

Musterprüfung Nr. 001

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

Tokenverbrauch (Claude)

Anteil dieser Prüfung: $\approx 118,6$ Mio. Eingabe (1/2 der Erstellung + eigene Prüfagenten) · Ausgabe ≈ 354.724 Tokens

Erstellung gesamt: Eingabe 235.649.996 (235,6 Mio.) · Ausgabe ≈ 688.295 Tokens (Ausgabe aus der Textlänge geschätzt, ohne Denken) · Anteil dieser Prüfung $\approx 117,8$ Mio. Eingabe

Gemeinsamer Arbeitsgang: in diesem Arbeitsgang entstanden 2 Prüfungen (fachabitur-physik-2026-a, fachabitur-physik-2026-b) – die Zahlen der Erstellung gelten für den ganzen Arbeitsgang, Anteil je Prüfung $\approx 1/2$

Kontext Hauptlauf: beim Start 774 k, größter 968 k Tokens · Startkontext bei jeder Antwort mitgelesen: 368,5 Mio. (156 % der Eingabe; ohne Vorarbeit in der Sitzung wären es ≈ 30 k je Antwort)

Prüfagenten danach: 3 Läufe · Eingabe 735.840 · Ausgabe ≈ 10.576 Tokens

Eingabe = bei jeder Antwort erneut gelesener Kontext; Einzelheiten im Technischen Prüfprotokoll.

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 30 % · II 61 % · III 9 % (Ziel I 25–40, II 50–65, III 5–15)
Wahlkombinationen (AFB I/II/III):	P+W1+W2: 100 BE, 29/63/8 % · P+W1+W3: 100 BE, 31/61/8 % · P+W2+W3: 100 BE, 30/62/8 %
Lernbereiche:	FOS 11 LB 1 Bewegungen: P, W2; FOS 11 LB 2 Dynamik: P, W1; FOS 11 LB 3 Energie: W1, W2; FOS 11 LB 4 Praktikum: W1, W2; FOS 12 LB 1 Kreisbewegung: P; FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen: P, W2; FOS 12 LB 3 Felder: P, W3; FOS 12 LB 4 Induktion: P, W1, W3
Kompetenzorientierung:	Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen: P 3.3; Modellannahme/-Gültigkeit/Grenze: W1 1.4; Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe: W3 1.5; qualitative Vorhersage ohne Rechnung: W2 2.2.2; Sensor/App/Video/Oszilloskop/KI reflektiert: W2 1.5
Prüfungen:	38 Rechenwerte, 26 Prüfsätze, 47 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
Beschreiben	Sachverhalt in Worten strukturiert wiedergeben
Bestimmen	Ergebnis auf frei wählbarem Weg (rechnerisch oder grafisch) ermitteln
Beurteilen	zu einem Sachverhalt ein begründetes Urteil abgeben
Erklären	Sachverhalt auf Gesetze/Modelle zurückführen
Erläutern	Sachverhalt nachvollziehbar verständlich machen
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig oder aus einem Diagramm
Geben	ohne Begründung nennen
Kreuzen	Aussagen als wahr/falsch/nicht entscheidbar bewerten
Nehmen	Stellung nehmen: Aussage begründet bewerten
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	21	16 %
Kompetenz E Erkenntnisgewinnung	25	19 %
Kompetenz F Fachwissen	52	40 %
Kompetenz K Kommunikation	32	25 %
Basiskonzept Energie	39	30 %
Basiskonzept Materie	19	15 %
Basiskonzept Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht	71	55 %
Basiskonzept Wechselwirkung	48	37 %
AFB I	39	30 %
AFB II	79	61 %
AFB III	12	9 %

Lernbereich	KE geprüft	Abdeckung	BE-Anteil	Stunden
-------------	------------	-----------	-----------	---------

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 %	8 %	9 %
FOS 11 LB 2 Dynamik	1/4	25 %	5 %	9 %
FOS 11 LB 3 Energie	2/3	67 %	12 %	7 %
FOS 11 LB 4 Praktikum	2/7	29 %	5 %	12 %
FOS 12 LB 1 Kreisbewegung	1/4	25 %	2 %	9 %
FOS 12 LB 2 Schwingungen/Wellen	6/10	60 %	25 %	25 %
FOS 12 LB 3 Felder	4/6	67 %	18 %	18 %
FOS 12 LB 4 Induktion	3/3	100 %	25 %	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 ...); 11-1.4 (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 ...); 11-2.3 (treffen physikalisch fundierte Vorhersagen über Reibungsverhalten ...); 11-2.4 (analysieren die Kraftwirkungen und die damit verbundenen Impulse ...); 11-3.2 (bestimmen mithilfe elementarer geometrischer Überlegungen die ...); 11-4.2 (führen vorgegebene Experimente selbstständig durch und werten ...); 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 Straßensports ...); 12-1.4 (modellieren mithilfe des Gravitationsgesetzes von Newton die ...); 12-2.5 (erklären die bei Schwingungen ablaufenden Energieumwandlungen ...); 12-2.7 (prognostizieren den Einfluss von Hindernissen auf das Phänomen ...); 12-2.9 (erklären qualitativ das Phänomen der Resonanzschwingungsfähigkeit ...); 12-2.10 (erläutern für den Fall eindimensionaler Eigenschwingungen die ...); 12-3.1 (fertigen für klassische Felder auf Grundlage experimenteller ...); 12-3.3 (gewinnen im Falle von homogenen klassischen Quellfeldern aus ...)

Pflicht-Aufgabengruppe P

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	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 = Weg 1 · drei Teilflächen 1 · Ergebnis 1	✓ 57 m
1.2	3	Zeichnen 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“	Steigungen 1 · Werte 1 · Ab- schnitte 1	✓ $1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ✓ $-2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
2.1	3	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“	zwei Kräfte 2 · resultierende Kraft waagrecht 1	✓ Kräfteplan geschlossen: $F_K = F_{\text{res}} - F_G$ zeigt längs der Kette ($\tan 40^\circ = 0,839$)

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.2	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“	Ansatz $\tan \alpha = 1 \cdot \omega$ $1 \cdot T$	✓ 5,4 s
3.1	2	Geben AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.1	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „beschreiben Schwingungen mit den physikalischen Größen Amplitude, Periodendauer sowie Frequenz“	je Größe 1	✓ 4,0 cm ✓ 0,80 s
3.2	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“	Formel 1 · Ergebnis 1	✓ $25 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
3.3	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	✓ $t = 0,20 \text{ s}$: $v = \dot{y} \cdot \cos(\pi/2) = 0 \rightarrow$ falsch ✓ $t = 0,60 \text{ s}$: $y = -\hat{y}$, $a = -\omega^2 y > 0 \rightarrow$ wahr ✓ $T = 2\pi\sqrt{(m/D)}$ ohne $\hat{y} \rightarrow$ falsch ✓ T ohne $g \rightarrow$ nicht entscheidbar
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 ablesen 1 · c 1	✓ 2,0 m ✓ $5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
4.2	3	Zeichnen AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.6	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „treffen quantitative Vorhersagen über das räumliche Fortschreiten der Welle“	Verschiebung $\lambda/4$ 1 · Front 1 · Erreger 1	✓ $\Delta x = c \cdot \Delta t = 0,50 \text{ m} = \lambda/4$ ✓ Erreger bei $t_2 = 1,75 T$ im unteren Umkehrpunkt
5.1	2	Zeichnen AFB I	Kommunikation <i>Energie, Wechselwirkung</i> 12-3.4	FOS 12 LB 3 Felder: „modellieren den Bewegungsablauf makroskopischer, elektrisch geladener Körper im homogenen elektrostatischen Feld“	Kräfte 1 · Vorzeichen mit Begründung 1	✓ obere Platte +: Feld nach unten, F_{e1} nach oben $\rightarrow q < 0$
5.2	3	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Energie, Wechselwirkung</i> 12-3.4	FOS 12 LB 3 Felder: „modellieren den Bewegungsablauf makroskopischer, elektrisch geladener Körper im homogenen elektrostatischen Feld“	Kraftansatz 1 · Umformung/Einsetzen 1 · Ergebnis 1	✓ $3,1 \cdot 10^{-16} \text{ C}$

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
6.1	2	Zeichnen AFB I	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „magnetisches Kraftgesetz in vektorieller Form (Dreifingerregel)“	Richtung 1 · Begründung 1	✓ $I (-z) \times B (+x) = -y$: Kraft nach unten
6.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3.2	FOS 12 LB 3 Felder: „die magnetische Flussdichte in einem Raumpunkt im Feld mithilfe der Kraftwirkung auf eine Probeladung bzw. einen stromdurchflossenen Leiter“	Formel 1 · Ergebnis 1	✓ 0,12 T
7.1	4	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“	Gesetz 1 · zwei Spannungen 2 · Diagramm 1	✓ $-8,0 \text{ V}$ ✓ $4,0 \text{ V}$
7.2	2	Beschreiben AFB II	Erkenntnisgewinnung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Definition des magnetischen Flusses“	drei Phasen 1 · langsames Entfernen 1	✓ Abnahme dauert 20 ms, Zunahme 10 ms → halbe Änderungsrate

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>Energie</i> 11-3 (Inhalt)	FOS 11 LB 3 Energie: „Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit, Spannarbeit und Reibungsarbeit“	Ansatz ($\Delta E_{\text{kin}} = 0$) 1 · Ergebnis 1	✓ 0,75 MJ
1.2	3	Zeigen AFB II	Fachwissen <i>Energie</i> 11-3.1	FOS 11 LB 3 Energie: „bilanzieren diese quantitativ unter Anwendung des Prinzips der Energieerhaltung“	Energiebilanz 1 · Umformung 1 · Ergebnis 1	✓ $25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
1.3.1	2	Stellen AFB I	Kommunikation <i>Wechselwirkung</i> 11-2.2	FOS 11 LB 2 Dynamik: „indem sie rechnerische und zeichnerische Strategien mithilfe von Kräfteplänen verfolgen“	zwei Kräfte 1 · resultierende Kraft 1	✓ im höchsten Punkt: F_G und Sitzkraft beide zum Mittelpunkt ($F_S > 0$)
1.3.2	4	Ermitteln AFB II	Fachwissen <i>Energie, Wechselwirkung</i> 11-3.3	FOS 11 LB 3 Energie: „setzen den Energieerhaltungssatz zusätzlich zum Impulserhaltungssatz und dem Kraftkonzept vorteilhaft ein, um realitätsnahe Situationen (z. B. Loopingfahrt“	v_C^2 1 · Kraftansatz 1 · Verhältnis 2	✓ 1,2
1.4	2	Nehmen AFB III	Bewertung <i>Energie</i> 11-3.1	FOS 11 LB 3 Energie: „bilanzieren diese quantitativ unter Anwendung des Prinzips der Energieerhaltung“	Urteil mit Begründung (Masse kürzt sich) 2	✓ v_C für $m = 2,4 \text{ t}$ und $m = 3,0 \text{ t}$ gleich

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.1	3	Erläutern AFB II	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Lenz'sche Regel“	Flussänderung/- Induktion 1 · Lenz 1 · Krafttrichtung 1	✓ Fluss nimmt beim Eintauchen zu
2.2	3	Zeigen AFB II	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“	$\Phi = B \cdot b \cdot x$ 1 · Ab- leitung 1 · Wert 1	✓ 8,0 V
2.3	3	Skizzieren AFB I	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“	je Phase (ein, im Feld, aus) 1	✓ Feld länger als Schleife → Phase U = 0 existiert
2.4	4	Zeigen AFB II	Erkenntnisge- winnung <i>Energie, Materie, Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 11-4.1	FOS 11 LB 4 Praktikum: „Im Fall von sich ergebenden Ausgleichsgeraden erläutern sie, ausgehend von der physikalischen Theorie, die der Messreihe zugrunde liegt, die physikalische Bedeutung der Proportionalitätskonstante.“	Diagramm/Ur- sprungsgerade 2 · k 2	✓ 0,60 $\frac{\text{kN s}}{\text{m}}$
2.5	2	Berechnen AFB I	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“	Ansatz 1 · Ergeb- nis 1	✓ 5,0 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
2.6	2	Erläutern AFB III	Bewertung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Lenz'sche Regel“	$F \rightarrow 0$ für $v \rightarrow 0$ 1 · Folgerung 1	✓ $F(v) = k \cdot v \rightarrow 0$

Wahl-Aufgabengruppe W 2

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.1	2	Bestimmen AFB I	Erkenntnisge- winnung <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/- Wellen: „lineares Kraftgesetz, Richtgröße“	Ablesen 1 · D 1	✓ 150 $\frac{\text{N}}{\text{m}}$
1.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-1 (Inhalt)	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „freier Fall, Fallbeschleunigung“	Ansatz 1 · Ergeb- nis 1	✓ 20 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
1.3	4	Zeigen AFB II	Fachwissen <i>Energie</i> 11-3.1	FOS 11 LB 3 Energie: „bilanzieren diese quantitativ unter Anwendung des Prinzips der Energieerhaltung“	Ansatz 1 · Gleichung 1 · quadr. Gleichung 1 · Lösung 1	✓ 20 m
1.4.1	3	Begründen AFB II	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“	Gleichgewicht $1 \cdot F = -D \cdot y$ 1 · Schluss 1	✓ $F_{\text{res}}(y) = mg - D(s_0 + y) = -D \cdot y$ für $s_0 = mg/D$
1.4.2	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung, Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2.4	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Zusammenhänge zwischen dieser und anderen charakteristischen Schwingungsgrößen (Eigenfrequenz, Periodendauer, Schwingungsenergie, Amplitude, Masse)“	Formel 1 · Ergebnis 1	✓ 4,4 s
1.4.3	3	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“	Amplitude 1 · Ansatz 1 · Ergebnis 1	✓ $30 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
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	✓ tiefster Punkt: $a = D \cdot s/m - g \neq 0 \rightarrow$ falsch ✓ $T \propto \sqrt{m} \rightarrow$ wahr ✓ größere Masse $\rightarrow$ tieferer Punkt $\rightarrow$ wahr ✓ Reißkraft nicht angegeben (Diagramm bis 3,75 kN) $\rightarrow$ nicht entscheidbar
2.1	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 11-1 (Inhalt)	FOS 11 LB 1 Bewegungen: „Koordinatengleichungen für eine geradlinige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit“	Hin- und Rückweg 1 · Ergebnis 1	✓ 1,0 m
2.2.1	4	Ermitteln AFB II	Erkenntnisgewinnung <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“	λ 1 · Messen Δs 1 · $\Delta s/\lambda$ und Entscheidung 2	✓ 8,5 mm ✓ 1,7 cm ✓ $\Delta s/\lambda = 2,0 \pm 0,05 \rightarrow$ Maximum 2. Ordnung

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.2.2	2	Erläutern AFB III	Kommunikation <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-2 (Inhalt)	FOS 12 LB 2 Schwingungen/-Wellen: „Gangunterschied, Bedingungen für Maxima und Minima der Überlagerungsamplitude“	λ kleiner 1 · keine konstruktive Interferenz mehr 1	✓ $f \uparrow \rightarrow \lambda = c/f \downarrow$
2.3	2	Untersuchen AFB III	Bewertung <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“	wahre Laufzeit 1 · Abweichung 1	✓ 4,6 cm

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>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 · Ergebnis W 1	✓ 48 mC ✓ 7,7 J
1.2	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)“	Tangente 1 · I_0 1 · Ansatz R 1 · Ergebnis 1	✓ 160 mA ✓ 2,0 kΩ
1.3	2	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)“	Startwert 1 · Abnahme gegen 0 1	✓ $I(t) = I_0 \cdot e^{-t/\tau}$ fällt monoton gegen 0
1.4	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Wechselwirkung</i> 12-3 (Inhalt)	FOS 12 LB 3 Felder: „Energieinhalt des elektrischen Feldes eines Kondensators“	Differenz der Energien 1 · Ergebnis 1	✓ 6,9 J
1.5	4	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“	Formel/Umformung 1 · A 1 · Größenvergleich 1 · Urteil 1	✓ $1,7 \cdot 10^3 \text{ m}^2$
2.1	3	Erklären AFB II	Kommunikation <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“	Flussänderung 1 · Selbstinduktion/-Lenz 1 · $U_0 = L \cdot \dot{I} + R \cdot I$ 1	✓ $\dot{I}(0) > 0, \dot{I} \rightarrow 0$

Nr.	BE	Operator	Kompetenz	Lehrplanbezug (Kompetenzerwartung bzw. Inhalt, wörtlich)	BE-Begründung	Unabhängige Prüfung
2.2	4	Ermitteln AFB II	Erkenntnisgewinnung <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.“	R aus Endwert 2 · Tangente 1 · L 1	✓ 12 Ω ✓ 12 mH
2.3	2	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Energieinhalt des Magnetfeldes einer Spule“	Formel 1 · Ergebnis 1	✓ 1,5 mJ
2.4	3	Berechnen AFB I	Fachwissen <i>Systeme im Gleich- und Ungleichgewicht</i> 12-4 (Inhalt)	FOS 12 LB 4 Induktion: „Selbstinduktion, Definition der Induktivität“	Ansatz 1 · Ergebnis 1 · Vergleich 1	✓ 300 V ✓ Faktor 50 gegenüber U_0
2.5	3	Erläutern AFB II	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“	Energie/Abbau 1 · Funke 1 · Gefahr 1	✓ $W_{\text{mag}} > 0$ muss beim Abschalten umgesetzt werden

Vielfalt: Kontexte gegenüber Originalen 2019–2025 und eigenen Prüfungen

Kontext	Gruppe	bisher verwendet
Achterbahn	W	neu
Wirbelstrombremse	W	neu
Bungee	W	neu
Ultraschallsensor	W	neu
Blitzgerät	W	neu
Zündspule	W	neu
E-Scooter	P	neu
Kettenkarussell	P	2020
Federpendel	P	2021, 2023
Seilwelle	P	2020, 2023
Elektrofilter	P	neu
Hufeisenmagnet	P	neu
Spule im Magnetfeld	P	neu

Aufgabenmuster (Anzahl Originaljahrgänge 2019–2025, in denen das Muster vorkommt): stellungnahme 0, selbstinduktion 0, induktion-qualitativ 1, looping 1, ki-ankreuz 1, zentripetalkraft 2, kraft-auf-leiter 2, t-phi-t-u 2, spule-durch-feld 2, kraftgesetz 2, periodendauer 3, messreihe 3, laden-entladen 3, diagramm-t-v 4, kraefteplan 4, teilchen-im-feld 4, energieerhaltung 4, interferenz 4, kondensator 4, welle-momentbild 5, ankreuz 6. Seltene oder neue Muster: induktion-qualitativ, ki-ankreuz, looping, selbstinduktion, stellungnahme. Neu (weder in den Originalen noch in früheren eigenen Prüfungen): selbstinduktion, stellungnahme. Abgeglichen mit eigenen Prüfungen: 006, 005, 004, 003, 002.

Abbildungen: Inhalt und Übereinstimmung mit dem Modell des Textes

Abbildung	zeigt	Größen, Punkte, Bemaßung ↔ Text
abbPeinsdiagramm	t- v_x -Diagramm, 5-mm-Raster quadratisch ($1\text{ s} \hat{=} 1\text{ m/s} \hat{=} 7\text{ mm}$)	✓ Knicke bei 4 s, 10 s, 13 s auf Rasterpunkten; $v_x = 6,0\text{ m/s}$ wie Rechnung
abbPeinsleer	leeres t- a_x -Koordinatensystem, quadratisch	✓ Bereich $-3...2\text{ m/s}^2$ enthält $a_x = 1,5$ und $-2,0\text{ m/s}^2$
abbPzwei	Kettenkarussell schematisch, Kette 40° zur Senkrechten	✓ α zwischen Kette und Senkrechter wie im Text; r von Drehachse bis S (Kreisbahn von S)
abbPdrei	t-y-Diagramm, Raster $0,1\text{ s} \hat{=} 1\text{ cm} \hat{=} 5\text{ mm}$	✓ $\hat{y} = 4,0\text{ cm}$, $T = 0,80\text{ s}$, Start in der Ruhelage nach oben (y-Achse nach oben wie Text)
abbPvier	Momentbild bei t1, Raster $0,25\text{ m} \hat{=} 2,5\text{ cm} \hat{=} 6\text{ mm}$	✓ Front bei $x = 3,0\text{ m} = c \cdot t_1$, $\lambda = 2,0\text{ m}$; Erreger bei $x = 0$ wie Text
abbPfuenf	Plattenkondensator, obere Platte +, Staubkorn	✓ d zwischen den Platteninnenseiten bemaßt; Polung wie Text (oben positiv)
abbPsechs	Querschnitt Leiter zwischen N und S	✓ Strom in die Zeichenebene ($\otimes$) wie Text; Feld $N \rightarrow S$ waagrecht
abbPsieben	t- Φ -Diagramm, $5\text{ ms} \hat{=} 0,1\text{ mWb} \hat{=} 8\text{ mm}$	✓ $\hat{\Phi} = 0,40\text{ mWb}$, Abschnitte $10/20/20\text{ ms}$ wie Rechnung
abbPsiebenleer	leeres t- U_{ind} -Koordinatensystem, $5\text{ ms} \hat{=} 4\text{ V} \hat{=} 8\text{ mm}$	✓ Bereich $\pm 12\text{ V}$ enthält $-8,0\text{ V}$ und $4,0\text{ V}$ auf Rasterlinien
abbWeins	Achterbahnprofil (nicht maßstäblich)	✓ h_A von B-Niveau bis A, h_C von B-Niveau bis C (höchster Punkt des Loopings) wie Text
abbWeinsC	Ausschnitt Looping: Bahn als Kreisbogen um M, Wagen mit Punkt C	✓ C liegt auf der gezeichneten Bahn (Radius r um M), r von M bis zur Bahn – Massenpunktmodell wie Text 1.0/1.3.0
abbWzwei	Draufsicht: Leiterschleife vor dem Feldbereich (B in die Ebene)	✓ b senkrecht zur Bewegung bemaßt ($U = B \cdot b \cdot v$); Feld länger als Schleife wie Text
abbWzweileer	leeres t- U_{ind} -Koordinatensystem (qualitativ)	✓ ohne Skala, wie „qualitativ“ im Text
abbBeins	s-F-Diagramm des Seils, $2,5\text{ m} \hat{=} 0,5\text{ kN} \hat{=} 5,5\text{ mm}$	✓ Ursprungsgerade $D = 150\text{ N/m}$, endet bei 25 m ($3,75\text{ kN}$) – Reißkraft bewusst nicht ablesbar (1.5)
abbUzwei	maßstäblicher Lageplan $1\text{ cm} \hat{=} 1\text{ cm}$: S1, S2 (Punkt mittig im Symbol), P	✓ $ S1P = 5,0\text{ cm}$, $ S2P = 6,7\text{ cm}$ von den Mittelpunkten gemessen; Abstand $S1S2 = 3,0\text{ cm}$
abbKschaltung	Ladeschaltung U0, S, R, C (circuitikz)	✓ Reihenschaltung wie Text; R ohne Wert (wird in 1.2 bestimmt)
abbKdiagramm	t-Q-Diagramm, $0,1\text{ s} \hat{=} 5\text{ mC} \hat{=} 5,6\text{ mm}$	✓ $Q_{\text{max}} = 48\text{ mC}$, Tangente im Ursprung trifft 48 mC bei $0,30\text{ s}$ (ablesbar)
abbKleer	leeres t-I-Koordinatensystem (qualitativ)	✓ t-Achse $0...1,5\text{ s}$ wie Text, I ohne Skala
abbSschaltung	Spule (L als Bögen nach IEC 60617, R_L) mit Schalter an U_0	✓ L und R_L im gestrichelten Kasten „Spule“ = eine reale Spule wie Text
KI-Bild achterbahn-w1	Alltagsbild Achterbahn mit Hügel und Looping (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext, keine Messwerte; Hügel vor Looping wie Profil 1.0
KI-Bild bungee-w2	Alltagsbild Bungeesprung von einer Talbrücke (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext; Seil am Brückengeländer befestigt wie Text
KI-Bild blitz-w3	Alltagsbild Systemkamera mit Aufsteckblitz (KI, Graustufen)	✓ nur Kontext (Blitzgerät), keine Werte
abbSdiagramm	t-I-Diagramm, $0,25\text{ ms} \hat{=} 0,05\text{ A} \hat{=} 4\text{ mm}$	✓ Endwert $0,50\text{ A}$, Tangente im Ursprung erreicht $0,50\text{ A}$ bei $1,0\text{ ms}$

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	07.10.2026 12:51	563c3527
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	06.10.2026 22:48	b6168558

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	365	609aa731
vorlage/werte.py	Zahlen mit Einheiten und gültigen Ziffern → wer-te.tex	121	dbe8ab8e
vorlage/pruefung-pruefen.py	formale Prüfung, Fachbegriff-Abgleich, Prüfbericht	220	3c7bfc6e
vorlage/abbildungen-pruefen.py	Überlappungen, Mehrfachdruck, Kontaktbogen	269	35c349d0
vorlage/abnahmeprotokoll.py	Abnahme: Lehrplanzitate, zweiter Rechenweg, AFB je Wahl	435	37df6c91
vorlage/technikprotokoll.py	dieses Protokoll	170	394b930d
bauen.sh	Ablauf aller Schritte	124	8ff5f850
eigene/001/rechnung.py	alle Zahlen und Diagrammdaten der Prüfung	129	331acaad
eigene/001/abnahme.py	Abnahmedaten je Teilaufgabe	221	b5baaef4
eigene/001/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösungsskizze)	246	e94e79fb

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py + werte.py	90 Werte mit Einheiten, 21 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-001-loesung.pdf	11 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-001-pruefbericht.pdf	18 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-physik-001.pdf	18 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Formale Prüfung	pruefung-pruefen.py (Aufgaben + Lösung)	47 Teilaufgaben, 130 BE, (G) 47 %; Nummern, BE-Summen, Operatoren, Ankreuz-Hinweise, Schreibweisen, Lösung vollständig, Fachbegriffe gegen Lehrplan/Originale: 0 Fehler, 2 Warnungen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-001-loesung.pdf	17 Abbildungen, 0 Überlappungen, 2 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Abbildungen	abbildungen-pruefen.py: fachabitur-physik-001.pdf	22 Abbildungen, 0 Überlappungen, 1 Hinweise (helle Linien); Kontaktbogen angesehen
Kopiertauglichkeit	bauen.sh, Option --kopie (Graustufen, S/W-Schwelle, 150 dpi)	0 Seiten erzeugt, nicht erzeugt
Abnahme	abnahme.py + abnahmeprotokoll.py	47 Teilaufgaben, 38 Rechenwerte, 26 Prüfsätze, 23 Abbildungen – 0 Befunde
Prüfrunden (Claude)	pruefprotokoll.md	9 Runden: R1 – Satz/Layout (Sichtprüfung aller Seiten, 80 dpi); R2 – Kennzahlen (pruefung-pruefen.py); R3 – Lösungshinweise; R4 – Schülerlauf + Fachmitarbeiter (qualitaet.md); R5 – Kontrolllauf ohne Befund; R6 – Abnahme (abnahme.py, Protokoll am Ende der Lösungshinweise); R7 – Vorbeugung und technisches Prüfprotokoll; R8 – Rückmeldung Betreiber (Durchsicht der PDFs); R9 – Alltagsbilder (Hinweis Betreiber)
Blindtest	Claude-Agent, frischer Kontext (scripts/blindloesung.py)	2026-10-07: 47 Teilaufgaben, 2 kritische Meldung(en) · PDF c96d1856767539d3 (ältere Fassung der Aufgaben-PDF)
Nachkontrolle	Agent pruefer-nach (nur geänderte Stellen)	2026-10-07: 3 von 3 Stellen behoben · PDF fb393979af785939 (ältere Fassung der Aufgaben-PDF)
Nachkontrolle 3a	Agent pruefer-nach (nur geänderte Stellen)	: 7 von 7 Stellen behoben · PDF ? (ältere Fassung der Aufgaben-PDF)
3a Hinweise	hinweise.json (scripts/hinweise_bericht.py)	11 Hinweise bearbeitet: 7 geändert, 4 begründet
Layout danach	git diff der Aufgaben-tex: nur Kästchen-, Umbruch- und Abstandszeilen; pdftotext alt/neu: nur Kopf-/Fußzeile einer Seite weniger	2026-10-07: Kästchen auf ≥ 3 bzw. 4 Zeilen je BE (vorlage/kaestchen-anpassen.py), Seitenumbrüche angepasst; 07.10. nachmittags: 3.0–3.3 auf einer Seite (Ankreuzzeilen kompakter, 2 Abstände kleiner), Betreiber: „bricht bei Seite 5 komisch“ – Text unverändert (geprüft) · PDF 30ab298456e2b4d5 (ältere Fassung der Aufgaben-PDF)
Fachliche Durchsicht	Fachmitarbeiter Physik	offen – Unterschrift im Abnahmeprotokoll

5 Dienste, Daten, Stand

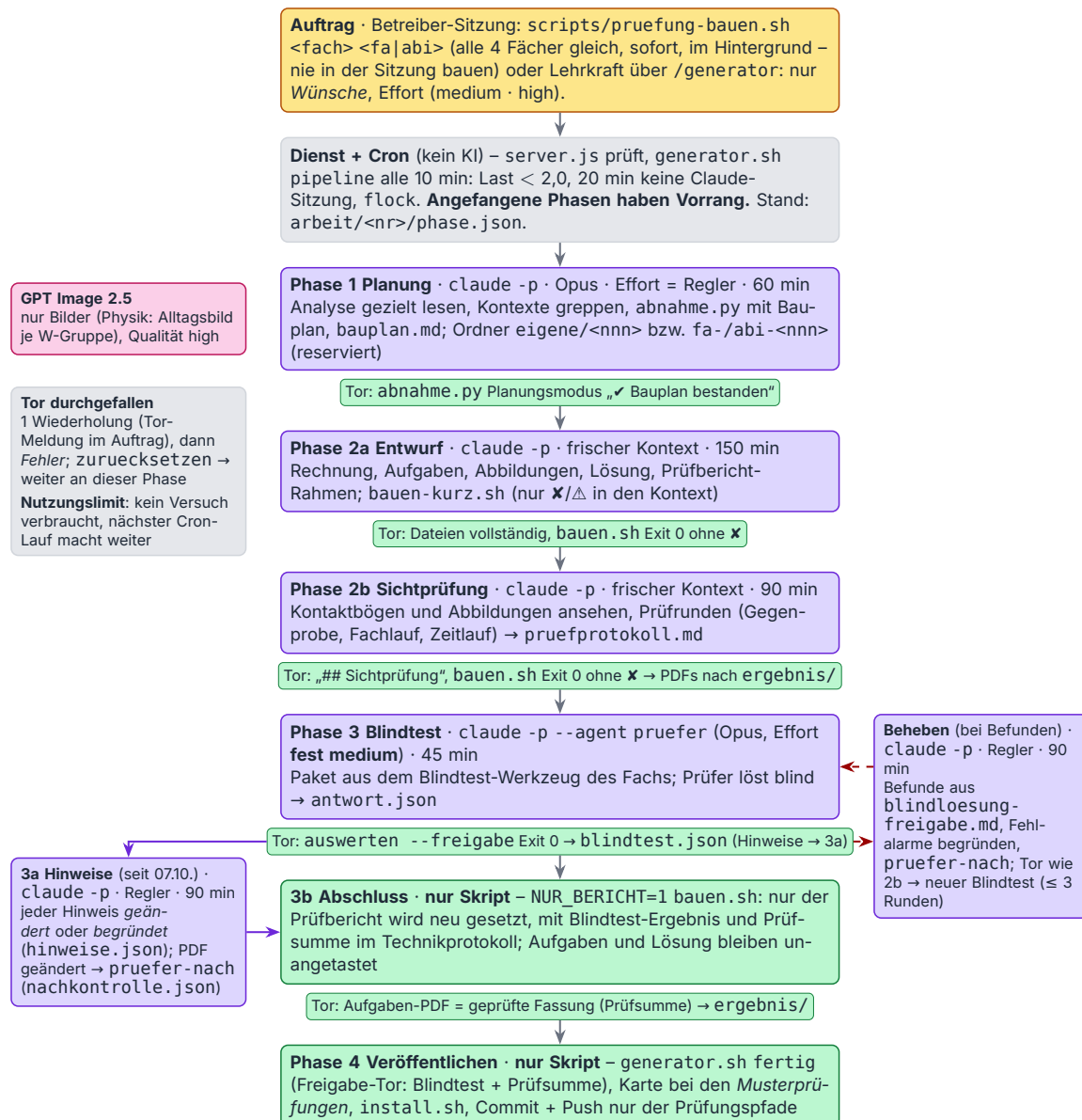
Bereich	Angabe
Externe Dienste	3 KI-Bilder (OpenAI GPT Image, Prüfungsstil Graustufen; im PDF mit „KI-generiert“ gekennzeichnet; Modell/Datum/Motiv in abb/README.md); keine personenbezogenen Daten in Prompts
Daten	keine personenbezogenen Daten; Training mit Gesprächsinhalten im Claude-Konto des Betreibers ausgeschaltet
Repository	Basis-Commit 6ab7d4a 2026-10-07; gegenüber diesem Commit geänderte Dateien: 2 (werden mit dieser Fassung committet)
Erzeugt	07.10.2026 12:55 mit bauen.sh eigene/001

6 Verbrauch (Claude-Tokens, Bilder, Ton)

Bereich	Angabe
Erstellung	03.10.2026 06:26 bis 10:00 (213 min, Sitzung 5a764b39, gefunden über die Anlage der Aufgaben-TeX fachabitur-physik-2026-a.tex; Anlass: „Ziel ist einen neuen skill zu entwerfen, der professionell fachabiturprüfungen a“)
Erstellung gesamt	Eingabe 235.649.996 (235,6 Mio.) · Ausgabe ≈ 688.295 Tokens (Ausgabe aus der Textlänge geschätzt, ohne Denken) · Anteil dieser Prüfung ≈ 117,8 Mio. Eingabe
Gemeinsamer Arbeitsgang	in diesem Arbeitsgang entstanden 2 Prüfungen (fachabitur-physik-2026-a, fachabitur-physik-2026-b) – die Zahlen der Erstellung gelten für den ganzen Arbeitsgang, Anteil je Prüfung ≈ 1/2
Claude Hauptlauf	Opus: 476 Antworten · Eingabe 235.649.996 Tokens (davon Cache gelesen 234.369.330) · Ausgabe ≈ 688.295
Kontext Hauptlauf	beim Start 774 k, größter 968 k Tokens · Startkontext bei jeder Antwort mitgelesen: 368,5 Mio. (156 % der Eingabe; ohne Vorarbeit in der Sitzung wären es ≈ 30 k je Antwort)
Claude-Agent pruefer	Volllauf Physik 001 (07.10.2026) · Opus: 8 Antworten · Eingabe 284.069 Tokens · Ausgabe ≈ 6.319
Claude-Agent pruefer-nach	Nachkontrolle Physik 001 (07.10.2026) · Opus: 12 Antworten · Eingabe 293.259 Tokens · Ausgabe ≈ 2.201
Claude-Agent pruefer-nach	Nachkontrolle Physik 001 Hinweise+Fachschaft (07.10.2026) · Opus: 6 Antworten · Eingabe 158.512 Tokens · Ausgabe ≈ 2.056
Prüfagenten danach	3 Läufe · Eingabe 735.840 · Ausgabe ≈ 10.576 Tokens
Anteil dieser Prüfung	≈ 118,6 Mio. Eingabe (1/2 der Erstellung + eigene Prüfagenten) · Ausgabe ≈ 354.724 Tokens
Gesamt (ganzer Arbeitsgang)	Eingabe 236.385.836 (236,4 Mio.) · Ausgabe ≈ 698.871 Tokens

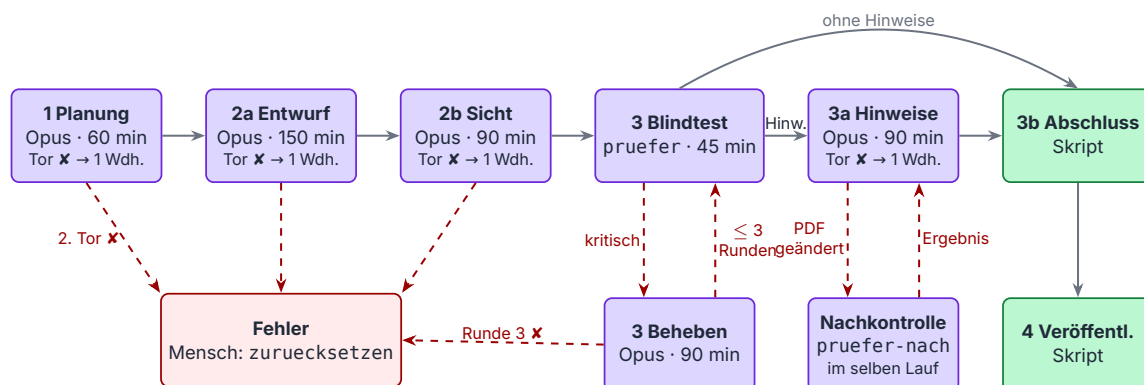
7 Technische Pipeline

Schritt	Art / Zeit	Ergebnis
Pipeline	Claude-Sitzung (ohne Phasen-Pipeline)	Erstellung, Prüfung und Korrekturen in einer laufenden Claude-Sitzung nach Skill; die Prüfschritte stehen darunter bzw. unter 4 Prüfprozess. Die Phasen-Pipeline (Bild) gilt für Generator-Aufträge seit 06.10.2026.



Ablaufbild der Phasen-Pipeline (docs/pipeline/pipeline-ablauf.pdf, Stand der Erstellung dieses Berichts).

Schleifen und Verbrauch je Schritt



Durchgezogen: normaler Weg. Gestrichelt: Schleifen. Jede Phase hat **eine** Wiederholung bei durchgefallenem Tor (die Tor-Meldung steht im neuen Auftrag), danach **Fehler** → Mensch. Nutzungslimit zählt nicht als Versuch.

Schritt	Schleife / Abbruch	Tokens je Lauf	Grundlage
1 Planung	1 Wiederholung, dann Fehler	nachgerechnet ≈ 1,6 Mio. (17 Antworten)	Bio fa-002, Kontext je Antwort aus dem Sitzungsprotokoll, Sockel 30 k + 15 k Übergabe ebenso
2a Entwurf	1 Wiederholung, dann Fehler	nachgerechnet ≈ 4,1 Mio. (38 Antworten)	
2b Sichtprüfung	1 Wiederholung, dann Fehler	nachgerechnet ≈ 1,8 Mio. (24 Antworten, 12 Seitenbilder)	
3 Blindtest	≥ Beheben, höchstens 3 Runden	gemessen 0,28–0,38 Mio. Eingabe, 5–9 k Ausgabe, 8–10 Antworten	Volläufe Physik 001/004/006, BwR fa-002 (06./07.10.)
3 Beheben	je Runde 1 Lauf + pruefer-nach	Schätzung 1–2 Mio. + Nachkontrolle 0,2–0,3 Mio.	Nachkontrolle gemessen 0,20–0,29 Mio.
3a Hinweise	1 Lauf (+ Nachkontrolle, falls PDF geändert)	nachgerechnet ≈ 1,5 Mio. + 0,2–0,3 Mio.	Bio fa-002 (12 Hinweise, 1 Nachkontrolle)
3b Abschluss, 4	keine	0 (nur Skript)	–
Summe		≈ 9 Mio. je Prüfung ohne Beheben-Runde (nachgerechnet)	dieselbe Prüfung in einer langen Sitzung: gemessen 50 Mio. (59 % mitgeschleppter Vorkontext)

Messen: generator.sh phase zeigen <nr> zeigt je Phase Tokens, gelesenen Kontext, Ausgabe, Antworten, Minuten; das technische Prüfprotokoll übernimmt diese Zeilen (Abschnitt „Technische Pipeline“) – ohne Generator-Auftrag stehen dort die Prüfagenten. „Eingabe“ zählt den bei jeder Antwort erneut gelesenen Kontext mit (deshalb das Vielfache der Kontextgröße). „Nachgerechnet“: echte Antworten von Bio fa-002, Kontext je Phase neu begonnen (07.10.2026). Der erste Lauf in der Pipeline ersetzt das durch Messwerte; der Prüfbericht zeigt sie je Phase (Deckblatt + Technische Pipeline).

Schleifen und Verbrauch je Schritt (Seite 2 des Ablaufbilds). Die tatsächlich gelaufenen Schritte dieser Prüfung stehen in der Tabelle oben, gemessene Tokens der Prüfagenten im Abschnitt Verbrauch.

Bearbeitung der Hinweise (Pipeline-Phase 3a)

Nach bestandenem Freigabe-Tor (keine kritische Stelle) wurde jeder Hinweis des Agenten einmal bearbeitet: 11 Hinweise, davon 7 im Text, in Abbildungen oder im Erwartungshorizont geändert, 4 begründet belassen.

Hinweis	Maßnahme	Änderung bzw. Begründung
P 1.0/1.2: Achsenzahlen 6 und 8 an der t-Achse tiefer gesetzt	geändert	Knoten der Achsenzahlen mit fester Höhe (text height/depth) – vorher richteten sie sich an der Glyphenoberkante aus, 6/8 standen 0,4 pt tiefer; neue Bauprüfung vorlage/grundlinie-pruefen.py (fand dasselbe auch in 002).
P 7.1: Vorzeichen hängt von der Konvention ab	geändert	Erwartungshorizont: auch +8 V/–4 V bei stimmiger Zählrichtung richtig.

Hinweis	Maßnahme	Änderung bzw. Begründung
W 1 1.3.2: Skizze legt $r \approx h_C/2$ nahe, angegeben ist $r = 7,5$ m	begründet	r ist ausdrücklich angegeben, Bahn nur im Bereich von C als Kreisbogen, Skizze „nicht maßstabsgetreu“ – eindeutig.
Text W 1 1.0/1.3.0: Loopingskizze suggeriert anderen Radius	begründet	wie oben.
W 1 2.5: unklar, ob $m = 2,4$ t die Fahrgäste enthält	geändert	„... die der Zug der Masse $m = 2,4$ t (wie in 1.0) ... erfährt“.
W 2 1.4.1/1.4.2: Amplitude $> s_0$, das Seil erschlafft – Periodendauer „dieser Schwingung“	geändert	„Periodendauer T dieser harmonischen Schwingung“; 1.4.0 sagt „solange das Seil gedehnt ist“; Korrekturhinweis im Erwartungshorizont.
W 3 1.5: „Elektrolytkondensator“ kommt unvermittelt	geändert	1.0: „in einem Elektrolytkondensator der Kapazität ...“.
Text P 1.0/1.2: Achsenzahlen uneinheitlich	geändert	Knoten der Achsenzahlen mit fester Höhe (text height/depth) – vorher richteten sie sich an der Glyphenoberkante aus, 6/8 standen 0,4 pt tiefer; neue Bauprüfung vorlage/grundlinie-pruefen.py (fand dasselbe auch in 002).
Namen/Fakten: Blitz erlischt bei etwa 100 V	begründet	Löschspannung von Xenonröhren 50–100 V (Agent); Modellwert.
Namen/Fakten: Bremsverzögerung 5 m/s^2 bei 20 m/s	begründet	$\approx 0,5 \text{ g}$, für Achterbahnbremsen plausibel (Agent).
Nachkontrolle: $k = 0,60 \text{ kN s/m}$ noch mit Schrägstrich	geändert	Einheit als Bruch (rechnung.py), Bauprüfung liest werte.tex mit.

Nachkontrolle der geänderten Stellen (Agent mit frischem Kontext, Aufgaben-PDF 4f00803ca6dfcf32): alle Stellen behoben.

- **(1) W 1 2.5 Masse $m = 2,4$ t (wie in 1.0)** – behoben: Masse stimmt mit 1.0 überein; $a = k \cdot v / m = 0,60 \text{ kN s/m} \cdot 20 \text{ m/s} / 2400 \text{ kg} = 5,0 \text{ m/s}^2$ (Tabelle 11,9 kN ergibt $4,96 \text{ m/s}^2$), eindeutig.
- **(2) W 2 1.4.2 Periodendauer der harmonischen Schwingung** – behoben: Mit 1.4.0 ('solange das Seil gedehnt ist') und 'dieser harmonischen Schwingung' ist $T = 2\pi \cdot \sqrt{(m/D)} \approx 4,4 \text{ s}$ gemeint. Die Amplitude um die Gleichgewichtslage ($\approx 14,8 \text{ m}$) ist größer als die Dehnung dort ($\approx 4,9 \text{ m}$), das Seil erschlafft also. Die tatsächliche Bewegung wiederholt sich deshalb nicht mit T ; das stört die Lesart aber nicht. $a_{\text{max}} = (D \cdot s_{\text{max}} - m \cdot g) / m \approx 29,7 \text{ m/s}^2$.
- **(3) W 3 1.0 Elektrolytkondensator** – behoben: 1.0 nennt jetzt den Elektrolytkondensator, 1.5 bezieht sich darauf. Der Luft-Plattenkondensator bräuchte $A \approx 1,7 \cdot 10^3 \text{ m}^2$, also ist der Vorschlag ungeeignet; die Werte sind stimmig.
- **(4) Achsenzahlen auf einer Grundlinie; Wertetabelle W 1 2.4 mit Einheit als Bruch** – behoben: In den angesehenen Diagrammen (P 3, W 2, W 3 1.0) stehen die Achsenzahlen auf einer Linie; in der Tabelle 2.4 steht m/s als Bruch in einer höheren Zeile und ist gut lesbar.
- **(5) Formelzeichen s , W_{mag} , (G) bei W 2 1.5, Einheiten als Bruch** – behoben: P 1.1 'die Strecke s ', W 3 2.3 'die Energie W_{mag} ' und ' (G) ' bei W 2 1.5 sind vorhanden. Ausnahme: siehe Hinweis zu k in W 1 2.4.

- **(6) 3.0–3.3 auf einer Seite** – behoben: Seite 5 enthält 3.0 bis 3.3 vollständig, die Tabelle ist lesbar, und die Fußzeile ist frei. Lösungen: $\hat{y} = 4 \text{ cm}$, $T = 0,8 \text{ s}$, $D \approx 24,7 \text{ N/m}$; Ankreuzen: falsch/wahr/falsch/nicht entscheidbar – eindeutig.
- **Nacharbeit nach der Nachkontrolle: W 1 2.4 Einheit von k als Bruch** – behoben: „kN s/m“ kam aus `werte.tex` (`rechnung.py`) – jetzt `\{\kilo\}\{\newton\}\{\second\}\{\per\}\{\metre\}`; Prüfung `pruefung-pruefen.py` liest `werte.tex` jetzt mit (Gegenprobe $\times$ auf der alten Datei).
- **Neuer Befund (hinweis): W 1 2.4:** Das mögliche Ergebnis ' $k = 0,60 \text{ kN s/m}$ ' steht mit Schrägstrich in der Zeile. Das widerspricht der Vorgabe 'alle Einheiten als Bruch' (in W 2 1.1 steht N/m als Bruch).