

Musterprüfung Nr. 002

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 62 % · III 10 % (Ziel I 25–40, II 50–65, III 5–15)
Wahlkombinationen (AFB I/II/III):	P+W1+W2: 100 BE, 28/62/10 % · P+W1+W3: 100 BE, 32/61/7 % · P+W2+W3: 100 BE, 28/61/11 %
Lernbereiche:	FOS 11 LB 1 Bewegungen: P, W3; FOS 11 LB 2 Dynamik: P, W1; FOS 11 LB 3 Energie: W3; FOS 11 LB 4 Praktikum: W2, W3; FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: P, W1; FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen: P, W1; FOS 12 LB 3 Felder: P, W2; FOS 12 LB 4 Induktion: P, W3
Kompetenzorientierung:	Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen: W1 1.3, W3 1.4; Modellannahme/Gültigkeit/Grenze: W3 1.5, W2 2.4; Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe: P 3.1, W2 2.3; qualitative Vorhersage ohne Rechnung: P 5.3, W1 2.5, W3 2.4; Sensor/App/Video/Oszilloskop/KI reflektiert: P 1.1, W2 1.3, W3 2.1
Prüfungen:	35 Rechenwerte, 18 Prüfsätze, 46 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
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
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig oder aus einem Diagramm
Kreuzen	Aussagen als wahr/falsch/nicht entscheidbar bewerten
Nehmen	Stellung nehmen: Aussage begründet bewerten
Planen	-
Schätzen	Größenordnung mit begründeten Annahmen ermitteln
Skizzieren	qualitativ, wesentliche Merkmale erkennbar
Stellen	Sachverhalt grafisch/tabellarisch darstellen
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	25	19 %
Kompetenz E Erkenntnisgewinnung	30	23 %
Kompetenz F Fachwissen	52	40 %
Kompetenz K Kommunikation	23	18 %
Basiskonzept Energie	43	33 %
Basiskonzept Materie	23	18 %
Basiskonzept Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht	41	32 %
Basiskonzept Wechselwirkung	70	54 %
AFB I	37	28 %
AFB II	80	62 %
AFB III	13	10 %

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 %	12 %	9 %
FOS 11 LB 2 Dynamik	2/4	50 %	8 %	9 %
FOS 11 LB 3 Energie	1/3	33 %	5 %	7 %
FOS 11 LB 4 Praktikum	1/7	14 %	5 %	12 %
FOS 12 LB 1 Kreisbewegung	2/4	50 %	13 %	9 %
FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen	4/10	40 %	15 %	25 %
FOS 12 LB 3 Felder	5/6	83 %	29 %	18 %
FOS 12 LB 4 Induktion	1/3	33 %	13 %	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 ...); 11-3.2 (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 ...); 11-4.4 (erfassen Messwerte in einfachen Versuchssituationen mit Computern ...); 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 ...); 12-1.3 (beschreiben Bewegungen von Körpern aus dem Bereich des Straßenverkehrs ...); 12-2.1 (beschreiben Schwingungen mit den physikalischen Größen Amplitude, Frequenz, ...); 12-2.3 (identifizieren bei schwingenden Systemen diejenigen Größen, ...); 12-2.5 (erklären die bei Schwingungen ablaufenden Energieumwandlungen ...); 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 das ...); 12-3.3 (gewinnen im Falle von homogenen klassischen Quellfeldern aus ...); 12-4.2 (berechnen Induktionsspannungen mit dem Induktionsgesetz für ...); 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	2	Bestimmen AFB I	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 Impulsänderung 1 · Ergebnis 1	✓ 6,0 N s
1.2	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2.4	FOS 11 LB 2 Dynamik: „bei eindimensionalen Vorgängen zeichnerisch und rechnerisch“	Richtungsumkehr 1 · Ansatz 1 · Ergebnis 1	✓ 6,0 m/s
2.1	2	Bestimmen 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“	Fläche 1 · Ergebnis 1	✓ 24 m
2.2	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2.2	FOS 11 LB 2 Dynamik: „setzen bei der Betrachtung von alltagsnahen Situationen (z. B. Fahrt mit einem Personenaufzug) gezielt die Newton'schen Gesetze ein“	a aus Steigung 1 · Kraftansatz 1 · Ergebnis 1	✓ 0,68 kN
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.“	Ansatz $F_G = F_Z$ 2 · Umformung 1 · Ergebnis 1	✓ $1,9 \cdot 10^{27}$ kg

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
3.2	2	Berechnen AFB I	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.“	Formel 1 · Ergebnis 1	✓ 3,5 d
4.1	2	Bestimmen AFB I	Erkenntnisgewinnung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit“	λ 1 · c 1	✓ 4,0 m/s
4.2	3	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“	Front 1 · Verschiebung um $\lambda/4$ 1 · Phasenlage 1	✓ 3,6 m
5.1	3	Begründen AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Wechselwirkung</i> 12-3.1	FOS 12 LB 3 Felder: „Auf Basis der gewonnenen Feldlinienbilder treffen sie fundierte qualitative Aussagen über spezifische Eigenschaften der analysierten Felder“	Vorzeichen 1 · Begründung 1 · Betragsvergleich 1	✓ Q1 = +4q (Linien beginnen), Q2 = -q (Linien enden, ein Viertel der Linien)
5.2	2	Zeichnen AFB II	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 12-3.2	FOS 12 LB 3 Felder: „berechnen ausgehend von einer allgemeinen Feldstärkedefinition die elektrische Feldstärke bzw. die magnetische Flussdichte in einem Raumpunkt im Feld mithilfe der Kraftwirkung auf eine Probeladung bzw. einen stromdurchflossenen Leiter.“	tangential 1 · Orientierung (negativ) 1	✓ Kraft auf negative Probeladung entgegen der Feldrichtung
5.3	2	Entscheiden AFB III	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 12-3.1	FOS 12 LB 3 Felder: „Im Falle von Quellenfeldern verwenden sie dazu insbesondere das ihnen vertraute Superpositionsprinzip.“	Bereich 1 · Begründung mit Superposition 1	✓ E = 0 rechts von Q2 im Abstand a ($(4/(2a)^2 = 1/a^2)$)
6.1	3	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Energie, Wechselwirkung</i> 12-3.4	FOS 12 LB 3 Felder: „modellieren den Bewegungsablauf makroskopischer, elektrisch geladener Körper im homogenen elektrostatischen Feld.“	E 1 · F_{el} 1 · Vergleich F_G 1	✓ $1,6 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ ✓ $F_G/F_{el} < 1 \%$

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
6.2	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Energie, Wechselwirkung</i> 12-3.4	FOS 12 LB 3 Felder: „die ungestörte Überlagerung von Bewegungen“	Flugzeit 1 · Beschleunigung 1 · Ablenkung 1	✓ 0,24 mm
7.1	3	Ermitteln AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4.1	FOS 12 LB 4 Induktion: „ermitteln aus vorgegebenen und experimentell gewonnenen t-Φ-Diagrammen den zeitlichen Verlauf der Induktionsspannung.“	Steigungen 1 · je Intervall U 2	✓ -2,0 V ✓ 6,0 V
7.2	3	Zeichnen AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4.1	FOS 12 LB 4 Induktion: „ermitteln aus vorgegebenen und experimentell gewonnenen t-Φ-Diagrammen den zeitlichen Verlauf der Induktionsspannung.“	Intervalle 1 · Vorzeichen 1 · Werte 1	✓ Rechteckverlauf -2,0 V 0 +6,0 V

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“	ω 1 · v 1	✓ 126 1/s ✓ 31,4 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 Punkt 1	✓ v tangential im Drehsinn, a zum Mittelpunkt
1.3	3	Nehmen AFB II	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 11-2 (Inhalt)	FOS 11 LB 2 Dynamik: „Beharrungsprinzip (1. Newton'sches Gesetz)“	fehlende Zentripetalkraft am Loch 1 · tangential weiter 1 · Urteil 1	✓ keine nach außen gerichtete Kraft; Wasser bewegt sich tangential weiter
1.4.1	2	Stellen AFB II	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 11-2.2	FOS 11 LB 2 Dynamik: „indem sie rechnerische und zeichnerische Strategien mithilfe von Kräfteplänen verfolgen“	F_G 1 · F_N und F_{res} 1	✓ im höchsten Punkt F_G und Kraft der Trommelwand nach unten
1.4.2	4	Zeigen AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-1.1	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „erklären ihre Dynamik mithilfe der Zentripetalbeschleunigung bzw. der Zentripetalkraft.“	Grenzbedingung 2 · ω 1 · n 1	✓ 60 $\frac{1}{\text{min}}$

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.4.3	2	Beurteilen AFB II	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 12-1.1	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „erklären ihre Dynamik mithilfe der Zentripetalbeschleunigung bzw. der Zentripetalkraft.“	Vergleich 1 · Urteil 1	✓ 50 U/min < 60 U/min: Wäsche fällt herunter
2.1	4	Stellen AFB II	Erkenntnisgewinnung <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.“	$\hat{y}$ und T ablesen 2 · Gleichung 2	✓ 0,20 s ✓ 6,0 mm
2.2	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.“	Formel 1 · Ergebnis 1	✓ 44 kN/m
2.3	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.“	Formel 1 · Ergebnis 1	✓ 5,9 m/s ²
2.4	4	Erklären AFB II	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“	Resonanz 1 · Anregung durch Unwucht 1 · Drehzahl 2	✓ 300 $\frac{1}{\text{min}}$

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.5	2	Beurteilen AFB III	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.“	f ₀ sinkt mit m 1 · Folge für Drehzahl 1	✓ f ₀ 1/√m

Wahl-Aufgabengruppe W 2

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	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)“	Q 1 · Formel W 1 · W 1	✓ 0,24 C ✓ 0,19 kJ
1.2.1	2	Bestimmen AFB I	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie</i> 12-3.6	FOS 12 LB 3 Felder: „planen Experimente zum Kondensator (z. B. Bestimmung der Entladekurve)“	I ₀ ablesen 1 · R 1	✓ 50 Ω
1.2.2	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)“	I ablesen 1 · U 1 · Energie 2	✓ 0,14 kJ
1.2.3	3	Skizzieren AFB II	Kommunikation <i>Energie, Materie</i> 12-3.6	FOS 12 LB 3 Felder: „planen Experimente zum Kondensator (z. B. Bestimmung der Entladekurve)“	Anfangswert halbiert 1 · langsamer 1 · Begründung 1	✓ I ₀ = U ₀ /R halbiert, Entladung langsamer
1.3	4	Kreuzen AFB II	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Energieinhalt des elektrischen Feldes eines Kondensators“	je richtigem Kreuz 1	✓ a f (4-fach), b f, c w, d n
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“	Diagramm 2 · Ursprungsgerade 1 · C 2	✓ 0,50 mF
2.2	3	Zeigen AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Energieinhalt des elektrischen Feldes eines Kondensators“	Fläche als Arbeit 1 · Dreieck 1 · Ergebnis 1	✓ 25 mJ

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.3	4	Planen AFB III	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie</i> 12-3.6	FOS 12 LB 3 Felder: „planen Experimente zum Kondensator (z. B. Bestimmung der Entladekurve)“	Schaltung 1 · Messgrößen 1 · Auswertung 2	✓ Entladen über bekannten R, I(t) messen, $I_0 = U_0/R$; Q aus $C = Q/U$
2.4	2	Beurteilen AFB III	Bewertung <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“	Energie 1 · Spannung 1 · Urteil 1	✓ 36 J

Wahl-Aufgabengruppe W 3

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	3	Zeigen AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-1 (Inhalt)	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „Koordinatengleichungen, Bahnkurve“	$x(t)$, $y(t)$ 1 · t eliminiert 1 · Koeffizient 1	✓ $7,85 \cdot 10^{-3} \frac{1}{m}$
1.2	4	Ermitteln 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.“	Hanggerade 1 · Schnitt 2 · Strecke 1	✓ 89 m ✓ 109 m
1.3	3	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Energie</i> 11-3.1	FOS 11 LB 3 Energie: „Sie bilanzieren diese quantitativ unter Anwendung des Prinzips der Energieerhaltung, um beispielsweise das Bewegungsverhalten von Körpern vorherzusagen“	Fallhöhe 1 · Ansatz 1 · v 1	✓ 43 m/s
1.4	2	Nehmen AFB II	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.“	Masse kürzt sich 1 · Modellgrenze 1	✓ Bahnkurve ohne m
1.5	3	Schätzen AFB III	Bewertung <i>Energie</i> 11-3.1	FOS 11 LB 3 Energie: „Sie bilanzieren diese quantitativ unter Anwendung des Prinzips der Energieerhaltung, um beispielsweise das Bewegungsverhalten von Körpern vorherzusagen“	Ansatz 1 · h 1 · Vergleich/Urteil 1	✓ 32 m
1.6	2	Zeichnen AFB I	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 11-1.5	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „Um das Bewegungsverhalten unter Verwendung von Vektoren und Koordinatengleichungen zu prognostizieren“	v tangential 1 · a senkrecht nach unten 1	✓ a = g nach unten in jedem Punkt

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.1	2	Bestimmen AFB I	Erkenntnisgewinnung <i>Energie</i> 11-4 (Inhalt)	FOS 11 LB 4 Praktikum: „analoge bzw. digitale Messgeräte, z. B. Kraftmesser, Multimeter, Oszilloskop“	$T \cdot \hat{U} \cdot 1$	✓ 20 ms ✓ 3,0 V
2.2	3	Zeigen AFB II	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Induktionsgesetz in differenzieller Form“	$\Phi(t) \cdot 1 \cdot \text{Ableitung}$ $1 \cdot \hat{U} \cdot 1$	✓ $U = -N \frac{d\Phi}{dt} = N B A \omega \sin(\omega t)$
2.3	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Erzeugen einer sinusförmigen Wechselspannung und einer Gleichspannung“	Umformung $1 \cdot B$ 1	✓ 32 mT
2.4	3	Zeichnen 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“	T halbiert $1 \cdot \hat{U}$ verdoppelt $1 \cdot \text{Form } 1$	✓ doppelte Drehzahl: $T/2$ und $2\hat{U}$
2.5	3	Erklären AFB II	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Lenz'sche Regel“	Strom fließt $1 \cdot \text{Lenz } 1 \cdot \text{Kraft}$ hemmt 1	✓ Induktionsstrom erzeugt Kraft gegen die Bewegung

Vielfalt: Kontexte gegenüber Originalen 2019–2025 und eigenen Prüfungen

Kontext	Gruppe	bisher verwendet
Waschmaschine	W	neu
Schleudergang	W	neu
Defibrillator	W	neu
Skispringen	W	neu
Kurbeltaschenlampe	W	neu
Fußball	P	neu
Kraftsensor	P	neu
Aufzug	P	2026-5b, 2026-5a
Jupitermond	P	2025
Slackline	P	neu
Punktladungen	P	2020
Tintenstrahldrucker	P	neu
Elektromagnet	P	2026-7a

Aufgabenmuster (Anzahl Originaljahrgänge 2019–2025, in denen das Muster vorkommt): stellungnahme 0, herleitung 0, experiment-planen 0, abschaetzung 0, umlauf-omega 1, schwingungsgleichung 1, ki-ankreuz 1, oszilloskop 1, t-phi-t-u 2, zentripetalkraft 2, generator 2, gravitation-satellit 3, laden-entladen 3, messreihe 3, impulsaenderung 4, diagramm-t-v 4, feldlinienbild 4, teilchen-im-feld 4, vektoren-kreis 4, kraefteplan 4, welle-momentbild 5, wurf 5. Seltene oder neue Muster: abschaetzung, experiment-planen, herleitung, ki-ankreuz, oszilloskop, schwingungsgleichung, stellungnahme, umlauf-omega. Abgeglichen mit eigenen Prüfungen: 2026-6a, 2026-7a, 2026-4b, 2026-a, 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	t-F-Diagramm des Kraftsensors, Raster $1 \text{ ms} \hat{=} 0,1 \text{ kN} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ Dreieck $0 \rightarrow 1,2 \text{ kN} (5 \text{ ms}) \rightarrow 0 (10 \text{ ms})$, Ecken auf Rasterpunkten; Fläche = Δp
abbPzwei	t-v-Diagramm des Aufzugs, Raster 1 s $\hat{=} 0,5 \text{ m/s} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ Knicke bei 2 s und 8 s auf Rasterpunkten, Ende 10 s
KI-Bild_jupiter-p3	Alltagsbild Jupiter mit Io (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext, nicht maßstäblich
abbPvier	Momentbild der Slackline bei $t_1 = 0,80 \text{ s}$, Raster $0,2 \text{ m} \hat{=} 2 \text{ cm} \hat{=} 4 \text{ mm}$	✓ Erreger bei $x = 0$, Front bei $3,2 \text{ m}$, $\lambda = 1,6 \text{ m}$, $\hat{y} = 10 \text{ cm}$ aus $y = \hat{y} \sin(2\pi(t/T - x/\lambda))$
abbPfuenf	Feldlinienbild $Q_1 = +4q$, $Q_2 = -q$ (numerisch, Pfeile in Feldrichtung)	✓ 16 Linien an Q_1 , 4 enden an Q_2 ; P liegt auf einer berechneten Feldlinie (-durch 4,6 4,4)
abbPsechs	Tintenstrahldrucker: Düse, Tröpfchen, Ablenkkondensator, Papier	✓ l über der Plattenlänge, d zwischen den Platten bemaßt; Tröpfchen mittig
abbPsieben	t-Φ-Diagramm, Raster $0,5 \text{ ms} \hat{=} 10$ $\mu\text{Wb} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ Knicke bei $3, 5, 6 \text{ ms}$ und $60 \mu\text{Wb}$ auf Rasterpunkten
abbPsiebenU	leeres t-U-Diagramm, Raster $0,5 \text{ ms} \hat{=} 1 \text{ V} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ Bereich -3 V bis 7 V umfasst $-2,0 \text{ V}$ und $+6,0 \text{ V}$
KI-Bild_waschmaschine-w1	Alltagsbild Waschmaschine (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbWeins	Trommel von vorn mit P1 (oben), P2 (links), P3, ω-Pfeil gegen den Uhrzeiger	✓ r vom Mittelpunkt bis zur Trommelwand (Kreisbahn der Wäsche)
abbWzwei	Ausschnitt der Trommel, Wäschestück mit Schwerpunkt S im höchsten Punkt	✓ S auf der Kreisbahn (Wand), Mittelpunkt M senkrecht darunter
abbWdrei	t-y-Diagramm des Bottichs, Raster $0,05 \text{ s} \hat{=} 1 \text{ mm} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ $T = 0,20 \text{ s}$, $\hat{y} = 6,0 \text{ mm}$, Start im oberen Umkehrpunkt (Kosinus)
KI-Bild_defibrillator-w2	Alltagsbild AED mit Klebeelektroden (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbDeins	t-I-Diagramm der Entladung, Raster $1 \text{ ms} \hat{=} 2 \text{ A} \hat{=} 4 \text{ mm}$	✓ $I_0 = 32 \text{ A}$, $I(5 \text{ ms}) = 16,4 \text{ A} \approx 16 \text{ A}$ aus $I_0 \cdot e^{-t/(RC)}$ mit $R = 50 \Omega$, $C = 150 \mu\text{F}$
KI-Bild_skisprung-w3	Alltagsbild Skispringer (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbSeins	Skisprung: Schanzentisch O, Bahnkurve (gestrichelt), Hang 35° ab O, B und L	✓ Bahn $y = -k x^2$ und Hang schneiden sich in L ($x = 89 \text{ m}$); B auf der Bahn ($x = 40 \text{ m}$)
KI-Bild_kurbellampe-w3	Alltagsbild Kurbeltaschenlampe (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbKeins	Oszilloskopschirm $10 \times 8 \text{ DIV}$, 2 V/DIV , 5 ms/DIV	✓ $T = 4 \text{ DIV} = 20 \text{ ms}$, $\hat{U} = 1,5 \text{ DIV} = 3,0 \text{ V}$, Start bei $U = 0$ steigend (Spulenfläche senkrecht zu den Feldlinien bei t_0)

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/2026-2a/rechnung.py	alle Zahlen und Diagrammdaten der Prüfung	158	bad25ce8
eigene/2026-2a/abnahme.py	Abnahmedaten je Teilaufgabe	130	71e2b20f
eigene/2026-2a/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösungsskizze)	165	31045bbc

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py + werte.py	87 Werte mit Einheiten, 24 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-2a-loesung.pdf	11 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-2a-pruefbericht.pdf	13 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-2a.pdf	15 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Formale Prüfung	pruefung-pruefen.py (Aufgaben + Lösung)	46 Teilaufgaben, 130 BE, (G) 43 %; Nummern, BE-Summen, Operatoren, Ankreuz-Hinweise, Schreibweisen, Lösung vollständig, Fachbegriffe gegen Lehrplan/Originale: 1 Fehler, 0 Warnungen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-2a-loesung.pdf	11 Abbildungen, 1 Überlappungen, 0 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-2a.pdf	15 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	46 Teilaufgaben, 35 Rechenwerte, 18 Prüfsätze, 18 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	5 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 56dc9ed 2026-10-06; gegenüber diesem Commit geänderte Dateien: 5 (werden mit dieser Fassung committet)
Erzeugt	06.10.2026 00:22 mit bauen.sh eigene/2026-2a