Schriftliche Abiturprüfung – Grundkursfach – Mathematik

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Aus rechtlichen Gründen möchte ich Sie darauf hinweisen, dass Sie sich auf einer **privaten** Seite befinden. Insbesondere ist dies **kein** Produkt des Sächsischen Staatsministeriums für Kultus, welches die Abituraufgaben entwickelt.

Dies ist die Abschrift der Prüfungsaufgaben 2009, wie sie vom Sächsischen Staatsministeriums für Kultus auf dem Sächsischen Schulserver (www.sachsen-macht-schule.de) veröffentlicht wurden.

Außerdem sollten Sie folgendes wissen:

- Lösungen der Aufgaben können auf unterschiedlichen Wegen erreicht werden. Hier finden Sie VORSCHLÄGE zur Lösung und VORSCHLÄGE zur Bewertung, die nicht für die Bewertung Ihres Abiturs herangezogen werden können. Dafür ist jeder prüfende Fachlehrer verantwortlich.
- Ich habe versucht, den graphikfähigen Taschenrechner (GTR – hier TI 82/83/83+) besonders häufig einzusetzen. Damit sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, auch wenn eine Rechnung vielleicht schneller zum Ziel führen würde.
- Eingesetzte Programme finden Sie auf den Mathe-Seiten des sächsischen Schulservers unter www.sn.schule.de/~matheabi dokumentiert und anhand von vielen Beispielen erklärt. Insbesondere möchte ich auf eine zusammenfassende Broschüre zu diesem Thema verweisen: www.sn.schule.de/~matheabi/data/gtrZsfsg.pdf.
- Die **offiziellen** Abituraufgaben werden nach Beendigung der Prüfungsphase auf dem Sächsischen Schulserver veröffentlicht.
- Für Nachfragen und Ihre Hinweise stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung: F. Müller (mathe@oskar-reime-gymnasium.de) – Mathe-Lehrer.
  Dieses Dokument wurde zuletzt aktualisiert am 20.03.11.

- Wenn Sie Fehler finden oder Ergänzungen haben, teilen Sie mir das bitte mit.

Material für den Prüfungsteilnehmer

Allgemeine Arbeitshinweise

Ihre Arbeitszeit (einschließlich der Zeit für das Lesen der Aufgabentexte und der Zeit für die Auswahl der Wahlaufgabe) beträgt **240 Minuten.**

Auf dem Deckblatt der Arbeit haben Sie den verwendeten GTR-Typ anzugeben.

Die Prüfungsarbeit besteht aus den zu bearbeitenden Pflichtteilen **A, B** und **C** sowie dem **Wahlteil D.**
Es sind alle Aufgaben der Pflichtteile zu bearbeiten.
Aus dem Teil D ist **genau eine** der beiden Aufgaben zu bearbeiten.
Der Lösungsweg mit Begründungen, Nebenrechnungen und (bei Konstruktionen) Hilfslinien muss deutlich erkennbar in gut lesbarer Form dargestellt werden.

Bei Verwendung von GTR-Programmen ist anzugeben, aus welchen Eingabedaten das Programm welche Ausgabendaten berechnet.

Insgesamt sind 60 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar, davon
- im Teil A 25 BE,
- im Teil B 15 BE,
- im Teil C 10 BE,
- im Teil D 10 BE.

Erlaubte Hilfsmittel:

1 Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
1 grafikfähiger, programmierbarer Taschenrechner (GTR) ohne Computer-Algebra-System
1 Tabellen- und Formelsammlung ohne ausführliche Musterbeispiele (im Unterricht eingeführt)
Zeichengeräte
beiliegende „Materialien für Aufgaben zur Stochastik“[1]

Bewertungsmaßstab

Pkte.	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
90 BE																

Prüfungsinhalt

Pflichtaufgaben

Teil A: Analysis (für Prüfungsteilnehmer, die ein CAS benutzen)

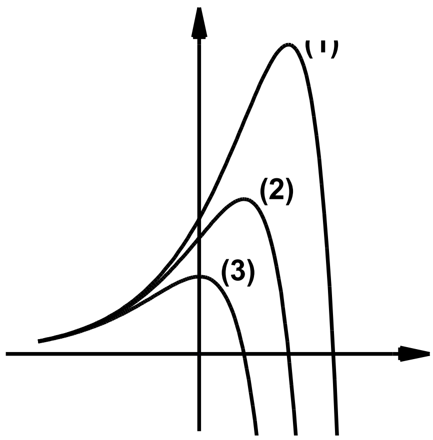
Gegeben ist eine Funktion f durch $y = f(x) = e^{x}\left(4 - e^{x}\right)$ $(x \in \mathbb{R})$.

a) Geben Sie die Nullstelle der Funktion f an.
Geben Sie die Koordinaten des lokalen Extrempunktes des Graphen der Funktion f und die Art dieses Extremums an.
Geben Sie die Koordinaten des Wendepunktes des Graphen der Funktion f an.
Ermitteln Sie eine Gleichung der achsenparallelen Asymptote des Graphen der Funktion f.

Erreichbare BE-Anzahl: 5

1 Diese werden hier nicht wiedergegeben. Sie enthalten zumeist eine Tabelle zur Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung. Manchmal eine Tabelle zur Summenfunktion der Binomialverteilung. Beides kann durch Verwendung des GTR leicht ersetzt werden. Die Tabellen finden Sie im Inhalt der Online-Ausgabe dieses Textes www.sn.schule.de/~matheabi.

b) Die Funktion f' ist die erste Ableitungsfunktion der Funktion f und die Funktion F ist eine Stammfunktion der Funktion f. Die Graphen der Funktionen f', f und F sind in der Abbildung dargestellt.
Geben Sie an, welcher der abgebildeten Graphen jeweils den Funktionen f' bzw. F zuzuordnen ist.
Begründen Sie Ihre Entscheidungen jeweils mithilfe einer in der Abbildung erkennbaren Eigenschaft der Funktionen bzw. deren Graphen. Erreichbare BE-Anzahl: 3



c) Die Graphen der Funktionen f und f' schließen mit den beiden Koordinatenachsen eine Fläche vollständig ein.
Ermitteln Sie den Inhalt dieser Fläche.
Erreichbare BE-Anzahl: 2

d) Für jeden Wert a ($a \in \mathbb{R}$, $a > 0$) ist die Funktion G_a durch $G_a(x) = -\frac{\left(e^x - a\right)^2}{2}$ ($x \in \mathbb{R}$) gegeben.
Der Graph der Funktion G_a besitzt genau einen Wendepunkt. Die Gerade t_a ist die Tangente in diesem Wendepunkt an den Graphen der Funktion G_a.
Ermitteln Sie den Anstieg der Geraden t_a in Abhängigkeit von a.
Geben Sie den Wert für a an, für den die Gerade t_a den Anstieg 1 hat.
Für genau einen weiteren Wert für a ist die Funktion G eine Stammfunktion der Funktion f.
Ermitteln Sie diesen Wert für a. Erreichbare BE-Anzahl: 6

e) Für die Funktion g gilt $g(x) = -f(x)$ ($x \in \mathbb{R}$).
Begründen Sie ohne Verwendung der Koordinaten der Wendepunkte, dass die Funktionen f und g die gleiche Wendestelle besitzen.
Ermitteln Sie einen Näherungswert für den Schnittwinkel der Tangenten in den Wendepunkten an die Graphen der Funktionen f und g. Erreichbare BE-Anzahl: 3

f) Der Koordinatenursprung, der Schnittpunkt des Graphen der Funktion f mit der x-Achse und der Punkt $Q(u \mid f(u))$ mit $u > 0$ sowie $f(u) > 0$ bilden ein Dreieck.
Ermitteln Sie den Wert für u, für den der Flächeninhalt dieses Dreiecks maximal wird.
Geben Sie den maximalen Flächeninhalt an. Erreichbare BE-Anzahl: 3

g) Der Graph der Funktion h mit $h(x) = -1{,}73\,x^4 + 0{,}30\,x^3 + 1{,}88\,x + 3{,}00$ ($x \in \mathbb{R}$, $-0{,}5 < x < 1{,}5$) kann im angegebenen Intervall als eine gute Näherung für den Graphen der Funktion f angesehen werden.
Es existiert ein Intervall $b < x < c$ ($b, c \in \mathbb{R}$), in dem der Betrag der Differenz $f(x) - h(x)$ den Wert $\frac{1}{10}$ nicht überschreitet.
Ermitteln Sie Näherungswerte für b und c. Erreichbare BE-Anzahl: 3

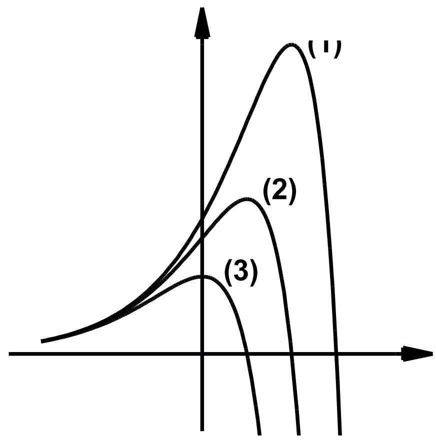
Teil A: Analysis (für Prüfungsteilnehmer, die kein CAS benutzen)

Gegeben ist eine Funktion f durch $y = f(x) = e^x\left(4 - e^x\right)$ ($x \in \mathbb{R}$).

a) Geben Sie die Nullstelle der Funktion f an.
Berechnen Sie ohne Verwendung von Näherungswerten die Koordinaten des lokalen Extrempunktes des Graphen der Funktion f und weisen Sie die Art dieses Extremums nach.
Ermitteln Sie eine Gleichung der achsenparallelen Asymptote des Graphen der Funktion f.
Erreichbare BE-Anzahl: 8

b) Die Funktion f' ist die erste Ableitungsfunktion der Funktion f und die Funktion F ist eine Stammfunktion der Funktion f. Die Graphen der Funktionen f', f und F sind in der Abbildung dargestellt.
Geben Sie an, welcher der abgebildeten Graphen jeweils den Funktionen f' bzw. F zuzuordnen ist.

Begründen Sie Ihre Entscheidungen jeweils mithilfe einer in der Abbildung erkennbaren Eigenschaft der Funktionen bzw. deren Graphen. Erreichbare BE-Anzahl: 3



c) Zeigen Sie, dass die Funktion F mit $F(x) = -\frac{(e^x - 4)^2}{2}$ ($x \in \mathbb{R}$) eine Stammfunktion der Funktion f ist.
Der Graph der Funktion F schließt mit dem Graphen der Funktion f und der y-Achse eine Fläche vollständig ein.
Ermitteln Sie den Inhalt dieser Fläche.
Es gibt genau einen positiven reellen Wert für d, für den die Gerade $x = d$ den Inhalt dieser Fläche halbiert.
Geben Sie diesen Wert für d an. Erreichbare BE-Anzahl: 5

d) Die Funktion f hat an der Stelle $x_W = 0$ ihre einzige Wendestelle.
Für die Funktion g gilt $g(x) = -f(x)$ ($x \in \mathbb{R}$).
Begründen Sie ohne Verwendung der Koordinaten der Wendepunkte, dass die Funktionen f und g die gleiche Wendestelle besitzen.
Ermitteln Sie einen Näherungswert für den Schnittwinkel der Tangenten in den Wendepunkten an die Graphen der Funktionen f und g. Erreichbare BE-Anzahl: 3

e) Der Koordinatenursprung, der Schnittpunkt des Graphen der Funktion f mit der x-Achse und der Punkt $Q(u \mid f(u))$ mit $u > 0$ sowie $f(u) > 0$ bilden ein Dreieck.
Ermitteln Sie den Wert für u, für den der Flächeninhalt dieses Dreiecks maximal wird.
Geben Sie den maximalen Flächeninhalt an. Erreichbare BE-Anzahl: 3

f) Der Graph der Funktion h mit $h(x) = -1{,}73\, x^4 + 0{,}30\, x^3 + 1{,}88\, x + 3{,}00$ ($x \in \mathbb{R}$, $-0{,}5 < x < 1{,}5$) kann im angegebenen Intervall als eine gute Näherung für den Graphen der Funktion f angesehen werden.
Es existiert ein Intervall $b < x < c$ ($b,c \in \mathbb{R}$), in dem der Betrag der Differenz $f(x) - h(x)$ den Wert $\frac{1}{10}$ nicht überschreitet
Ermitteln Sie Näherungswerte für b und c. Erreichbare BE-Anzahl: 3

Teil B: Geometrie /Algebra

In einem kartesischen Koordinatensystem mit dem Koordinatenursprung O ist eine Pyramide mit rechteckiger Grundfläche ABCD und der Spitze S gegeben.
Es gilt: $A(3 \mid 0 \mid -1)$, $B(3 \mid 7 \mid -1)$, $C(-3 \mid 7 \mid -1)$, $S(0 \mid 7/2 \mid 6)$.

a) Geben Sie die Koordinaten des Punktes D an.
Weisen Sie nach, dass die Pyramide gerade ist.
Stellen Sie diese Pyramide in einem kartesischen Koordinatensystem dar.
Bestimmen Sie das Volumen der Pyramide. Erreichbare BE-Anzahl: 7

b) Die Seitenfläche ABS der Pyramide liegt in einer Ebene E.
Geben Sie eine Gleichung der Ebene E an.
Der Punkt P mit $P(-3 \mid 6 \mid z_P)$ liegt in der Ebene E.
Berechnen Sie die Koordinate z_P. Erreichbare BE-Anzahl: 3

c) Es existiert genau ein Punkt Q, so dass das Viereck ABQS ein Trapez mit einem rechten Winkel ABQ ist.
Ermitteln Sie die Koordinaten des Punktes Q.
Der Flächeninhalt des Dreiecks ABS ist A_1, der Inhalt der Fläche des Trapezes ABQS ist A_2.
Ermitteln Sie das Verhältnis der Inhalte der Flächen A_1 und A_2. Erreichbare BE-Anzahl: 5

Teil C: Stochastik

Während des Abiturballs des Abschlussjahrganges 2009 sollen unter allen 275 Teilnehmern Preise verlost werden. Jedem Teilnehmer wird genau eine der Nummern von 1 bis 275 zugeordnet, wobei keine Nummer mehrfach vergeben wird. Jede dieser Nummern befindet sich auch auf genau einem der 275 Lose in einem Gefäß. Das Auslosen erfolgt durch Ziehen mit Zurücklegen aus diesem Gefäß. Teilnehmer der Veranstaltung sind genau 83 Abiturienten, genau 166 Angehörige und genau 26 Lehrer.

a) Es werden genau acht Preise ausgelost.
Betrachtet werden folgende Ereignisse:
Ereignis A: Nur der letzte Preis geht an einen Abiturienten.
Ereignis B: Die Lehrer erhalten keinen Preis.
Ereignis C: Die Angehörigen erhalten mindestens fünf der acht verlosten Preise.
Geben Sie die Wahrscheinlichkeiten der Ereignisse A und B an.
Ermitteln Sie die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses C. Erreichbare BE-Anzahl: 4

b) Bestimmen Sie, wie viele Preise mindestens ausgelost werden müssten, damit mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 98 % mindestens einer der Lehrer einen Preis erhält.
Erreichbare BE-Anzahl: 2

Es sind zwei Runden eines Ratespiels geplant, zu denen je ein Lehrer auf die Bühne gebeten wird.

c) In der ersten Runde soll der Lehrer mehrere zur Auswahl stehende sächsische Kleinstädte nach aufsteigender Einwohnerzahl ordnen.
Ermitteln Sie, wie viele sächsische Kleinstädte mindestens zur Auswahl stehen müssen, damit die Wahrscheinlichkeit für das Erraten der richtigen Reihenfolge kleiner als 0,2 % ist.
Erreichbare BE-Anzahl: 2

d) In der zweiten Runde soll der Lehrer den Abiturientinnen Elisabeth, Luise und Henriette ihre Geburtsmonate April, Mai und Juni sowie anschließend ihre Abiturdurchschnitte 1,8; 1,8 und 1,7 zuordnen.
Begründen Sie, dass die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Luises Geburtsmonat und Abiturdurchschnitt richtig erraten werden, nicht $\frac{1}{6}$ beträgt. Erreichbare BE-Anzahl: 2

Teil D: Wahlaufgaben

Wählen Sie genau eine der folgenden Aufgaben zur Bearbeitung aus.

Aufgabe D 1: Analysis

Eine Firma erfasst über einen längeren Zeitraum die entstehenden monatlichen Produktionskosten in Geldeinheiten (GE). Eine größere Stückzahl von Waren wird zu einer Produktionseinheit (PE) zusammengefasst.
Die Abhängigkeit der monatlichen Produktionskosten K (in GE) von der Anzahl der monatlichen Produktionseinheiten x (in PE) kann näherungsweise durch die Gleichung

$K(x)=\frac{4}{3}(x-4)^3+x+116$ ($x \in \mathbb{R}$, $0 \le x \le 10$) beschrieben werden.

a) Zeigen Sie, dass für eine Herstellung von 10 PE die Produktionskosten pro Produktionseinheit $41{,}4\left(\text{in } \frac{\text{GE}}{\text{PE}}\right)$ betragen.
Bestimmen Sie die monatliche Produktionsmenge, bei der die monatlichen Produktionskosten pro Produktionseinheit am geringsten sind. Erreichbare BE-Anzahl: 3

Die Firma legt für jede Produktionseinheit denselben Verkaufspreis p $\left(\text{in } \frac{\text{GE}}{\text{PE}}\right)$ fest. Der Gewinn (in GE) der monatlich produzierten und verkauften Produktionseinheiten x (in PE) wird durch die Gewinnfunktion G mit $G(x) = p \cdot x - K(x)$ $(x \in \mathbb{R}, 0 \leq x \leq 10)$ berechnet.

b) Die Firma legt den Verkaufspreis $40 \frac{\text{GE}}{\text{PE}}$ fest.
Ermitteln Sie das Intervall der monatlich produzierten und verkauften Produktionseinheiten, in dem die Firma Gewinn erzielt.
Geben Sie den maximal möglichen Gewinn der Firma an. Erreichbare BE-Anzahl: 3

c) Die Firma nimmt an, dass sie künftig monatlich fünf Produktionseinheiten produziert und verkauft. Welchen Verkaufspreis muss sie mindestens festlegen, um einen Gewinn zu erzielen?
Erreichbare BE-Anzahl: 1

d) Ein Bauteil B, das von genau zwei Zulieferern Z_1 und Z_2 gefertigt wird, führt durch eine fehlerhafte Ausführung zu einem Schaden von 100 GE. Im Nachhinein war nicht mehr feststellbar, ob ein Bauteil von Zulieferer Z_1 oder von Zulieferer Z_2 den Schaden verursacht hat. Daher einigten sich die Zulieferer auf anteilige Schadensersatzleistung. Bekannt ist, dass Zulieferer Z_1 einen Lieferanteil an Bauteil B von 30 % und eine nachweisliche Fehlerquote seiner Bauteile von 5 % hat. Die nachweisliche Fehlerquote bei Zulieferer Z_2 liegt bei 8 %.
Ermitteln Sie die Aufteilung der Schadensersatzleistungen der Zulieferer Z_1 und Z_2 nach diesem Modell. Erreichbare BE-Anzahl: 3

Aufgabe D 2: Geometrie / Algebra

Eine der beliebtesten Attraktionen des Freizeitparks „Belantis" ist die Wildwasserbahn „Der Fluch des Pharao" (siehe Abbildung).

Man verlässt die Pyramide unterhalb der Spitze mit dem Boot entlang einer steilen Wasserrutsche.

a) Jedes Boot hat genau zwölf Sitzplätze. Untersuchungen haben ergeben, dass im Mittel vier von fünf Insassen eines Bootes jünger als 30 Jahre sind.
Ermitteln Sie die Wahrscheinlichkeit, mit der in einem beliebigen vollbesetzten Boot mehr als die Hälfte der Mitfahrer 30 Jahre oder älter sind. Erreichbare BE-Anzahl: 2

In einem kartesischen Koordinatensystem (1 Einheit entspricht 1 m) sei die Grundfläche ABCD der Pyramide durch die Punkte $A(25 \mid 70 \mid 0)$, $B(25 \mid 120 \mid 0)$, $C(-25 \mid 120 \mid 0)$ und $D(-25 \mid 70 \mid 0)$ gegeben. Der Punkt S mit $S(0 \mid 95 \mid 36)$ sei die Spitze der geraden Pyramide. Vereinfacht wird angenommen, dass sich die Rutsche in der Ebene befindet, die durch die Punkte B, C und S bestimmt wird.

b) Der Punkt $T(0 \mid y_T \mid 27)$ ist der Austrittspunkt der Rutsche aus der Pyramide. Die Rutsche verläuft geradlinig zum Mittelpunkt der Kante $\overline{BC}$.
Ermitteln Sie die Länge der Rutsche sowie den Neigungswinkel der Rutsche gegenüber der Grundfläche der Pyramide. Erreichbare BE-Anzahl: 4

c) Für Nachtfahrten soll die Seitenfläche, die durch die Punkte B, C und S bestimmt wird, mit einem Scheinwerfer beleuchtet werden. Der Scheinwerfer soll senkrecht über dem Bodenpunkt $L(0 \mid 140 \mid 0)$ an einem Mast befestigt werden. Ein vom Scheinwerfer ausgehender Lichtstrahl soll senkrecht im Punkt $K(0 \mid 335/3 \mid 12)$ der Seitenfläche auftreffen.
Berechnen Sie die Befestigungshöhe des Scheinwerfers. Erreichbare BE-Anzahl: 4

Lösungsvorschläge

Teil A (für Prüfungsteilnehmer, die ein CAS benutzen)

a) Nullstelle: $x_N = \ln 4$
Koordinaten des lokalen Extrempunktes und Art des Extremums: $P_{Max}(\ln 2 \mid 4)$
Koordinaten des Wendepunktes: $W(0 \mid 3)$
Ansatz
Gleichung der achsenparallelen Asymptote: $y = 0$

b) Entscheidungen
Begründungen der Entscheidungen (2 BE)

c) Ansatz für Inhalt der Fläche
Inhalt der Fläche: $A = 7/2$

d) Ansatz für Wendestelle
Wendestelle
Anstieg an der Wendestelle: $m_t = -\frac{1}{4} a^2$
Wert für a: $a = 2$
Ansatz für Wert für a
Wert für a: $a = 4$

e) Begründung
Ansatz für Schnittwinkel der Wendetangenten
Schnittwinkel der Wendetangenten: $\alpha \approx 53{,}1°$

f) Zielfunktion oder Begründung
Wert für u: $u = \ln 2$
Flächeninhalt: $A = 4 \ln 2$

g) Ansatz für das Intervall
Näherungswerte für b und c: $b \approx -0{,}46$; $c \approx 1{,}44$ (2 BE)

Teil A (für Prüfungsteilnehmer, die kein CAS benutzen)

a) Nullstelle: $x_N = \ln 4$
erste Ableitung
Koordinaten des lokalen Extrempunktes: E(ln2 | 4) (2 BE)
Nachweis der Art des lokalen Extremums (2 BE)
Ansatz
Gleichung der achsenparallelen Asymptote: $y = 0$

b) Entscheidungen
Begründungen der Entscheidungen (2 BE)

c) Nachweis der Stammfunktion (2 BE)
Ansatz für Flächeninhalt
Flächeninhalt: $A \approx 7{,}34$
Wert für d: $d \approx 0{,}52$

d) Begründung
Ansatz für Schnittwinkel der Wendetangenten
Schnittwinkel der Wendetangenten: $\alpha \approx 53{,}1°$

e) Zielfunktion oder Begründung
Wert für u: $u = \ln 2$
Flächeninhalt: $A = 4 \ln 2$

f) Ansatz für das Intervall
Näherungswerte für b und c: $b \approx -0{,}46$; $c \approx 1{,}44$ (2 BE)

Teil B

a) Koordinaten des Punktes D: D(-3 | 0 | -1)
Nachweis (2 BE)
grafische Darstellung (2 BE)
Ansatz für Volumen V
Volumen V: $V = 98$

b) eine Gleichung der Ebene E: z. B. $7x + 3z = 18$
Ansatz für Koordinate z_P
Koordinate z_P: $z_P = 13$

c) Ansatz für Koordinaten des Punktes Q
Koordinaten des Punktes Q: Q(0 | 7 | 6)
Ansatz für Flächeninhalt
ein Flächeninhalt
Verhältnis der Flächeninhalte: z. B. 2 : 3

Teil C

a) Wahrscheinlichkeit des Ereignisses A: $P(A) \approx 0{,}0244$
Wahrscheinlichkeit des Ereignisses B: $P(B) \approx 0{,}4518$
Ansatz für Wahrscheinlichkeit des Ereignisses C
Wahrscheinlichkeit des Ereignisses C: $P(C) \approx 0{,}6025$

b) Ansatz für Mindestanzahl der Preise
Mindestanzahl der Preise: 40

c) Ansatz für Mindestanzahl
Mindestanzahl: 6

d) vollständige Begründung (2 BE)

Teil D1

a) Nachweis
   Ansatz
   Minimum: $x = 6{,}29$

b) Ansatz für Intervall
   Gewinn für $a < x < b$ mit $a = 2{,}94$ und $b = 9{,}86$
   maximaler Gewinn: 121,18 GE

c) Mindestverkaufspreis: $24{,}47\ \frac{\text{GE}}{\text{PE}}$

d) Wahrscheinlichkeiten für fehlerhafte Lieferung durch die Firmen
   Schadensersatz im Verhältnis 15 : 56
   Schadenersatz durch Z_1: 21,13 GE; Schadenersatz durch Z_2: 78,87 GE

Teil D2

a) Ansatz für Wahrscheinlichkeit
   Wahrscheinlichkeit: $P(X > 6) \approx 0{,}0039$

b) y-Koordinate von T
   Länge der Rutsche: $l \approx 33$ m
   Ansatz für Neigungswinkel
   Neigungswinkel: $\alpha \approx 55{,}2°$

c) Ansatz zur Ermittlung der Befestigungshöhe (3 BE)
   Befestigungshöhe: $h \approx 32$ m