

## Abi 89 LK Angabe

### 0.1 L1 Integralrechnung

- I. Gegeben ist die Funktionenschar  $f_c : x \mapsto \frac{x^2+c-4}{x+2}, x \in \mathbb{R} \setminus \{-2\}, c \in \mathbb{R}^+$
1. a) Bestimmen Sie die Schnittpunkte der Scharkurven mit den Koordinatenachsen und geben Sie die Gleichung der Asymptoten an.  
Führen Sie, falls nötig, Fallunterscheidungen durch.
  - b) Bestimmen Sie die Extrema der Scharfunktionen  $f_c$ , und ermitteln Sie die Ortskurve der Tiefpunkte aller Scharkurven.  
[Teilergebnis:  $f'_c(x) = 1 - \frac{c}{(x+2)^2}$ ]
  - c) Zeichnen Sie unter Verwendung der gewonnenen Ergebnisse im Bereich  $-6 \leq x \leq 4$  die Asymptoten, den Graph der Funktion  $f_c$  und die Ortskurve der Tiefpunkte (Hochformat, Ursprung des Koordinatensystems in Blattmitte, Längeneinheit 1cm).
  - d) Weisen Sie nach, dass jede Scharkurve punktsymmetrisch ist.
2. Betrachtet wird nun die Funktion  $F : x \mapsto \int_0^x f_1(t) dt, x > -2$ .
- a) Geben Sie, ohne die Integration durchzuführen, die Abszissen der Hoch-, Tief- und Wendepunkte von  $F$  an.
  - b) Untersuchen Sie, ebenfalls ohne Ausführung der Integration, das Monotonieverhalten von  $F$  in  $\mathbb{R}^+$ , und begründen Sie, warum  $F$  dort genau eine Nullstelle  $x_0$  besitzt.
- In den Teilaufgaben 2c und 2d sind die Rechenergebnisse jeweils auf zwei Stellen nach dem Komma zu runden.
- c) Bestimmen Sie eine integralfreie Darstellung von  $F(x)$ .  
Berechnen Sie  $F(-\sqrt{3})$  und  $F(\sqrt{3})$  und geben Sie den Inhalt  $A$  des von der  $x$ -Achse und dem Graphen von  $f_1$  eingeschlossenen Flächenstücks an.  
[Teilergebnis:  $F(x) = \frac{x^2}{2} - 2x + \ln(x+2) - \ln 2$ ]
  - d) Zur genaueren Bestimmung von  $x_0$  (Teilaufgabe 2b) wird nun die Funktion  $g : x \mapsto x - \sqrt{3}, x \in \mathbb{R}$ , eingeführt. Zeigen Sie, dass für  $x \geq \sqrt{3}$  gilt:  
$$g(x) \geq f_1(x).$$
  
Bestimmen Sie die reelle Zahl  $a > \sqrt{3}$  so, dass  $\int_0^{\sqrt{3}} f_1(t) dt + \int_{\sqrt{3}}^a g(t) dt = 0$  gilt.
- Entscheiden Sie, ob  $x_0 \leq a$  oder  $x_0 \geq a$  ist. Begründen Sie Ihre Antwort.  
Berechnen Sie  $F(2\sqrt{3})$  und geben Sie dann ohne weitere Rechnung mit Hilfe der gefundenen Ergebnisse ein möglichst kleines Intervall an, in dem  $x_0$  liegt.
- e) Untersuchen Sie das Verhalten von  $F$  am linken Rand des Definitionsbereichs, und skizzieren Sie den Graphen von  $F$  unter Verwendung der gewonnenen Ergebnisse in das Koordinatensystem der Teilaufgabe 1c.

II. Gegeben ist die Schar der Funktionen  $f_a : x \mapsto \frac{2 \cdot e}{a + e^{2x}}$  mit  $a \in \mathbb{R}^+$  und  $D = \mathbb{R}$ ; die Graphen werden mit  $G_a$  bezeichnet.

- (a) a) Zeigen Sie die Gültigkeit der folgenden Beziehung:  
 $f_a(\ln \sqrt{a} + d) = f_a(\ln \sqrt{a} - d)$  mit  $d \in \mathbb{R}$ .  
 Welche geometrische Bedeutung hat diese Beziehung für die Graphen  $G_a$ ?
- b) Untersuchen Sie das Verhalten von  $f_a(x)$  für  $x \rightarrow \pm\infty$ .  
 Geben Sie die Monotoniebereiche sowie Lage und Art des Extrempunktes an. Bestimmen Sie die Ortskurve der Extrempunkte aller Graphen  $G_a$ .
- c) Berechnen Sie die Funktionswerte  $f_1(1), f_1(2)$ , und  $f_{0,25}(0)$ . Zeichnen Sie unter Verwendung der bisherigen Ergebnisse die Graphen  $G_1, G_{0,25}$  sowie die Ortskurve der Extrempunkte (Ursprung des Koordinatensystems in Blattmitte; Längeneinheit 2cm).
- (b) Gegeben ist die Integralfunktion  $F : x \mapsto \int_0^x f_1(t)dt$  mit  $D_F = \mathbb{R}$ ; der Graph von  $F$  wird mit  $G_F$  bezeichnet.  
 Die Teilaufgaben 2a, 2b und 2c sind ohne Berechnung des Integrals zu bearbeiten.
- a) Weisen Sie nach, dass  $F$  streng monoton steigt und dass der Graph  $G_F$  zum Ursprung symmetrisch ist.
- b) Zeigen Sie, dass  $G_F$  genau einen Wendepunkt  $W$  hat, und geben Sie seine Koordinaten an. Ermitteln Sie die Gleichung der Wendetangente.
- c) Für  $b > 0$  gilt:  $F(b) > b \cdot f_1(b)$ .  
 Begründen Sie diese Aussage anschaulich mit Hilfe einer Flächenberechnung. Zeigen Sie, dass sich die Graphen  $G_f$  und  $G_1$  im Bereich  $0 < x < 1$  genau einmal schneiden.
- d) Bestimmen Sie mit Hilfe der Substitutionsmethode eine integralfreie Darstellung von  $F(x)$ .  

$$[Zur Kontrolle: F(x) = 2 \cdot \arctan e^x - \frac{\pi}{2}]$$
- e) Berechnen Sie den Inhalt der sich beidseitig in Unendliche erstreckenden Fläche zwischen  $G_1$  und der x-Achse.
- f) Bestimmen Sie  $x_0$  so, dass  $F(x_0) = 1$  ist.
- g) Skizzieren Sie nun unter Verwendung der erhaltenen Ergebnisse den Graphen  $G_F$  in das bereits angelegte Koordinatensystem.

## 0.2 L2 Wahrscheinlichkeitsrechnung/Statistik

- III. Beim Biathlon-Training wird zuerst gelaufen, dann nach bestimmten Regeln geschossen, und zwar in Serien von je 5 Schüssen (5-Serie).
1. Für jeden Sportler sei zunächst die Wahrscheinlichkeit  $p$ , bei einem Schuss einen Treffer zu erzielen, konstant. Die einzelnen Schüsse erfolgen unabhängig voneinander.
    - a) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Teilnehmer mit der Trefferwahrscheinlichkeit  $p=0,6$  in einer 5-Serie mehr als drei Treffer erzielt. Wie viele 5-Serien muss dieser Teilnehmer mindestens abgeben, um mit mindestens 90% Sicherheit bei wenigstens einer 5-Serie mehr als drei Treffer zu erzielen?
    - b) Nach wie vielen Schüssen könnte ein Beobachter die Trefferwahrscheinlichkeit eines Sportlers auf 0,01 genau mit einer Sicherheit von mindestens 80% abschätzen? Verwenden Sie die Ungleichung von Tschebyschow.
  2. Ein Trainer möchte wissen, ob es sich lohnt, für den ersten Schuss der 5-Serie besonders viel Zeit zu verwenden, da er glaubt, dass nach einem Fehlschuss das Selbstvertrauen und damit die Trefferwahrscheinlichkeit  $p$  sinkt.
    - a) Berechnen Sie zunächst für die konstante Trefferwahrscheinlichkeit  $p = 0,9$  die Wahrscheinlichkeit  $p_2$ , dass bei den Schüssen 2 bis 5 mindestens ein Fehlschuss erfolgt. [Ergebnis:  $p_1 = 0,3439$ ]
    - b) In den Trainingsprotokollen werden 300 5-Serien von Schützen mit  $p=0,9$  gesucht, bei denen der erste Schuss ein Fehlschuss war. Unter diesen 300 wird die Anzahl  $Z$  der Serien mit noch mindestens einem weiteren Fehlschuss gezählt.  
Für welche Werte von  $Z$  kann man bei einem Signifikanzniveau von 5% die Hypothese  $H_0$  := "Die Trefferwahrscheinlichkeit nimmt nicht ab, wenn der erste Schuss ein Fehlschuss war" abgelehnt werden? Verwenden Sie die Normalverteilung.
  3. Beim Schiessen soll nun der Sportler 5 Treffer erzielen, darf aber höchstens 7 Schüsse abgeben. Für die ersten 5 Schüsse braucht er insgesamt 100 Sekunden, für jeden weiteren Schuss 40 Sekunden wegen des Nachladens.  
Erreicht er keine 5 Treffer, so wird die gesamte Schießzeit (einschließlich der Strafzeit) auf 300 Sekunden festgelegt.  
Die Zufallsgröße  $X$  gebe die gesamte Schießzeit in Sekunden an.
    - a) Ermitteln Sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung und den Erwartungswert  $E(X)$  dieser Zufallsgröße in Abhängigkeit von  $p$ . Berechnen Sie  $E(X)$  für  $p = 1; 0,9; 0,8$  Sekunden. [Teilergebnis:  $E(X) = 300 - 200p^5(14 - 22p + 9p^2)$ ]
    - b) Vor dem Schießen muss jeder Sportler laufen. Erfahrungsgemäß sinkt bei allen die Trefferwahrscheinlichkeit  $p$  gleichmäßig um 0,01 pro Sekundem

Laufzeitgewinn.

Ein Sportler möchte seine Laufzeit um 30 Sekunden verbessern. Kann er erwarten, dass er so seine Gesamtzeit für Laufen und Schießen verringert, wenn ersonst die Trefferwahrscheinlichkeit 0,9 hat? Begründen Sie Ihre Antwort.

IV. <Fehlt Zeichnung> Bei zwei Glücksräder mit jeweils gleich großen Sektoren wird nach dem Stillstand des Rades durch den Pfeil angezeigt, ob man einen Treffer (1) oder eine Niete(0) hat (siehe Abbildung).

1. Mit dem Glücksrad I wird 10mal gespielt.
  - a) Mit welcher Wahrscheinlichkeit erhält man mehr Treffer als Nieten?
  - b) Mit welcher Wahrscheinlichkeit erhält man beim 10. Spiel den 4. Treffer?
2. a) Wie oft müsste man mit dem Glücksrad I mindestens spielen, damit die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die relative Häufigkeit für einen Treffer im Intervall  $[0,38; 0,42]$  liegt, mindestens 97% ist?  
Verwenden Sie die Tschebyschow-Ungleichung.
- b) Es wird nun mit zwei (voneinander unabhängigen) Glücksräder vom Typ I gleichzeitig gespielt. Wie oft müsste man das mindestens tun, damit mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 98% wenigstens ein Doppeltreffer auftritt?
3. Das Glücksrad I wird nun so lange betätigt, bis man einen Treffer erhält, höchstens jedoch viermal. Die Anzahl der Spiele wird durch die Zufallsgröße  $X$  angegeben. Berechnen Sie Wahrscheinlichkeitsverteilung, Erwartungswert und Varianz dieser Zufallsgröße.
4. Am Glücksrad I und am Glücksrad II werde je viermal unabhängig voneinander gespielt. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass am Glücksrad I mehr Treffer erzielt werden als am Glücksrad II?
5. Die Ergebnisse von jeweils 500 Spielen mit dem Glücksrad I bzw. mit dem Glücksrad II wurden in Protokollen festgehalten. Dabei wurde die Angabe des Glücksrades vergessen; deshalb werden alle Protokolle mit höchstens  $k$  Treffern dem Glücksrad I, die anderen dem Glücksrad II zugeordnet.
  - a) Bestimmen Sie  $k$  so, dass die Wahrscheinlichkeit dafür, ein Protokoll fälschlicherweise dem Glücksrad I zuzuschreiben, unter 1% liegt, und gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit dafür, ein Protokoll fälschlich dem Glücksrad II zuzuweisen möglichst klein wird. Verwenden Sie die Normalverteilung.
  - b) Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird bei Verwendung der Entscheidungsregel aus Teilaufgabe 5a ein Protokoll irrtümlich dem Glücksrad II zugeordnet?  
Verwenden Sie die Normalverteilung.

### 0.3 L3 Analytische Geometrie

- V. In einem kartesischen Koordinatensystem K sind die Ebene  $E : x_1 + 2x_2 + x_3 - 7 = 0$  sowie der Punkt  $A(4|9,5|8)$  und die Gerade

$$g : \vec{X} = \begin{pmatrix} 4 \\ 9,5 \\ 8 \end{pmatrix} + \lambda \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}, \quad \lambda \in \mathbb{R},$$

gegeben.

1. a) Bestimmen Sie den Schnittpunkt S von g und E und den Fußpunkt  $A_0$  des Lots von A auf E. [Teilergebnis:  $S(2|1,5|2)$ ]
  - b) Die Gerade h sei die senkrechte Projektion von g auf E. Geben Sie ein Gleichung von h an.  

$$\text{Mögliches Ergebnis: } h : \vec{X} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1,5 \\ 2 \end{pmatrix} + \mu \cdot \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$
  - c) Weisen Sie nach, dass die Gerade:  

$$k : \vec{X} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1,5 \\ 2 \end{pmatrix} + \tau \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}, \tau \in \mathbb{R},$$
in der Ebene E liegt, senkrecht auf h steht und den in Teilaufgabe 1a bestimmten Punkt S enthält.
  - d) Legen Sie eine Skizze an, aus der die Lagebeziehungen zwischen E, g, h und k hervorgehen. Die Zeichnung ist im folgenden entsprechend zu ergänzen.
2. In der Ebene E wird nun ein zweidimensionales kartesischen Koordinatensystem K' eingeführt mit dem Punkt  $S(2|1,5|2)$  als Ursprung und auf den Betrag 1 normierten Richtungsvektoren von h bzw. k als erstem bzw. zweiten Basisvektor.
  - a) Geben Sie die Koordinaten  $q'_1, q'_2$  des in E liegenden Punktes  $Q(2|0,5|5)$  in dem neuen System K' an. [Mögliches Ergebnis:  $q'_1 = \sqrt{2}, q'_2 = \sqrt{3}$ ]
  - b) Berechnen Sie unter Verwendung von Vektoren aus K' den Winkel  $\phi$ , den die Geraden h und SQ bilden.
  - c) Die Parallele zu h durch Q sei p. Begründen Sie ohne weitere Rechnung, dass der Abstand der windschiefen Geraden p und g gleich  $\sqrt{3}$  ist.

VI. In einem kartesischen Koordinatensystem sind die Punkte  $A(4| -4|4)$ ,  $B(2|4| -2)$  und  $C_a(2a - 3|5a|6a + 3)a \in \mathbb{R}$  gegeben.

1. a) Das Dreieck  $ABC_0$  bestimmt eine Ebene  $E_0$ .  
Stellen Sie eine Gleichung von  $E_0$  in Normalenform auf.  
[Mögliches Ergebnis:  $2x_1 + 5x_2 + 6x_3 - 12 = 0$ ]
  - b) Bestätigen Sie, dass gilt:  $\gamma_0 = \angle AC_0B \approx 77,8^\circ$ .
  - c) Wenn  $a$  alle Werte aus  $\mathbb{R}$  durchläuft, bewegt sich  $C_a$  auf einer Geraden  $g$ .  
Stellen Sie eine Gleichung von  $g$  auf, und beweisen Sie, dass  $g$  auf  $E_0$  senkrecht steht.
2. a) Zeigen Sie, dass alle Dreiecke  $ABC_a$  gleichschenklig sind.
  - b) Der Mittelpunkt der Strecke  $[AB]$  sei  $S$ . Begründen Sie ohne weitere Rechnung, dass  $C_0S$  das gemeinsame Lot von  $g$  und  $AB$  darstellt.
  3. a) Welchen Abstand  $d_a$  hat  $C_a$  von  $E_0$ ? Bestimmen Sie den Spiegelpunkt von  $C_a$  bezüglich  $E_0$ .
  - b) Entscheiden Sie ohne weitere Rechnung, ob es Werte von  $a$  gibt, für die das Dreieck  $ABC_a$  rechtwinklig ist, und solche, für die das Dreieck  $ABC_a$  gleichseitig ist. Wie viele sind es gegebenenfalls jeweils?