

Aufgabe 1: Abweichungsrechnung

a) Vollständiges Messergebnis für $c_a = f(F, \rho, A, v)$ mit $P = 99\%$:

Die gegebene Gleichung lautet:

$$c_a = \frac{2 \cdot F}{\rho \cdot A \cdot v^2} \quad (1.1)$$

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: F, ρ, A, v

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: –

Umrechnung der Strömungsgeschwindigkeit v von $P = 95\%$ auf $P = 99\%$:

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:

$$t_{n-1;1-\alpha_1/2} = t_{\infty;0,995} = 2,576$$

$$t_{n-1;1-\alpha_2/2} = t_{\infty;0,975} = 1,96$$

$$\Rightarrow u_{v,99\%} = 0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{2,576}{1,96} \approx 0,13143 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \pm 0,13143 \frac{\text{m}}{\text{s}} ; P = 99\%$$

Umrechnung der Profilfläche A von cm^2 in m^2 :

$$A = 0,15 \text{ m}^2 \pm 0,001 \text{ m}^2 ; P = 99\%$$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses der Kraft F aus der gegebenen Messreihe unter Verwendung von SI-Basiseinheiten:

$$\text{Mittelwert: } \bar{F} = 113,4625 \text{ N} = 113,4625 (\text{kg} \cdot \text{m})/\text{s}^2$$

$$\text{Streuung: } S_F \approx 0,9665 \text{ N} = 0,9665 (\text{kg} \cdot \text{m})/\text{s}^2$$

Vertrauensbereich:

$$u_F = \frac{S_F}{\sqrt{n}} \cdot t_{n-1;1-\alpha/2}$$

$$\text{mit: } n = n_F = 8 \\ \alpha = 0,01$$

folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha/2} = t_{7;0,995} = 3,499$$

$$\Rightarrow u_F = \frac{0,9665 \text{ N}}{\sqrt{8}} \cdot 3,499 \approx 1,1956 \text{ N}$$

$$F = 113,4625 \text{ N} \pm 1,1956 \text{ N} ; P = 99\%$$

Die Dichte ρ der anströmenden Luft kann in der gegebenen Form verwendet werden:

$$\rho = 1,185 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \pm 0,01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} ; P = 99\%$$

Berechnung des Mittelwertes $\overline{c_a}$:

$$\overline{c_a} = \frac{2 \cdot \overline{F}}{\overline{\rho} \cdot \overline{A} \cdot \overline{v}^2} = \frac{2 \cdot 113,4625 \text{ (kg} \cdot \text{m)/s}^2}{1,185 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}^2 \cdot (30 \text{ m/s})^2} \approx 1,4185$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial c_a}{\partial F} \right|_{\overline{F}, \overline{\rho}, \overline{A}, \overline{v}} = \frac{2}{\overline{\rho} \cdot \overline{A} \cdot \overline{v}^2} \approx 0,0125 \frac{\text{s}^2}{\text{kg} \cdot \text{m}}$$

$$\left. \frac{\partial c_a}{\partial \rho} \right|_{\overline{F}, \overline{\rho}, \overline{A}, \overline{v}} = -\frac{2 \cdot \overline{F}}{\overline{\rho}^2 \cdot \overline{A} \cdot \overline{v}^2} \approx -1,197 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\left. \frac{\partial c_a}{\partial A} \right|_{\overline{F}, \overline{\rho}, \overline{A}, \overline{v}} = -\frac{2 \cdot \overline{F}}{\overline{\rho} \cdot \overline{A}^2 \cdot \overline{v}^2} \approx -9,457 \frac{1}{\text{m}^2}$$

$$\left. \frac{\partial c_a}{\partial v} \right|_{\overline{F}, \overline{\rho}, \overline{A}, \overline{v}} = -\frac{4 \cdot \overline{F}}{\overline{\rho} \cdot \overline{A} \cdot \overline{v}^3} \approx -0,09467 \frac{\text{s}}{\text{m}}$$

Vertrauensbereich u_{c_a} :

$$u_{c_a} = \sqrt{\left(\frac{\partial c_a}{\partial F} \cdot u_F \right)^2 + \left(\frac{\partial c_a}{\partial \rho} \cdot u_\rho \right)^2 + \left(\frac{\partial c_a}{\partial A} \cdot u_A \right)^2 + \left(\frac{\partial c_a}{\partial v} \cdot u_v \right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_{c_a} = \sqrt{(0,0125 \cdot 1,1956)^2 + (-1,197 \cdot 0,01)^2 + (-9,457 \cdot 0,001)^2 + (-0,09467 \cdot 0,13143)^2} \\ \approx 0,0247$$

Vollständiges Messergebnis des Auftriebsbeiwerts c_a :

$$c_a = 1,4185 \pm 0,0247 ; P = 99\%$$

Aufgabe 2: χ^2 -Test

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

Es soll überprüft werden, ob die empirischen Daten der Lebensdauer von Leistungstransistoren auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ einer Exponentialverteilung mit dem Parameter $\lambda = 9,6 \cdot 10^{-5}$ genügen. Die erhobenen Lebensdauern wurden bereits in Klassen eingeteilt, wobei mit Ausnahme der letzten Klasse die Klassenbreite 5.000 Stunden beträgt.

Zur Bestimmung der theoretischen Wahrscheinlichkeiten p_i kann die als geschlossene Funktion beschreibbare und in der Aufgabenstellung gegebene Wahrscheinlichkeitsfunktion $P(x)$ der Exponentialverteilung genutzt werden. Die Wahrscheinlichkeitsfunktion $P(x)$ lautet:

$$P(x) = 1 - e^{-\lambda \cdot x}$$

Hierin ist λ der Parameter der Exponentialverteilung, e ist die Exponentialfunktion und x die unabhängige Variable, im vorliegenden Fall die Lebensdauer in Stunden.

Hinweis: Die in der Aufgabenstellung ebenfalls angegebene Dichtefunktion $h(x)$ wird zur Lösung der Aufgabe nicht benötigt.

Eine Betrachtung der empirischen Häufigkeiten B_i zeigt zunächst, dass die beiden letzten Klassen nicht die geforderte Mindestbesetzungszahl von $B_i \geq 5$ aufweisen. Die Klasse für eine Lebensdauer von mehr als 45.000 Stunden wird daher mit der Klasse für eine Lebensdauer von mehr als 40.000 bis 45.000 Stunden zusammengelegt.

Zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten p_i , also der Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis innerhalb einer Klasse, müssen zunächst die Wahrscheinlichkeiten $P(x_i)$, also die Wahrscheinlichkeiten für ein Ereignis im Intervall 0 bis x_i , bestimmt werden. Diese Wahrscheinlichkeiten $P(x_i)$ können direkt aus der gegebenen Wahrscheinlichkeitsfunktion $P(x)$ der Exponentialverteilung berechnet werden.

Für die erste Klasse, entsprechend einer Lebensdauer von 0 bis 5.000 Stunden, lautet die Berechnung des zugehörigen Funktionswertes $P(x_i)$ beispielsweise:

$$P(x_i = 5000) = 1 - e^{-(9,6 \cdot 10^{-5} \cdot 5000)} \approx 0,381217$$

Als maßgeblicher x -Wert wird also die Klassenobergrenze von 5.000 Stunden eingesetzt.

Weiterhin fließt der Wert $\lambda = 9,6 \cdot 10^{-5}$ der zu testenden Verteilung in die Berechnung ein. Die analog hierzu berechneten $P(x_i)$ -Werte der weiteren Klassen sind, jeweils auf sechs Nachkommastellen gerundet, in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Als maßgebliche Obergrenze der nach oben offenen letzten Klasse mit einer Lebensdauer von ≥ 45.000 Stunden wird Unendlich verwendet, woraus ohne weitere Rechnung $P(x_i = \infty) = 1$ folgt.

Die Wahrscheinlichkeiten p_i werden durch Differenzbildung der $P(x_i)$ -Werte jeweils aufeinander folgender Klassen berechnet und sind ebenfalls in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Die theoretischen Häufigkeiten E_i entstehen aus den Wahrscheinlichkeiten p_i durch Multiplikation mit dem Stichprobenumfang von $n = 500$. Eine Betrachtung von E_i zeigt, dass an dieser Stelle keine weitere Zusammenlegung von Klassen erforderlich ist.

Lebensdauer / Kilometer	Klassen- obergrenze / Stunden	B_i	B'_i	$P(x_i)$	p_i	E_i	$\frac{(B_i - E_i)^2}{E_i}$
0 bis 5.000	5.000	187	187	0,381217	0,381217	190,61	0,0683
> 5.000 bis 10.000	10.000	124	124	0,617107	0,235890	117,95	0,3108
> 10.000 bis 15.000	15.000	76	76	0,763072	0,145965	72,98	0,1248
> 15.000 bis 20.000	20.000	38	38	0,853393	0,090321	45,16	1,1353
> 20.000 bis 25.000	25.000	29	29	0,909282	0,055889	27,94	0,0399
> 25.000 bis 30.000	30.000	19	19	0,943865	0,034583	17,29	0,1688
> 30.000 bis 35.000	35.000	11	11	0,965265	0,021400	10,70	0,0084
> 35.000 bis 40.000	40.000	8	8	0,978506	0,013241	6,62	0,2874
> 40.000 bis 45.000	45.000	4	8	1,0	0,021494	10,75	0,7022
> 45.000	∞	4					
Σ							2,8460

$$\Rightarrow \chi_0^2 \approx 2,846$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

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

Zahl der Parameter der Verteilungsfunktion: $s = 1$ (der Parameter λ wurde aus der Stichprobe abgeschätzt)

$$\Rightarrow r^* - s - 1 = 9 - 1 - 1 = 7$$

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben: $\alpha = 0,05$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi_{r^*-s-1; 1-\alpha}^2 = \chi_{7; 0,95}^2 = 14,1 \quad (\text{aus Tabelle})$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{7; 0,95}^2$?

hier:

$$2,846 > 14,1$$

$\Rightarrow$ Die Bedingung ist **nicht** erfüllt!

$\Rightarrow$ Die Hypothese H_0 wird **nicht** abgelehnt!

$\Rightarrow$ Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ genügt die beobachtete Verteilung einer Exponentialverteilung mit dem Parameter $\lambda = 9,6 \cdot 10^{-5}$!

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.
- *Fragetyp Zuordnung:* Bei Fragen dieses Typs ist in der gegebenen Matrix von Termen jeder Zeile genau eine Spalte zuzuordnen. Bei Fragen dieses Typs erfolgt die Bewertung zeilenweise und es wird je Zeile nur dann eine von null Punkten verschiedene Bewertung vergeben, wenn genau die eine korrekte Spalte zugeordnet wurde.

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 Transistoren wird eine Charge von Bipolartransistoren des Typs BC547B einer Warenausgangskontrolle unterzogen, wobei insbesondere der Stromverstärkungsfaktor h_{FE} von Interesse ist. Hierzu wird eine Stichprobe vom Umfang $n = 15$ entnommen und h_{FE} ermittelt. Aus der Stichprobe ergibt sich ein Mittelwert des Stromverstärkungsfaktors von $\overline{h_{FE}} = 148,3$ und eine Streuung von $S_{h_{FE}} = 5,7$. Die Standardabweichung σ sei unbekannt.

- 3.1. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes des Stromverstärkungsfaktors h_{FE} für eine Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 95\%$ beträgt für diesen Fall rund:

- a) $h_{FE} = 148,3 \pm 2,42; P = 95\%$ ☐
- b) $h_{FE} = 148,3 \pm 2,59; P = 95\%$ ☐
- c) $h_{FE} = 148,3 \pm 2,88; P = 95\%$ ☐
- d) $h_{FE} = 148,3 \pm 3,16; P = 95\%$ ☒
- e) $h_{FE} = 148,3 \pm 3,86; P = 95\%$ ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

- 3.2. Angenommen, es sei bekannt, dass die Standardabweichung des Stromverstärkungsfaktors der Transistoren $\sigma_{h_{FE}} = 6$ betrage. Wie groß ist dann der minimal erforderliche Stichprobenumfang n , um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 99\%$ das Konfidenzintervall des Erwartungswertes des Stromverstärkungsfaktors h_{FE} auf maximal ± 2 abschätzen zu können?

- a) 42 ☐
- b) 49 ☐
- c) 52 ☐
- d) 60 ☒
- e) 64 ☐

(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 Transistoren weisen dann einen Stromverstärkungsfaktors auf, der innerhalb des Intervalls von $140 \leq h_{FE} \leq 160$ liegt?

- a) 7,2% ☐
- b) 9,3% ☐
- c) 90,7% ☒
- d) 92,1% ☐
- e) 98,0% ☐

(Frage typ Einfachwahl)

3.4. Angenommen, der Erwartungswert des Stromverstärkungsfaktors betrage $\mu_{h_{FE}} = 150$. Welchen (mathematisch gerundeten) Wert dürfte die Standardabweichung $\sigma_{h_{FE}}$ des Stromverstärkungsfaktors dann maximal aufweisen, damit 95% der Transistoren einen Stromverstärkungsfaktor innerhalb des Intervalls von $145 \leq h_{FE} \leq 155$ aufwiesen?

- a) 1,97 ☐
- b) 2,32 ☐
- c) 2,55 ☒
- d) 3,04 ☐
- e) 3,42 ☐

(Frage typ Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Transistoren 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 $\mu_{h_{FE}}$ des Stromverstärkungsfaktors der Transistoren abgeschätzt. Ausgehend hiervon soll die Frage geklärt werden, ob der so abgeschätzte Erwartungswert sich signifikant von dem Nennwert des Stromverstärkungsfaktors $h_{FE_{nenn}} = 50$ unterscheidet, welcher gemäß Spezifikation gefordert 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 ☐

(Frage typ Einfachwahl)

4.2. Welche Alternativhypothese ist für den Test zu wählen?

- a) einseitige Alternativhypothese ☐
- b) zweiseitige Alternativhypothese ☒

(Frage typ Einfachwahl)

5. Anhand von Stichproben des Stromverstärkungsfaktors von auf unterschiedlichen Anlagen gefertigten Transistoren möchten Sie einen t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei unabhängigen Stichproben durchführen. Aus den erhobenen Stichproben jeweils vom Umfang $n = 20$ haben Sie Mittelwerte und Streuungen der Stromverstärkungsfaktoren h_{FE_x} und h_{FE_y} ermittelt zu $\overline{h_{FE_x}} = 38,6$ und $S_{h_{FE_x}} = 0,7$ sowie $\overline{h_{FE_y}} = 40,1$ und $S_{h_{FE_y}} = 0,8$.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) $-1,41$ ☐
- b) $-2,24$ ☐
- c) $-6,31$ ☒
- d) $-8,92$ ☐
- e) $-9,41$ ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 40 ☐
- b) 39 ☐
- c) 38 ☒
- d) 19 ☐
- e) 18 ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Erwartungswert den Stromverstärkungsfaktor einer Charge von Transistoren überprüfen. Der Stichprobenumfang beträgt $n = 30$. Ihre Nullhypothese lautet, dass der Erwartungswert des Stromverstärkungsfaktors dem Referenzwert entspricht ($\mu_x = \mu_0$). Sie wählen die zweiseitige Alternativhypothese, dass der Erwartungswert des Stromverstärkungsfaktors von dem Referenzwert abweicht ($\mu_x \neq \mu_0$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,01$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = -2,83$.

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 intensive Größen handelt!

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| a) Temperatur | ☒ |
| b) Volumen | ☐ |
| c) Druck | ☒ |
| d) Entropie | ☐ |
| e) Brechungsindex | ☒ |
| f) dynamische Viskosität | ☒ |
| g) spezifische Wärmekapazität | ☒ |
| h) Dichte | ☒ |

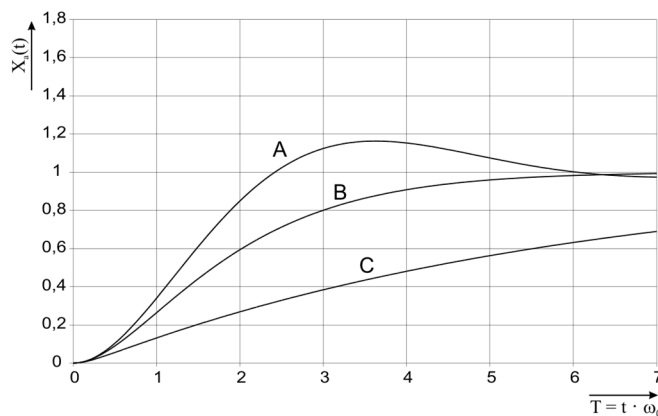
(Frage typ Mehrfachwahl)

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

- | | |
|--|-------------------------------------|
| a) $100 \text{ MW} + 1 \text{ TW} = 1,1 \cdot 10^9 \text{ W}$ | ☐ |
| b) $10 \text{ nF} - 100 \text{ pF} = 9,9 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ | ☒ |
| c) $970 \text{ hPa} + 1,3 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MPa}$ | ☐ |
| d) $1 \text{ mg} + 1000 \text{ } \mu\text{g} = 0,002 \text{ g}$ | ☒ |
| e) $20 \text{ cm}^3 + 0,08 \text{ dm}^3 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ | ☒ |

(Frage typ 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) $D_A = 5 ; D_B = 1 ; D_C = 0,3$ | ☐ |
| b) $D_A = 1 ; D_B = 3 ; D_C = 5$ | ☐ |
| c) $D_A = 0,5 ; D_B = 1 ; D_C = 3$ | ☒ |
| d) $D_A = 0,1 ; D_B = 0,3 ; D_C = 0,5$ | ☐ |

(Frage typ Einfachwahl)

10. Ein lineares System 1. Ordnung mit der Zeitkonstanten $T = 2 \text{ s}$ und dem Übertragungsfaktor $K = 1$ werde aus dem Beharrungszustand heraus zum Zeitpunkt $t = 0$ mit einer sprungförmigen Änderung der Eingangsspannung von -3 V auf $+3 \text{ V}$ beaufschlagt. Geben Sie an, welche Spannung nach der Zeitdauer $t = T$ am Ausgang des Systems ungefähr anliegen wird!

- a) $-2,4 \text{ V}$ ☐
- b) $-1,1 \text{ V}$ ☐
- c) $0,4 \text{ V}$ ☐
- d) $0,8 \text{ V}$ ☒
- e) $1,9 \text{ V}$ ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

11. Bei dem Abtasttheorem nach Shannon handelt es sich hinsichtlich der verlustfreien Rekonstruktion der digitalisierten Daten um ein

- a) hinreichendes und notwendiges Kriterium. ☐
- b) hinreichendes aber nicht notwendiges Kriterium. ☒
- c) nicht hinreichendes aber notwendiges Kriterium. ☐
- d) nicht hinreichendes und nicht notwendiges Kriterium. ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

12. Eine normalverteilte, dimensionslose Größe werde mit 15 Wiederholungen gemessen. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes wird zu $5 \leq \mu \leq 14$ bei $P = 95\%$ 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 $8 \leq \mu \leq 11$ zu reduzieren!

- a) 135 ☒
- b) 90 ☐
- c) 60 ☐
- d) 45 ☐
- e) 30 ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

13. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von -15 V bis $+15 \text{ V}$ soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler nicht mehr als $5 \mu\text{V}$ beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der A/D-Umsetzer mindestens arbeiten muss!

- a) 20 Bit ☐
- b) 21 Bit ☐
- c) 22 Bit ☒
- d) 23 Bit ☐
- e) 24 Bit ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

14. Ordnen Sie die nachfolgend genannten Merkmalsausprägungen den zugehörigen Skalenniveaus zu!

	Nominalskala	Ordinalskala	Intervallskala	Verhältnisskala	Absolutskala
Temperatur in Kelvin	☐	☐	☐	☒	☐
Energieeffizienzklasse	☐	☒	☐	☐	☐
Haarfarbe	☒	☐	☐	☐	☐
Einwohnerzahl	☐	☐	☐	☐	☒
Jahreszahl	☐	☐	☒	☐	☐

(Fragetyp Zuordnung)

15. Sie untersuchen anhand empirischer Daten das von Mobilfunknutzenden in Deutschland pro Monat verbrauchte Datenvolumen in Gigabyte (GB). Eine Auswertung der Rohdaten liefert folgende Lage- und Streuungsparameter: Der Median des Datenvolumens beträgt 8,4 GB; der Modalwert des Datenvolumens beträgt 7,3 GB; der arithmetische Mittelwert des Datenvolumens beträgt 9,3 GB; der Quartilsabstand des Datenvolumens beträgt 11,8 GB; das erste Quartil des Datenvolumens liegt bei 4,5 GB. Geben Sie an, welche der nachfolgenden Aussagen zutreffend aus diesen Daten abgeleitet werden können!

- a) Ein Viertel der Mobilfunknutzenden benötigt 16,3 GB oder mehr. ☒
- b) Die Hälfte der Mobilfunknutzenden benötigt 8,4 GB oder mehr. ☒
- c) Die Hälfte der Mobilfunknutzenden benötigt 7,3 GB oder weniger. ☐
- d) Ein Viertel der Mobilfunknutzenden benötigt 4,5 GB oder weniger. ☒
- e) Die Hälfte der Mobilfunknutzenden benötigt zwischen 4,5 GB und 16,3 GB. ☒

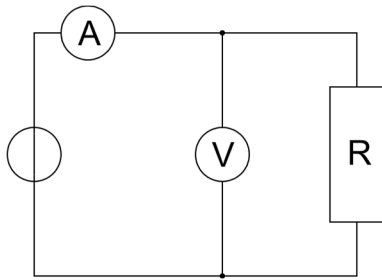
(Fragetyp Mehrfachwahl)

16. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen hinsichtlich der Digitalisierung von Signalen zutreffend sind!

- a) Digitalisierung ist die Umwandlung eines zeit- und wertkontinuierlichen Analogsignals in ein zeit- und wertdiskretes Digitalsignal. ☒
- b) Bei der Abtastung wird das Signal zu festen Zeitpunkten mit konstanten zeitlichen Abständen abgetastet, die Zustände zwischen den Abtastpunkten werden nicht berücksichtigt. ☒
- c) Ist die Zeit zwischen zwei Abtastungen zu lang, ist die Dichte der Abtastpunkte zu gering und es tritt eine charakteristische Fehlmessung auf, der sogenannte „Aliasing-Fehler“. ☒
- d) Der zweite Schritt der Digitalisierung eines Signals ist die Quantisierung. Hierbei wird der kontinuierliche Wertebereich des Signals auf diskrete Werte abgebildet. ☒
- e) Der bei der Quantisierung auftretende Rundungsfehler beträgt maximal die Hälfte der Auflösung, mit der quantisiert wird. ☒

(Fragetyp Mehrfachwahl)

17. 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 ist umso größer, je kleiner der Innenwiderstand des Spannungsmessgeräts ist. ☒
- e) Die systematische Messabweichung der Schaltung könnte dadurch reduziert werden, dass das Strommessgerät mittels einer Vierleiterschaltung angeschlossen wird. ☐

(Fragetyp Mehrfachwahl)

18. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen über inkrementale Wegmesssysteme zutreffend sind!

- a) Inkrementale Wegmesssysteme können basierend auf unterschiedlichen physikalischen Wirkprinzipien realisiert werden, wie z.B. optisch, elektrisch oder magnetisch. ☒
- b) Um bei einem inkrementalen Wegmesssystem Informationen über die Bewegungsrichtung zu gewinnen, werden in der Regel drei um jeweils 120° phasenverschobene Signale genutzt. ☐
- c) Wird bei einem inkrementalen Wegmesssystem die Signalauswertung nur kurzzeitig unterbrochen, bleibt die Information über die Absolutposition erhalten. ☐
- d) In digitalen Messschiebern kommen in der Regel optische inkrementale Wegmesssysteme zum Einsatz. ☐
- e) Bei inkrementalen Wegmesssystemen ist durch Interpolationstechniken oftmals eine Steigerung des Auflösungsvermögens über die Teilung der Maßverkörperung hinaus möglich. ☒

(Fragetyp Mehrfachwahl)

Ende von Antwort-Wahl-Verfahren, Teil B

Kurzfragen:

19. Nennen Sie alle Grundgrößen des SI-Systems sowie ihre Einheiten!

Größe	Einheit
Länge	Meter
Masse	Kilogramm
Zeit	Sekunde
Temperatur	Kelvin
Stromstärke	Ampere
Stoffmenge	Mol
Lichtstärke	Candela

20. Eine bislang in Hamburg genutzte Balkenwaage mit kalibrierten Massestücken soll zukünftig in München eingesetzt werden. Geben Sie an, ob aufgrund der geänderten Erdbeschleunigung eine Neukalibrierung der Massestücke erforderlich ist! Begründen Sie Ihre Antwort!

Die Massestücke müssen nicht neu kalibriert werden, da sich infolge der veränderten Erdbeschleunigung nicht deren Masse ändert, sondern lediglich die von Ihnen ausgeübte Gewichtskraft. Bei der Balkenwaage wirkt sich die geänderte Erdbeschleunigung gleichermaßen auf die Gewichtskraft der Massestücke und auf die Gewichtskraft des Wägeguts aus. Es entsteht daher keine systematische Abweichung.

21. Geben Sie an, woran man die Sprungantwort eines linearen Systems 1. Ordnung sicher von der eines linearen Systems 2. Ordnung unterscheiden kann!

Bei einem linearen System 2. Ordnung ist die Anfangssteigung der Sprungantwort stets gleich Null, bei einem linearen System 1. Ordnung ist die Anfangssteigung der Sprungantwort stets (betragsmäßig) größer Null.

22. Ordnen Sie die nachfolgenden Skalentypen aufsteigend nach ihrem Informationsgehalt! Intervallskala, Nominalskala, Ordinalskala

1. Nominalskala
2. Ordinalskala
3. Intervallskala

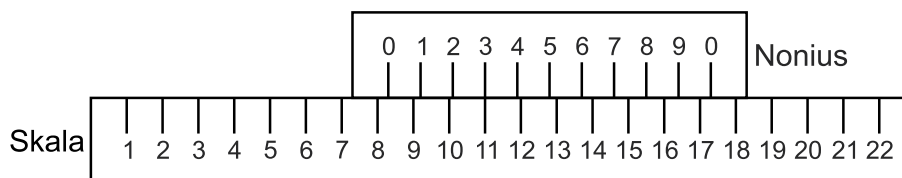
23. Bei der Beobachtung eines Zufallsprozesses stellen Sie fest, dass zwischen dem Erwartungswert μ und der Standardabweichung σ der Zusammenhang $\sigma = \sqrt{\mu}$ besteht. Geben Sie an, um welchen Typ von Wahrscheinlichkeitsverteilung es sich wahrscheinlich handelt!

Poissonverteilung

24. Bei der Durchführung eines statistischen Tests stellen Sie fest, dass wiederholt der Fall eintritt, dass die Nullhypothese infolge des Testresultats abgelehnt wird, obwohl weiterführende Untersuchungen zeigen, dass die Nullhypothese tatsächlich zutrifft. Geben Sie an, wie Sie das Signifikanzniveau α des Tests verändern würden, um die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer derartigen Fehlentscheidung zu reduzieren! Begründen Sie Ihre Antwort!

Bei der beschriebenen Fehlentscheidung handelt es sich um eine Fehlentscheidung 1. Art (Ablehnung der Nullhypothese obwohl diese zutrifft). Die Wahrscheinlichkeit für eine Fehlentscheidung 1. Art wird gerade durch das Signifikanzniveau α angegeben. Um die Wahrscheinlichkeit dieser Fehlentscheidung zu reduzieren, muss also das Signifikanzniveau α verringert werden (kleinerer Zahlenwert).

25. Lesen Sie die auf untenstehender Abbildung dargestellte Skala mit Nonius ab und geben Sie das (einheitenlose) Ableseergebnis mit einer Auflösung von einer Nachkommastelle an!



Ablesewert: 8,3

26. Bei der Messung ohmscher Widerstände kann der Einfluss des Widerstandes der Zuleitungen durch Verwendung einer Vierleiterschaltung reduziert werden, bei welcher ein Spannungsmessgerät mittels zusätzlicher Messleitungen direkt am Widerstand angeschlossen wird. Erläutern Sie, weshalb hierdurch selbst dann der Einfluss des Widerstandes der Zuleitungen reduziert werden kann, wenn die zusätzlichen Messleitungen denselben Widerstand aufweisen, wie die eigentlichen Zuleitungen des Widerstandes!

Entscheidend ist nicht der Widerstand der jeweiligen Leitungen, sondern der Spannungsabfall über den Leitungen. Durch die eigentlichen Zuleitungen des Widerstandes fließt in der Regel ein nicht vernachlässigbarer Strom, weshalb über den widerstandsbehafteten Zuleitungen eine entsprechende Spannung abfällt, welche bei einer klassischen Zweileiterschaltung vom Spannungsmessgerät miterfasst würde. Durch die separaten Messleitungen fließt hingegen aufgrund des hohen Innenwiderstands des Spannungsmessgeräts ein nur vernachlässigbarer Strom, weshalb über den widerstandsbehafteten Messleitungen auch nur eine vernachlässigbare Spannung abfällt.