

Aufgabe 1: Abweichungsrechnung

a) **Vollständiges Messergebnis für $\dot{m} = f(\dot{Q}, c_p, T_1, T_2)$ mit $P = 95\%$:**

Die gegebene Gleichung lautet:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot (T_2 - T_1)} \quad (1.1)$$

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: \dot{Q}, c_p, T_1, T_2

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: –

Umrechnung der Heizleistung \dot{Q} von $P = 99\%$ auf $P = 95\%$:

allgemein:

$$u_{\alpha_1} = u_{\alpha_2} \cdot \frac{t_{n-1;1-\alpha_1/2}}{t_{n-1;1-\alpha_2/2}}$$

mit sehr großem Stichprobenumfang folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha_1/2} = t_{\infty;0,975} = 1,960$$

$$t_{n-1;1-\alpha_2/2} = t_{\infty;0,995} = 2,576$$

$$\Rightarrow u_{\dot{Q};95\%} = 5 \text{ W} \cdot \frac{1,960}{2,576} \approx 3,8043 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = 1000 \text{ W} \pm 3,8043 \text{ W}; P = 95\%$$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses des spezifischen Wärmekapazität c_p aus der gegebenen Messreihe unter Verwendung von SI-Basiseinheiten:

$$\text{Mittelwert: } \bar{c}_p = 3,96125 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K}) = 3961,25 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$\text{Streuung: } S_{c_p} \approx 0,04794 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K}) = 47,94 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

Vertrauensbereich:

$$u_{c_p} = \frac{S_{c_p}}{\sqrt{n}} \cdot t_{n-1;1-\alpha/2}$$

$$\text{mit: } n = n_{c_p} = 8$$

$$\alpha = 0,05$$

folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha/2} = t_{7;0,975} = 2,365$$

$$\Rightarrow u_{c_p} = \frac{47,94 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})}{\sqrt{8}} \cdot 2,365 \approx 40,085 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$c_p = 3961,25 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \pm 40,085 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) ; P = 95\%$$

Für die Temperaturen T_1 und T_2 sind folgende vollständige Messergebnisse gegeben:

$$T_1 = 19,2^\circ\text{C} \pm 0,02^\circ\text{C} ; P = 95\%$$

$$T_2 = 22,4^\circ\text{C} \pm 0,02^\circ\text{C} ; P = 95\%$$

Da die beiden Temperaturen im Weiteren nur als Temperaturdifferenz $\Delta T = (T_2 - T_1)$ einfließen, könnte auf eine explizite Umrechnung von $^\circ\text{C}$ in K verzichtet werden, ist aufgrund der besseren Nachvollziehbarkeit jedoch vorteilhaft:

$$T_1 = 292,35 \text{ K} \pm 0,02 \text{ K} ; P = 95\%$$

$$T_2 = 295,55 \text{ K} \pm 0,02 \text{ K} ; P = 95\%$$

Berechnung des Mittelwertes \bar{v} :

$$\begin{aligned} \bar{m} &= \frac{\bar{Q}}{c_p \cdot (\bar{T}_2 - \bar{T}_1)} \\ &= \frac{1000 \text{ W}}{3961,25 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot (295,55 \text{ K} - 292,35 \text{ K})} \approx 0,078889 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 7,8889 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial \bar{m}}{\partial \bar{Q}} \right|_{\bar{Q}, \bar{c}_p, \bar{T}_1, \bar{T}_2} = \frac{1}{c_p \cdot (\bar{T}_2 - \bar{T}_1)} \approx 7,8889 \cdot 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{J}}$$

$$\left. \frac{\partial \bar{m}}{\partial c_p} \right|_{\bar{Q}, \bar{c}_p, \bar{T}_1, \bar{T}_2} = -\frac{\bar{Q}}{c_p^2 \cdot (\bar{T}_2 - \bar{T}_1)} \approx -1,9915 \cdot 10^{-5} \frac{\text{kg}^2 \cdot \text{K}}{\text{J} \cdot \text{s}}$$

$$\left. \frac{\partial \bar{m}}{\partial T_1} \right|_{\bar{Q}, \bar{c}_p, \bar{T}_1, \bar{T}_2} = \frac{\bar{Q}}{c_p \cdot (\bar{T}_2 - \bar{T}_1)^2} \approx 0,024653 \frac{\text{kg}}{\text{K} \cdot \text{s}}$$

$$\left. \frac{\partial \bar{m}}{\partial T_2} \right|_{\bar{Q}, \bar{c}_p, \bar{T}_1, \bar{T}_2} = -\frac{\bar{Q}}{c_p \cdot (\bar{T}_2 - \bar{T}_1)^2} \approx -0,024653 \frac{\text{kg}}{\text{K} \cdot \text{s}}$$

Vertrauensbereich $u_{\bar{m}}$:

$$u_{\bar{m}} = \sqrt{\left(\frac{\partial \bar{m}}{\partial \bar{Q}} \cdot u_{\bar{Q}} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{m}}{\partial c_p} \cdot u_{c_p} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{m}}{\partial T_1} \cdot u_{T_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{m}}{\partial T_2} \cdot u_{T_2} \right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_{\dot{m}} = \sqrt{(7,8889 \cdot 10^{-5} \cdot 3,8043)^2 + (-1,9915 \cdot 10^{-5} \cdot 40,085)^2 + (0,024653 \cdot 0,02)^2 + (-0,024653 \cdot 0,02)^2} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$
$$\approx 1,1016 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Vollständiges Messergebnis des Massenstroms \dot{m} :

$$\dot{m} = 7,8889 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{s}} \pm 1,1016 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{s}} ; P = 95\%$$

Und in der geforderten Einheit g/s:

$$\dot{m} = 78,889 \frac{\text{g}}{\text{s}} \pm 1,1016 \frac{\text{g}}{\text{s}} ; P = 95\%$$

Aufgabe 2: χ^2 -Test

a) Überprüfung auf geometrische Verteilung auf Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$:

Es soll überprüft werden, ob die empirischen Daten aus Roulettespielen der aufgrund der Randbedingungen des Spiels und der angewendeten Spielstrategie zu erwartenden geometrischen Verteilung genügen. Die Überprüfung erfolgt mittels eines χ^2 -Tests.

Die für den Test benötigten theoretischen Häufigkeiten E_i ergeben sich aus der Wahrscheinlichkeitsfunktion der Variante A der geometrischen Verteilung:

$$P(X = m) = pq^{m-1}$$

Der Wert m steht für die Anzahl der bis zu einem ersten Spielerfolg benötigten Versuche. Allgemein gilt:

$$m \in \mathbb{N}$$

Im vorliegenden Fall werden die diskreten Ergebnisklassen 1 bis 9 sowie die zusammengefasste Ergebnisklasse ≥ 10 betrachtet.

Die Wahrscheinlichkeiten p (Erfolg) und q (Misserfolg) betragen laut Aufgabenstellung $p = 18/37$ und $q = 19/37$.

Damit ergeben sich die in folgender Tabelle eingetragenen theoretischen Wahrscheinlichkeiten p_i :

m	p_i	$E_i = n \cdot p_i$
1	0,486486	1459,458
2	0,249817	749,451
3	0,128285	384,855
4	0,065876	197,628
5	0,033828	101,484
6	0,017371	52,113
7	0,008920	26,760
8	0,004581	13,743
9	0,002352	7,056
≥ 10	0,002483	7,449

Exemplarisch für

$$m = 1: \quad p_1 = P(X = 1) = pq^{1-1} = pq^0 = p = \frac{18}{37} \approx 0,486486$$

$$m = 2: \quad p_2 = P(X = 2) = pq^{2-1} = pq^1 = pq = \frac{18}{37} \cdot \frac{19}{37} \approx 0,249817$$

$$m = 3: \quad p_3 = P(X = 3) = pq^{3-1} = pq^2 = \frac{18}{37} \cdot \left(\frac{19}{37}\right)^2 = \frac{18}{37} \cdot \frac{19}{37} \cdot \frac{19}{37} \approx 0,128285$$

Die kumulierte Wahrscheinlichkeit für alle Klassen mit $m \geq 10$ kann sinnvoll nur durch Bestimmung der nach den Klassen 1 bis 9 noch zu 100% fehlenden Wahrscheinlichkeit ermittelt werden:

$$m \geq 10: p_{\geq 10} = 1 - \sum_{m=1}^9 P(X = m) \approx 0,002483$$

Um auf die theoretischen absoluten Häufigkeiten E_i zu kommen, werden die Wahrscheinlichkeiten p_i mit der Anzahl der Spielfolgen multipliziert. Laut Aufgabenstellung wurden $n = 3000$ Spielfolgen erfasst. Es ergeben sich also die in obiger Tabelle eingetragenen theoretischen Häufigkeiten E_i .

Die in nachfolgender Tabelle vorgenommene Zusammenstellung von empirischem und theoretischem Histogramm zeigt, dass zunächst noch durch Zusammenlegung von Klassen sichergestellt werden muss, dass die Besetzungszahl in allen Klassen ≥ 5 ist. Es werden die Klassen für $m \geq 10$ und $m = 9$ zu einer Klasse zusammengefasst. In der Folge kann dann der χ^2 -Wert berechnet werden.

m	B_i	E_i	B'_i	E'_i	$\frac{(B'_i - E'_i)^2}{E'_i}$
1	1437	1459,458	1437	1459,458	0,345582
2	764	749,451	764	749,451	0,282438
3	382	384,855	382	384,855	0,021179
4	185	197,628	185	197,628	0,806902
5	114	101,484	114	101,484	1,543596
6	61	52,113	61	52,113	1,515529
7	29	26,760	29	26,760	0,187504
8	19	13,743	19	13,743	2,010918
9	5	7,056	9	14,505	2,089281
≥ 10	4	7,449			
Σ					8,802929

$$\Rightarrow \chi^2_0 \approx 8,803$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

Zahl der auswertbaren Klassen: $r^* = 9$

Zahl der Parameter der Verteilungsfunktion: $s = 0$ (es wurden keine Parameter aus der Stichprobe abgeschätzt)

$$\Rightarrow r^* - s - 1 = 9 - 0 - 1 = 8$$

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben: $\alpha = 0,05$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi_{r^*-s-1;1-\alpha}^2 = \chi_{8;0,95}^2 = 15,5 \quad (\text{aus Tabelle})$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{8;0,95}^2$?

hier:

$$8,803 > 15,5$$

⇒ Die Bedingung **ist nicht erfüllt!**

⇒ Die Hypothese H_0 wird nicht abgelehnt!

⇒ Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ **wird** das beobachtete Ergebnis durch die zu erwartende geometrische Verteilung beschrieben!

Erläuterungen zu Aufgaben nach dem Antwort-Wahl-Verfahren:

Bei jeder Fragestellung wird im Anschluss an die Antwortalternativen angegeben, um welchen Fragetyp es sich handelt. Die möglichen Fragetypen sind nachfolgend näher erläutert.

- *Fragetyp Einfachwahl:* Bei Fragen dieses Typs ist genau eine der angebotenen Antwortalternativen korrekt. Bei Fragen dieses Typs wird nur dann eine von null Punkten verschiedene Bewertung vergeben, wenn genau die eine korrekte Antwort markiert wurde.
- *Fragetyp Mehrfachwahl:* Bei Fragen dieses Typs ist mindestens eine der angebotenen Antwortalternativen korrekt. Entsprechend können auch mehrere oder alle Antwortalternativen korrekt sein. Bei Fragen dieses Typs werden auch dann anteilig Punkte vergeben, wenn einzelne Antworten unzutreffend sind (korrekte Antwort fälschlich nicht markiert oder unkorrekte Antwort fälschlich markiert). Hierbei gilt jedoch, dass eine Frage, bei welcher keine der Antworten markiert wurde als nicht bearbeitet gilt und mit null Punkten bewertet wird.

Für alle Fragetypen gilt, dass eine Frage nicht mit weniger als null Punkten bewertet werden kann. Es werden also keine negativen Punkte vergeben.

Antwort-Wahl-Verfahren, Teil A:

3. Bei einem Hersteller von Elektroheizkörpern werden im Rahmen einer Wareneingangsprüfung die elektrischen Heizelemente hinsichtlich ihres elektrischen Widerstands untersucht. Hierzu wird aus einer gelieferten Charge eine Stichprobe vom Umfang $n = 15$ entnommen und der elektrische Widerstand R ermittelt. Aus der Stichprobe ergibt sich ein Mittelwert des Widerstands von $\bar{R} = 34,98 \Omega$ und eine Streuung von $S_R = 0,04 \Omega$. Die Standardabweichung σ sei unbekannt.

3.1. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes des Widerstands R für eine Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 99\%$ beträgt für diesen Fall rund:

- a) $R = 34,98 \Omega \pm 0,0266 \Omega ; P = 99\%$
- b) $R = 34,98 \Omega \pm 0,0271 \Omega ; P = 99\%$
- c) $R = 34,98 \Omega \pm 0,0307 \Omega ; P = 99\%$
- d) $R = 34,98 \Omega \pm 0,0370 \Omega ; P = 99\%$
- e) $R = 34,98 \Omega \pm 0,0386 \Omega ; P = 99\%$

(Fragetyp Einfachwahl)

3.2. Angenommen, es sei bekannt, dass die Standardabweichung des Prozesses $\sigma_R = 0,04 \Omega$ betrage. Wie groß ist dann der minimal erforderliche Stichprobenumfang n , um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 95\%$ das Konfidenzintervall des Erwartungswertes des Widerstands R auf maximal $\pm 0,02 \Omega$ abschätzen zu können?

- a) 11
- b) 16
- c) 18
- d) 23
- e) 28

(Fragetyp Einfachwahl)

Fortsetzung Aufgabe 3 auf der nächsten Seite

3.3. Gehen Sie davon aus, dass Mittelwert und Streuung obiger Stichprobe mit dem Erwartungswert und der Standardabweichung der Grundgesamtheit übereinstimmen. Etwa wie viel Prozent aller Heizelemente weisen dann einen Widerstand auf, der innerhalb des Intervalls von $34,9 \Omega \leq R \leq 35,1 \Omega$ liegt?

- a) 2,41%
- b) 15,29%
- c) 84,71%
- d) 97,59%
- e) 99,86%

(Fragetyp Einfachwahl)

3.4. Angenommen, der Erwartungswert des Widerstands R betrage $\mu_R = 35 \Omega$. Welchen (mathematisch gerundeten) Wert dürfte die Standardabweichung σ_R des Widerstands dann maximal annehmen, damit 99% der Widerstände innerhalb des Intervalls von $34,95 \Omega \leq R \leq 35,05 \Omega$ lägen?

- a) 0,0162 Ω
- b) 0,0183 Ω
- c) 0,0194 Ω
- d) 0,0215 Ω
- e) 0,0245 Ω

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Heizelementen für Elektroheizkörper möchten Sie den korrekten Betrieb Ihrer Fertigungsanlage sicherstellen und entnehmen zu diesem Zweck stündlich eine Stichprobe aus der laufenden Produktion. Anhand der entnommenen Stichprobe wird jeweils der Erwartungswert des Widerstands μ_R der gefertigten Heizelemente abgeschätzt. Ausgehend hiervon soll die Frage geklärt werden, ob der so abgeschätzte Erwartungswert sich signifikant von dem Nennwert des Widerstands $R_{nenn} = 42 \Omega$ unterscheidet, welcher in der Spezifikation festgelegt ist.

4.1. Welcher statistische Test ist geeignet, die Frage zu beantworten?

- a) t-Test für Erwartungswert
- b) t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei unabhängigen Stichproben
- c) t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei verbundenen Stichproben
- d) F-Test für den Vergleich zweier Streuungen bei unabhängigen Stichproben
- e) χ^2 -Test

(Fragetyp Einfachwahl)

4.2. Welche Alternativhypothese ist für den Test zu wählen?

- a) einseitige Alternativhypothese
- b) zweiseitige Alternativhypothese

(Fragetyp Einfachwahl)

5. Anhand von Stichproben des Widerstandes von Heizelementen möchten Sie einen t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei unabhängigen Stichproben durchführen. Aus den erhobenen Stichproben jeweils vom Umfang $n = 25$ haben Sie Mittelwerte und Streuungen der Widerstände R_x und R_y ermittelt zu $\bar{R}_x = 24,87 \Omega$ und $S_{R_x} = 0,14 \Omega$ sowie $\bar{R}_y = 25,03 \Omega$ und $S_{R_y} = 0,13 \Omega$. Der gemäß Spezifikation geforderte Erwartungswert des Widerstands beträgt $R_{nenn} = 25 \Omega$.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) $-4,64$
- b) $-4,19$
- c) $-3,81$
- d) $1,15$
- e) $2,46$

(Fragetyp Einfachwahl)

5.2. Der für die Bestimmung des kritischen Wertes benötigte Freiheitsgrad s beträgt bei diesem Test:

- a) 23
- b) 24
- c) 25
- d) 48
- e) 49

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Erwartungswert die Eigenschaften einer Fertigungslinie von Heizelementen überprüfen. Der Stichprobenumfang beträgt $n = 30$. Ihre Nullhypothese lautet, dass der Erwartungswert des Widerstands der auf der Fertigungslinie produzierten Heizelemente der Spezifikation entspricht ($\mu_x = \mu_0$). Sie wählen die einseitige Alternativhypothese, dass der Erwartungswert des Widerstands kleiner als der spezifizierte Wert ist ($\mu_x < \mu_0$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = -1,92$.

6.1. Geben Sie an, ob die Nullhypothese abgelehnt oder nicht abgelehnt werden muss!

- a) Nullhypothese wird nicht abgelehnt
- b) Nullhypothese wird abgelehnt

(Fragetyp Einfachwahl)

Ende von Antwort-Wahl-Verfahren, Teil A

Antwort-Wahl-Verfahren, Teil B:

7. Geben Sie an, bei welchen der folgenden Zustandsgrößen es sich um extensive Zustandsgrößen handelt!

- a) Volumen
- b) Masse
- c) Kinematische Viskosität
- d) spezifischer Widerstand
- e) Wärmeleitfähigkeit
- f) Wärmekapazität
- g) Stoffmengenkonzentration
- h) Dichte

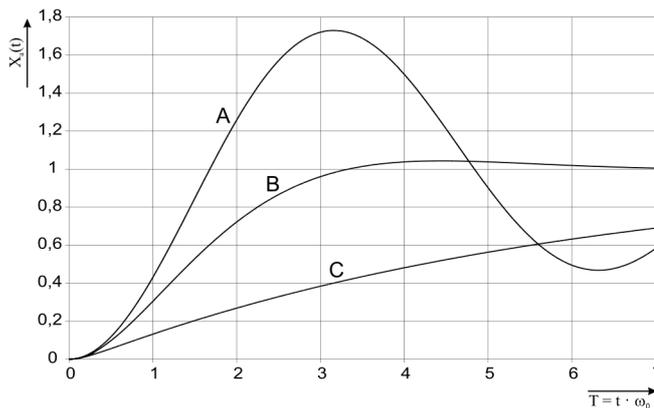
(Fragetyp Mehrfachwahl)

8. Geben Sie an, welche der folgenden Gleichungen korrekt sind!

- a) $4,7 \text{ dm} + 53 \text{ cm} = 1 \text{ m}$
- b) $6000 \text{ mg} + 4 \text{ g} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$
- c) $1025 \text{ hPa} + 1,75 \text{ kPa} = 0,12 \text{ MPa}$
- d) $2,3 \text{ TW} - 800 \text{ GW} = 1,5 \cdot 10^{12} \text{ W}$
- e) $120 \text{ nF} + 0,18 \text{ }\mu\text{F} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ F}$

(Fragetyp Mehrfachwahl)

9. In nachfolgender Abbildung sind die Sprungantworten dreier – mit A , B und C bezeichneter – linearer Systeme 2. Ordnung dargestellt, welche sich hinsichtlich Ihrer Dämpfung D unterscheiden. Geben Sie an, welche Kombination von Dämpfungen D_A , D_B und D_C das Verhalten der dargestellten Systeme A , B und C qualitativ am besten beschreibt!



- a) $D_A = 4 ; D_B = 1 ; D_C = 0,3$
- b) $D_A = 1 ; D_B = 3 ; D_C = 5$
- c) $D_A = 0,1 ; D_B = 1 ; D_C = 2$
- d) $D_A = 0,1 ; D_B = \sqrt{2}/2 ; D_C = 3$

(Fragetyp Einfachwahl)

10. Ein lineares System 1. Ordnung mit der Zeitkonstanten T und dem Übertragungsfaktor $K = 3$ werde aus dem Beharrungszustand heraus zum Zeitpunkt $t = 0$ mit einer sprungförmigen Änderung der Eingangsspannung von -20 V auf 40 V beaufschlagt. Welche Spannung wird nach der Zeitdauer $t = T$ am Ausgang des Systems ungefähr anliegen!

- a) $17,8\text{ V}$
- b) $25,2\text{ V}$
- c) $35,6\text{ V}$
- d) $53,4\text{ V}$
- e) $75,6\text{ V}$

(Fragetyp Einfachwahl)

11. Mittels einer hochgenauen Waage bestimmen Sie unter normalen Laborbedingungen den Wägewert von jeweils einem Kilogramm Blei und einem Kilogramm Federn. Welche Aussage hinsichtlich der beiden Wägewerte ist zutreffend?

- a) Die Wägewerte für Blei und Federn unterscheiden sich nicht.
- b) Der Wägewert für das Blei ist höher, als der Wägewert für die Federn.
- c) Der Wägewert für die Federn ist höher, als der Wägewert für das Blei.

(Fragetyp Einfachwahl)

12. Sie beobachten einen Fertigungsprozess, auf den eine große Zahl statistisch unabhängiger Einflussgrößen mit gleicher Größenordnung einwirkt. Durch welche statistische Verteilung lässt sich aller Wahrscheinlichkeit nach die Gesamtabweichung des Prozesses in guter Näherung beschreiben?

- a) Gleichverteilung
- b) Binomialverteilung
- c) Hypergeometrische Verteilung
- d) Normalverteilung
- e) Poissonverteilung

(Fragetyp Einfachwahl)

13. Eine normalverteilte, dimensionslose Größe werde mit 15 Wiederholungen gemessen. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes wird zu $-3 \leq \mu \leq 3$ bei $P = 99\%$ bestimmt. Die Standardabweichung σ sei bekannt. Geben Sie an, wie viele Wiederholungsmessungen bei unveränderter Standardabweichung mindestens durchgeführt werden müssen, um das Konfidenzintervall bei unveränderter Aussagesicherheit auf $-1 \leq \mu \leq 1$ zu reduzieren!

- a) 30
- b) 45
- c) 90
- d) 135
- e) 150

(Fragetyp Einfachwahl)

14. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von -24 V bis $+24\text{ V}$ soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler nicht mehr als $10\ \mu\text{V}$ beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der A/D-Umsetzer mindestens arbeiten muss!

- a) 19 Bit
- b) 20 Bit
- c) 21 Bit
- d) 22 Bit
- e) 23 Bit

(Fragetyp Einfachwahl)

15. Bei der taktilen Antastung eines Messobjekts mittels eines Koordinatenmessgeräts tritt infolge der Antastkraft eine elastische Verformung des Messobjekts auf. Geben Sie an, um welche Art von Störeinfluss es sich handelt!

- a) superponierender äußerer Störeinfluss
- b) deformierender äußerer Störeinfluss
- c) innerer Störeinfluss
- d) Rückwirkung des Messvorgangs auf die Messgröße
- e) Repräsentativitätsfehler

(Fragetyp Einfachwahl)

16. Sie untersuchen anhand empirischer Daten die Kosten zum Erwerb der Fahrerlaubnisklasse B in Deutschland. Eine Auswertung der Rohdaten liefert folgende Lage- und Streuungsparameter: Der Median der Kosten beträgt 2700 EUR ; der arithmetische Mittelwert der Kosten beträgt 2900 EUR ; der Quartilsabstand der Kosten beträgt 800 EUR ; das dritte Quartil der Kosten liegt bei 3200 EUR . Geben Sie an, welche der nachfolgenden Aussagen zutreffend aus diesen Daten abgeleitet werden können!

- a) In der Hälfte der Fälle betragen die Kosten 2900 EUR oder mehr
- b) In einem Viertel der Fälle betragen die Kosten 2400 EUR oder weniger.
- c) In der Hälfte der Fälle betragen die Kosten 2700 EUR oder weniger.
- d) In der Hälfte der Fälle betragen die Kosten zwischen 2400 EUR und 3200 EUR .
- e) Die Spanne der Kosten beträgt 1600 EUR .

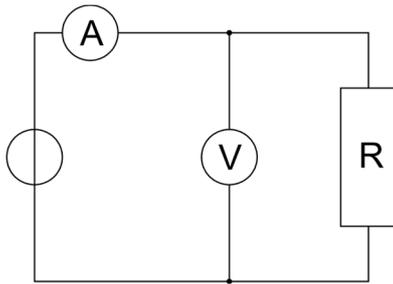
(Fragetyp Mehrfachwahl)

17. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen über Massenmessgeräte zutreffend sind!

- a) Die Messung einer Masse wird meist auf eine Kraftmessung zurückgeführt, da Masse und die durch die Masse ausgeübte Kraft über die Erdbeschleunigung miteinander verknüpft sind.
- b) Die Ortsabhängigkeit der Erdbeschleunigung wird hauptsächlich durch die nichtideale Kugelform der Erde verursacht.
- c) Um die Ortsabhängigkeit der Erdbeschleunigung zu berücksichtigen, ist Deutschland in 4 Gebrauchszonen mit unterschiedlicher Erdbeschleunigung unterteilt.
- d) Als *Klassierwägen* wird das Herstellen einer bestimmten Masse bezeichnet.
- e) Beim *konventionellen Wägewert* wird im Unterschied zum *Wägewert* der Auftrieb im umgebenden Medium berücksichtigt.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

18. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen über die nachfolgend abgebildete Schaltung zutreffend sind!



- a) Bei der Schaltung handelt es sich um eine Stromfehlerschaltung zur indirekten Widerstandsmessung.
- b) Die indirekte Widerstandsmessung basiert auf der Anwendung des Ohmschen Gesetzes.
- c) Die Schaltung ist für die Messung großer Widerstände besser geeignet als für die Messung kleiner Widerstände.
- d) Die systematische Messabweichung der Schaltung wird umso kleiner, je größer der Innenwiderstand des verwendeten Strommessgeräts ist.
- e) Die systematische Messabweichung der Schaltung wird umso kleiner, je größer der Innenwiderstand des verwendeten Spannungsmessgeräts ist.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

19. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen hinsichtlich der interferometrischen Längenmessung zutreffend sind!

- a) Zur interferometrischen Längenmessung wird in der Regel ein Laserstrahl in zwei Teilstrahlen aufgespalten und über verschiedene Wege geführt. Der Referenzstrahl durchläuft einen festen Referenzarm, während der Messstrahl einen Messarm variabler Länge durchläuft.
- b) Da die Phasenlage des Lichtes von der zurückgelegten Wegstrecke abhängig ist, ist der Messstrahl gegenüber dem Referenzstrahl phasenverschoben.
- c) Die am Empfänger detektierbare Intensität variiert aufgrund von Interferenz in Abhängigkeit von der relativen Phasenlage von Mess- und Referenzstrahl.
- d) Da der Messstrahl den Messarm hin und zurück durchläuft, entspricht die Periodenlänge des Ausgangssignals der halben Laserwellenlänge.
- e) Bei der interferometrischen Längenmessung handelt es sich um ein inkrementell messendes Verfahren, so dass auch eine nur kurzzeitige Unterbrechung des Strahlverlaufs zum Abbruch der Messung führt.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

Kurzfragen:

20. Nennen Sie alle Grundgrößen des SI-Systems!

Länge, Masse, Zeit, Temperatur, Stromstärke, Stoffmenge, Lichtstärke

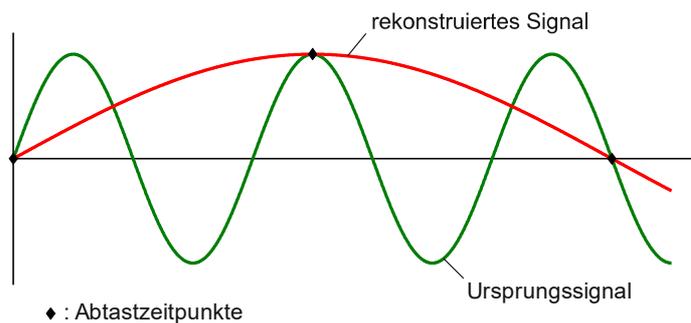
21. Erläutern Sie die drei Skalenniveaus *Nominalskala*, *Ordinalskala* und *Intervallskala*!

Nominalskalen setzen nur die Gleichheit oder Ungleichheit von Merkmalen voraus. Diese Merkmale lassen sich allerdings nicht in eine Rangfolge bringen.

Ordinalskalen sind Skalen, in denen ausgesagt werden kann, welche Beziehung zwischen den Merkmalen bestehen, d.h. ordinalskalierte Merkmale können in einer Rangfolge angeordnet werden.

Intervallskalen sind metrische Skalen, in denen aufgrund des definierten Intervalls über den Unterschied zweier Messwerte ausgesagt werden kann, ob er größer, gleich oder kleiner als der Unterschied zweier anderer Messwerte ist.

22. Skizzieren Sie anhand eines Sinussignals exemplarisch, wie es durch Verletzung des Abtasttheorems nach Shannon zu einer fehlerhaften Rekonstruktion des Ursprungssignals kommen kann!



23. Geben Sie an, welcher Zusammenhang bei poissonverteilten Daten zwischen Erwartungswert μ und Varianz σ^2 besteht!

Sie sind gleich, $\mu = \sigma^2$

24. Benennen und erläutern Sie die beiden Arten von Fehlentscheidung, die bei statistischen Tests auftreten können!

Fehlentscheidung 1. Art: Ablehnung von H_0 , obwohl H_0 richtig ist.

Fehlentscheidung 2. Art: Nichtablehnung von H_0 , obwohl H_0 falsch ist.

25. Geben Sie an, welcher Punkt bei der linearen Regression stets auf der berechneten Geraden liegt!

Der Schwerpunkt (\bar{x}, \bar{y}) der zugrunde liegenden Punkte.

26. Skizzieren Sie den Aufbau eines Thermoelements und erläutern Sie dessen Wirkungsweise!

Bei Thermoelementen werden zwei unterschiedliche Metalldrähte A und B verbunden und die Verbindungsstelle mit dem Messobjekt in Kontakt gebracht (Temperatur T_2). Die offenen Enden

werden an die Messleitungen (meist Kupfer) angeschlossen und liegen auf der Referenztemperatur T_0 . Eine Temperaturdifferenz zwischen T_0 und T_2 bewirkt durch den Seebeck-Effekt eine elektrische Spannung.

