

Musterprüfung Nr. 003 (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 27 % · II 57 % · III 16 % (Ziel I 25–40, II 50–65, III 5–15)
Wahlkombinationen (AFB I/II/III):	P+W1+W2: 100 BE, 28/58/14 % · P+W1+W3: 100 BE, 28/57/15 % · P+W2+W3: 100 BE, 28/57/15 %
Lernbereiche:	FOS 11 LB 1 Bewegungen: P, W3; FOS 11 LB 2 Dynamik: P, W1, W3; FOS 11 LB 3 Energie: P, W1, W3; FOS 11 LB 4 Praktikum: W1; FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: W3; FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen: P, W1; FOS 12 LB 3 Felder: P, W2; FOS 12 LB 4 Induktion: P, W2
Kompetenzorientierung:	Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen: W1 1.5, P 7.1; Modellannahme/Gültigkeit/Grenze: W3 2.4, W1 2.2; Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe: W3 1.4; qualitative Vorhersage ohne Rechnung: P 4.3, W2 1.6; Sensor/App/Video/Oszilloskop/KI reflektiert: W3 2.4, W1 2.2
Parallelprüfung:	Parallelprüfung zu 2026-3a: 46 Teilaufgaben mit gleicher Nummer, BE, Operator, AFB und Kompetenz geprüft
Prüfungen:	31 Rechenwerte, 17 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
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
Ergänzen	Darstellung vervollständigen
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
Untersuchen	Eigenschaft/Bedingung prüfen
Zeichnen	maßstäblich darstellen

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	29	22 %
Kompetenz E Erkenntnisgewinnung	18	14 %
Kompetenz F Fachwissen	55	42 %
Kompetenz K Kommunikation	28	22 %
Basiskonzept Energie	40	31 %
Basiskonzept Materie	16	12 %
Basiskonzept Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht	49	38 %
Basiskonzept Wechselwirkung	59	45 %
AFB I	35	27 %
AFB II	74	57 %
AFB III	21	16 %

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

Lernbereich	KE geprüft	Abdeckung	BE-Anteil	Stunden
FOS 11 LB 1 Bewegungen	1/5	20 %	5 %	9 %
FOS 11 LB 2 Dynamik	2/4	50 %	14 %	9 %
FOS 11 LB 3 Energie	2/3	67 %	14 %	7 %
FOS 11 LB 4 Praktikum	1/7	14 %	2 %	12 %
FOS 12 LB 1 Kreisbewegung	2/4	50 %	9 %	9 %
FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen	5/10	50 %	19 %	25 %
FOS 12 LB 3 Felder	5/6	83 %	18 %	18 %
FOS 12 LB 4 Induktion	3/3	100 %	18 %	11 %
Gesamt	21/42	50 %	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 ...); 11-1.5 (führen krummlinige Bewegungen, exemplarisch aus dem Bereich ...); 11-2.1 (treffen Vorhersagen über die Änderung der Geschwindigkeit ...); 11-2.2 (setzen bei der Betrachtung von alltagsnahen

Situationen (z. ...); 11-3.2 (bestimmen mithilfe elementarer geometrischer Überlegungen die ...); 11-4.1 (werten Messreihen auf geeignete Weise (z. B. durch Transform ...); 11-4.2 (führen vorgegebene Experimente selbständig durch und werten ...); 11-4.4 (erfassen Messwerte in einfachen Versuchssituationen mit comp ...); 11-4.5 (dokumentieren Versuchsaufbauten, Messwerttabellen, Messauswe ...); 11-4.6 (entwickeln aus gegebenen Ausgangssituationen fundierte Hypot ...); 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 Ampli ...); 12-2.6 (beschreiben die Entstehung und das Ausbreitungsverhalten von ...); 12-2.7 (prognostizieren den Einfluss von Hindernissen auf das Phänom ...); 12-2.8 (führen quantitative Betrachtungen zu Interferenzexperimenten ...); 12-2.9 (erklären qualitativ das Phänomen der Resonanz schwingungsfäh ...); 12-3.4 (modellieren den Bewegungsablauf makroskopischer, elektrisch ...)

Pflicht-Aufgabengruppe P

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	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 · Impulsplan 2 · Ergebnis 1	✓ 2,3 m/s
1.2	2	Untersuchen AFB II	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“	kinetische Energien vorher/-nachher 1 · Urteil 1	✓ $\frac{1}{2}m(1,5^2 + 2,3^2) < \frac{1}{2}m \cdot 3,0^2$ (unelastisch)
2.1	3	Entscheiden 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“	richtiges Diagramm 1 · je Ausschlusskriterium 1	✓ C: konstante Beschleunigung ⇒ Gerade durch den Ursprung
2.2	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2.3	FOS 11 LB 2 Dynamik: „insbesondere die Bergauf- und Bergabbewegung von Fahrzeugen mit oder ohne eigenen Antrieb entlang einer geneigten Ebene“	a aus Diagramm 1 · Kraftansatz 1 · μ 1	✓ 0,23
3.1	2	Bestimmen AFB I	Erkenntnisgewinnung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „lineares Kraftgesetz, Richtgröße“	D aus Steigung 1 · Gültigkeitsbereich 1	✓ 250 N/m
3.2	3	Ermitteln AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Energie</i> 11-3 (Inhalt)	FOS 11 LB 3 Energie: „Arbeit bei nicht konstanter Kraft als Maßzahl des Flächeninhalts der Fläche unter dem Graphen im x-F-Diagramm“	Fläche als Arbeit 1 · Dreieck 1 · Ergebnis 1	✓ 5,0 J

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
4.1	2	Kennzeichnen AFB I	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „stehende Welle als Überlagerung gegenläufiger Wellen gleicher Frequenz und Amplitude, $\lambda/2$ als Abstand der Knoten und Bäuche“	Bäuche an den Enden 1 · Knoten in der Mitte 1	✓ beidseitig offen: $L = \lambda/2$
4.2	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“	$\lambda = 2L \cdot 1 \cdot f \cdot 1$	✓ 400 Hz
4.3	2	Entscheiden 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“	c steigt mit der Temperatur 1 · $f = c/(2L)$ steigt 1	✓ c kleiner, L gleich $\Rightarrow$ f kleiner
5.1	2	Zeichnen AFB I	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.“	homogener Innenbereich 1 · Randfeld, Orientierung 1	✓ Feldlinien von + nach –
5.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <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.“	Formel 1 · Ergebnis 1	✓ 50 kV/m
5.3	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Spannung als Potentialdifferenz im homogenen elektrischen Feld“	$\Delta\phi \cdot 1 \cdot \Delta E_{\text{pot}} \cdot 1 \cdot$ Vorzeichen/Deutung 1	✓ $-4,8 \cdot 10^{-15} \text{ J}$
6.1	2	Zeichnen AFB I	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „magnetisches Kraftgesetz in vektorieller Form (Dreifingerregel)“	Dreifingerregel 1 · Richtung 1	✓ Feld aus der Zeichenebene, Strom nach rechts $\Rightarrow$ Kraft nach unten

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
6.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <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.“	$F = I \mid B \cdot \text{Ergebnis 1}$	✓ 30 mN
7.1	3	Erläutern AFB II	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4.3	FOS 12 LB 4 Induktion: „beschreiben für Stromkreise, die eine Spule enthalten, den zeitlichen Verlauf von Spannungen und Stromstärken beim Ein- und Ausschalten qualitativ“	Sprung unmöglich (Selbstinduktion) 1 · Lenz 1 · Skizze 1	✓ Steigung nimmt stetig ab ($U_L = U_0 - R \cdot I$), kein Knick
7.2	3	Berechnen AFB II	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4.3	FOS 12 LB 4 Induktion: „Bei Einschaltvorgängen ermitteln sie unter Verwendung des Induktionsgesetzes Induktivitäten und Leitungswiderstände realer Spulen.“	$U = L \cdot \dot{I}$ bei $t = 0$ 1 · Umformung 1 · L 1	✓ 0,30 H

Wahl-Aufgabengruppe W 1

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	3	Ergänzen 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.“	drei Energieformen zugeordnet 2 · Summe konstant 1	✓ E_{ges} konstant, Spannenergie nur unterhalb des unbelasteten Bretts
1.2	4	Ermitteln AFB II	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“	Energieansatz 1 · quadratische Gleichung 2 · s 1	✓ 0,60 m
1.3	3	Beurteilen AFB III	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „lineares Kraftgesetz, Richtgröße“	F_{max} 1 · Vergleich mit Belastungsgrenze 1 · Urteil 1	✓ 2,4 kN

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.4	3	Untersuchen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2.4	FOS 11 LB 2 Dynamik: „bei eindimensionalen Vorgängen zeichnerisch und rechnerisch“	Impulsänderung 1 · Kräfte Matte/-Tuch 1 · Vergleich 1	✓ 2,6 kN
1.5	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, b w, c w, d n
2.1	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.4	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „begründen beim Vorliegen eines linearen Kraftgesetzes, dass es sich bei der betrachteten Bewegung um eine harmonische Schwingung handelt“	Formel 1 · T 1	✓ 0,77 s
2.2	3	Beurteilen AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie, Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 11-4.3	FOS 11 LB 4 Praktikum: „Sie wägen hierbei auftretende systematische Messfehler qualitativ ab und führen ohne intensive Fehlerrechnung grobe Abschätzungen auftretender Größtfehler bei den eigenen Messungen durch.“	T aus Messung 1 · Abweichung 1 · Fehlerquelle/Vorteil 10 T 1	✓ 0,81 s
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.“	Zeigerstellung 1 · Projektion 1 · y 1	✓ 4,4 cm
2.4	2	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 · E 1	✓ 7,2 J
2.5	3	Ermitteln AFB III	Erkenntnisgewinnung <i>Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.4	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „begründen beim Vorliegen eines linearen Kraftgesetzes, dass es sich bei der betrachteten Bewegung um eine harmonische Schwingung handelt“	Kontaktverlust bei $a_{\max} = g \cdot \hat{y} = g/\omega^2$ 1 · Ergebnis 1	✓ 15 cm

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>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Definition des magnetischen Flusses“	$A \cdot \Phi$ 1	✓ 2,0 mWb
1.2	3	Zeichnen AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Definition des magnetischen Flusses“	Eintritt linear 1 · konstant 1 · Austritt 1	✓ Eintritt 50 ms, voll 50 ms, Austritt 50 ms
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“	$\Delta\Phi/\Delta t$ 1 · U 1	✓ 16 V
1.4	5	Entscheiden AFB II	Bewertung <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.“	richtiges Diagramm 2 · je Ausschlusskriterium 1	✓ A: -16 V 0 +16 V
1.5	3	Ermitteln 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“	U v 1 · Mindestgeschwindigkeit 1 · Grenzfall stehender Zug 1	✓ 0,50 m/s
1.6	2	Erläutern AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Lenz'sche Regel“	Induktionsstrom 1 · Kraft gegen die Bewegung 1	✓ geschlossene Spule: Bremskraft
2.1	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 · W 2	✓ 250 C ✓ 312,5 J
2.2	4	Berechnen AFB II	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 Differenz 2 · Ergebnis 1 · Anteil 1	✓ 241 J

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.3	3	Ermitteln 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“	Ansatz 1 · Umformung 1 · C 1	✓ 166 F
2.4	3	Beurteilen AFB III	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie</i> 12-3.6	FOS 12 LB 3 Felder: „planen Experimente zum Kondensator (z. B. Bestimmung der Entladekurve)“	C aus Messung 1 · Vergleich Toleranz 1 · Fehlerquelle 1	✓ 108 F ✓ 90 F < 108 F < 120 F (innerhalb)

Wahl-Aufgabengruppe W 3

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	3	Berechnen AFB I	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.“	Kraftansatz unten 1 · Einsetzen 1 · Vielfaches von F_G 1	✓ 3,5 kN
1.2	3	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.“	Kraftansatz oben 1 · Ergebnis 1 · Deutung 1	✓ 175 N
1.3	3	Ermitteln AFB III	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 12-1.1	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „erklären ihre Dynamik mithilfe der Zentripetalbeschleunigung bzw. der Zentripetalkraft.“	Bedingung $F_{\text{Sitz}} = 0$ 1 · $v = \sqrt{(gr)}$ 1 · Deutung 1	✓ 5,4 m/s
1.4	3	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 6 F_G 1 · Umformung 1 · $r_{\min}$ 1	✓ 2,0 m
1.5	3	Untersuchen AFB II	Bewertung <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“	Energieansatz 1 · $v^2 < 0 \Rightarrow$ unmöglich 1 · Deutung Motor 1	✓ $10^2 - 2g \cdot 6,0 < 0$
2.1	2	Erläutern AFB I	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 11-1 (Inhalt)	FOS 11 LB 2 Dynamik: „Fallbewegungen mit und ohne Luftwiderstand“	Kräftegleichgewicht 1 · konstante Geschwindigkeit 1	✓ $F_L = F_G$ bei 50 m/s
2.2	4	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2.4	FOS 11 LB 2 Dynamik: „bei eindimensionalen Vorgängen zeichnerisch und rechnerisch“	Impulsänderung 1 · mittlere Kraft 2 · Gewichtskraft berücksichtigt 1	✓ 2,4 kN

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.3	3	Entscheiden 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.“	richtiges Diagramm 1 · Begründung 2	✓ A: E_{kin} quadratisch bis 10 s, dann konstant
2.4	4	Beurteilen AFB III	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 unter t-v 2 · Vergleich mit App-Wert 1 · Urteil 1	✓ 1,25 km
2.5	2	Erklären AFB I	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 11-2.4	FOS 11 LB 2 Dynamik: „bei eindimensionalen Vorgängen zeichnerisch und rechnerisch“	längere Bremszeit 1 · kleinere Kraft 1	✓ $F = \Delta p / \Delta t$

Vielfalt: Kontexte gegenüber Originalen 2019–2025 und eigenen Prüfungen

Kontext	Gruppe	bisher verwendet
Sprungbrett	W	neu
Lagerroboter	W	neu
Bodenmagnet	W	neu
Notstrom	W	neu
Motorradshow	W	neu
Basejump	W	neu
Airhockey	P	neu
Umzugsrampe	P	neu
Steinschleuder	P	neu
Querflöte	P	neu
Rußpartikel	P	neu
Stromwippe	P	neu
Ausgleichsvorgang	P	neu

Aufgabenmuster (Anzahl Originaljahrgänge 2019–2025, in denen das Muster vorkommt): selbstinduktion 0, energie-diagramm 0, fehleranalyse-messung 0, dimensionierung 0, grenzfall 0, fehlerhafter-graph 1, looping 1, impulsplan 2, diagramm-auswahl 2, kraftgesetz 2, kraft-auf-leiter 2, schwingungsenergie 2, zeigerdiagramm 2, spule-durch-feld 2, homogenes-feld-potenzial 3, reibung 4, energieerhaltung 4, feldlinienbild 4, kondensator 4, impulsaenderung 4, stehende-welle 5, ankreuz 6. Seltene oder neue Muster: dimensionierung, energie-diagramm, fehleranalyse-messung, fehlerhafter-graph, grenzfall, looping, selbstinduktion. 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-b, 2026-5a, 2026-6b, 2026-7b.

Abbildungen: Inhalt und Übereinstimmung mit dem Modell des Textes

Abbildung	zeigt	Größen, Punkte, Bemaßung ↔ Text
KI-Bild airhockey-p1	Alltagsbild Airhockey-Tisch (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext

Abbildung	zeigt	Größen, Punkte, Bemaßung ↔ Text
abbPeins	Draufsicht Pucks vor/nach dem Stoß	✓ β zwischen ursprünglicher Bewegungsrichtung (x) und v_1' wie Text; v_2' nicht gezeichnet (Lösung)
abbPzwei	drei qualitative t-v-Diagramme A-C	✓ C Ursprungsgerade (konstante Beschleunigung aus der Ruhe), A gekrümmt, B nicht aus der Ruhe
abbPdrei	x-F-Diagramm des Gummibands, Raster $0,02 \text{ m} \hat{=} 10 \text{ N} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ linear bis $(0,20 \text{ m} \mid 50 \text{ N})$ auf Rasterpunkt, danach steiler
abbPvier	Querflöte als beidseitig offenes Rohr, Maßstab 1 : 5	✓ L über die ganze Rohrlänge bemaßt ($42,5 \text{ cm} \hat{=} 8,5 \text{ cm}$)
abbPfuenf	Plattenkondensator im Schnitt (1 : 1), A bei $x = 1 \text{ cm}$, B bei $x = 3 \text{ cm}$	✓ Plattenabstand 4 cm wie Text; geerdete Platte rechts bei $x = 4 \text{ cm}$
abbPsechs	Leiterschaukel im Feld ($\odot$), Stromrichtung nach rechts	✓ Länge l nur über den Feldbereich bemaßt (Leiter im Feld)
abbPsieben	fehlerhaftes t-I-Diagramm (linear bis $0,1 \text{ s}$, dann Knick), Raster $0,05 \text{ s} \hat{=} 0,25 \text{ A} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ Endwert $U_0/R = 2,0 \text{ A}$ auf Rasterlinie
KI-Bild sprungbrett-w1	Alltagsbild Sprungbrett (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbWeins	Energie-Höhen-Diagramm mit E_{ges} und E_{pot} , Raster $0,1 \text{ m} \hat{=} 100 \text{ J} \hat{=} 4 \text{ mm}$	✓ $E_{\text{ges}} = m g (h + s) = 718 \text{ J}$ konstant; E_{pot} linear ab dem tiefsten Punkt $h = -0,60 \text{ m}$
abbWzwei	Zeigerdiagramm ($6 \text{ cm} \hat{=} 3 \text{ cm}$), Zeiger bei t_0 waagrecht	✓ Zeigerlänge = $\hat{y} = 6,0 \text{ cm}$, Start in der Ruhelage nach oben wie Text
KI-Bild roboter-w2	Alltagsbild Lagerroboter über Bodenmarken (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbGeins	Draufsicht Spule ($10 \text{ cm} \times 8,0 \text{ cm}$) vor dem Feldbereich (20 cm)	✓ Maße wie Text, Bewegung nach rechts, Feld nach oben ($\odot$)
abbGzwei	leeres t- Φ -Diagramm, Raster $10 \text{ ms} \hat{=} 0,25 \text{ mWb} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ Bereich bis 160 ms und $2,5 \text{ mWb}$ umfasst Lösung (150 ms , $2,0 \text{ mWb}$)
KI-Bild globe-w3	Alltagsbild Motorradfahrer in Stahlgitterkugel (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbLeins	Senkrechte Kreisbahn mit O, U, Mittelpunkt M und Radius r	✓ O oben, U unten auf der Bahn; Drehsinn angedeutet
KI-Bild basejump-w3	Alltagsbild Basejumper (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbLdrei	drei qualitative t- E_{kin} -Diagramme A-C für 0 bis 30 s	✓ A: quadratisch bis 10 s (v linear), dann konstant; B linear weiter steigend, C fallend nach 10 s
abbLzwei	t-v-Diagramm des Sprungs, Raster $2,5 \text{ s} \hat{=} 5 \text{ m/s} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ Knicke bei 10 s (50 m/s), 30 s , 32 s (6 m/s) auf Rasterpunkten

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!	-
aufgaben-variieren	Nachtermin als Parallelprüfung (gleiche Struktur, neue Kontexte und Zahlen)	04.10.2026 07:33	fb5b04b4

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/2026-3b/rechnung.py	alle Zahlen und Diagrammdaten der Prüfung	114	b5045a22

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
eigene/2026-3b/abnahme.py	Abnahmedaten je Teilaufgabe	130	97ed12b5
eigene/2026-3b/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösungsskizze)	181	3e545d5b

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py + werte.py	84 Werte mit Einheiten, 14 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-3b-loesung.pdf	10 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-3b-pruefbericht.pdf	13 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-3b.pdf	16 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Formale Prüfung	pruefung-pruefen.py (Aufgaben + Lösung)	46 Teilaufgaben, 130 BE, (G) 41 %; Nummern, BE-Summen, Operatoren, Ankreuz-Hinweise, Schreibweisen, Lösung vollständig, Fachbegriffe gegen Lehrplan/Originale: 1 Fehler, 0 Warnungen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-3b-loesung.pdf	10 Abbildungen, 3 Überlappungen, 8 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-3b.pdf	23 Abbildungen, 0 Überlappungen, 5 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Kopiertauglichkeit	bauen.sh, Option --kopie (Graustufen, S/W-Schwelle, 150 dpi)	17 Seiten erzeugt, 04.10.2026
Abnahme	abnahme.py + abnahmeprotokoll.py	46 Teilaufgaben, 31 Rechenwerte, 17 Prüfsätze, 19 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 9b18807 2026-10-06; gegenüber diesem Commit geänderte Dateien: 5 (werden mit dieser Fassung committet)
Erzeugt	06.10.2026 00:26 mit bauen.sh eigene/2026-3b