

Aufgabe 1: Abweichungsrechnung

a) **Vollständiges Messergebnis für $B = f(U_H, I, A_H, d)$ mit $P = 98\%$:**

Die gegebene Gleichung lautet:

$$U_H = A_H \frac{I \cdot B}{d} \quad (1.1)$$

Umstellen der gegebenen Gleichung (1.1) nach B :

$$B = \frac{U_H \cdot d}{I \cdot A_H} \quad (1.2)$$

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: $U_H, I, A_H,$

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: d

Die Unsicherheit ΔI des Stroms I beträgt $\pm 1\%$ vom Nennwert bei $P = 98\%$. Mit dem Nennwert von $I = 600$ mA ergibt sich daher:

$$\Delta I = \pm 0,01 \cdot 600 \text{ mA} = 6 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I = 600 \text{ mA} \pm 6 \text{ mA}; P = 98\%$$

Oder in SI-Basiseinheiten:

$$I = 6 \cdot 10^{-1} \text{ A} \pm 6 \cdot 10^{-3} \text{ A}; P = 98\%$$

Gegebene Dicke d in SI-Basiseinheit umrechnen:

$$\text{Gegeben: } d = 0,3 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow d = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Umrechnung der Hall-Konstante A_H von $P = 95\%$ auf $P = 98\%$:

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 n folgt:

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

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

$$\Rightarrow u_{A_H;99\%} = 3,1 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{A} \cdot \text{s}} \cdot \frac{2,326}{1,960} \approx 3,679 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^3}{\text{A} \cdot \text{s}}$$

$$A_H = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{A} \cdot \text{s}) \pm 3,679 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/(\text{A} \cdot \text{s}); P = 98\%$$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses der Hall-Spannung U_H aus der gegebenen Messreihe:

$$\text{Mittelwert: } \overline{U_H} = 64,9 \text{ mV}$$

$$\text{Streuung: } S_{U_H} \approx 0,791 \text{ mV}$$

Vertrauensbereich:

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

$$\text{mit: } n = 8 \\ \alpha = 0,02$$

folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha/2} = t_{7;0,99} = 2,998$$

$$\Rightarrow u_{U_H} = \frac{0,791 \text{ mV}}{\sqrt{8}} \cdot 2,998 \approx 0,8384 \text{ mV}$$

$$U_H = 64,9 \text{ mV} \pm 0,8384 \text{ mV}; P = 98\%$$

Oder in SI-Basiseinheiten:

$$U_H = 6,49 \cdot 10^{-2} \text{ V} \pm 8,384 \cdot 10^{-4} \text{ V}; P = 98\%$$

Berechnung des Mittelwertes \overline{B} :

$$\overline{B} = \frac{\overline{U_H} \cdot d}{\overline{I} \cdot \overline{A_H}} = \frac{6,49 \cdot 10^{-2} \text{ V} \cdot 3 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{A} \cdot \text{s}}{6 \cdot 10^{-1} \text{ A} \cdot 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} = 1,8027 \text{ T}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial B}{\partial U_H} \right|_{\overline{U_H}, \overline{I}, \overline{A_H}, d} = \frac{d}{\overline{I} \cdot \overline{A_H}} \approx 27,7 \frac{\text{s}}{\text{m}^2}$$

$$\left. \frac{\partial B}{\partial I} \right|_{\overline{U_H}, \overline{I}, \overline{A_H}, d} = -\frac{\overline{U_H} \cdot d}{\overline{I}^2 \cdot \overline{A_H}} \approx -3,0046 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}^2}$$

$$\left. \frac{\partial B}{\partial A_H} \right|_{\overline{U_H}, \overline{I}, \overline{A_H}, d} = -\frac{\overline{U_H} \cdot d}{\overline{I} \cdot \overline{A_H}^2} \approx -100154 \frac{\text{V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}^2}{\text{m}^5}$$

Vertrauensbereich u_B :

$$u_B = \sqrt{\left(\frac{\partial B}{\partial U_H} \cdot u_{U_H} \right)^2 + \left(\frac{\partial B}{\partial I} \cdot u_I \right)^2 + \left(\frac{\partial B}{\partial A_H} \cdot u_{A_H} \right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_B = \sqrt{(27,7 \cdot 8,384 \cdot 10^{-4})^2 + (-3,0046 \cdot 6 \cdot 10^{-3})^2 + (-100154 \cdot 3,679 \cdot 10^{-7})^2} \text{ T}$$
$$\approx 4,717 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

Vollständiges Messergebnis für magnetische Flussdichte B :

$$\mathbf{B = 1,8028 \text{ T} \pm 4,718 \cdot 10^{-2} \text{ T} ; \mathbf{P = 98\%}}$$

Aufgabe 2: χ^2 -Test

a) Überprüfung auf Binomialverteilung auf Signifikanzniveau $\alpha = 0,1$:

Es soll überprüft werden, ob das Ergebnis des Zufallsversuchs als zufällig anzusehen ist, ob also die beobachtete Verteilung durch eine den Randbedingungen des Versuchs entsprechende Binomialverteilung beschrieben wird. Die Überprüfung erfolgt mittels eines χ^2 -Tests.

Die für den Test benötigten theoretischen Häufigkeiten E_i ergeben sich aus der Wahrscheinlichkeitsfunktion der Binomialverteilung:

$$P(X = k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k} = \frac{n!}{(n-k)! k!} p^k q^{n-k}$$

Der Wert k steht für die möglichen Ergebnisse des Zufallsversuchs, also die Anzahl der bei 4 Entnahmen gezogenen roten Kugeln. Es gilt also:

$$k \in \{0, 1, 2, 3, 4\}$$

Die Anzahl n der Entnahmen in einer Versuchsreihe beträgt laut Aufgabenstellung:

$$n = 4$$

Die Wahrscheinlichkeiten p (rote Kugel gezogen) und q (schwarze Kugel gezogen) ergeben sich aus den Anteilen von roten und schwarzen Kugeln an der Gesamtzahl der Kugeln. Laut Aufgabenstellung weisen von insgesamt 80 Kugeln 20 Kugeln die Farbe Rot auf. Es gilt daher:

$$p = \frac{20}{80} = 0,25$$

Da der Zusammenhang $p + q = 1$ gilt, ergibt sich damit für die Wahrscheinlichkeit q :

$$q = 1 - p = 1 - 0,25 = 0,75$$

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

k	p_i	$E_i = n \cdot p_i$
0	0,31640625	37,96875
1	0,421875	50,625
2	0,2109375	25,3125
3	0,046875	5,625
4	0,00390625	0,46875

Um auf die theoretischen absoluten Häufigkeiten E_i zu kommen, werden die Wahrscheinlichkeiten p_i mit der Anzahl der Versuchsdurchläufe multipliziert. Laut Aufgabenstellung wurden 120 Durchläufe durchgeführt. 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 $k = 3$ und $k = 4$ zu einer Klasse zusammengefasst. In der Folge kann dann der χ_0^2 -Wert berechnet werden.

k	B_i	E_i	B'_i	E'_i	$\frac{(B'_i - E'_i)^2}{E'_i}$
0	31	37,96875	31	37,96875	1,27904
1	52	50,625	52	50,625	0,03735
2	28	25,3125	28	25,3125	0,28534
3	7	5,625	9	6,09375	1,38606
4	2	0,46875			
Σ					2,98779

$$\Rightarrow \chi_0^2 \approx 2,988$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

Zahl der auswertbaren Klassen: $r^* = 4$

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

$$\Rightarrow r^* - s - 1 = 4 - 0 - 1 = 3$$

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben: $\alpha = 0,1$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi_{r^*-s-1; 1-\alpha}^2 = \chi_{3; 0,9}^2 = 6,25 \quad (\text{aus Tabelle})$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{3; 0,9}^2$?

hier:

$$2,988 > 6,25$$

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

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

\Rightarrow Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,1$ **wird** das beobachtete Ergebnis durch eine Binomialverteilung beschrieben! Es kann daher auf dem entsprechenden Signifikanzniveau als **zufällig** angesehen werden.

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 Komponenten für die Elektronikindustrie wird im Rahmen der Qualitätssicherung der elektrische Widerstand eines Typs von SMD-Widerständen mit einem Nennwiderstand von $R_{nenn} = 200 \Omega$ überwacht. Hierzu wird aus der laufenden Fertigung eine Stichprobe vom Umfang $n = 20$ entnommen und der Widerstand R ermittelt. Aus der Stichprobe ergibt sich ein Mittelwert des Widerstands von $\bar{R} = 198 \Omega$ und eine Streuung von $S_R = 0,8 \Omega$. 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) $R = 198 \Omega \pm 0,512 \Omega ; P = 99\%$
- b) $R = 198 \Omega \pm 0,509 \Omega ; P = 99\%$
- c) $R = 198 \Omega \pm 0,461 \Omega ; P = 99\%$
- d) $R = 198 \Omega \pm 0,454 \Omega ; P = 99\%$
- e) $R = 198 \Omega \pm 0,416 \Omega ; P = 99\%$

(Fragetyp Einfachwahl)

3.2. Angenommen, es sei bekannt, dass die Standardabweichung des Prozesses $\sigma_R = 0,8 \Omega$ 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 $\pm 0,4 \Omega$ abschätzen zu können?

- a) 11
- b) 13
- c) 16
- d) 17
- e) 18

(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 Widerstände weisen dann einen Widerstand auf, der außerhalb des Intervalls von $197 \Omega \leq R \leq 203 \Omega$ liegt?

- a) 10,6%
- b) 21,2%
- c) 42,0%
- d) 78,8%
- e) 89,4%

(Fragetyp Einfachwahl)

3.4. Angenommen, der Erwartungswert des Widerstandes R betrage $\mu_R = 200 \Omega$. Welchen (mathematisch gerundeten) Wert dürfte die Standardabweichung σ_R des Widerstandes dann maximal annehmen, damit 98% der Widerstände innerhalb des Intervalls von $199 \Omega \leq R \leq 201 \Omega$ lägen?

- a) 0,324 Ω
- b) 0,430 Ω
- c) 0,487 Ω
- d) 1,290 Ω
- e) 1,461 Ω

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Widerständen für die Elektronikindustrie 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 Widerstände abgeschätzt. Ausgehend von diesen Datensätzen soll die Frage geklärt werden, ob der anhand der aktuellen Stichprobe abgeschätzte Erwartungswert sich signifikant von dem anhand der vorangegangenen Stichprobe abgeschätzten Erwartungswert unterscheidet.

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 einer Stichprobe des Widerstands von SMD-Widerständen möchten Sie einen t-Test für den Erwartungswert durchführen. Aus der erhobenen Stichprobe vom Umfang $n = 15$ haben Sie Mittelwert und Streuung des Widerstands R ermittelt zu $\bar{R} = 473 \Omega$ und $S_R = 1,2 \Omega$. Der gemäß Spezifikation geforderte Erwartungswert des Widerstands beträgt $R_{nenn} = 470 \Omega$.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) $-9,68$
- b) $-6,85$
- c) $0,65$
- d) $6,85$
- e) $9,68$

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 13
- b) 14
- c) 15
- d) 28
- e) 29

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei unabhängigen Stichproben die Eigenschaften zweier Fertigungslinien von Widerständen überprüfen. Der Stichprobenumfang beträgt jeweils $n = 12$. Ihre Nullhypothese lautet, dass zwischen beiden Fertigungslinien kein Unterschied besteht ($\mu_x = \mu_y$). Ihre Alternativhypothese lautet, dass die Fertigungslinien sich unterscheiden ($\mu_x \neq \mu_y$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = -1,87$.

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) Temperatur
- b) Masse
- c) Fläche
- d) dynamische Viskosität
- e) Dichte
- f) Impuls
- g) Wärmekapazität
- h) Stoffmenge

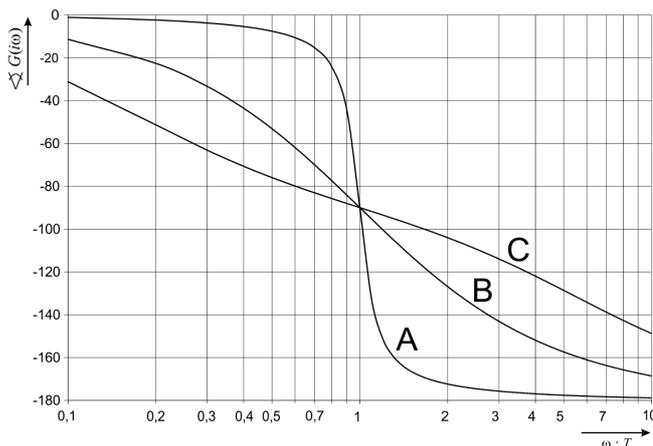
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a) $860 \text{ hPa} + 14 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MPa}$
- b) $8 \text{ TW} + 2000 \text{ MW} = 1 \cdot 10^{13} \text{ W}$
- c) $470 \text{ pF} + 0,2 \text{ nF} = 4,9 \cdot 10^{-10} \text{ F}$
- d) $4 \text{ mg} - 600 \mu\text{g} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ g}$
- e) $18,4 \text{ dm} + 16 \text{ cm} = 2 \text{ m}$

(Fragetyp Mehrfachwahl)

9. In nachfolgender Abbildung sind die Phasengänge dreier – mit *A*, *B* und *C* bezeichneter – linearer Systeme 2. Ordnung in normierten Koordinaten 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) $D_A = 3 ; D_B = 7 ; D_C = 10$
- b) $D_A = 2 ; D_B = \sqrt{2}/2 ; D_C = 0,1$
- c) $D_A = 0,5 ; D_B = 0,3 ; D_C = 0,1$
- d) $D_A = 0,1 ; D_B = 1 ; D_C = 3$

(Fragetyp Einfachwahl)

10. Ein lineares System 1. Ordnung mit der Zeitkonstanten $T = 5$ s und dem Übertragungsfaktor $K = 3$ werde aus dem Beharrungszustand heraus zum Zeitpunkt $t = 0$ mit einer sprungförmigen Änderung der Eingangsspannung von 15 V auf -15 V beaufschlagt. Welche Spannung wird nach der Zeitdauer $t = T$ am Ausgang des Systems ungefähr anliegen!

- a) $-56,7$ V
- b) $-19,5$ V
- c) $-11,7$ V
- d) $-6,3$ V
- e) $56,7$ V

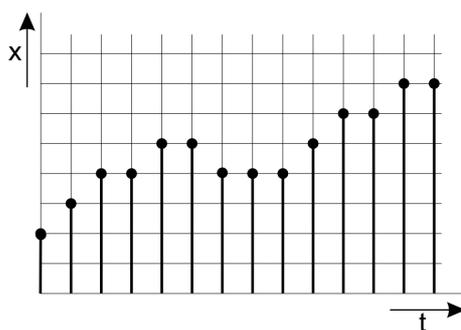
(Fragetyp Einfachwahl)

11. Bei der Durchführung eines Belastungsversuchs an einer metallischen Zugprobe beobachten Sie, dass – abweichend vom Hooke'schen Gesetz – die Spannungs-Dehnungs-Kurve beim Entlastungsvorgang nicht dem Verlauf der Spannungs-Dehnungs-Kurve des Belastungsvorgangs folgt. Vielmehr ist die mechanische Spannung bei gleicher Dehnung während der Entlastung niedriger als während der Belastung. Geben Sie an, welcher Effekt hierfür aller Wahrscheinlichkeit nach verantwortlich ist!

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

(Fragetyp Einfachwahl)

12. Geben Sie an, von welcher Art das nachfolgend abgebildete Signal hinsichtlich seines Verhaltens in Zeit- sowie in Amplitudenrichtung ist!



- a) amplitudenkontinuierlich und zeitkontinuierlich
- b) amplitudendiskret und zeitkontinuierlich
- c) amplitudenkontinuierlich und zeitdiskret
- d) amplitudendiskret und zeitdiskret

(Fragetyp Einfachwahl)

13. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von -48 V bis $+48\text{ V}$ soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler $50\ \mu\text{V}$ beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der A/D-Umsetzer mindestens arbeiten muss!

- a) 17 Bit
- b) 18 Bit
- c) 19 Bit
- d) 20 Bit
- e) 21 Bit

(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. Eine normalverteilte, dimensionslose Größe werde mit 25 Wiederholungen gemessen. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes wird zu $38 \leq \mu \leq 46$ 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 $40 \leq \mu \leq 44$ zu reduzieren!

- a) 42
- b) 50
- c) 80
- d) 100
- e) 400

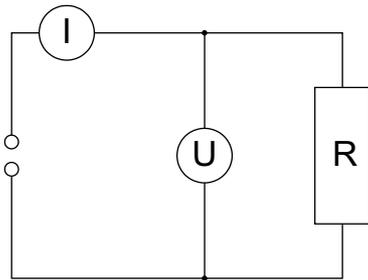
(Fragetyp Einfachwahl)

16. Sie untersuchen anhand empirischer Daten die Anzahl der von Fahrschüler*innen in Deutschland benötigten praktischen Fahrstunden bis zur Erlangung der Fahrerlaubnisklasse B. Eine Auswertung der Rohdaten liefert folgende Lage- und Streuungsparameter: Der Median der Stundenanzahl beträgt 23,4; der Modalwert der Stundenanzahl beträgt 22; der arithmetische Mittelwert der Stundenanzahl beträgt 25,8; der Quartilsabstand der Stundenanzahl beträgt 8,4; das erste Quartil der Stundenanzahl liegt bei 18,6. Geben Sie an, welche der nachfolgenden Aussagen zutreffend aus diesen Daten abgeleitet werden können!

- a) Ein Viertel der Fahrschüler*innen benötigt 27 Stunden oder mehr.
- b) Die Hälfte der Fahrschüler*innen benötigt 25,8 Stunden oder mehr.
- c) Mehr als die Hälfte der Fahrschüler*innen benötigt 22 Stunden.
- d) Ein Viertel der Fahrschüler*innen benötigt 15 Stunden oder weniger.
- e) Die Hälfte der Fahrschüler*innen benötigt zwischen 18,6 und 27 Stunden.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

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



- a) Die Widerstandsmessung mittels der abgebildeten Schaltung basiert auf der Anwendung des Ohmschen Gesetzes.
- b) Bei der Schaltung handelt es sich um eine Stromfehlerschaltung zur indirekten Widerstandsmessung.
- 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 kleiner, je kleiner der Innenwiderstand des Spannungsmessgeräts ist.
- e) Bei der Widerstandsmessung mittels der abgebildeten Schaltung handelt es sich um eine indirekte Messmethode.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

18. 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 Erdrotation und die damit verbundene, der Gravitation entgegengesetzte Zentrifugalkraft verursacht.
- c) Um die Ortsabhängigkeit der Erdbeschleunigung zu berücksichtigen, ist Deutschland in 4 Gebrauchszonen mit unterschiedlicher Erdbeschleunigung unterteilt.
- d) Als *Wägen* wird das Herstellen einer bestimmten Masse bezeichnet.
- e) Beim *konventionellen Wägewert* wird im Unterschied zum *Wägewert* der Auftrieb im umgebenden Medium berücksichtigt.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a) Der Messschieber ist anfällig für das Auftreten des Abbefehlers, da bei ihm Antast- und Messlinie nicht fluchten.
- b) Der Nonius eines Messschiebers dient dazu, bei der Ablesung der Skala das Auftreten eines Parallaxenfehlers zu vermeiden.
- c) Bei der Bügelmessschraube stellt in der Regel eine Rutschkupplung eine bei allen Messungen gleiche Antastkraft sicher.
- d) Bei der Messuhr wird die Auslenkung des Messbolzens über ein Präzisionsgetriebe in eine Zeigerdrehung gewandelt.
- e) Bei der Längenmessung mittels einer Maßstabes handelt es sich um eine direkte Messmethode im weiteren Sinne.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

Ende von Antwort-Wahl-Verfahren, Teil B

Kurzfragen:

20. Nennen Sie alle Grundgrößen des SI-Systems!

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

21. 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. Wie würden Sie das Signifikanzniveau α des Tests verändern, 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).

22. Auf einer zukünftigen Marsmission soll den Astronauten eine Waage mitgegeben werden, um vor Ort die Masse von für den Transport zur Erde bestimmten Gesteinsproben ermitteln zu können. Die Entscheidung fiel hierbei auf eine elektronische Waage mit einem elastischen Verformungskörper, dessen Deformation mittels Dehnungsmessstreifen erfasst wird. Die Kennlinie der Waage kann vom Anwender konfiguriert werden. Zusätzlich zu der Waage wird den Astronauten ein Satz auf der Erde kalibrierter Massestücke mitgegeben. Geben Sie an, ob unter Nutzung der beschriebenen Waage sowie der kalibrierten Massestücke auf dem Mars bei sachgemäßer Verwendung eine präzise Massebestimmung möglich ist und beschreiben Sie kurz das Vorgehen hierzu!

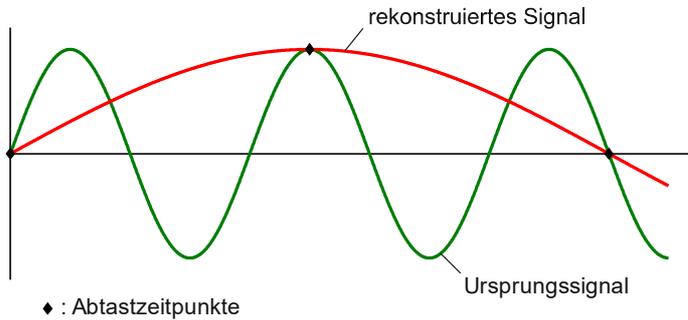
Ja, eine korrekte Massebestimmung ist mit dieser Anordnung auch auf dem Mars möglich. Hierzu ist im Vorfeld der Messungen lediglich die Kennlinie der Waage, welche durch die geänderte Schwerkraft auf dem Mars beeinflusst wird, mit Hilfe der kalibrierten Massestücke neu zu kalibrieren. Durch Auswiegen der kalibrierten Massestücke kann die Kennlinie an mehreren Stellen im Messbereich kalibriert werden. Das Vorgehen ist grundsätzlich identisch mit der normalen Kalibrierung am Verwendungsort, wie sie auch auf der Erde durchzuführen ist.

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

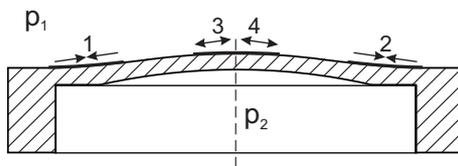
Superponierende äußere Störeinflüsse überlagern sich der Messgröße, die dadurch verursachte Abweichung ist damit unabhängig von dem Wert der Messgröße.

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.

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



25. Nachstehend sehen Sie die schematische Darstellung eines Druckaufnehmers in DMS-Technik. Die Positionen 1 bis 4 kennzeichnen die Lage der einzelnen Dehnmessstreifen. Erläutern Sie, weshalb es im Hinblick auf die messtechnische Erfassung der Widerstandsänderungen zweckmäßig ist, sowohl in Stauchungszonen (1 und 2) als auch in Dehnungszonen (3 und 4) Dehnmessstreifen zu applizieren!



Die Widerstandsänderungen der Dehnmessstreifen werden in der Regel mittels einer Wheatstone-Brückenschaltung erfasst. Eine Wheatstone-Brücke in Vollbrückenbeschaltung, also unter Einsatz von vier DMS, liefert nur dann ein von null verschiedenes Ausgangssignal, wenn sich nicht alle vier Widerstände gleichermaßen verändern. Am größten ist die Änderung des Ausgangssignals dann, wenn sich zwei Widerstände in die eine Richtung verändern, während sich die zwei anderen Widerstände in die entgegengesetzte Richtung ändern, wobei sich die in der Brückenschaltung diagonal gegenüberliegenden Widerstände jeweils gleichsinnig ändern müssen.

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

$$\mu = \sigma^2$$