

## Schriftliche Abiturprüfung – Leistungskursfach – Mathematik

**Inhaltsverzeichnis**

Vorwort.....	1
Material für den Prüfungsteilnehmer .....	2
Allgemeine Arbeitshinweise .....	2
Prüfungsinhalt.....	2
Pflichtaufgaben.....	2
Teil A: Analysis.....	2
Teil B: Geometrie / Algebra .....	3
Teil C: Stochastik .....	3
Teil D: Wahlaufgaben .....	4
Aufgabe D 1: Analysis .....	4
Aufgabe D 2: Geometrie / Algebra .....	5
Lösungsvorschläge.....	6
Teil A.....	6
Teil B.....	6
Teil C.....	9
Teil D1.....	10
Teil D2.....	10

**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 2002, wie sie vom Sächsischen Staatsministeriums für Kultus auf dem Sächsischen Schulserver ([www.sachsen-macht-schule.de](http://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](http://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](http://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](mailto:mathe@oskar-reime-gymnasium.de)) – Mathe-Lehrer.  
Dieses Dokument wurde zuletzt aktualisiert am 08.09.04.
- 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 **300 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 Ausgabedaten berechnet.**

Insgesamt sind 90 Bewertungseinheiten (BE) erreichbar, davon

- im Teil A 35 BE,
- im Teil B 25 BE,
- im Teil C 15 BE,
- im Teil D 15 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“<sup>1</sup>

### Bewertungsmaßstab

Pkte.	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
90 BE	90-86	85-82	81-77	76-73	72-68	67-64	63-59	58-55	54-50	49-46	45-41	40-37	36-31	30-25	24-19	18-0

### Prüfungsinhalt

#### Pflichtaufgaben

##### Teil A: Analysis

Für jedes  $a$  ( $a \in \mathbb{R}, a > 0$ ) ist eine Funktion  $f_a$  gegeben durch  $f_a(x) = -e^{2ax} + 4e^{ax} + 5$  ( $x \in \mathbb{R}$ ).

- a) Geben Sie von der Funktion  $f_{1/2}$  Näherungswerte für die Nullstelle, die Koordinaten des lokalen Extrempunktes und dessen Art sowie eine Gleichung der Asymptote an. Erreichbare BE-Anzahl: 4
- b) Weisen Sie rechnerisch nach, dass die Funktion  $f_a$  genau eine Nullstelle bei  $x_0 = \ln \frac{5}{a}$  besitzt.

Der Graph der Funktion  $f_a$  besitzt genau einen Extrem- und genau einen Wendepunkt. Ermitteln Sie die Koordinaten des lokalen Extrempunktes und weisen Sie seine Art nach.

<sup>1</sup> 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](http://www.sn.schule.de/~matheabi).

Begründen Sie, dass für jedes  $a$  der Graph der Funktion  $f_a$  den gleichen Wendepunkt hat.

Erreichbare BE-Anzahl: 12

- c) Der Graph der Funktion  $f_a$  und die Koordinatenachsen begrenzen eine Fläche vollständig.  
Berechnen Sie den Inhalt dieser Fläche. Erreichbare BE-Anzahl: 4
- d) Die Tangente und die Normale an den Graphen der Funktion  $f_a$  im Schnittpunkt des Graphen der Funktion  $f_a$  mit der Ordinatenachse bilden mit der Abszissenachse ein Dreieck. Es existiert genau ein Wert  $a$ , für den dieses Dreieck gleichschenkelig ist.  
Berechnen Sie diesen Wert  $a$ . Erreichbare BE-Anzahl: 6
- e) Der Graph der Funktion  $f_{1/2}$  und die Koordinatenachsen begrenzen eine Fläche vollständig.  
Betrachtet werden Kreise, deren Mittelpunkt der Koordinatenursprung ist und die diese Fläche vollständig enthalten.  
Beschreiben Sie ein Verfahren, um den Radius des kleinstmöglichen dieser Kreise zu ermitteln, und geben Sie einen Näherungswert für diesen Radius an. Erreichbare BE-Anzahl: 4
- f) Für jedes  $n$  ( $n \in \mathbb{R}$ ) ist eine Gerade  $g_n$  mit der Gleichung  $g_n(x) = (2e - e^2)x + n$  ( $x \in \mathbb{R}$ ) gegeben.  
Ermitteln Sie den Wert  $n$ , für den die Gerade  $g_n$  Tangente an den Graphen der Funktion  $f_{1/2}$  ist.  
Erreichbare BE-Anzahl: 5

### Teil B: Geometrie / Algebra

In einem kartesischen Koordinatensystem sind die Punkte  $A(6 \mid 1 \mid 0)$ ,  $B(6 \mid 6 \mid 15/4)$ ,  $D(2 \mid 1 \mid 0)$

und  $S_t \left( 4 \left| \frac{7}{2} + \frac{3}{5}t \right| \frac{15}{8} - \frac{4}{5}t \right)$  ( $t \in \mathbb{R}$ ,  $t > 0$ ) gegeben.

Für jedes  $t$  sind die Punkte  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  und  $S_t$  Eckpunkte einer Pyramide mit der rechteckigen Grundfläche  $ABCD$ .

- a) Ermitteln Sie die Koordinaten des Punktes  $C$ .  
Geben Sie eine Gleichung der Ebene  $E$  an, in der die Grundfläche jeder dieser Pyramiden liegt.  
Treffen Sie eine Aussage zur Lage der Ebene  $E$  im Koordinatensystem.  
Weisen Sie nach, dass jede dieser Pyramiden gerade ist.  
Zeigen Sie, dass  $t$  die Höhe jeder dieser Pyramiden ist und geben Sie deren Volumen in Abhängigkeit von  $t$  an. Erreichbare BE-Anzahl: 10
- b) Es existiert genau eine Pyramide  $ABCDS_t$ , für die die Seitenfläche  $ABS_t$  mit der Grundfläche einen Neigungswinkel von  $45^\circ$  bildet. Ermitteln Sie den zugehörigen Wert  $t$ . Erreichbare BE-Anzahl: 3
- c) Begründen Sie, dass der Flächeninhalt der Seitenfläche  $ABS_t$  stets größer als  $\frac{24}{5}$  ist.  
Berechnen Sie den Wert  $t$ , für den der Flächeninhalt der Seitenfläche  $ABS_t$   $\frac{65}{4}$  beträgt.  
Erreichbare BE-Anzahl: 5
- d) Stellen Sie die Pyramide  $ABCDS_5$  in einem kartesischen Koordinatensystem dar.  
Eine Ebene  $F$  enthalte die Punkte  $A$  und  $D$  und halbiere die Höhe der Pyramide  $ABCDS_5$ .  
Die Schnittfigur zwischen der Ebene  $F$  und der Pyramide  $ABCDS_5$  ist ein Viereck.  
Geben Sie die Art dieses speziellen Vierecks an und begründen Sie Ihre Entscheidung.  
Ermitteln Sie, in welchem Verhältnis die Ebene  $F$  die Seitenkante  $\overline{BS_5}$  teilt.  
Erreichbare BE-Anzahl: 7

### Teil C: Stochastik

Eine Produktionsstätte zur Herstellung von Hochleistungsakkus für Handys und Laptops wird aufgebaut. Beim Probetrieb werden der Produktion Stichproben entnommen, um die Qualität der Erzeugnisse zu untersuchen. Dabei wird nach festen Kriterien zwischen Qualität I, Qualität II und Ausschuss unterschieden.

a) Es wurden folgende sechs Stichproben durchgeführt:

Nummer der Stichprobe	1	2	3	4	5	6
Anzahl der Akkus in der Stichprobe	20	25	20	30	35	25
Anzahl der Akkus mit der Qualität I	16	21	18	24	27	20
Anzahl der Akkus mit der Qualität II	3	4	1	3	4	3

Geben Sie auf der Grundlage dieser Stichproben einen Schätzwert für die Wahrscheinlichkeit an, dass ein zufällig ausgewähltes Produkt Ausschuss ist. Erreichbare BE-Anzahl: 1

Nach Anlauf der Produktion beträgt die Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein zufällig ausgewähltes Produkt die Qualitätsstufe I besitzt, 86% und dafür, dass es die Qualitätsstufe II besitzt, 12%.

b) Jeweils 50 Akkus werden in einer Kiste verpackt.

Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeiten folgender Ereignisse:

Ereignis A: Eine zufällig ausgewählte Kiste enthält mehr als 45 Akkus der Qualitätsstufe I.

Ereignis B: Mindestens 8, aber weniger als 12 Akkus einer zufällig ausgewählten Kiste besitzen die Qualitätsstufe II oder sind Ausschuss.

Ereignis C: Unter fünf zufällig ausgewählten Kisten gibt es mehr als zwei, die kein Ausschussstück enthalten. Erreichbare BE-Anzahl: 7

c) Von der Endkontrolle weiß man, dass Akkus der Qualität I zu 95% als solche erkannt und zu 5% fälschlicherweise der Qualität II zugeordnet werden.

Akkus der Qualität II werden zu 85% als solche erkannt, zu 5% aber fälschlicherweise der Qualitätsstufe I und zu 10% fälschlicherweise dem Ausschuss zugeordnet. Ausschussstücke werden mit 92% als solche erkannt, zu 8% aber fälschlicherweise der Qualitätsstufe II zugeordnet.

Ermitteln Sie die Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein zufällig herausgegriffener und überprüfter Akku richtig eingestuft wurde.

Ermitteln Sie außerdem die Wahrscheinlichkeit dafür, dass ein der Qualität II zugeordneter Akku tatsächlich dieser Qualitätsstufe angehört. Erreichbare BE-Anzahl: 5

d) Betrachtet wird die Zufallsgröße W, die die bei der Produktion auftretenden Ausschussakkus zählt.

Ermitteln Sie die Wahrscheinlichkeit dafür, dass bei 1000 produzierten Akkus der Wert der Zufallsgröße W um weniger als 3 von dem zu erwartenden Wert abweicht.

Erreichbare BE-Anzahl: 2

## Teil D: Wahlaufgaben

Wählen Sie genau eine der folgenden Aufgaben zur Bearbeitung aus.

### Aufgabe D 1: Analysis

Für jedes  $t$  ( $t \in \mathbb{R}, t > 0$ ) ist eine Funktion  $f_t$  gegeben durch  $y=f_t(x)=\ln(2t-x)-x^2$  ( $x \in D_{f_t}$ ).

a) Geben Sie den größtmöglichen Definitionsbereich der Funktion  $f_t$  und eine Gleichung der Asymptote an.

Der Graph der Funktion  $f_t$  besitzt genau einen lokalen Extrempunkt.

Berechnen Sie die Extremsteile. Erreichbare BE-Anzahl: 6

b) Zeigen Sie durch Integration, dass für alle reelle Zahlen  $x > 0$  gilt:  $\int \ln x \, dx = x \cdot \ln x - x + c$  ( $c \in \mathbb{R}$ ).

Der Graph der Funktion  $f_t$  ( $t > 1/2$ ), der Graph der Funktion  $g$  mit  $g(x) = -x^2$  ( $x \in \mathbb{R}$ ) und die Ordinatenachse begrenzen eine Fläche vollständig.

Berechnen Sie den Wert  $t$ , für den der Inhalt dieser Fläche ist. Erreichbare BE-Anzahl: 6

c) Es gibt genau einen Wert  $t$ , für den die Funktion  $f_t$  genau eine Nullstelle besitzt.

Ermitteln Sie einen Näherungswert für  $t$ . Erreichbare BE-Anzahl: 3

**Aufgabe D 2: Geometrie / Algebra**

In einem kartesischen Koordinatensystem sind für jedes  $a$  ( $a \in \mathbb{R}$ ,  $a > 0$ ) die Punkte  $A_a(a \mid 0 \mid 0)$ ,  $B_a(0 \mid a \mid 0)$  und  $C_a(0 \mid 0 \mid a)$  sowie der Punkt  $D_a(a \mid a \mid a)$  gegeben. Das Dreieck  $A_aB_aC_a$  ist gleichseitig.

- a) Zeigen Sie, dass der Körper  $A_aB_aC_aD_a$  ein reguläres Tetraeder (ein Körper, der von genau vier gleichseitigen Dreiecksflächen begrenzt wird) ist.

Außer dem Punkt  $D_a$  existiert ein weiterer Punkt, der Eckpunkt eines regulären Tetraeders mit der Seitenfläche  $A_aB_aC_a$  ist.

Ermitteln Sie die Koordinaten dieses Punktes.

Erreichbare BE-Anzahl: 6

- b) Es gibt genau einen Punkt  $P_a$ , der von jedem Eckpunkt des regulären Tetraeders  $A_aB_aC_aD_a$  den gleichen Abstand hat.

Ermitteln Sie den Wert  $a$ , für den der Abstand  $3\sqrt{3}$  beträgt.

Erreichbare BE-Anzahl: 4

- c) Von einem regulären Tetraeder  $A_aB_aC_aD_a$  werden durch parallel zu den Seitenflächen führende

Schnitte vier zueinander kongruente Tetraeder abgetrennt, deren Kantenlängen  $\frac{1}{3}$  der

ursprünglichen Tetraederkantenlänge beträgt.

Berechnen Sie den Wert  $a$ , für den bei dieser Zerlegung das Volumen des Restkörpers 207 beträgt.

Erreichbare BE-Anzahl: 5

# Lösungsvorschläge

## Teil A

a) mit GTR:

Nullstelle:  $x_0 \approx 3,22$

Koordinaten des Extrempunktes:  $P_{Ext}(1,39 \mid 9)$

Art des Extremums

Gleichung der Asymptote:  $y = 5$

b) Ansatz für Nullstelle:  $f_a(x_0) = -e^{2ax_0} + 4e^{ax_0} + 5 = 0$

Substitution:  $z = e^{ax_0} \Rightarrow 0 = -z^2 + 4z + 5 \Rightarrow z_{1/2} = 2 \pm 3$

Nachweis der Einzigkeit: für  $z_2 = -1$  gibt es keine Lösung aber für  $z_1 \Rightarrow x_0$

1. Ableitung:  $f'_a(x) = -2ae^{2ax} + 4ae^{ax}$

2. Ableitung:  $f''_a(x) = -4a^2e^{2ax} + 4a^2e^{ax}$

Extremstelle:  $f'_a(x_E) = 0 \Rightarrow x_E = \frac{\ln 2}{a}$

Ansatz für Nachweis des lokalen Maximums:  $f''_a(x_E) = -8a^2$

Nachweis des lokalen Maximums

Koordinaten des Extrempunktes:  $P_{MAX}\left(\frac{\ln 2}{a} \mid 9\right)$

Begründung für Wendepunkt (3 BE)

Betrachtet man den Graphen, hat man schnell die richtige Vermutung und argumentiert zum Beispiel: wegen  $f''_a(0) = -4a^2e^0 + 4a^2e^0 = 0$  ist der Wendepunkt unabhängig von  $a$  bei  $W(0 \mid 8)$ . (Die Einzigkeit des Extrema wurde bereits nachgewiesen, somit braucht keine weitere Ableitung betrachtet zu werden.)

c) Ansatz für Fläche:  $A = \int_0^{\frac{\ln 5}{a}} f_a(x) dx$

Stammfunktion:  $A = \left[ -\frac{1}{2a}e^{2ax} + \frac{4}{a}e^{ax} + 5x \right]_0^{\frac{\ln 5}{a}}$

Umformungen: insbesondere ist  $e^{\frac{a \cdot \ln 5}{a}} = 5$  und  $e^{2 \cdot \frac{a \cdot \ln 5}{a}} = 5^2$

Inhalt der Fläche:  $A = \frac{1}{a}(4 + 5 \ln 5) \approx \frac{12,047}{a}$

d) Variante I: Das Dreieck (siehe Abbildung 1)

muss rechtwinklig sein und ist nach Voraussetzung gleichschenkelig. Somit ergibt sich für  $\alpha$ :  $\alpha = 45^\circ$ . Damit ist auch der Anstieg der Tangente  $m_t = \tan 45^\circ = 1$ . Aus  $1 = f'_a(0)$  folgt  $1 = 2a$  und  $a = \frac{1}{2}$

Variante II – wie unten beschrieben – ist viel komplizierter:

t:  $y = 2a x + 8$  und n:  $y = \frac{1}{2a} \cdot x + 8$  mit

$x_{0_1} = -\frac{8}{2a}$  und  $x_{0_2} = 16a \Rightarrow$

$\left| -\frac{4}{a} \right| = 16a$  und  $a = \frac{1}{2}$

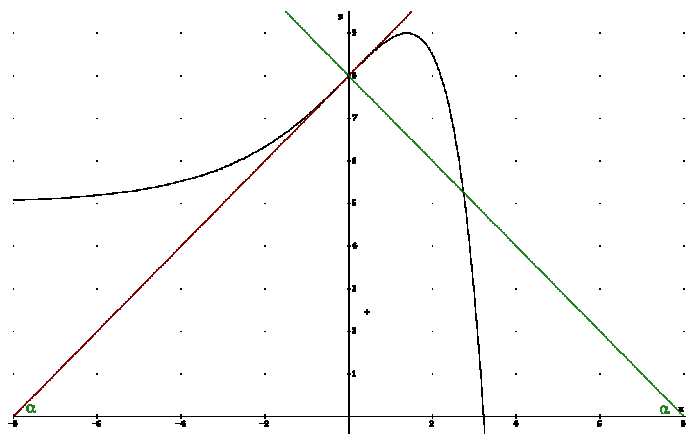


Abbildung 1: Lösungsidee

- Anstieg der Tangente
- Gleichung der Tangente
- Gleichung der Normale
- Nullstellen
- Ansatz für Gleichschenkligkeit
- Wert a:  $a = \frac{1}{2}$

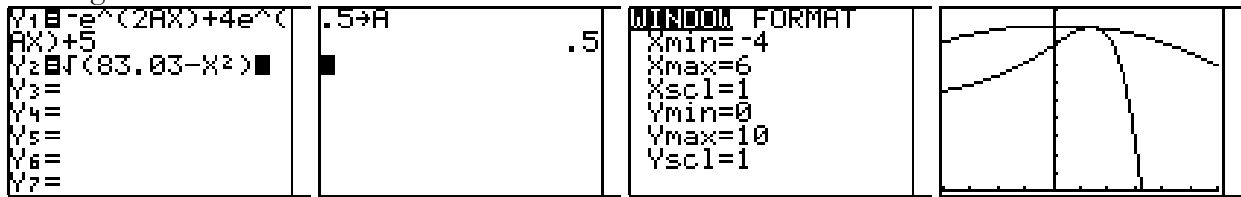
e) vollständige Beschreibung (3 BE):

Der Radius ergibt sich aus: Maximum für Abstand der Kurvenpunkte  $P(x | f_a(x))$  zum Koordinatenursprung im Intervall  $[0, x_0]$  suchen.

$$r^2 = d^2(x) = x^2 + y^2$$

mit GTR:  $f_{\text{Max}}(x^2 + f_{\frac{1}{2}}^2(x), x, 0, 3.22) \rightarrow x_{\text{Max}} = 1.463$  und  $r^2 = d^2(x_{\text{Max}}) = 83.03$

Probe grafisch mit GTR:



Radius:  $r \approx 9,11$

f) Ansatz für die Abszisse mit dem gesuchten Anstieg:

$$f'_{\frac{1}{2}}(x_s) = -e^x + 2e^{-\frac{x}{2}} = 2e - e^2 \Rightarrow \text{offensichtlich ist } x = 2$$

Wer das nicht sieht muss die Ersetzung  $e^x = z^2$  anwenden oder den GTR einsetzen {Probe}:

$\text{solve}(n\text{Derive}(Y1, X, X) - (2e - e^2), x, 2) \rightarrow 2$

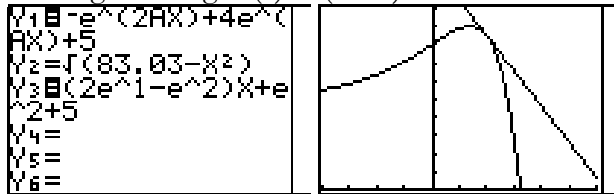
Abszisse mit dem gesuchten Anstieg:  $x = 2$

Ordinate mit dem gesuchten Anstieg

Ansatz für Wert n:

gemeinsamer Punkt:  $x_s = 2$  und  $y_s = f_{\frac{1}{2}}(2) = g_n(2) \Rightarrow n = f_{\frac{1}{2}}(2) - 4e + 2e^2$

Probe grafisch:  $g_{e^2+5}(x) = (2e - e^2)x + e^2 + 5$



Wert n:  $n = e^2 + 5$

### Teil B

Hinweis: offensichtlich ist mit  $S_t$  eine Halbgerade ( $t > 0$ ) gegeben:

$$S_t: \vec{x} = \begin{pmatrix} 4 \\ 7 \\ 2 \\ 15 \\ 8 \end{pmatrix} + t \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 5 \\ -4 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \\ 7 \\ 2 \\ 15 \\ 8 \end{pmatrix} + t \cdot \frac{1}{5} \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 3 \\ -4 \\ -4 \end{pmatrix} \quad (\text{Gleichung 1})$$

a) Ansatz für die Koordinaten des Punktes C:  $\vec{OC} = \vec{OB} + \vec{AD}$

Koordinaten des Punktes C:  $C \left( 2 \mid 6 \mid \frac{15}{4} \right)$

Gleichung der Ebene E: mit GTR `prgmGeometri`

<b>ANALYT. GEOMETRIE</b> 1: ABSTÄNDE 2: SCHNITTWINKEL 3: VEKTORPRODUKT 4: DREIECK 5: EBENE 6: SPIEGELUNG 7: DURCHSTÖSSPKT	<b>EINGABE EBENE</b> 1: PKT. + Z RICHT 2: DREIPUNKT 3: PKT. + NORMALE 4: AX+BY+CZ+D=0	<b>EINGABE PKT. R3</b> X=? Y=? Z=? <b>EINGABE PKT. R3</b> X=? Y=? Z=?15/4	<b>EINGABE PKT. R3</b> X=? Y=? Z=? <b>BESONDERE LAGE</b> PARALLEL X-ACHSE
AX+BY+CZ+D=0 A, B, C, D, Ls 0 -15 20 15 {0 -15 20 15}	{0 -15 20 15} AXENABSCHNITTE PARALLEL ZU X-A... Y-ACHSE 1 Z-ACHSE -.75	<b>PUNKT L1 RICHT...</b> {6 1 0} {0 5 3.75} {-4 0 0} <b>ABST. KOO.-URSP...</b> .6 Done	

E:  $3y - 4z = 3 \mid x \in \mathbb{R}$  oder

$$E: \vec{x} = \begin{pmatrix} 6 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + r \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix} + s \begin{pmatrix} -4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (r, s \in \mathbb{R}) \quad \text{bzw.} \quad \vec{x} = \begin{pmatrix} 6 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + r^* \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix} + s^* \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (r^*, s^* \in \mathbb{R})$$

Aussage zur Lage der Ebene E: parallel zur x-Achse

Koordinaten des Mittelpunktes der Grundfläche:  $\vec{OM} = \frac{\vec{OB} + \vec{CD}}{2}$

Ansatz für Nachweis für die gerade Pyramide:

z. B.:  $S_0 = M$  und Normalenvektor  $\vec{n} = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ -4 \end{pmatrix}$  von E ist parallel zur Richtung  $S_t$  (Gleichung 1)

Nachweis für die gerade Pyramide

Nachweis für Höhe (2 BE): z. B.: der Richtungsvektor von  $S_t$  hat die Länge 1  $\Rightarrow$

$$\left| \frac{1}{5} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ -4 \end{pmatrix} \right| = 1 \quad \text{damit ist } t \text{ die Höhe in Längeneinheiten}$$

$$V_t = \frac{1}{3} A_G \cdot h = \frac{1}{3} |\vec{AB}| |\vec{AD}| \cdot t \Rightarrow \text{Volumen: } V = \frac{25}{3} t$$

b) Lösungsidee: (Abbildung 2 und 3)

$$a = \frac{|\vec{AD}|}{2} = 2 \quad \text{und} \quad \tan 45^\circ = \frac{t}{a} = \frac{t}{2} = 1 \Rightarrow t = 2$$

Probe mit GTR **prgmGeometri**: Schnittwinkel | 2 Ebenen | Eingabe 3 Punkte (ABC) | Eingabe 3 Punkte (ABS<sub>2</sub>)  $\rightarrow 45^\circ$

Ansatz für Wert t

Wert t:  $t = 2$

c) für  $t \rightarrow 0$  wird die Fläche  $ABS_t$  minimal:

$ABS_0$  mit GTR **prgmGeometri**: Dreieck | Fläche  $\rightarrow 6.25 \Rightarrow$

$$\frac{24}{5} < 6,25 < F_{ABS_t}$$

Begründung

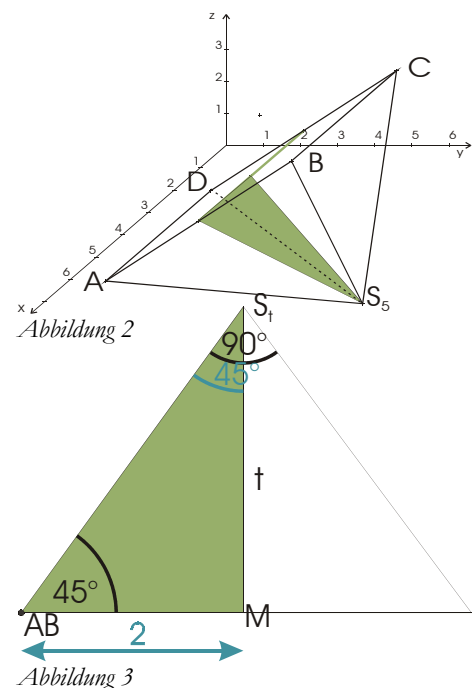
Ansatz für Flächeninhalt:

Höhe im Dreieck:  $h^2 = t^2 + a^2 = t^2 + 4$

$$|\vec{AB}| = \frac{25}{4}$$

$$F_{ABS_t} = \frac{1}{2} \cdot \frac{25}{4} \cdot \sqrt{t^2 + 4} \quad (t > 0) \Rightarrow \frac{65}{4} = \frac{25}{8} \sqrt{t^2 + 4}$$

Flächeninhalt





Ansatz für Wert t

Wert t:  $t = \frac{24}{5}$

d) Zeichnerische Darstellung (2 BE - Abbildung 4)

Art des speziellen Vierecks: Trapez

Begründung für Art des speziellen Vierecks:

$\vec{AD} \parallel \vec{BC} \parallel \vec{B'C'}$  und  $|\vec{AD}| \neq |\vec{B'C'}|$  mit  $B' = E_{BCS_5} \cap g_{BS_5}$

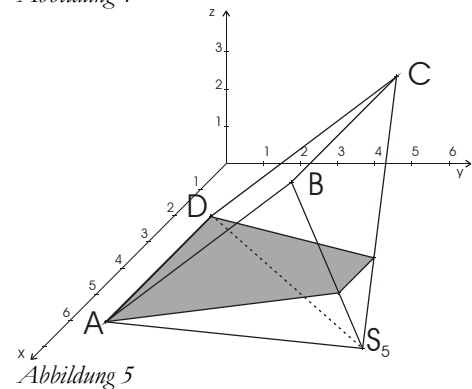
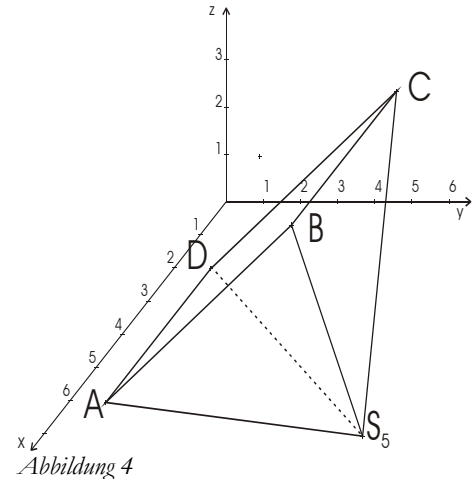
und  $C' = E_{BCS_5} \cap g_{CS_5}$  (siehe Abbildung 5)

Gleichung der Ebene F:  $F_{ADS_{2,5}}: y + 32z = 1$

Koordinaten des Teilungspunktes für  $\overline{BS_5}$ :

$$F_{ADS_{2,5}} \cap g_{BS_5, GTR} = \begin{pmatrix} 14/3 \\ 19/3 \\ -1/6 \end{pmatrix}$$

Teilungsverhältnis für  $\overline{BS_5}$ : z. B. 2:1



**Teil C**

a) Schätzwert für die Wahrscheinlichkeit:  $p \approx 0,071$

							$\Sigma$
Anzahl in der Stichprobe	20	25	20	30	35	25	155
Anzahl Qualität I	16	21	18	24	27	20	
Anzahl Qualität II	3	4	1	3	4	3	
Anzahl Ausschuss	1	0	1	3	4	2	11

b) Ansatz für Wahrscheinlichkeit P(A):  $P(A) = B_{50,0.86}(k > 45) = 1 - B_{50,0.86}(k \leq 45)$

GTR:  $1 - \text{binomcdf}(50, .86, 45) \rightarrow .1528$

Wahrscheinlichkeit P(A):  $P(A) \approx 0,1528$

Ansatz für Wahrscheinlichkeit P(B):  $P(B) = B_{50,0.14}(8 \leq k \leq 11)$

GTR:  $\text{binomcdf}(50, .14, 11) - \text{binomcdf}(50, .14, 7) \rightarrow .36078$

oder:  $\text{sum}(\text{binompdf}(50, .14, \{8, 9, 10, 11\}))$

Wahrscheinlichkeit P(B):  $P(B) \approx 0,3608$

Wahrscheinlichkeit, dass eine Kiste kein Ausschussstück enthält:  $p = .98^{50} \approx .3642$

Ansatz für Wahrscheinlichkeit P(C):  $P(C) = B_{5,p}(k > 2) = 1 - B_{5,p}(k \leq 2)$

GTR:  $\text{sum}(\text{binompdf}(5, Ans, \{3, 4, 5\})) \rightarrow .25757$

Wahrscheinlichkeit P(C):  $P(C) \approx 0,2576$

c) Analyse der Aufgabe (z. B.: Baumdiagramm)

Die Zufallsgröße X beschreibe die tatsächliche Qualität mit den Werten I, II und A. Die Zufallsgröße Y beschreibe die Zuordnung des Akkus zur Qualitätsstufe I, II und A.

Die gegebenen Werte in der Notation P(X) bzw. P<sub>X</sub>(Y):

$P(I) = .86; P(II) = .12; P(A) = .02$

$P_I(I) = .95; P_I(II, A) = .05; P_{II}(I) = .05; P_{II}(II) = .85; P_{II}(A) = .1; P_A(A) = .92; P_A(II) = .08$

Ansatz für Wahrscheinlichkeit, dass ein Akku richtig eingestuft wurde:

Satz von der totalen Wahrscheinlichkeit:  $P(I) \cdot P_I(I) + P(II) \cdot P_{II}(II) + P(A) \cdot P_A(A) = P(X=Y)$

Wahrscheinlichkeit, dass ein Akku richtig eingestuft wurde:  $p \approx 0,9374$

Ansatz für Wahrscheinlichkeit, dass ein Akku dieser Qualitätsstufe angehört:

bedingte Wahrscheinlichkeit:  $P_{Y=II}(X=II) = \frac{P_{X=II}(Y=II)}{P(X=Y)}$

Wahrscheinlichkeit:  $p \approx 0,6958$

- d) Ansatz für Wahrscheinlichkeit:  $B_{1000,02}(18 \leq k \leq 22)$   
 Wahrscheinlichkeit: z. B.:

$p \approx 0,4275$  (unter Verwendung der Binomialverteilung)

GTR: `sum(binompdf(1000, .02, {18, 19, 20, 21, 22}))` → .4275

$p \approx 0,4277$  (unter Verwendung der Normalverteilung mit Korrekturglied)

GTR: `normalcdf(17.5, 22.5, 20, 4.42)` → .4277

$p \approx 0,3486$  (unter Verwendung der Normalverteilung ohne Korrekturglied)

GTR: `normalcdf(18, 22, 20, 4.42)` → .3486

### Teil D1

- a) größtmöglicher Definitionsbereich:  $D_{f_t} = \{x | x \in \mathbb{R}, x < 2t\}$

Gleichung der Asymptote, z. B.  $x = 2t$

erste Ableitung:  $f'_t(x) = -\frac{1}{2t-x} - 2x$

Ansatz für Extremstelle:  $f'_t(x_e) = 0$

Lösungen der quadratischen Gleichung:  $0 = 2x_e \cdot 2t - 2x_e^2 + 1 \Rightarrow 0 = x_e^2 - 2tx_e - \frac{1}{2}$

Ausschluss einer Lösung und Angabe der lokalen Extremstelle:  $x_e = t - \sqrt{t^2 - \frac{1}{2}}$

- b) Ansatz für Nachweis:  $\int \ln x \, dx = \int 1 \cdot \ln x \, dx$  und Produktregel für Integration mit  $u' = 1$ ;  $v = \ln x$   
 Nachweis

Ansatz für Fläche:  $\int_0^{x_s} f_t(x) - g(x) \, dx = 1$  mit  $x_s: f_t(x_s) = g(x_s) \Rightarrow x_s = 2t-1$

weiter mit GTR: `solve(fnInt(ln(2T-X), X, 0, 2T-1) - 1, T, 2)` → 1.3591  $\approx e/2$

oder Stammfunktion durch Substitution:  $\int \ln(2t-x) \, dx = (x-2t)\ln(2t-x) - x$

Ansatz für Wert  $t$ :  $2t \ln(2t) - 2t + 1 = 1$

Wert  $t$ :  $t = \frac{1}{2}e$

- c) Lösungsidee:  $P_{\text{Max}}$  muss auf der  $x$ -Achse liegen

Ansatz für Wert  $t$ :  $f_t(x_e) = 0$

GTR:

`Y1=ln(2T-X)-X^2`

Solver: `eqn=Y1(T-√(T^2+.5))`

Näherungswert für  $t$ :  $t \approx 0,386$

### Teil D2

- a) Ansatz für Nachweis des Tetraeders: Das gleichseitige Dreieck  $\Delta A_a B_a C_a = \Delta_1$  hat die Kantenlänge  $a \cdot \sqrt{2}$ . Zu zeigen ist nun  $\overline{A_a D_a} = \overline{B_a D_a} = \overline{C_a D_a} = \sqrt{2} \cdot a$ .

Nachweis des Tetraeders (2 BE)

$D'_a$  entsteht z. B. durch Spiegelung an  $\Delta_1$ .

Normale von  $\Delta_1$ :  $\vec{n}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$  durch  $D_a$ :  $\vec{x} = \begin{pmatrix} a \\ a \\ a \end{pmatrix} + u \cdot \vec{n}_1$  und Ebene  $\Delta_1$ :  $\vec{x} = \begin{pmatrix} a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + s \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

führt zu  $\begin{pmatrix} 0 \\ a \\ a \end{pmatrix} = s \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + t \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} - u \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ . Es folgt:  $s = t = \frac{a}{3}$ ;  $u = -\frac{2a}{3}$  und  $L \left( \frac{a}{3} \mid \frac{a}{3} \mid \frac{a}{3} \right)$ .

Koordinaten des Schwerpunktes des Dreiecks  $A_a B_a C_a$

$$\vec{OD}_a = \vec{OL} + \vec{D}_a\vec{L} \quad \text{bzw.} \quad \vec{OD}_a = \vec{OD}_a + 2 \cdot \vec{D}_a\vec{L} \quad \text{oder} \quad \vec{OD}_a = \begin{pmatrix} a \\ a \\ a \end{pmatrix} + 2u \cdot \vec{n}_1 .$$

Ansatz für die Ermittlung der Koordinaten des Punktes

Koordinaten des Punktes:  $\left( -\frac{a}{3} \mid -\frac{a}{3} \mid -\frac{a}{3} \right)$

b) Lösungsidee zur Lage des Punktes  $P_a$ :

Mittelpunkt  $M(x \mid y \mid z)$  der Umkugel der vier Punkte.

I:  $\overline{MA}_a = \overline{MB}_a \Rightarrow \sqrt{(a-x)^2 + y^2 + z^2} = \sqrt{x^2 + (a-y)^2 + z^2}$

II:  $\overline{MA}_a = \overline{MC}_a \Rightarrow \sqrt{(a-x)^2 + y^2 + z^2} = \sqrt{x^2 + y^2 + (a-z)^2}$

III:  $\overline{MA}_a = \overline{MD}_a \Rightarrow \sqrt{(a-x)^2 + y^2 + z^2} = \sqrt{(a-x)^2 + (a-y)^2 + (a-z)^2}$

IV:  $\overline{MA}_a = 3\sqrt{3} \Rightarrow \sqrt{(a-x)^2 + y^2 + z^2} = 3\sqrt{3}$

I':  $(a-x)^2 + y^2 = x^2 + (a-y)^2 \Rightarrow a = 0 \text{ oder } \mathbf{x} = \mathbf{y}$

II':  $(a-x)^2 + z^2 = x^2 + (a-z)^2 \Rightarrow a = 0 \text{ oder } \mathbf{x} = \mathbf{z}$

III': I', II' in III  $x^2 = (a-x)^2 \Rightarrow 2x = a \text{ für } a \neq 0$

IV': I', II', III' in IV  $\sqrt{3x^2} = 3\sqrt{3} \Rightarrow x = 3 \Rightarrow a = 6$

Einfacher wird es mit einem Tafelwerk<sup>2</sup>, das den Umkreisradius zum Tetraeder angibt:  $r = \frac{k}{4} \sqrt{6}$ .

Mit der Kantenlänge  $k = \sqrt{2} a$  folgt nach Voraussetzung  $3\sqrt{3} = \frac{a}{4} \sqrt{12}$ .

Koordinaten des Punktes  $P_a$

Ansatz für Wert a Wert a:  $a = 6$

c) Volumen eines abgetrennten Tetraeders:  $V_{\text{klein}} = a^3/81$

Ansatz für Volumen des Restkörpers:  $V_{\text{rest}} = V_{\text{gesamt}} - 4 \cdot V_{\text{klein}}$

Volumen des Restkörpers:  $V_{\text{rest}} = \frac{23a^3}{81}$

Ansatz für Wert a:  $V_{\text{rest}} = 207$

Wert a:  $a = 9$

2 Zum Beispiel von Paetec: Formeln und Tabellen für die Sek II – Mathematik und Informatik.