

Musterprüfung Nr. 005

Prüfbericht

Mathematik · Nichttechnische Ausbildungsrichtungen

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)

Erstellung: nicht erfasst – keine Claude-Sitzung gefunden, die die Aufgaben-TeX angelegt hat (Protokoll gelöscht oder Prüfung umbenannt)

Prüfagenten gesamt: 3 Läufe · Eingabe 582.138 · Ausgabe ≈ 10.629 Tokens

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

Abnahmeprotokoll

1 Ergebnis der Abnahme

Alle Prüfungen bestanden (0 Befunde).

2 Übersicht: Kompetenzen, AFB, Operatoren, Leitideen

Prozessbezogene Kompetenz	Bedeutung (Kompetenzstrukturmodell LehrplanPLUS FOSBOS)
K1 Argumentieren	inhaltlich-anschaulich begründen: Entscheidung, Verfahren, Eigenschaft, Gültigkeit eines Modells
K2 Kommunizieren	Texte/Aussagen mit mathematischem Inhalt verstehen; Überlegungen und Ergebnisse fachsprachlich darstellen
K3 Modellieren	reale Situationen mathematisch beschreiben: Modell und Annahmen wählen, Lösung interpretieren, Grenzen
K4 Probleme lösen	Lösung ohne vorgegebenes Verfahren: auswählen, kombinieren, abwandeln (meist innermathematisch)
K5 Darstellungen verwenden	Darstellungen (Graph, Tabelle, Baumdiagramm, Vierfeldertafel, Term) erstellen, wechseln, auswerten
K6 mit math. Objekten umgehen	Definitionen, Regeln, Algorithmen, Formeln anwenden; formales Arbeiten mit Termen, Gleichungen, Funktionen
K7 mit Medien arbeiten	analoge und digitale Medien reflektiert einsetzen (Software, Applets, KI)

Anforderungsbereich	Beschreibung (KMK) · Richtwert
I	Reproduzieren: Wissen und bekannte Verfahren in geübtem Zusammenhang ($\approx 30\text{--}40\%$)
II	Zusammenhänge herstellen: Verfahren verknüpfen, Darstellungen auswerten, Sachkontext übersetzen ($\approx 40\text{--}50\%$)
III	Verallgemeinern und Reflektieren: eigene Wege, begründen, Modell beurteilen ($\approx 10\text{--}20\%$)

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Begründen	Aussage oder Wahl schlüssig belegen
Berechnen	Ergebnis rechnerisch, Rechenweg erkennbar
Bestimmen	Weg frei (rechnerisch/grafisch), Ergebnis begründet
Entscheiden	begründete Auswahl zwischen Möglichkeiten
Entwickeln	Verfahren (z. B. Hypothesentest) selbstständig aufbauen
Ermitteln	wie Bestimmen, meist mehrschrittig
Erstellen	Tabelle, Vierfeldertafel oder Baumdiagramm anlegen
Geben	ohne Begründung und Rechnung nennen

Operator (in dieser Prüfung)	Bedeutung
Interpretieren	Bedeutung im Sachkontext angeben
Untersuchen	Eigenschaft prüfen, Ergebnis kann ja oder nein sein
Vervollständigen	fehlende Teile ergänzen
Zeichnen	maßstäblich, unter Verwendung bisheriger Ergebnisse
Zeigen	vorgegebenes Ergebnis nachweisen

Leitidee	Inhalt
L1 Zahlen und Operationen	Zahlbereiche, Rechenoperationen, Termumformungen, Gleichungen
L2 Größen und Messen	Größen, Einheiten, Messen und Berechnen (Längen, Flächen, Volumina)
L3 Raum und Form	geometrische Objekte und ihre Eigenschaften (Körper, Querschnitte)
L4 Funktionaler Zusammenhang	Funktionen als Zuordnung und Zusammenhang: Graphen, Änderungsrate, Integral, Modellfunktionen
L5 Daten und Zufall	Zufallsexperimente, Wahrscheinlichkeit, Verteilungen, Erwartungswert, Hypothesentest

3 Teilaufgaben: Operator, AFB, Kompetenz, Leitidee, Lehrplan, BE-Begründung

AFB nach dem tatsächlichen Anspruch der Teilaufgabe eingestuft (nicht allein nach dem Operator). Kennungen: M11/M12.Lernbereich.Nummer der Kompetenzerwartung (LehrplanPLUS FOS NT, M11 gültig ab 2017/18, M12 ab 2018/19).

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit-idee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 A	1.1	2	Untersuchen	I	K6 K1	L4	M11.1.4	nur gerade Exponenten $\Rightarrow$ achsensymmetrisch $1 \cdot f(x) \rightarrow +\infty$ für $x \rightarrow \pm\infty$ 1
T1 A	1.2	3	Ermitteln	I	K6	L4	M11.1.3	Substitution bzw. binomische Formel $(x^2 - 4)^2$ 1 • Nullstellen 1 • Vielfachheiten 1
T1 A	1.3	4	Ermitteln	I	K6	L4	M11.2.5	f' 1 • Nullstellen 0, ± 2 1 • Art 1 • Koordinaten 1
T1 A	1.4	3	Ermitteln	I	K6 K5	L4	M11.2.2	$f(1)$ und $f'(1)$ 1 • Punkt-Steigungs-Form 1 • Gleichung 1
T1 A	2.1	3	Geben	II	K5 K1	L4	M12.1.5	Nullstellen von f' 1 • Vorzeichenwechsel 1 • Art 1
T1 A	2.2	2	Begründen	III	K1 K2	L4	M12.1.5	stärkste Abnahme = kleinster Wert von f' 1 • Scheitel bei $x = 1$ 1
T1 A	3.1	2	Bestimmen	I	K6 K5	L4	M12.1.6	Stammfunktion $x^3 - 3x^2 + C$ 1 • $C = 2$ 1
T1 A	3.2	3	Berechnen	II	K6 K4	L4 L2	M12.4.3	Nullstellen 0 und 2 1 • Integral -4 1 • Flächeninhalt 4 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T1 S	1.1	2	Geben	I	K5 K2	L5	M11.3.3	vier Ergebnisse 1 · Abbruch nach Treffer 1
T1 S	1.2	2	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.5	Ereignis T; NT 1 · Wahrscheinlichkeit 1
T1 S	2.1	2	Vervoll- ständigen	I	K5 K6	L5	M11.3.3 M11.4.2	drei Teilflächen 1 · Außenbereich 1
T1 S	2.2	2	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.5	genau ein Kurs = nur E + nur S 1 · Ergebnis 1
T1 S	3.1	2	Zeigen	II	K6 K3	L5	M12.6.3	Erwartungswert der Auszahlung 1 · gleich Einsatz $\Rightarrow$ fair 1
T1 S	3.2	2	Entschei- den	III	K1 K2	L5	M12.6.3	Auszahlung sinkt bei gleichem Einsatz 1 · ungünstig 1
T2 A I	1.1	3	Bestim- men	I	K3 K6	L4	M12.2.3	Ansatz $e^{-5k} = 1/2$ 1 · Logarithmieren 1 · k gerundet 1
T2 A I	1.2	3	Ermitteln	II	K6 K3	L4 L1	M12.2.4	Ungleichung $c(t) < 1,5$ 1 · Logarithmieren 1 · Ergebnis 1
T2 A I	1.3	4	Berechnen	II	K6 K3	L4	M11.2.2 M12.1.2	Ableitung 1 · $c'(0)$ 1 · $c'(5)$ 1 · Vergleich/- Deutung 1
T2 A I	1.4	4	Zeichnen	I	K5	L4	M12.2.1	Wertetabelle 1 · Verlauf 2 · Maßstab 1
T2 A I	1.5	3	Untersu- chen	III	K1 K3	L4	M12.2.3	$c(10)$ 1 · ein Viertel bleibt 1 · Urteil 1
T2 A I	1.6	4	Untersu- chen	II–III	K3 K1	L4	M12.2.3	Überlagerung zweier Abbauterme 1 · Wert nach dem 2. Kaffee 1 · $c_2(14) > 1,5$ 1 · Modellannahme 1
T2 A I	2.1	4	Bestim- men	I	K6 K5	L4	M11.1.3	Gleichsetzen 1 · quadratische Gleichung 1 · Schnittstellen 1 · Koordinaten 1
T2 A I	2.2	2	Bestim- men	II	K4 K5	L2 L4	M12.4.3	Kästchen zählen oder Näherungsfigur 1 · Schätzwert 1
T2 A I	2.3	5	Berechnen	II	K6 K3	L4 L2	M12.4.3	Differenzfunktion 1 · Stammfunktion 1 · Integral 18 2 · Kosten 1
T2 A I	2.4	4	Ermitteln	II	K4 K6	L4	M12.1.4	Differenzfunktion $d(x)$ 1 · $d' = 0$ 1 · $x = 1$ 1 · größte Breite 4,5 m 1
T2 A I	2.5	3	Untersu- chen	III	K1 K2	L4	M12.1.4 M11.1.1	Mitte -2 und 4 ist 1 1 · Differenz quadra- tisch $\Rightarrow$ Scheitel in der Mitte 1 · nur bei quadratischer Differenz allgemein 1
T2 A I	2.6	4	Zeichnen	I	K5	L4	M11.1.5	beide Graphen 2 · Schnittpunkte 1 · Flä- che markiert 1
T2 A II	1.1	3	Ermitteln	II	K6 K1	L4	M11.1.3	Nullstelle 1 durch Probe 1 · Polynomdivi- sion/Faktorisieren 1 · Vielfachheiten 1
T2 A II	1.2	4	Ermitteln	I	K6	L4	M11.2.5	h' 1 · Nullstellen 1 und 3 1 · Art 1 · Koor- dinaten 1
T2 A II	1.3	4	Untersu- chen	II	K6 K1	L4	M11.2.5	h'' 1 · Nullstelle 2 und Vorzeichenwechsel 1 · Krümmungsintervalle 1 · Wendepunkt 1
T2 A II	1.4	4	Zeichnen	I	K5	L4	M11.1.5	Wertetabelle 1 · besondere Punkte 1 · Verlauf 1 · Maßstab 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 A II	1.5	4	Entscheiden	II–III	K1 K5	L4	M12.1.5	Graph von h' : Nullstellen bei 1 und 3, positiv dazwischen 2 · Stammfunktion: Extremstelle bei 4, Terrassenpunkt bei 1 2
T2 A II	1.6	4	Berechnen	II	K6 K3	L4	M12.4.3	Grenzen 1 und 4 1 · Stammfunktion 1 · Wert $27/4$ 1 · Flächeninhalt 1
T2 A II	2.1	3	Zeigen	II	K3 K4	L3 L2	M12.1.4	Breite $2u$, Höhe $t(u)$ 1 · Flächenterm 1 · Definitionsmenge 1
T2 A II	2.2	5	Ermitteln	I–II	K4 K6	L4	M12.1.4 M12.1.1	$A' = 0$ 1 · $u = 2$ 1 · Maximum begründet 1 · Maße 1 · Flächeninhalt 1
T2 A II	2.3	3	Untersuchen	III	K1 K4	L3 L4	M11.1.6	Tunnelhöhe am Fahrzeugrand $t(1,2)$ 1 · $3,52 \text{ m} < 3,9 \text{ m}$ 1 · Urteil (Breite berücksichtigen) 1
T2 A II	3.1	3	Berechnen	I	K6 K3	L4	M11.2.2	Ableitung 1 · Wert mit Einheit 1 · Deutung 1
T2 A II	3.2	3	Ermitteln	II	K6 K3	L4	M11.2.2 M12.1.2	$s'(t) = 9$ 1 · quadratische Gleichung 1 · beide Lösungen 10 und 30 1
T2 A II	3.3	3	Untersuchen	III	K3 K2	L4	M11.1.6	$h' < 0$ für $t > 40$ 1 · $h(60) = 0$ 1 · Gültigkeitsbereich 1
T2 S I	1.1	3	Berechnen	I	K6 K3	L5	M12.5.2	$B(20; 0,2; 4)$ 1 · $P(X \geq 6) = 1 - P(X \leq 5)$ 2
T2 S I	1.2	4	Bestimmen	II	K5 K3	L5	M12.6.5	Säulen 3 bis 5 addieren 1 · Näherungswert 1 · Erwartungswert 4 markiert 1 · Begründung np 1
T2 S I	1.3	4	Entscheiden	II	K3 K1	L5	M12.6.3	erwartete Kosten A 5,10 € 1 · B 5,15 € 1 · Entscheidung 1 · Bewertung des geringen Unterschieds 1
T2 S I	2.1	3	Erstellen	I	K5 K6	L5	M11.4.2	Vierfeldertafel aus Anteilen 3
T2 S I	2.2	3	Berechnen	II	K6 K3	L5	M11.4.6	bedingte Wahrscheinlichkeit 2 · Deutung 1
T2 S I	3.1	4	Entwickeln	III	K3 K1	L5	M12.7.1 M12.7.2 M12.7.3	Hypothesen und Testgröße 1 · Bedingung $P(X \leq k) \leq 0,05$ 1 · Ablehnungsbereich 0; ...; 13 1 · Entscheidungsregel 1
T2 S I	3.2	2	Interpretieren	II	K3 K2	L5	M12.7.3	15 nicht im Ablehnungsbereich 1 · Vermutung nicht gestützt, kein Beweis für H_0 1
T2 S II	1.1	2	Entscheiden	II	K1 K2	L5	M11.3.1	je Vorgang mit Begründung (Ausgang ungewiss, wiederholbar) 2
T2 S II	1.2	3	Erstellen	I	K5 K6	L5	M11.4.2	Vierfeldertafel 3
T2 S II	1.3	3	Untersuchen	III	K1 K2	L5	M11.4.6 M11.4.7	$P_E(G)$ 1 · $P_E(G)$ 1 · Vergleich und Urteil 1
T2 S II	2.1	4	Bestimmen	II	K3 K5 K6	L5	M12.6.1 M12.6.2 M12.6.3	Gewinnwerte 1 · Verteilung 1 · Erwartungswert 1 · Deutung 1
T2 S II	2.2	3	Ermitteln	II	K3 K4	L5	M12.6.3	Ansatz $E = 0$ mit unbekannter Auszahlung 2 · Lösung 6 € 1

Gruppe	Nr.	BE	Operator	AFB	Komp.	Leit- idee	Lehrplan	BE-Begründung
T2 S II	3	4	Berechnen	I	K6 K3	L5	M12.5.2	$B(25; 0,4; 10)$ 1 · $P(X \geq 12) = 1 - P(X \leq 11)$ 2 · Binomialverteilung begründet 1
T2 S II	4	4	Berechnen	II	K5 K6	L5	M11.3.3 M11.4.5	Ergebnisraum/Baum mit Abbruch 1 · $P(\text{Treffer im 3. Schuss})$ 1 · $P(\text{kein Treffer})$ 2

4 Verteilungen je Wahlkombination (Teil 1 + Analysis + Stochastik = 100 BE)

AFB-Richtwerte I 30–40 %, II 40–50 %, III 10–20 %; Kompetenzen und Leitideen in BE (Mehrfachnennung anteilig).

Kombination	BE	AFB I/II/III in %	Kompetenzen (BE)	Leitideen (BE)
Analysis I + Stochastik I	100	39 / 45 / 16	K1:14 K2:6 K3:24 K4:4 K5:20 K6:32	L1:2 L2:5 L4:58 L5:35
Analysis I + Stochastik II	100	40 / 45 / 15	K1:12 K2:7 K3:19 K4:6 K5:22 K6:34	L1:2 L2:5 L4:58 L5:35
Analysis II + Stochastik I	100	38 / 46 / 16	K1:16 K2:6 K3:21 K4:7 K5:16 K6:36	L2:3 L3:3 L4:59 L5:35
Analysis II + Stochastik II	100	38 / 46 / 15	K1:14 K2:7 K3:16 K4:8 K5:17 K6:38	L2:3 L3:3 L4:59 L5:35

5 Lehrplanabdeckung

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
M11.1 Ganzrationale Funktionen	32	5/7	M11.1.1, M11.1.3, M11.1.4, M11.1.5, M11.1.6
M11.2 Differenzialrechnung bei ganzrationalen Funktionen	24	2/5	M11.2.2, M11.2.5
M11.3 Zufallsexperiment und Ereignis	8	2/3	M11.3.1, M11.3.3
M11.4 Relative Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit	14	4/7	M11.4.2, M11.4.5, M11.4.6, M11.4.7
M11.5 Grundlagen der Kombinatorik	6	0/2	
M12.1 Differenzialrechnung bei ganzrationalen Funktionen	30	5/6	M12.1.1, M12.1.2, M12.1.4, M12.1.5, M12.1.6
M12.2 Exponentialfunktion und Logarithmus	20	3/4	M12.2.1, M12.2.3, M12.2.4
M12.3 Kurvendiskussion von Funktionen, die aus Verknüpfung von Exponentialfunktionen mit linearen und quadratischen Funktionen hervorgehen	20	0/2	
M12.4 Integralrechnung	14	1/3	M12.4.3
M12.5 Bernoulli-Ketten	6	1/2	M12.5.2

Lernbereich	Std.	KE	geprüft
M12.6 Zufallsgröße und Wahrscheinlichkeitsverteilung	14	4/5	M12.6.1, M12.6.2, M12.6.3, M12.6.5
M12.7 Testen von Hypothesen	8	3/3	M12.7.1, M12.7.2, M12.7.3

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M11.1.1	beschreiben und ermitteln die wesentlichen Eigenschaften von linearen und quadratischen Funktionen und deren G...	T2 A I 2.5
M11.1.3	ermitteln Nullstellen ganzrationaler Funktionen samt ihrer Vielfachheit mithilfe geeigneter Verfahren: Ausklam...	T1 A 1.2; T2 A I 2.1; T2 A II 1.1
M11.1.4	beschreiben das Verhalten der Funktionswerte ganzrationaler Funktionen für $x \rightarrow \infty$ bzw. $x \rightarrow -\infty$ und entscheiden, ...	T1 A 1.1
M11.1.5	zeichnen bzw. skizzieren die Graphen von ganzrationalen Funktionen, um z. B. die Lösungsmenge von Ungleichungen...	T2 A I 2.6; T2 A II 1.4
M11.1.6	treffen geeignete Aussagen zu Fragestellungen hinsichtlich anwendungsbezogener Vorgänge, die sich durch ganzra...	T2 A II 2.3; T2 A II 3.3
M11.2.2	deuten den Wert eines Differenzialquotienten geometrisch als Tangentensteigung, interpretieren ihn als lokale ...	T1 A 1.4; T2 A I 1.3; T2 A II 3.1; T2 A II 3.2
M11.2.5	ermitteln die größtmöglichen Intervalle, in denen der Graph einer ganzrationalen Funktion jeweils gleiches Mon...	T1 A 1.3; T2 A II 1.2; T2 A II 1.3
M11.3.1	entscheiden für verschiedene Alltagssituationen, ob sich darin Abläufe finden, bei denen es sich um Zufallsexp...	T2 S II 1.1
M11.3.3	beschreiben Ereignisse eines Zufallsexperiments, deren Gegenereignisse und Verknüpfungen mit Worten und stelle...	T1 S 1.1; T1 S 2.1; T2 S II 4
M11.4.2	bestimmen für zwei Ereignisse unter Verwendung einer Vierfeldertafel die absoluten und relativen Häufigkeiten ...	T1 S 2.1; T2 S I 2.1; T2 S II 1.2
M11.4.5	berechnen und interpretieren Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen mehrstufiger Zufallsexperimente. Dazu nutzen...	T1 S 1.2; T1 S 2.2; T2 S II 4
M11.4.6	bestimmen bedingte Wahrscheinlichkeiten bei zweistufigen Zufallsexperimenten, um diese in Bezug auf den Sachko...	T2 S I 2.2; T2 S II 1.3
M11.4.7	entscheiden, ob zwei Ereignisse stochastisch abhängig oder unabhängig sind, und erläutern ihre Entscheidung im...	T2 S II 1.3
M12.1.1	entscheiden über die Existenz und Lage von absoluten Extrempunkten und Randextrempunkten eines Funktionsgraphen...	T2 A II 2.2
M12.1.2	berechnen die Änderungsrate einer Größe mithilfe von Ableitungsfunktionen und bestimmen insbesondere Stellen s...	T2 A I 1.3; T2 A II 3.2
M12.1.4	lösen anwendungsorientierte Optimierungsprobleme (z. B. das Problem des geringsten Materialverschnitts) mit de...	T2 A I 2.4; T2 A I 2.5; T2 A II 2.1; T2 A II 2.2
M12.1.5	beschreiben und begründen, wie der Graph einer Funktion mit dem Verlauf des Graphen der zugehörigen Ableitungs...	T1 A 2.1; T1 A 2.2; T2 A II 1.5
M12.1.6	schließen aus dem Term einer Funktion auf die Terme der zugehörigen Stammfunktionen....	T1 A 3.1
M12.2.1	beschreiben und ermitteln die grundlegenden Eigenschaften der Funktion $x \mapsto a \cdot b^{\wedge}(c \cdot (x - d)) + y_0$ ($b > 0$), um b...	T2 A I 1.4

Kennung	Kompetenzerwartung (gekürzt)	Fundstellen
M12.2.3	modellieren den exponentiellen Zusammenhang zweier Größen in anwendungsorientierten Problemstellungen (z. B. K...	T2 A I 1.1; T2 A I 1.5; T2 A I 1.6
M12.2.4	berechnen, für welche Werte der unabhängigen Größe (z. B. Zeit t) die abhängige exponentiell wachsende Größe (...)	T2 A I 1.2
M12.4.3	berechnen mithilfe von Stammfunktionen Werte von bestimmten Integralen, um damit Flächenbilanzen und Maßzahlen...	T1 A 3.2; T2 A I 2.2; T2 A I 2.3; T2 A II 1.6
M12.5.2	bestimmen die Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen, die bei Bernoulli-Ketten auftreten. Sie berechnen z. B. di...	T2 S I 1.1; T2 S II 3
M12.6.1	erläutern anhand geeigneter Realsituationen die Begriffe Zufallsgröße und Zufallswert. Sie stellen den durch e...	T2 S II 2.1
M12.6.2	berechnen die Wahrscheinlichkeiten dafür, dass eine diskrete Zufallsgröße bestimmte Werte annimmt. Sie stellen...	T2 S II 2.1
M12.6.3	berechnen die charakteristischen Maßzahlen (Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung) von Zufallsgrößen ...	T1 S 3.1; T1 S 3.2; T2 S I 1.3; T2 S II 2.1; T2 S II 2.2
M12.6.5	berechnen und veranschaulichen bei Zufallsgrößen, insbesondere bei binomialverteilten Zufallsgrößen, Wahrschei...	T2 S I 1.2
M12.7.1	stellen für Realsituationen Hypothesen bezüglich einer bestimmten Grundgesamtheit auf und erläutern ihr Vorgeh...	T2 S I 3.1
M12.7.2	formulieren die Testgröße (nur binomialverteilt) im Rahmen eines Hypothesentests. Sie entwickeln eine für die ...	T2 S I 3.1
M12.7.3	ermitteln beim einseitigen Signifikanztest mit binomialverteilter Testgröße zu einem vorgegebenen Signifikanzn...	T2 S I 3.1; T2 S I 3.2

6 Unabhängige Nachrechnung

Jedes Ergebnis wurde in `abnahme.py` aus den gedruckten Angaben neu gerechnet (SymPy/SciPy, anderer Weg als die Lösung, wo möglich). Geprüft wird, dass der gerundete Wert im Lösungstext genau dieser Teilaufgabe steht; Aussagen als Prüfsätze.

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
1 Analysis 1.1	$f(-x) = f(x)$	wahr	✓
1 Analysis 1.2	Nullstellen	± 2	✓
1 Analysis 1.2	± 2 doppelt	wahr	✓
1 Analysis 1.3	Hochpunkt	$H(0 16)$	✓
1 Analysis 1.3	$f(\pm 2) = 0$	wahr	✓
1 Analysis 1.4	Tangente	$y = -12x + 21$	✓
1 Analysis 2.1	H bei -1 ($+$ $\rightarrow$ $-$), T bei 3 ($-$ $\rightarrow$ $+$)	wahr	✓
1 Analysis 2.2	Stelle	$x = 1$	✓
1 Analysis 3.1	$G = x^3 - 3x^2 + 2$	wahr	✓
1 Analysis 3.2	Fläche	4	✓
1 Stochastik 1.1	T; NT; NNT; NNN	wahr	✓
1 Stochastik 1.2	höchstens zwei Würfe	0,84	✓
1 Stochastik 2.1	nur Englisch	0,22	✓
1 Stochastik 2.1	keiner	0,58	✓
1 Stochastik 2.2	genau ein Kurs	0,34	✓
1 Stochastik 3.1	$(1 + 2 + 3 + 6)/4 = 3$	wahr	✓
1 Stochastik 3.2	$(1 + 2 + 3 + 5)/4 < 3$	wahr	✓
2 Analysis I 1.1	k	0,14	✓
2 Analysis I 1.2	unter 1,5	9,9	✓
2 Analysis I 1.3	$c'(0)$	-0,84	✓
2 Analysis I 1.3	$c'(5)$	-0,42	✓
2 Analysis I 1.4	$c(12) \approx 1,12$	wahr	✓
2 Analysis I 1.5	$c(10)$	1,48	✓
2 Analysis I 1.6	nach zweitem Kaffee	9,43	✓
2 Analysis I 1.6	$c_2(14)$	2,32	✓
2 Analysis I 2.1	Schnittpunkt 1	$(-2 3)$	✓
2 Analysis I 2.1	Schnittpunkt 2	$(4 0)$	✓
2 Analysis I 2.2	Schätzwerte zwischen 16 und 20	wahr	✓
2 Analysis I 2.3	Fläche	18	✓
2 Analysis I 2.3	Kosten	216	✓
2 Analysis I 2.4	größte Breite	4,5	✓
2 Analysis I 2.5	Scheitel von d bei $(-2 + 4)/2$	wahr	✓
2 Analysis I 2.6	$p(0) = 4, q(2) = -1$	wahr	✓
2 Analysis II 1.1	Nullstelle einfach	4	✓
2 Analysis II 1.1	$h = -(x - 1)^2(x - 4)$	wahr	✓
2 Analysis II 1.2	Hochpunkt	$H(3 4)$	✓
2 Analysis II 1.2	Tiefpunkt	$T(1 0)$	✓

Teilaufgabe	Ergebnis / Prüfsatz	Wert	
2 Analysis II 1.3	Wendepunkt	$W(2 2)$	✓
2 Analysis II 1.4	$h(0) = 4, h(4,5) = -6,125$	wahr	✓
2 Analysis II 1.5	$h' > 0$ auf $]1;3[, H' = h$	wahr	✓
2 Analysis II 1.6	Fläche	6,75	✓
2 Analysis II 2.1	$A(u) = 8u - 2u^3/3$	wahr	✓
2 Analysis II 2.2	Fläche Rechteck	10,7	✓
2 Analysis II 2.2	$A'(2) = 0$	wahr	✓
2 Analysis II 2.3	Höhe am Rand	3,52	✓
2 Analysis II 3.1	$s'(10)$	9	✓
2 Analysis II 3.2	Zeitpunkte	$t = 10$ oder $t = 30$	✓
2 Analysis II 3.3	$h(60) = 0$	wahr	✓
2 Stochastik I 1.1	$P(X=4)$	0,21820	✓
2 Stochastik I 1.1	$P(X \geq 6)$	0,19579	✓
2 Stochastik I 1.2	$P(3 \leq X \leq 5)$	0,60	✓
2 Stochastik I 1.3	Kosten A	5,10	✓
2 Stochastik I 1.3	Kosten B	5,15	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(K \cap R)$	0,15	✓
2 Stochastik I 2.1	$P(\text{nicht } K \cap R)$	0,05	✓
2 Stochastik I 2.2	$P_R(K)$	0,75	✓
2 Stochastik I 3.1	Ablehnungsbereich bis	13	✓
2 Stochastik I 3.1	$P(X \leq 13) \leq 0,05 < P(X \leq 14)$	wahr	✓
2 Stochastik I 3.2	$15 > 13$	wahr	✓
2 Stochastik II 1.1	a ja, b nein, c ja	wahr	✓
2 Stochastik II 1.2	$P(\text{weder } E \text{ noch } G)$	0,30	✓
2 Stochastik II 1.3	$P_E(G)$	0,625	✓
2 Stochastik II 1.3	$P_{\text{nicht } E}(G)$	0,5	✓
2 Stochastik II 2.1	$E(X)$	-0,10	✓
2 Stochastik II 2.2	Auszahlung	6	✓
2 Stochastik II 3	$P(X=10)$	0,16116	✓
2 Stochastik II 3	$P(X \geq 12)$	0,26772	✓
2 Stochastik II 4	dritter Schuss	0,147	✓
2 Stochastik II 4	kein Treffer	0,2401	✓

7 Abbildungen

Abbildung	zeigt	Modell = Text
abbAblgraph	Graph von $f' = x^2 - 2x - 3$ im Fenster $[-2; 4] \times [-5; 5]$, Raster 0,5	Nullstellen -1 und 3 , Scheitel $(1 -4)$ auf Rasterpunkten
abbBeet	Graphen von p und q mit markiertem Beet, Raster 0,5 m	Schnittpunkte $(-2 3)$ und $(4 0)$ auf Rasterpunkten; Fläche 18 m^2 (72 Kästchen)
abbZuord	drei Graphen I (h'), II (Stammfunktion H mit $H(0) = 0$), III ($-h'$)	I: Nullstellen 1 und 3 , Hochpunkt $(2 3)$; II: Terrassenpunkt bei 1 , Hochpunkt $(4 8)$; III gespiegelt
abbHisto	Histogramm $B(20; 0,2)$ für $k = 0$ bis 10 , Raster 0,02	Säulenhöhen exakt (SciPy), Maximum bei $k = 4$

8 Kompetenzorientierung und Vielfalt

Merkmal	Bedeutung	Fundstellen
fehlvorstellung	typische Fehlvorstellung als Aussage begründet beurteilen (Fortbildung 25.06.2026)	2 Analysis I 1.5; 2 Analysis II 2.3; 2 Stochastik II 1.3
modell	Modell interpretieren, Gültigkeit oder Grenze beurteilen (K3)	2 Analysis I 1.6; 2 Analysis II 3.3
offen	Lösungsweg ohne Verfahrensvorgabe, mehrere Wege möglich (K4)	2 Analysis I 2.2; 2 Analysis II 1.5
ohne-rechnung	qualitative Entscheidung/Vorhersage ohne Rechnung (K1)	1 Stochastik 3.2; 2 Analysis II 1.5; 1 Analysis 2.2
darstellungswechsel	Graph $\leftrightarrow$ Term $\leftrightarrow$ Tabelle $\leftrightarrow$ Text (K5)	1 Analysis 2.1; 2 Analysis II 1.5; 2 Stochastik I 1.2
medien	Sensor, App, digitale Messung oder KI-gestützte Daten reflektiert (K7-Vorgriff)	2 Analysis I 1.6; 2 Stochastik I 1.2

Gruppe	Kontext	gegen Originale 2020–2025 und eigene Prüfungen
1 Stochastik	Ringewerfen	neu
1 Stochastik	Sprachkurse	neu
1 Stochastik	Glückskeisel	neu
2 Analysis I	Koffein	neu
2 Analysis I	Blumenbeet	neu
2 Analysis II	Unterführung	neu
2 Analysis II	Sonnenblume	neu
2 Stochastik I	Online-Shop	neu
2 Stochastik II	Kindergartenfest	neu

Neu (weder in den Originalen noch in früheren eigenen Prüfungen): A-DIFFERENZFKT, A-MITTELWERT, A-UEBERLAGERUNG, S-HISTOGRAMM, S-ZUFALL.

Aufgabenmuster im Vergleich zu anderen eigenen Prüfungen: 004: 47 % gleich, 001: 60 % gleich, 003: 53 % gleich, 002: 60 % gleich.

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-mathe-entwerfen	Ablauf: Bauplan im Planungsmodus, Rechnung, Text, Grafik, Lösung, Abnahme, Prüfschleifen	07.10.2026 12:51	78d65ca7
lehrplan-mathe-fosbos	LehrplanPLUS M11/M12 wörtlich, Kompetenzen K1-K7, AFB, Operatoren, feste Formulierungen	04.10.2026 08:18	5346888d
fachabitur-mathe	Layout und Satz im Stil der Originale 2023–2025, Abbildungen aus exakten Funktionen	06.10.2026 22:27	aa3440bf
mathe-physik	Nachrechnen mit SymPy/SciPy	06.10.2026 22:48	b6168558
latex-grafik	TikZ-Grafiken, Stolpersteine	04.10.2026 19:56	44e3c05d

2 Software und Pakete

Bereich	Version
Satz	LuaHBTeX, Version 1.17.0 (TeX Live 2023/Debian), LuaLaTeX, je PDF zwei Läufe
Klasse	fachabitur-mathe.cls 2026/10/03 auf fachabitur.cls (eigene, vorlage/)
LaTeX-Pakete	fontspec v2.8a, unicode-math v0.8r, pgf v3.1.10, 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 · SymPy 1.14.0 (exakte Rechnung) · SciPy 1.18.1 (Binomialverteilung, Nullstellen) · PyMuPDF 1.28.2 (PDF-Vektoranalyse) · NumPy 2.5.3
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-mathe.cls	Layout Mathe (Teile, Gruppen, Lösungsbanner, Musterprüfung)	170	8ae6c471
../abitur-physik/vorlage/fachabitur.cls	Basisklasse (BE-Spalte, Teilaufgaben, Ankreuzen, Fußvermerk)	365	609aa731
vorlage/abnahme_mathe.py	Abnahme: Struktur, Lehrplan, AFB je Wahl, Kompetenzen, Nachrechnung, Vielfalt	510	853ca6a7
vorlage/pruefbericht.py	Texte zu Kompetenzen/AFB/Operatoren, Tabellen	232	1587c1ab
vorlage/lehrplan.py	Kompetenzerwartungen nummeriert	57	78a810de
../abitur-physik/vorlage/abbildungen-pruefen.py	Überlappungen, quadratisches Raster, Kontaktbogen	269	35c349d0
vorlage/technik_mathe.py	dieses Protokoll	164	833bf323
bauen.sh	Ablauf aller Schritte	115	bef7e04a
vorlage/seiten_pruefen.py	Seitenfall R1–R5 (leere Seiten, Umbrüche, Tabellenlinien)	130	fcf69e30
eigene/005/rechnung.py	Entwurfsrechnung, Plausibilität	38	5834c92a
eigene/005/abnahme.py	Bauplan und Abnahmedaten je Teilaufgabe	171	0cd70066

Datei	Aufgabe	Zeilen	SHA-1
eigene/005/abbildungen.tex	alle Abbildungen (Aufgabe + Lösung)	118	add92b22

4 Prüfprozess

Schritt	Werkzeug	Ergebnis
Rechnung	rechnung.py (SymPy/SciPy)	18 Plausibilitätsprüfungen bestanden, 0 fehlgeschlagen
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-005-loesung.pdf	10 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Satz	LuaLaTeX: fachabitur-mathe-005.pdf	10 Seiten · Überläufe 0 · fehlende Zeichen 0
Abnahme	abnahme.py + abnahme_mathethe.py	✓ Abnahme bestanden
Prüfrunden (Claude)	pruefprotokoll.md	0 Runden:
Blindtest (Freigabe)	Claude-Agent, frischer Kontext (scripts/blindloesung.py)	2026-10-07: 52 Teilaufgaben, 2 kritische Meldung(en) · PDF 129d781fe368f593 (ältere Fassung der Aufgaben-PDF)
Nachkontrolle	Agent pruefer-nach (nur geänderte Stellen)	2026-10-07: 1 von 1 Stellen behoben · PDF 3947b3982964376c (= aktuelle Aufgaben-PDF)
Nachkontrolle 3a	Agent pruefer-nach (nur geänderte Stellen)	2026-10-07: 3 von 3 Stellen behoben · PDF 3947b3982964376c (= aktuelle Aufgaben-PDF)
3a Hinweise	hinweise.json (scripts/hinweise_bericht.py)	12 Hinweise bearbeitet: 3 geändert, 9 begründet
Fachliche Durchsicht	Fachbetreuung Mathematik	offen – Freigabe durch die Lehrkraft

5 Dienste, Daten, Stand

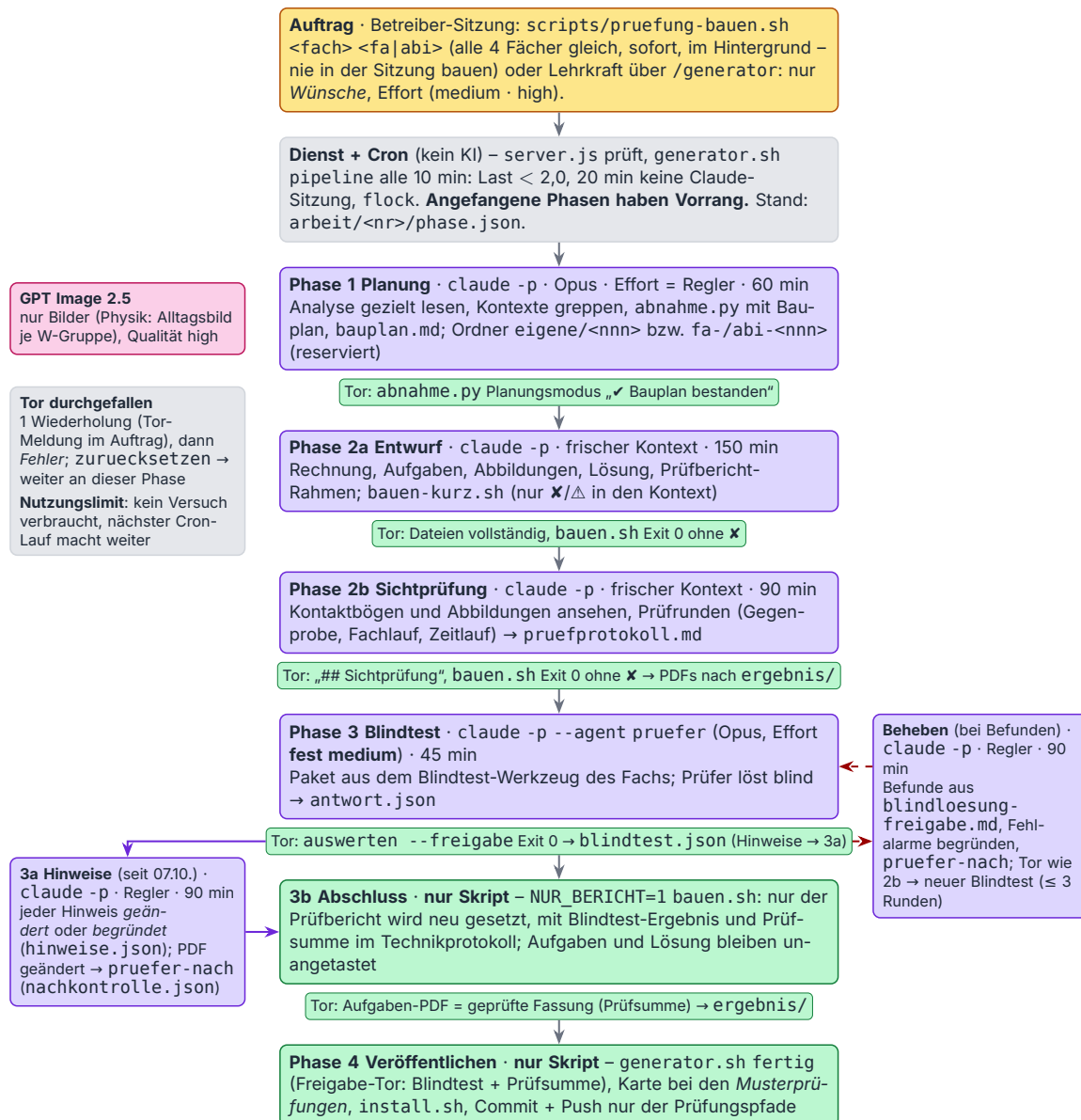
Bereich	Angabe
Externe Dienste	keine (keine KI-Bilder, keine Vertonung); alle Abbildungen TikZ aus den exakten Funktionstermen
Daten	keine personenbezogenen Daten; Training mit Gesprächsinhalten im Claude-Konto des Betreibers ausgeschaltet
Repository	Basis-Commit 6ab7d4a 2026-10-07; Arbeitsstand = Commit
Erzeugt	07.10.2026 12:54 mit bauen.sh eigene/005

6 Verbrauch (Claude-Tokens, Bilder, Ton)

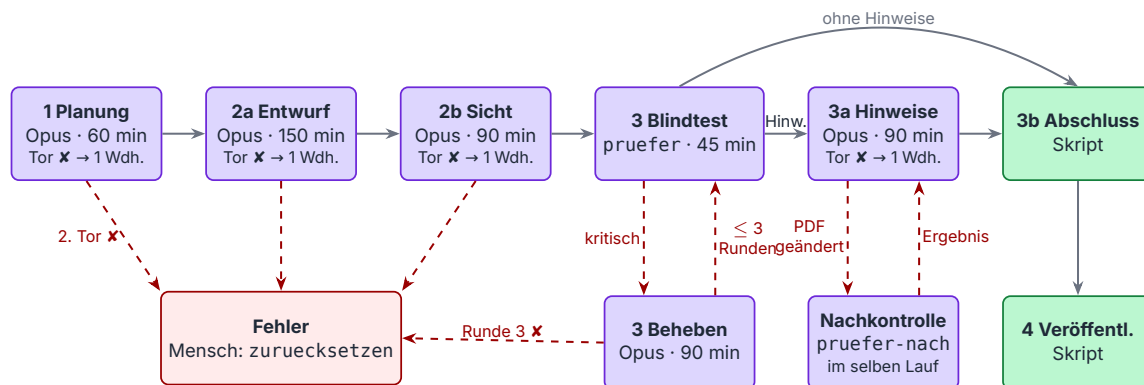
Bereich	Angabe
Erstellung	nicht erfasst – keine Claude-Sitzung gefunden, die die Aufgaben-TeX angelegt hat (Protokoll gelöscht oder Prüfung umbenannt)
Claude-Agent pruefer	Volllauf Mathe 005 (07.10.2026) · Opus: 3 Antworten · Eingabe 62.876 Tokens · Ausgabe ≈ 3.074
Claude-Agent pruefer	Volllauf Mathe 005 (07.10.2026) · Opus: 9 Antworten · Eingabe 306.604 Tokens · Ausgabe ≈ 5.704
Claude-Agent pruefer-nach	Nachkontrolle Mathe 005 (07.10.2026) · Opus: 8 Antworten · Eingabe 212.658 Tokens · Ausgabe ≈ 1.851
Prüfagenten gesamt	3 Läufe · Eingabe 582.138 · Ausgabe ≈ 10.629 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).



Schritt	Schleife / Abbruch	Tokens je Lauf	Grundlage
1 Planung	1 Wiederholung, dann Fehler	nachgerechnet $\approx$ 1,6 Mio. (17 Antworten)	Bio fa-002, Kontext je Antwort aus dem Sitzungsprotokoll, Sockel 30 k + 15 k Übergabe
2a Entwurf	1 Wiederholung, dann Fehler	nachgerechnet $\approx$ 4,1 Mio. (38 Antworten)	ebenso
2b Sichtprüfung	1 Wiederholung, dann Fehler	nachgerechnet $\approx$ 1,8 Mio. (24 Antworten, 12 Seitenbilder)	ebenso
3 Blindtest	$\nRightarrow$ 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	<i>Schätzung</i> 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 $\approx$ 1,5 Mio. + 0,2–0,3 Mio.	Bio fa-002 (12 Hinweise, 1 Nachkontrolle)
3b Abschluss, 4	keine	0 (nur Skript)	–
Summe		$\approx$ 9 Mio. je Prüfung ohne Beheben-Runde (nachgerechnet)	dieselbe Prüfung in einer langen Sitzung: gemessen 50 Mio. (59 % mitgeschleppter Vorkontext)

Hinweis	Maßnahme	Änderung bzw. Begründung
A I 1.2: gerundetes k gibt 9,9 h statt 10 h	begründet	Rundungsabweichung; die Lösung nennt beide Werte stimmig.
A I 1.3: Ableitungspunkt über c klein	begründet	Punktnotation wie in den bayerischen Originalen.
A I 1.6: keine Aufnahmephase im Modell	begründet	Bewusste Modellvereinfachung; Thema der Annahmen-Frage.

Hinweis	Maßnahme	Änderung bzw. Begründung
A II 3.2: $t = 10$ selbst mitnennen?	geändert	Lösung: volle BE auch, wenn nur der weitere Zeitpunkt $t = 30$ genannt wird.
A II 3.3: Sonnenblume wächst unrealistisch schnell	begründet	Die Aufgabe untersucht gerade die Grenzen des Modells; Endhöhe realistisch.
S I 2.2/3.1: „Bestellungen“ $\leftrightarrow$ „Pakete“	geändert	2.0: „Ein Online-Shop verschickt jede Bestellung als ein Paket ...“.
S I 1.3: „pro Paket“ fehlt bei Dienst B	geändert	„Dienst B kostet 5,00 € pro Paket“.
S II 3: Kindergartenfest – Binomialbegründung nur bei großer Besucherzahl	begründet	Begründung „näherungsweise, da 25 im Vergleich zur Besucherzahl klein“ ist verlangt und wird im Erwartungshorizont als Näherung bewertet.
Fakt: Koffein 6 mg/l	begründet	Große Dosis (zwei Tassen/Energydrink), als Modell vertretbar.
Fakt: Sonnenblume 320 cm in 40 Tagen	begründet	Siehe A II 3.3.
Fakt: Rücksendequote 20 %/25 %	begründet	Plausibel laut Prüfer.
Fakt: Paketdienst 4,50 €/5,00 €, Schäden 2 %/0,5 %	begründet	Fiktive, plausible Werte.

Nachkontrolle der geänderten Stellen (Agent mit frischem Kontext, Aufgaben-PDF 3947b3982964376c): alle Stellen behoben.

- **(1) Teil 2 A II 3.2, Lösung Bewertungszusatz $t = 30$** – behoben: Zusatz steht in der Lösung (S. 7), passt zur Aufgabe „alle Zeitpunkte ... wie am 10. Tag“; $s'(10) = s'(30) = 9$ nachgerechnet. Kein Überlauf.
- **(2) Teil 2 S I 2.0 Bestellung = ein Paket** – behoben: 1.0 legt „jede Bestellung als ein Paket“ fest; damit sind Bestellungen (2.0, 3.0, 3.2) und Pakete (1.x, 2.2, Lösung 3.1) gleichwertig, 20 % in 1.0 und 2.0 konsistent ($0,6 \cdot 0,25 / 0,2 = 0,75$). Kein neuer Widerspruch.
- **(3) Teil 2 S I 1.3 Dienst B 5,00 € pro Paket** – behoben: Aufgabe und Lösung stimmen überein: $A \ 4,50 + 0,02 \cdot 30 = 5,10 \text{ €}$, $B \ 5,00 + 0,005 \cdot 30 = 5,15 \text{ €}$, A günstiger; Seitenbild S. 9 ohne Überlauf.