

Musterprüfung Nr. 005

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 54 % · III 14 % (Ziel I 25–40, II 50–65, III 5–15)
Wahlkombinationen (AFB I/II/III):	P+W1+W2: 100 BE, 32/53/15 % · P+W1+W3: 100 BE, 34/55/11 % · P+W2+W3: 100 BE, 34/51/15 %
Lernbereiche:	FOS 11 LB 1 Bewegungen: W1; FOS 11 LB 2 Dynamik: P; FOS 11 LB 3 Energie: W1; FOS 11 LB 4 Praktikum: W2, W3; FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: P, W1; FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen: P, W3; FOS 12 LB 3 Felder: P, W2, W3; FOS 12 LB 4 Induktion: P, W2
Kompetenzorientierung:	Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen: P 3.3, W2 1.5; Modellannahme/Gültigkeit/Grenze: W1 2.3, W3 1.3; Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe: W2 2.3; qualitative Vorhersage ohne Rechnung: P 3.3, W2 1.6; Sensor/App/Video/Oszilloskop/KI reflektiert: W3 1.4, W1 2.3
Prüfungen:	35 Rechenwerte, 19 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
Beschreiben	Sachverhalt in Worten strukturiert wiedergeben
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
Planen	-
Skizzieren	qualitativ, wesentliche Merkmale erkennbar
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	26	20 %
Kompetenz E Erkenntnisgewinnung	14	11 %
Kompetenz F Fachwissen	61	47 %
Kompetenz K Kommunikation	29	22 %
Basiskonzept Energie	39	30 %
Basiskonzept Materie	18	14 %
Basiskonzept Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht	55	42 %
Basiskonzept Wechselwirkung	67	52 %
AFB I	42	32 %
AFB II	70	54 %
AFB III	18	14 %

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 %	2 %	9 %
FOS 11 LB 2 Dynamik	3/4	75 %	8 %	9 %
FOS 11 LB 3 Energie	1/3	33 %	8 %	7 %
FOS 11 LB 4 Praktikum	2/7	29 %	6 %	12 %
FOS 12 LB 1 Kreisbewegung	3/4	75 %	17 %	9 %
FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen	5/10	50 %	20 %	25 %
FOS 12 LB 3 Felder	4/6	67 %	20 %	18 %
FOS 12 LB 4 Induktion	3/3	100 %	18 %	11 %
Gesamt	22/42	52 %	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 ...); 11-3.2 (bestimmen mithilfe elementarer geometrischer Überlegungen die ...); 11-3.3 (setzen den Energieerhaltungssatz zusätzlich zum Impulserhalt ...); 11-4.1 (werten Messreihen auf geeignete Weise (z. B. durch Transformieren ...)); 11-4.2 (führen vorgegebene Experimente selbstständig durch und werten ...); 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 ...); 12-2.1 (beschreiben Schwingungen mit den physikalischen Größen Amplitude ...); 12-2.2 (modellieren unter Berücksichtigung der Anfangsbedingungen die ...); 12-2.6 (beschreiben die Entstehung und das Ausbreitungsverhalten von ...); 12-2.7 (prognostizieren den Einfluss von Hindernissen auf das Phänomen ...); 12-2.9 (erklären qualitativ das Phänomen der Resonanz schwingungsfähig ...); 12-3.1 (fertigen für klassische Felder auf Grundlage experimenteller Ergebnisse ...); 12-3.6 (planen Experimente zum Kondensator (z. B. Bestimmung der Entladung ...))

Pflicht-Aufgabengruppe P

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2.3	FOS 11 LB 2 Dynamik: „sowie die Atwood'sche Fallmaschine“	Kraftansätze für beide Körper 1 · Gleichungssystem 1 · a 1	✓ 1,1 m/s ²
1.2	2	Berechnen 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“	Kraftansatz Gegengewicht 1 · Seilkraft 1	✓ 0,22 kN
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 · Impulsplan 2 · Betrag und Richtung 1	✓ 3,4 N s
2.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-2.4	FOS 11 LB 2 Dynamik: „bei eindimensionalen Vorgängen zeichnerisch und rechnerisch“	$F = \Delta p / \Delta t$ 1 · Ergebnis 1	✓ 0,85 kN
3.1	2	Zeigen 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.“	Gravitationskraft = Zentripetalkraft 1 · Umformung 1	✓ $v = \sqrt{GM/r}$

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.“	$r = R + h$ 1 · T 1	✓ 7,5 km/s ✓ 99 min
3.3	2	Entscheiden AFB III	Bewertung <i>Wechselwirkung</i> 12-1.4	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „Sie beurteilen die Einsatzmöglichkeiten von Satelliten“	Masse kürzt sich 1 · Urteil 1	✓ v hängt nicht von der Satellitenmasse ab
4.1	2	Skizzieren 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 an beiden festen Enden 1 · ein Bauch in der Mitte 1	✓ $L = \lambda/2$
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“	$\lambda = 2L$ 1 · $c = \lambda f$ 1	✓ 274 m/s
4.3	2	Ermitteln AFB II	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“	$L = c/(2f)$ 1 · Ergebnis 1	✓ 31,1 cm
5.1	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	✓ 2,0 m
5.2	4	Untersuchen AFB II	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.8	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „entscheiden sie durch Rechnung, auch mithilfe von Zeigerdiagrammen, an welchen Orten Interferenzmaxima und Interferenzminima bestimmter Ordnung auftreten.“	Gangunterschied 1 · Vielfaches von λ 1 · Minimum 1 · Begründung gegenphasig 1	✓ $\Delta s = 1,5 \lambda$

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
6.1	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.“	$E = U/d$ 1 · $F = qE$ 1	✓ 0,20 MV/m ✓ $4,0 \cdot 10^{-9} \text{ N}$
6.2	2	Untersuchen AFB II	Bewertung <i>Energie, Wechselwirkung</i> 12-3.4	FOS 12 LB 3 Felder: „modellieren den Bewegungsablauf makroskopischer, elektrisch geladener Körper im homogenen elektrostatischen Feld.“	Gewichtskraft 1 · Vergleich und Urteil 1	✓ 20,4
6.3	2	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Spannung als Potenzialdifferenz im homogenen elektrischen Feld“	Energieansatz $qU = \frac{1}{2}mv^2$ 1 · v 1	✓ 11 m/s
7.1	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Selbstinduktion, Definition der Induktivität“	$U = L \Delta I / \Delta t$ 1 · Ergebnis 1	✓ 0,13 kV
7.2	3	Beurteilen AFB III	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4.3	FOS 12 LB 4 Induktion: „beurteilen bei technischen Anwendungen Nutzen und Risiken hoher Induktionsspannungen bei Ausschaltvorgängen unter Einbeziehung des Energieinhaltes des Magnetfeldes einer Spule.“	Vergleich mit 12 V 1 · Energie $\frac{1}{2}LI^2$ 1 · Risiko/-Schutzmaßnahme 1	✓ 0,10 J

Wahl-Aufgabengruppe W 1

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	4	Stellen AFB II	Kommunikation <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.“	Gewichtskraft 1 · Kraft der Bahn senkrecht zur Fahrbahn 1 · Resultierende waagrecht 1 · Winkel 1	✓ F_{res} waagrecht zum Kurvenmittelpunkt
1.2	3	Zeigen AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-1 (Inhalt)	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „Kurvenfahrt mit Fahrrad bzw. Motorrad und PKW, Haftkraft, optimale Kurvenüberhöhung“	$\tan \alpha = F_Z / F_G$ 1 · Einsetzen 1 · Umformung 1	✓ $\tan \alpha = v^2 / (r g)$
1.3	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-1.1	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „erklären ihre Dynamik mithilfe der Zentripetalbeschleunigung bzw. der Zentripetalkraft.“	$v = \sqrt{r g \tan \alpha}$ 1 · in km/h 1	✓ 15 m/s ✓ 53 km/h

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.5	3	Erläutern AFB III	Bewertung <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.“	Resultierende größer als nötige Zentripetalkraft 1 • Rutschen nach innen/unten 1 • Haftkraft hangaufwärts nötig 1	✓ 10 m/s < 15 m/s
1.6	2	Erklären AFB I	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 12-1.3	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „hinterfragen und beurteilen sie die Notwendigkeit von Geschwindigkeitsbegrenzungen im Straßenver“	Kraft der Bahn liefert Zentripetalkraft 1 • ohne Haftkraft 1	✓ Überhöhung
1.4	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-1.1	FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: „erklären ihre Dynamik mithilfe der Zentripetalbeschleunigung bzw. der Zentripetalkraft.“	$a_z = v^2/r$ 1 • Vielfaches von g 1	✓ 0,90
2.1	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 • Trapez 1 • Ergebnis 1	✓ 8,0 kJ
2.2	3	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 • Umformung 1 • v 1	✓ 14 m/s
2.3	3	Ermitteln AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Energie</i> 11-3 (Inhalt)	FOS 11 LB 3 Energie: „Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit, Spannarbeit und Reibungsarbeit“	kinetische Energie aus Messung 1 • Reibungsarbeit 1 • mittlere Kraft 1	✓ 44 N
2.4	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“	Start im Ursprung 1 • Steigung abnehmend 1 • Endwert 1	✓ a nimmt ab (F nimmt ab)
2.5	2	Beschreiben AFB I	Kommunikation <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)“	Antriebsarbeit → kinetische Energie 1 • Reibungsarbeit → innere Energie 1	✓ Energiebilanz 8,0 kJ = 6,25 kJ + 1,75 kJ

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“	$B = \Phi/A$ 1 · Ergebnis 1	✓ 0,040 T
1.2	5	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.“	Steigungen bestimmt 2 · Vorzeichen 1 · Abschnitt mit $U = 0$ 1 · Beschriftung 1	✓ ± 24 V, Pausen 0
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“	$U = N \Delta\Phi/\Delta t$ 1 · Ergebnis 1	✓ 24 V
1.4	3	Erläutern AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Lenz'sche Regel“	Flussänderung im Ring 1 · Induktionsstrom 1 · Gegenfeld (Lenz) 1	✓ Ring als geschlossene Leiterschleife
1.5	3	Erläutern AFB III	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.“	$U \neq \dot{\Phi}$ statt Φ -Änderung 1 · richtige Form (Rechteckpulse) 1 · Skizze 1	✓ Fehler: $U(t)$ wie $\Phi(t)$ gezeichnet
1.6	3	Entscheiden 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“	doppelte Änderungsgeschwindigkeit 1 · doppelte Spannung 1 · halbe Dauer 1	✓ 48 V
2.1	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	✓ Kraft senkrecht zu I und B

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.2	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.“	$B = F/(I l)$ 1 · Ergebnis 1	✓ 0,12 T
2.3	4	Planen AFB III	Erkenntnisgewinnung <i>Energie, Materie, Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 11-4.3	FOS 11 LB 4 Praktikum: „entwickeln eigenständig einfache Versuchsaufbauten zu vorgegebenen physikalischen Problemstellungen“	Aufbau 1 · Variation von I bei festem l 1 · Messgrößen 1 · Auswertung F über I 1	✓ Ursprungsgerade $F(I) \Rightarrow F \quad I$
2.4	4	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „magnetisches Kraftgesetz in vektorieller Form (Dreifingerregel)“	Leiter bleibt senkrecht zu B 1 · $F = I l B$ unverändert 2 · Richtung dreht mit, Urteil 1	✓ 12 mN

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, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.4	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „ermitteln bei periodischen Bewegungen die rücktreibende Kraft (Rückstellkraft)“	Kräftezerlegung 1 · kleine Winkel $\sin \varphi \approx s/l$ 1 · $F = -(mg/l)s$ 1	✓ Richtgröße $D = mg/l$
1.2	2	Berechnen AFB I	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“	$T = 2\pi\sqrt{l/g}$ 1 · Ergebnis 1	✓ 1,6 s
1.3	3	Untersuchen 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“	Schritte pro Minute im Modell 1 · Vergleich mit 112 1 · Modellgrenze (Arm aktiv geführt) 1	✓ 74

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.4	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)“	T und $\hat{a}$ aus Diagramm 1 · ω 1 · $\dot{y} = \hat{a}/\omega^2$ 1 · Ergebnis 1	✓ 19 cm
1.5	4	Kreuzen AFB II	Bewertung <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“	je richtigem Kreuz 1	✓ a w, b f, c f, d n
1.6	2	Erläutern 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.“	Lageenergie $\leftrightarrow$ kinetische Energie 1 · Umkehrpunkte/Ruhelage 1	✓ Energieumwandlung
2.1	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)“	$C = \epsilon_0 A/d$ 1 · Ergebnis 1	✓ 0,89 pF
2.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Spannung als Potenzialdifferenz im homogenen elektrischen Feld“	$E = U/d$ 1 · Ergebnis 1	✓ $9,0 \cdot 10^5$ V/m
2.4	3	Ermitteln 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)“	C bei $1,9 \mu\text{m}$ 1 · Differenz 1 · relative Änderung 1	✓ 0,93 pF ✓ 0,047 pF
2.5	3	Begründen 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“	$\Delta C/C \approx \Delta d/d$ 1 · kleines d $\Rightarrow$ große relative Änderung 1 · Grenze (Durchschlag, Fertigung) 1	✓ relative Änderung 5 %
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)“	$Q = CU$ 1 · $W = \frac{1}{2}CU^2$ 1	✓ 1,6 pC ✓ 1,4 pJ

Vielfalt: Kontexte gegenüber Originalen 2019–2025 und eigenen Prüfungen

Kontext	Gruppe	bisher verwendet
Velodrom	W	neu
Bahnradssport	W	neu
Metalldetektor	W	2020
Kalibrierung	W	neu
Smartwatch	W	neu
Schrittzähler	W	neu
Speiseaufzug	P	2026-2a
Eishockey	P	neu
Erdbeobachtungssatellit	P	2022
Ukulele	P	neu
Open-Air-Bühne	P	neu
Pulverbeschichtung	P	neu
Türöffner	P	neu

Aufgabenmuster (Anzahl Originaljahrgänge 2019–2025, in denen das Muster vorkommt): atwood 0, reflexion-ende 0, ausschaltspannung 0, kurvenueberhoehung 0, herleitung 0, arbeit-flaeche 0, fehleranalyse-messung 0, experiment-planen 0, fadenpendel 0, induktion-qualitativ 1, fehlerhafter-graph 1, schwingungsgleichung 1, ki-ankreuz 1, impuls-plan 2, t-phi-t-u 2, kraft-auf-leiter 2, gravitation-satellit 3, homogenes-feld-potenzial 3, periodendauer 3, impuls-aenderung 4, interferenz 4, teilchen-im-feld 4, kraefteplan 4, energieerhaltung 4, diagramm-t-v 4, kondensator 4, stehende-welle 5. Seltene oder neue Muster: arbeit-flaeche, atwood, ausschaltspannung, experiment-planen, fadenpendel, fehleranalyse-messung, fehlerhafter-graph, herleitung, induktion-qualitativ, ki-ankreuz, kurvenueberhoehung, reflexion-ende, schwingungsgleichung. 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, 2026-3b, 2026-6b, 2026-7b.

Abbildungen: Inhalt und Übereinstimmung mit dem Modell des Textes

Abbildung	zeigt	Größen, Punkte, Bemaßung ↔ Text
abbPeins	Speiseaufzug schematisch: Kabine und Gegengewicht an einem Seil über eine Rolle	✓ beide Massen hängen frei, Seil senkrecht (Atwood)
abbPzwei	Draufsicht Puck an der Bande, Ein- und Ausfallrichtung unter β zur Bande	✓ β zwischen Geschwindigkeit und Bande wie Text; Betrag vorher = nachher
abbPvier	Saite zwischen Sattel und Steg, Maßstab 1 : 5	✓ L über die ganze schwingende Länge bemaßt ($35 \text{ cm} \hat{=} 7 \text{ cm}$)
abbPfuenf	Lageplan L1, L2 und P mit s1, s2 (nicht maßstäblich)	✓ Abstände von den Lautsprechermiten zu P wie Text
abbPsechs	Sprühpistole und geerdetes Werkstück mit Abstand d, Pulverteilchen dazwischen	✓ d zwischen den Elektroden wie Text
KI-Bild velodrom-w1	Alltagsbild Bahnradfahrer in der Steilkurve (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext, kein Winkel ablesbar
abbVeins	Querschnitt der überhöhten Fahrbahn mit Winkel α und Schwerpunkt S	✓ Neigung 42° wie Text, Kurvenmittelpunkt angegeben
abbVzwei	s-F-Diagramm, Raster $2,5 \text{ m} \hat{=} 25 \text{ N} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ linear von (0 300 N) auf (40 m 100 N), Endpunkte auf Rasterpunkten
KI-Bild detektor-w2	Alltagsbild Metalldetektor am Strand (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbDeins	t- Φ -Diagramm, Raster $0,25 \text{ ms} \hat{=} 0,025 \text{ mWb} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ Dreieckspulse $0 \rightarrow 0,20 \text{ mWb}$ in $0,50 \text{ ms}$ und zurück, Pause $0,50 \text{ ms}$
abbDzwei	leeres t-U-Diagramm, Raster $0,25 \text{ ms} \hat{=} 5 \text{ V} \hat{=} 5 \text{ mm}$	✓ Bereich $\pm 30 \text{ V}$ umfasst Lösung $\pm 24 \text{ V}$

Abbildung	zeigt	Größen, Punkte, Bemaßung ↔ Text
abbDdrei	fehlerhaftes t-U-Diagramm (U wie Φ gezeichnet)	✓ Dreiecke bis 24 V zu denselben Zeiten wie Φ
abbDvier	Leiterstück im Feld ($\otimes$) mit Stromrichtung, Länge l im Feld	✓ l nur über den Feldbereich bemaßt
KI-Bild smartwatch-w3	Alltagsbild gehende Person mit Smartwatch (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext
abbSeins	t-a-Diagramm des Sensors, Raster 0,2 s $\hat{=}$ 0,5 m/s ² $\hat{=}$ 5 mm	✓ $\hat{a} = 3,0 \text{ m/s}^2$, T = 1,6 s; Maxima auf Rasterlinien (0,8 s, 2,4 s)

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/2026-5a/rechnung.py	alle Zahlen und Diagrammdaten der Prüfung	97	d12888ff
eigene/2026-5a/abnahme.py	Abnahmedaten je Teilaufgabe	156	93f0f5f7
eigene/2026-5a/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösungsskizze)	132	1f237868

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py + werte.py	80 Werte mit Einheiten, 8 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-5a-loesung.pdf	9 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-5a-pruefbericht.pdf	14 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-2026-5a.pdf	13 Seiten · Überläufe 1 · fehlende Zeichen 0
Formale Prüfung	pruefung-pruefen.py (Aufgaben + Lösung)	49 Teilaufgaben, 130 BE, (G) 12 %; Nummern, BE-Summen, Operatoren, Ankreuz-Hinweise, Schreibweisen, Lösung vollständig, Fachbegriffe gegen Lehrplan/Originale: 16 Fehler, 1 Warnungen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-5a-loesung.pdf	8 Abbildungen, 0 Überlappungen, 0 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-2026-5a.pdf	13 Abbildungen, 0 Überlappungen, 0 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Kopiertauglichkeit	bauen.sh, Option --kopie (Graustufen, S/W-Schwelle, 150 dpi)	14 Seiten erzeugt, 04.10.2026
Abnahme	abnahme.py + abnahmeprotokoll.py	49 Teilaufgaben, 35 Rechenwerte, 19 Prüfsätze, 15 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 00:29 mit bauen.sh eigene/2026-5a