11-3.3	FOS 11 LB 3 Energie: „um realitätsnahe Situationen (z. B. Loopingfahrt, zentraler Zusammenstoß zweier Fahrzeuge) quantitativ zu analysieren“	E_{kin} vorher 1 · nachher 1 · Urteil (teilelastisch, $\approx 92\%$) 1	✓ 127 J ✓ 116 J
2.3	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2.4	FOS 11 LB 2 Dynamik: „analysieren die Kraftwirkungen und die damit verbundenen Impulsänderungen bei ein- und zweidimensionalen Stoßvorgängen unter Anwendung des Wechselwirkungsprinzips.“	$F = \Delta p / \Delta t$ 1 · Ergebnis 1	✓ 13,8 N s ✓ 4,6 kN
2.4	4	Kreuzen AFB II	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 11-2.4	FOS 11 LB 2 Dynamik: „analysieren die Kraftwirkungen und die damit verbundenen Impulsänderungen bei ein- und zweidimensionalen Stoßvorgängen unter Anwendung des Wechselwirkungsprinzips.“	je richtigem Kreuz 1	✓ a w, b f, c w, d n
2.5	3	Skizzieren AFB II	Kommunikation <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“	v der Kugel 6,5 $\rightarrow$ 4,2 1 · v des Pins 0 $\rightarrow$ 9,2 1 · gleiche Stoßdauer, Steigungsverhältnis 1	✓ $ a_P / a_K = m_K/m_P = 4$

Wahl-Aufgabengruppe W 2

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“	$\omega = v/r$ 1 · f = $\omega/(2\pi)$ 1	✓ $75 \frac{1}{s}$ ✓ 12 Hz
1.2	4	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“	$\Phi = B A \cos(\omega t)$ 1 · Ableitung 1 · Induktionsgesetz mit N 1 · Ergebnis 1	✓ $U = N B A \omega \sin(\omega t)$
1.3	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“	$\hat{U} = N B A \omega$ 1 · Ergebnis 1	✓ 3,0 V
1.4	3	Ermitteln 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 aus Oszillogramm 1 · ω und v 1 · Vergleich Scheitelwert 1	✓ $62,8 \frac{1}{s}$ ✓ 1,3 m/s ✓ 2,5 V
1.5	2	Skizzieren AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Erzeugen einer sinusförmigen Wechselspannung und einer Gleichspannung“	Periodendauer 84 ms 1 · Scheitelwert 3,0 V 1	✓ 84 ms
1.6	2	Nehmen AFB III	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“	$\hat{U} = \omega$ 1 · Urteil: Aussage falsch 1	✓ halbe Drehfrequenz ⇒ halbe Scheitelspannung
2.1	4	Ermitteln AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie</i> 12-3.6	FOS 12 LB 3 Felder: „planen Experimente zum Kondensator (z. B. Bestimmung der Entladekurve)“	Ladung = Fläche unter t-I-Graph 1 · Kästchen/Näherung 2 · Ergebnis 1	✓ 0,30 C

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.2	2	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)“	$C = Q/U$ 1 · Ergebnis 1	✓ 0,10 F
2.3	2	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)“	$W = \frac{1}{2} C U^2$ 1 · Ergebnis 1	✓ 0,45 J
2.4	4	Untersuchen AFB II	Fachwissen <i>Energie, Materie</i> 12-3.5	FOS 12 LB 3 Felder: „um die Dimensionierung von Kondensatoren für vorgegebene Einsatzbereiche als Ladungs- oder Energiespeicher abzuschätzen“	benötigte Ladung 1 · nutzbare Ladung $C \Delta U$ 1 · Vergleich 1 · Mindestkapazität 1	✓ 0,12 C ✓ 0,10 C ✓ 0,12 F
2.5	3	Beurteilen AFB III	Bewertung <i>Energie, Materie</i> 12-3.5	FOS 12 LB 3 Felder: „Dabei berücksichtigen sie verschiedene Bauformen von Kondensatoren“	Plattenfläche aus $C = \epsilon_0 A/d$ 1 · Größenordnung km^2 1 · Urteil/Superkondensator 1	✓ 1,1 km^2

Wahl-Aufgabengruppe W 3

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	2	Erklären AFB I	Kommunikation <i>Energie, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.9	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „erklären qualitativ das Phänomen der Resonanz schwingungsfähiger Körper bei diskreten Frequenzwerten anhand von Experimenten oder Animationen und beurteilen Maßnahmen, um Resonanzeffekte bei Alltagsphänomenen zu beeinflussen“	Anregung mit Eigenfrequenz 1 · große Amplitude 1	✓ Resonanz
1.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.4	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Sie identifizieren die Richtgröße harmonischer Schwingungen und stellen Zusammenhänge zwischen dieser und anderen charakteristischen Schwingungsgrößen (Eigenfrequenz, Periodendauer, Schwingungsenergie, Amplitude, Masse) her.“	$T = 2\pi\sqrt{(m/D)}$ 1 · D 1	✓ $6,3 \cdot 10^5 \text{ N/m}$

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.3	3	Untersuchen AFB II	Fachwissen <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“	neue Periodendauer $1 \cdot$ nicht mehr abgestimmt $1 \cdot D$ halbieren 1	✓ 3,5 s
1.4	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Energieumwandlungen, Abhängigkeit der Gesamtenergie von der Richtgröße und der Amplitude“	$E = \frac{1}{2} D \dot{s}^2$ 1 · Ergebnis 1	✓ $7,9 \cdot 10^4$ J
1.5	2	Ermitteln AFB II	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 Beschleunigungskordinaten harmonisch schwingender Körper mit trigonometrischen Funktionen.“	Energieansatz oder $v = \omega \hat{s}$ 1 · Ergebnis 1	✓ 0,63 m/s
1.6	3	Erläutern AFB II	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 Schwingungsdämpfen.“	Energieübertrag Gebäude → Tilger 1 · Dämpfer: innere Energie 1 · Amplitude des Gebäudes sinkt 1	✓ Dämpfung
2.1	3	Zeigen AFB II	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit“	Laufzeiten s/c $1 \cdot$ Differenz 1 · Umformung 1	✓ $s = \Delta t \cdot c_P \cdot c_S / (c_P - c_S)$
2.2	4	Ermitteln 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)“	Einsätze abgelesen 1 · Δt 1 · Entfernung 1 · Ablesegenauigkeit 1	✓ 162 km
2.3	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit“	$\lambda = c/f$ 1 · Ergebnis 1	✓ 3,0 km

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.4	3	Beurteilen AFB III	Bewertung <i>Energie, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.9	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „erklären qualitativ das Phänomen der Resonanz schwingungsfähiger Körper bei diskreten Frequenzwerten anhand von Experimenten oder Animationen und beurteilen Maßnahmen, um Resonanzeffekte bei Alltagsphänomenen zu beeinflussen“	Eigenfrequenz Hochhaus 0,20 Hz $\neq$ 1,2 Hz 1 · niedrige Gebäude im Bereich 1 · Urteil 1	✓ 0,20 Hz weit unter 1,2 Hz
2.5	4	Kreuzen AFB II	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.6	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „beschreiben die Entstehung und das Ausbreitungsverhalten von Longitudinal“	je richtigem Kreuz 1	✓ a w, b f, c w, d f

Vielfalt: Kontexte gegenüber Originalen 2019–2025 und eigenen Prüfungen

Kontext	Gruppe	bisher verwendet
Bowling	W	neu
Duschkopf	W	neu
Wasserturbine	W	neu
Hochhaus	W	neu
Schwingungstilger	W	neu
Erdbeben	W	neu
Tischtennis	P	neu
Ballmaschine	P	neu
Gepäckrutsche	P	neu
Riesenrad	P	neu
Gartenschlauch	P	neu
Gewitter	P	neu
springender Ring	P	neu

Aufgabenmuster (Anzahl Originaljahrgänge 2019–2025, in denen das Muster vorkommt): stoss-zentral 0, abschaetzung 0, ladung-flaeche 0, dimensionierung 0, energie-diagramm 0, resonanz 0, laufzeit 0, grenzfall 0, herleitung 0, schwingungstilger 0, umlauf-omega 1, looping 1, induktion-qualitativ 1, oszilloskop 1, generator 2, schwingungsenergie 2, homogenes-feld-potenzial 3, periodendauer 3, reibung 4, feldlinienbild 4, diagramm-t-v 4, kondensator 4, impuls-aenderung 4, wurf 5, welle-momentbild 5, ankreuz 6. Seltene oder neue Muster: abschaetzung, dimensionierung, energie-diagramm, grenzfall, herleitung, induktion-qualitativ, ladung-flaeche, laufzeit, looping, oszilloskop, resonanz, schwingungstilger, stoss-zentral, umlauf-omega. Abgeglichen mit eigenen Prüfungen: 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-b, 2026-5a, 2026-3b, 2026-6b, 2026-7b.

Abbildungen: Inhalt und Übereinstimmung mit dem Modell des Textes

Abbildung	zeigt	Größen, Punkte, Bemaßung ↔ Text
abbPeins	Ballmaschine an der Tischkante, waagrechtlicher Abschuss in der Höhe h über der Platte (nicht maßstäblich)	✓ h vom Austritt bis zur Tischplatte; Tischlänge L ab der Maschine
abbPzwei	Koffer auf der geneigten Gepäckrutsche mit Winkel α und Strecke s	✓ α zwischen Rutsche und Waagrechtlicher; s längs der Rutsche

Abbildung	zeigt	Größen, Punkte, Bemaßung ↔ Text
abbPdrei	Riesenrad schematisch mit Radius r , Gondel oben und unten	✓ r von der Achse zum Schwerpunkt der Person (Gondelboden)
abbPvier	Momentbild der Querwelle, Raster 0,1 m $\hat{=}$ 2 cm $\hat{=}$ 5 mm	✓ $\lambda = 1,6$ m, $\hat{y} = 12$ cm; Nulldurchgänge auf Rasterlinien; Q bei $x = 0,8$ m
abbPfuenf	Gewitterwolke (Unterseite eben) über ebenem Boden mit Turm, Abstand d	✓ d von der Wolkenunterseite zum Boden
abbPsechs	Spule mit Eisenkern, Aluminiumring über dem Kern, Schalter und Gleichspannungsquelle	✓ Ring umschließt den Kern (geschlossene Leiterschleife)
KI-Bild bowling-w1	Alltagsbild Bowlingkugel und Pins (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbBeins	t-v-Diagramm der Kugel, Raster 0,25 s $\hat{=}$ 0,5 m/s $\hat{=}$ 5 mm	✓ linear von (0 7,5) auf (2,5 6,5), Endpunkte auf Rasterpunkten
KI-Bild dusche-w2	Alltagsbild Duschkopf mit Turbine und Anzeige (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbDeins	Modell des Generators: rechteckige Spule dreht sich im homogenen Feld zwischen zwei Polen	✓ Drehachse senkrecht zu B; Fläche A der Spule
abbDzwei	Oszillogramm, Raster 10 ms $\hat{=}$ 0,5 V $\hat{=}$ 5 mm	✓ $T = 100$ ms, $\hat{U} = 2,5$ V; Nulldurchgänge auf Rasterlinien
abbDdrei	t-I-Diagramm der Entladung, Raster 20 s $\hat{=}$ 0,5 mA $\hat{=}$ 5 mm	✓ $I_0 = 5,0$ mA, Fläche 0,30 C $\hat{=}$ 30 Kästchen
KI-Bild hochhaus-w3	Alltagsbild Hochhaus mit Schwingungstilger (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbHeins	Seismogramm (Bodenbewegung, ohne Einheit), Raster 2 s $\hat{=}$ 4 mm	✓ P-Einsatz bei 10 s, S-Einsatz bei 28 s auf Rasterlinien

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/2026-6a/rechnung.py	alle Zahlen und Diagrammdaten der Prüfung	121	b88f300c
eigene/2026-6a/abnahme.py	Abnahmedaten je Teilaufgabe	172	3e250935
eigene/2026-6a/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösungsskizze)	154	75a50cff

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py + werte.py	96 Werte mit Einheiten, 12 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-6a-loesung.pdf	10 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-6a-pruefbericht.pdf	14 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-6a.pdf	14 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Formale Prüfung	pruefung-pruefen.py (Aufgaben + Lösung)	49 Teilaufgaben, 130 BE, (G) 10 %; Nummern, BE-Summen, Operatoren, Ankreuz-Hinweise, Schreibweisen, Lösung vollständig, Fachbegriffe gegen Lehrplan/Originale: 16 Fehler, 1 Warnungen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-6a-loesung.pdf	8 Abbildungen, 1 Überlappungen, 1 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-6a.pdf	16 Abbildungen, 1 Überlappungen, 0 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	49 Teilaufgaben, 46 Rechenwerte, 16 Prüfsätze, 14 Abbildungen – 0 Befunde
Prüfrunden (Claude)	pruefprotokoll.md	0 Runden:
Fachliche Durchsicht	Fachmitarbeiter Physik	offen – Unterschrift im Abnahmeprotokoll

5 Dienste, Daten, Stand

Bereich	Angabe
Externe Dienste	3 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 9b18807 2026-10-06; gegenüber diesem Commit geänderte Dateien: 5 (werden mit dieser Fassung committet)
Erzeugt	06.10.2026 00:31 mit bauen.sh eigene/2026-6a