

**Aufgabe 1: Abweichungsrechnung****a) Vollständiges Messergebnis für  $p = f(m, g, D, k)$  mit  $P = 98\%$ :**Gegebene Gleichung des Druckes  $p$ :

$$p = \frac{4 \cdot M \cdot g}{\pi \cdot D^2} \quad (1)$$

Dabei wird die Gesamtmasse  $M$  durch  $k$  Einzelmassen  $m$  gebildet:

$$M = \sum_{i=1}^k m_i \quad (2)$$

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen:  $m, g, D$ Als exakt anzusehende Einflussgrößen:  $k$ Berechnung des vollständigen Messergebnisses der aus  $k$  Einzelmassen  $m$  zusammengesetzten Gesamtmasse  $M$ :Gemäß Gleichung (2) ergibt sich die Gesamtmasse  $M$  als Summe der Einzelmassen  $m_i$  von  $k = 9$  Massestücken zu:

$$M = \sum_{i=1}^9 m_i$$

Daraus folgt für den Mittelwert der Gesamtmasse:

$$\bar{M} = \sum_{i=1}^9 \bar{m}_i = 9 \cdot \bar{m}_i = 9 \cdot 5 \text{ kg} = 45 \text{ kg}$$

Da die Abweichungen der  $k = 9$  unabhängigen Einzelmassen unkorreliert sind, errechnet sich die Unsicherheit der Gesamtmasse zu:

$$u_M = \sqrt{\sum_{i=1}^9 (u_{m_i})^2} = \sqrt{9} \cdot u_{m_i} = 3 \cdot 0,001 \text{ kg} = 0,003 \text{ kg} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Die Gesamtmasse  $M$  beträgt somit:

$$M = 45 \text{ kg} \pm 3 \cdot 10^{-3} \text{ kg} ; P = 98\%$$

Umrechnung der Fallbeschleunigung  $g$  von  $P = 95\%$  auf  $P = 98\%$ :

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

mit sehr großen Stichprobenumfang  $n$  folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha_1/2} = t_{\infty;0,99} = 2,326$$

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

$$\Rightarrow u_{g;98\%} = 0,0015 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{2,326}{1,96} \approx 0,00178 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,78 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g = 9,813 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \pm 1,78 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; P = 98\%$$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses des Durchmessers  $D$  aus der gegebenen Messreihe:

$$\text{Mittelwert: } \bar{D} = 19,9999 \text{ mm}$$

$$\text{Streuung: } S_D \approx 0,0021318 \text{ mm}$$

$$\text{Vertrauensbereich: } u_D = \frac{S_D}{\sqrt{n}} \cdot t_{n-1;1-\alpha/2}$$

$$\text{mit: } n = 10$$

$$\alpha = 0,02$$

folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha/2} = t_{9;0,99} = 2,821$$

$$\Rightarrow u_D = \frac{0,0021318 \text{ mm}}{\sqrt{10}} \cdot 2,821 \approx 0,001902 \text{ mm}$$

$$D = 19,9999 \text{ mm} \pm 0,001902 \text{ mm}; P = 98\%$$

oder in SI-Basiseinheiten:

$$D = 1,99999 \cdot 10^{-2} \text{ m} \pm 1,902 \cdot 10^{-6} \text{ m}; P = 98\%$$

Berechnung des Mittelwertes  $\bar{P}$ :

$$\bar{p} = \frac{4 \cdot \bar{M} \cdot \bar{g}}{\pi \cdot \bar{D}^2} = \frac{4 \cdot 45 \text{ kg} \cdot 9,813 \text{ m}}{\pi \cdot (1,99999 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 \cdot \text{s}^2} \approx 1405622,77 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = 1405622,77 \text{ Pa}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial p}{\partial M} \right|_{\bar{M}, \bar{g}, \bar{D}} = \frac{4 \cdot \bar{g}}{\pi \cdot \bar{D}^2} \approx 31236,06 \frac{1}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

$$\left. \frac{\partial p}{\partial g} \right|_{\bar{M}, \bar{g}, \bar{D}} = \frac{4 \cdot \bar{M}}{\pi \cdot \bar{D}^2} \approx 143240,88 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\left. \frac{\partial p}{\partial D} \right|_{\bar{M}, \bar{g}, \bar{D}} = -\frac{8 \cdot \bar{M} \cdot \bar{g}}{\pi \cdot \bar{D}^3} \approx -140562979,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}^2}$$

Vertrauensbereich  $u_D$ :

$$u_p = \sqrt{\left( \frac{\partial p}{\partial M} \cdot u_M \right)^2 + \left( \frac{\partial p}{\partial g} \cdot u_g \right)^2 + \left( \frac{\partial p}{\partial D} \cdot u_D \right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_p = \sqrt{\left( 31236,06 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \right)^2 + \left( 143240,88 \cdot 1,78 \cdot 10^{-3} \right)^2 + \left( -140562979,5 \cdot 1,902 \cdot 10^{-6} \right)^2} \cdot \text{Pa}$$

$$u_p \approx 381,14 \text{ Pa}$$

Vollständiges Messergebnis für den Druck  $p$ :

$$p = 1405622,77 \text{ Pa} \pm 381,14 \text{ Pa} ; P = 98\%$$

## Aufgabe 2: $\chi^2$ -Test

### a) Überprüfung auf Exponentialverteilung auf Signifikanzniveau $\alpha = 0,01$ :

Es soll überprüft werden, ob die von Ihnen experimentell ermittelten Daten der Wartezeit zwischen WhatsApp-Nachrichten auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,01$  einer Exponentialverteilung mit dem Parameter  $\lambda = 0,3456$  genügt. Die erhobenen Wartedauern wurden bereits in Klassen eingeteilt, wobei mit Ausnahme der letzten Klasse die Klassenbreite eine Minute 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  $\lambda$  der Parameter der Exponentialverteilung,  $e$  ist die Exponentialfunktion und  $x$  die unabhängige Variable, im vorliegenden Fall die Wartedauer in Minuten.

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 Klassen existieren, die nicht die geforderte Mindestbesetzungszahl von  $B_i \geq 5$  aufweisen. Es werden daher wie aus nachfolgender Tabelle zu ersehen, die letzten zwei Klassen zusammengefasst, wodurch die für die weiteren Berechnungen maßgeblichen beobachteten Häufigkeiten  $B'_i$  entstehen.

Zu 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 Wartedauer von 0 bis 1 Minute, lautet die Berechnung des zugehörigen Funktionswertes  $P(x_i)$  beispielsweise:

$$P(x_i = 1) = 1 - e^{-0,3456 \cdot 1} \approx 0,29220445$$

Als maßgeblicher  $x$ -Wert wird also die Klassenobergrenze von 1 Minute eingesetzt. Weiterhin fließt der Wert  $\lambda = 0,3456$  der zu testenden Verteilung in die Berechnung ein. Die analog hierzu berechneten  $P(x_i)$ -Werte der weiteren Klassen sind, jeweils auf vier Nachkommastellen gerundet, in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

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  $n = 250$ . Eine Betrachtung von  $E'_i$  zeigt, dass keine weitere Zusammenlegung von Klassen erforderlich ist.

Wartedauer / Minuten	Klassenobergrenze / Minuten	$B_i$	$B'_i$	$P(x_i)$	$p_i$	$E'_i = n \cdot p_i$	$\frac{(B'_i - E'_i)^2}{E'_i}$
0 bis 1	1	63	63	0,2922	0,2922	73,05	1,3826
> 1 bis 2	2	45	45	0,4990	0,2068	51,70	0,8683
> 2 bis 3	3	44	44	0,6454	0,1464	36,60	1,4962
> 3 bis 4	4	30	30	0,7490	0,1036	25,90	0,6490
> 4 bis 5	5	17	17	0,8224	0,0734	18,35	0,0993
> 5 bis 6	6	19	19	0,8743	0,0519	12,98	2,7977
> 6 bis 7	7	14	14	0,9110	0,0367	9,18	2,5374
> 7 bis 8	8	10	10	0,9370	0,0260	6,50	1,8846
> 8 bis 9	9	4	8	1	0,0630	15,75	3,8135
> 9	$\infty$	4					
$\chi_0^2$							<b>15,5286</b>

Gemäß obiger Tabelle ergibt sich der  $\chi_0^2$ -Wert zu:

$$\chi_0^2 \approx 15,5286$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

Zahl der auswertbaren Klassen:

$r^* = 9$  (Zahl der Klassen nach Zusammenlegung)

Zahl der Parameter der Verteilungsfunktion:

$s = 1$  (der Parameter  $\lambda = 0,3456$  wurde laut Aufgabenstellung aus den ermittelten Rohdaten abgeschätzt)

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

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben:  $\alpha = 0,01$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi_{r^*-s-1; 1-\alpha}^2 = \chi_{7; 0,99}^2 = 18,5 \quad (\text{aus Tabelle})$$

Test:  $\chi_0^2 > \chi_{7; 0,99}^2$  ?

hier:

$15,5286 > 18,5 \quad \Rightarrow \quad$  Die Bedingung ist **nicht** erfüllt!

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

$\Rightarrow$  Auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,01$  genügt die beobachtete Verteilung einer Exponentialverteilung mit dem Parameter  $\lambda = 0,3456$ .

**Antwort-Wahl-Verfahren, Teil A (Variante 5 LP):**

3. Bei einem Hersteller von Geräten und Zubehör für die Wägetechnik werden im Rahmen einer Warenausgangsprüfung Massestücke hinsichtlich ihrer Masse untersucht. Hierzu wird aus einer gefertigten Charge eine Stichprobe vom Umfang  $n = 25$  entnommen und die mittlere Masse  $m$  mittels einer Präzisionswaage experimentell ermittelt. Aus der Stichprobe ergibt sich ein Mittelwert der Masse von  $\bar{m} = 99,997$  g und eine Streuung von  $S_m = 0,007$  g. Die Standardabweichung  $\sigma$  sei unbekannt.

3.1. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes der Masse  $m$  für eine Aussagewahrscheinlichkeit von  $P = 99\%$  beträgt für diesen Fall ungefähr:

- a)  $m = 99,997$  g  $\pm$  0,00240 g;  $P = 99\%$
- b)  $m = 99,997$  g  $\pm$  0,00326 g;  $P = 99\%$
- c)  $m = 99,997$  g  $\pm$  0,00349 g;  $P = 99\%$
- d)  $m = 99,997$  g  $\pm$  0,00392 g;  $P = 99\%$
- e)  $m = 99,997$  g  $\pm$  0,00361 g;  $P = 99\%$

*(Fragetyp Einfachwahl)*

3.2. Der minimal erforderliche Stichprobenumfang  $n$ , um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von  $P = 95\%$  das Konfidenzintervall des Erwartungswertes der Masse auf maximal  $\pm 0,004$  g abschätzen zu können, beträgt:

- a)  $n = 11$
- b)  $n = 12$
- c)  $n = 13$
- d)  $n = 14$
- e)  $n = 15$

*(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 Massestücke weisen dann eine Masse auf, der außerhalb des Intervalls von  $99,99 \text{ g} \leq m \leq 100,01 \text{ g}$  liegt?

- a) 3,1%
- b) 15,9%
- c) 19,0%
- d) 81,0%
- e) 96,9%

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Zubehör für die Wägetechnik betreiben Sie zwei voneinander unabhängige Fertigungslinien A und B zur Herstellung von Massestücken. Aufgrund eines Anfangsverdachts möchten Sie anhand einer entnommenen Stichprobe untersuchen, ob der Erwartungswert  $\mu_{m_A}$  der Massen  $m_A$  der auf Linie A gefertigten Massestücke signifikant von dem geforderten Sollwert der Masse  $m_{\text{soll}}$  abweicht.

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

(Fragetyp Einfachwahl)

4.2. Welche Alternativhypothese ist für den Test zu wählen?

- a) einseitige Alternativhypothese
- b) zweiseitige Alternativhypothese

(Fragetyp Einfachwahl)

5. Anhand zweier unabhängiger Stichproben  $X$  und  $Y$  möchten Sie einen t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte durchführen. Aus den Stichproben, die jeweils einen Umfang von  $n = 20$  aufweisen, haben Sie für die Messwerte  $x$  und  $y$  sowie für deren Differenz  $d$  Mittelwerte und Streuungen ermittelt zu  $\bar{x} = 50,01 \text{ g}$ ,  $\bar{y} = 49,98 \text{ g}$ ,  $\bar{d} = 0,03 \text{ g}$ ,  $S_x = 0,012 \text{ g}$ ,  $S_y = 0,013 \text{ g}$  und  $S_d = 0,017 \text{ g}$ .

5.1. Die Testgröße  $t_0$  beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) 5,37
- b) 7,58
- c) 7,89
- d) 10,72
- e) 11,18

(Fragetyp Einfachwahl)

Fortsetzung Aufgabe 5 auf der nächsten Seite

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

- a) 18
- b) 19
- c) 20
- d) 38
- e) 39
- f) 40

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Vergleich zweier Erwartungswerte anhand zweier unabhängiger Stichproben die Übereinstimmung zweier Chargen Massestücke überprüfen. Der Stichprobenumfang beträgt jeweils  $n = 15$ . Ihre Nullhypothese lautet, dass die Erwartungswerte der Massen beider Chargen sich nicht voneinander unterscheiden ( $\mu_x = \mu_y$ ). Sie wählen eine zweiseitige Alternativhypothese ( $\mu_x \neq \mu_y$ ). Sie wählen ein Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,01$ . Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt  $t_0 = 2,64$ .

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)

7. Die Änderung des elektrischen Widerstands  $\Delta R$  eines mechanisch belasteten Dehnungsmessstreifens (DMS) ist abhängig von der mechanischen Dehnung  $\varepsilon$  und dem Empfindlichkeitsfaktor  $k$ . Der Gesamtwiderstand  $R$  eines belasteten DMS setzt sich aus diesem dehnungsabhängigen Anteil  $\Delta R$  und dem konstanten Grundwiderstand  $R_0$  des unbelasteten DMS zusammen. Der Gesamtwiderstand  $R$  eines mechanisch belasteten DMS ergibt sich gemäß folgender Gleichung:

$$R = R_0 \cdot (1 + k \cdot \varepsilon)$$

Mittels linearer Regression möchten Sie den  $k$ -Faktor eines bestimmten Typs von Dehnungsmessstreifen experimentell bestimmen. Hierzu nehmen Sie eine Messreihe auf, bei welcher die Dehnungen  $\varepsilon$  als unabhängige Versuchsgröße vorgegeben werden und der elektrische Widerstand  $R$  jeweils als abhängige Größe bestimmt wird.

7.1. Geben Sie alle der folgenden Zuordnungen von  $x$ - und  $y$ -Größe an, welche eine im Sinne der Versuchsbeschreibung korrekte Berechnung des Regressionskoeffizienten ermöglichen!

- a)  $y = \frac{R}{R_0} - 1$  und  $x = \varepsilon$
- b)  $y = -1$  und  $x = \varepsilon - \frac{R}{R_0}$
- c)  $y = \frac{R - R_0}{R_0}$  und  $x = \varepsilon$
- d)  $y = R - R_0$  und  $x = \varepsilon \cdot R_0$
- e)  $y = R$  und  $x = \varepsilon \cdot R_0 + R_0$

(Fragetyp Mehrfachwahl)

**Antwort-Wahl-Verfahren, Teil B (Variante 5 LP):**

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

- a) Dichte
- b) dynamische Viskosität
- c) Länge
- d) elektrische Ladung
- e) Volumen
- f) spezifischer elektrischer Widerstand
- g) Stoffmenge
- h) Temperatur

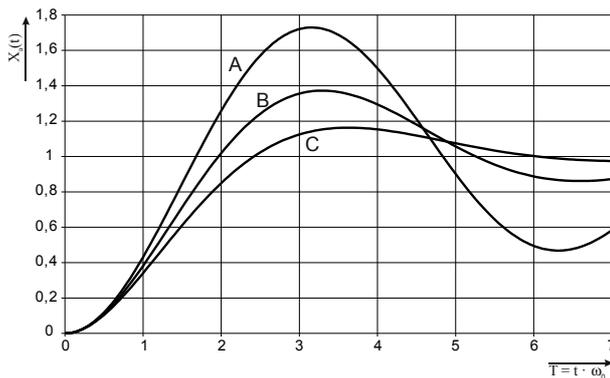
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a)  $1 \cdot 10^5 \text{ mN} + 0,1 \text{ kN} = 200 \text{ N}$
- b)  $100 \text{ cm}^3 + 0,1 \text{ dm}^3 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
- c)  $100 \text{ hPa} = 1 \text{ kPa}$
- d)  $100 \text{ } \mu\text{g} = 0,1 \text{ mg}$
- e)  $10 \text{ kg} \cdot 100 \text{ mm/s}^2 = 1 \text{ N}$

(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

(Fragetyp Einfachwahl)

11. Ein lineares System 1. Ordnung mit der Zeitkonstanten  $T$  und dem Übertragungsfaktor  $K=2$  werde aus dem Beharrungszustand heraus zum Zeitpunkt  $t=0$  mit einer sprungförmigen Änderung der Eingangsspannung von  $0\text{ V}$  auf  $10\text{ V}$  beaufschlagt. Welche Spannung wird nach der Zeitdauer  $t = 100 \cdot T$  am Ausgang ungefähr anliegen?

- a)  $0\text{ V}$
- b)  $6,3\text{ V}$
- c)  $10\text{ V}$
- d)  $12,6\text{ V}$
- e)  $20\text{ V}$

(Fragetyp Einfachwahl)

12. Geben Sie an, wie viel Prozent der Elemente einer Verteilung oberhalb des dritten Quintils liegen!

- a)  $25\%$
- b)  $40\%$
- c)  $50\%$
- d)  $60\%$
- e)  $75\%$

(Fragetyp Einfachwahl)

13. 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)

14. 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)

15. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von  $-12\text{ V}$  bis  $+12\text{ V}$  soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler  $2\text{ mV}$  beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der A/D-Umsetzer mindestens arbeiten muss!

- a) 11 Bit
- b) 12 Bit
- c) 13 Bit
- d) 14 Bit
- e) 15 Bit

*(Frage typ Einfachwahl)*

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

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

*(Frage typ Einfachwahl)*

17. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen über statistische Tests korrekt sind!

- a) Als Fehlentscheidung 2. Art bezeichnet man den Fall, dass als Ergebnis eines statistischen Tests die Nullhypothese  $H_0$  abgelehnt wird, obwohl  $H_0$  tatsächlich zutrifft.
- b) Wird für einen statistischen Test ein Signifikanzniveau von  $1\%$  gewählt, bedeutet dies, dass die Wahrscheinlichkeit für die Vermeidung einer Fehlentscheidung 2. Art  $99\%$  beträgt.
- c) Die Güte eines statistischen Tests kann durch Vergrößern des Stichprobenumfangs erhöht werden.
- d) Eine Messreihe, die zur Bildung einer Hypothese verwendet wurde, darf nicht für einen Test dieser Hypothese genutzt werden.
- e) In experimentellen Wissenschaften können statistische Tests dazu genutzt werden, Hypothesen abzusichern oder begründet zu verwerfen.

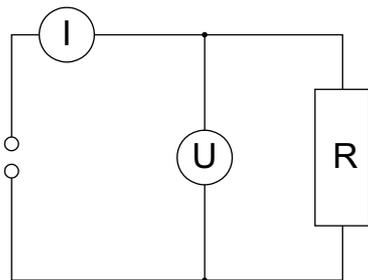
*(Frage typ Mehrfachwahl)*

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 zwei um  $90^\circ$  phasenverschobene Signale genutzt.
- c) Wird bei einem inkrementalen Wegmesssystem die Signalauswertung auch nur kurzzeitig unterbrochen, geht die Information über die Absolutposition in der Regel verloren.
- d) Ein typisches Einsatzgebiet für kapazitive inkrementale Wegmesssysteme stellen digitale Messschieber dar.
- e) Bei inkrementalen Wegmesssystemen ist durch Interpolationstechniken oftmals eine Steigerung des Auflösungsvermögens über die Teilung der Maßverkörperung hinaus möglich.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

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



- a) Bei der Schaltung handelt es sich um eine Spannungsfehlerschaltung 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 würde zu Null werden, wenn das verwendete Strommessgerät einen idealen Innenwiderstand von 0 Ohm aufweisen würde.
- e) Die systematische Messabweichung der Schaltung könnte dadurch reduziert werden, dass das Spannungsmessgerät mittels einer Vierleiterschaltung angeschlossen wird.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

**Kurzfragen (Variante 5 LP):**

- 20. Nennen Sie alle Grundgrößen des SI-Systems sowie ihre Einheiten und Einheitenzeichen!**

<i>Größe</i>	<i>Einheit</i>	<i>Einheitenzeichen</i>
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Stromstärke	Ampere	A
Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

- 21. Erläutern Sie die Begriffe *superponierender äußerer Störeinfluss* und *deformierender äußerer Störeinfluss* und grenzen Sie diese gegeneinander ab!**

*Superponierende äußere Störeinflüsse* überlagern sich der Messgröße, die dadurch verursachte Abweichung ist damit unabhängig von dem Wert der Messgröße.

*Deformierende äußere Störeinflüsse* beeinflussen das Übertragungsverhalten eines Messgerätes. Im Unterschied zum superponierenden äußeren Störeinfluss ist die hierdurch entstehende Messabweichung abhängig von dem Wert der Messgröße.

- 22. 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 größer Null.

- 23. Bei einer Prüfung haben die insgesamt 12 Teilnehmer die in nachfolgender Tabelle zusammen gefassten Noten erzielt:**

<i>Teilnehmer</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Note</i>	2	1	4	2	3	1	3	4	4	2	5	4

**Geben Sie den Medianwert und den Modalwert sowie die Spannweite obiger Notenverteilung an!**

Median: 3

Modalwert: 4

Spanne: 4

- 24. Sie planen, ein Musiksignal zu digitalisieren und hierfür einen A/D-Umsetzer mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz zu verwenden. Sie wissen, dass in dem analogen Musiksignal Frequenzanteile bis hinauf zu 50 kHz enthalten sind, deren Amplitude nicht vernachlässigbar ist. Ihnen ist bewusst, dass für diese hohen Frequenzanteile das Abtasttheorem nach Shannon verletzt wird. Ihr Kommilitone schlägt vor, die A/D-Umsetzung dennoch wie geplant vorzunehmen und argumentiert, dass**

**Frequenzen von über 20 kHz für den Menschen ohnehin nicht hörbar seien und es daher keine Rolle spiele, wenn diese nicht korrekt digitalisiert werden.**

**a) Geben Sie an, ob Sie dieser Argumentation folgen würden oder nicht! Begründen Sie Ihre Antwort!**

Diese Argumentation ist nicht sinnvoll, da es bei Verletzung des Abtasttheorems zu Aliasing-Fehlern kommt, die dazu führen, dass die hohen, unterabgetasteten Frequenzen in den hörbaren Teil des Frequenzspektrums gefaltet werden und somit als Störsignale hörbar in Erscheinung treten.

**25. Geben Sie an, welche beiden grundlegenden Typen von mechanischen Tastern man in der Koordinatenmesstechnik unterscheidet! Erläutern Sie deren Unterschied hinsichtlich der über den Antastvorgang gelieferten Information!**

Man unterscheidet schaltende und messende Taster. Ein schaltender Taster liefert nur die Information, dass das Messobjekt angetastet wurde, während ein messender Taster auch Informationen zur Antastkraft und Antastrichtung liefern kann.

**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.

