

Aufgabe 1: Abweichungsrechnung

a) **Vollständiges Messergebnis für $\eta = f(r_K, v_K, \rho_K, \rho_F, g)$ mit $P = 95\%$:**

Die gegebene Gleichung lautet:

$$\eta = \frac{2 \cdot r_K^2 \cdot g \cdot (\rho_K - \rho_F)}{9 \cdot v_K} \quad (1.1)$$

Gleichung (1.1) kann ohne weitere Umformungen direkt in der gegebenen Form verwendet werden.

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: r_K, v_K, ρ_F

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: ρ_K, g

Gegebenen Kugelradius r_K von $P = 98\%$ auf $P = 95\%$ umrechnen:

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 n_r folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha_1/2} = t_{\infty;0,975} = 1,96$$

$$t_{n-1;1-\alpha_2/2} = t_{\infty;0,99} = 2,326$$

$$\Rightarrow u_{r;95\%} = 0,005 \text{ mm} \cdot \frac{1,96}{2,326} \approx 0,004213 \text{ mm}$$

$$r_K = 2,5 \text{ mm} \pm 0,004213 \text{ mm} ; P = 95\%$$

oder in SI-Basiseinheiten

$$r_K = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \pm 4,213 \cdot 10^{-6} \text{ m} ; P = 95\%$$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses der Sinkgeschwindigkeit v_K aus der gegebenen Messreihe:

$$\text{Mittelwert: } \bar{v}_K = 890,25 \text{ mm/s} = 8,9025 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$$

$$\text{Streuung: } S_{v_K} \approx 4,2504 \text{ mm/s} = 4,2504 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

Vertrauensbereich:

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

mit: $n = 8$

$$\alpha = 0,05$$

folgt:

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

$$u_{v_K} = \frac{4,2504 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}}{\sqrt{8}} \cdot 2,365 \approx 3,554 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$v_K = 8,9025 \cdot 10^{-1} \text{ m/s} \pm 3,554 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} ; P = 95\%$$

Sonstige gegebene Größen in SI-Basiseinheiten umrechnen:

Dichte ρ_K der Kugel:

$$\rho_K = 7,9 \text{ kg/dm}^3 = 7900 \text{ kg/m}^3$$

Dichte ρ_F der Flüssigkeit:

$$\rho_F = 0,917 \text{ g/cm}^3 \pm 0,003 \text{ g/cm}^3 = 917 \text{ kg/m}^3 \pm 3 \text{ kg/m}^3$$

Berechnung des Mittelwertes $\bar{\eta}$:

$$\begin{aligned} \bar{\eta} &= \frac{2 \cdot \bar{r}_K^2 \cdot g \cdot (\rho_K - \bar{\rho}_F)}{9 \cdot \bar{v}_K} \\ &= \frac{2 \cdot (2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 \cdot 9,8125 \text{ m/s}^2 \cdot (7900 \text{ kg/m}^3 - 917 \text{ kg/m}^3)}{9 \cdot 8,9025 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}} \\ &\approx 0,1068999 \text{ Pa} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial \eta}{\partial \bar{r}_K} \right|_{\bar{r}_K, \bar{v}_K, \bar{\rho}_F, g, \rho_K} = \frac{4 \cdot \bar{r}_K \cdot g \cdot (\rho_K - \bar{\rho}_F)}{9 \cdot \bar{v}_K} \approx 8,551991 \cdot 10^1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

$$\left. \frac{\partial \eta}{\partial \bar{v}_K} \right|_{\bar{r}_K, \bar{v}_K, \bar{\rho}_F, g, \rho_K} = -\frac{2 \cdot \bar{r}_K^2 \cdot g \cdot (\rho_K - \bar{\rho}_F)}{9 \cdot \bar{v}_K^2} \approx -1,200785 \cdot 10^{-1} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\left. \frac{\partial \eta}{\partial \rho_F} \right|_{\bar{r}_K, \bar{v}_K, \bar{\rho}_F, g, \rho_K} = -\frac{2 \cdot \bar{r}_K^2 \cdot g}{9 \cdot \bar{v}_K} \approx -1,530859 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Vertrauensbereich u_η :

$$u_\eta = \sqrt{\left(\frac{\partial \eta}{\partial r_K} \cdot u_{r_K}\right)^2 + \left(\frac{\partial \eta}{\partial v_K} \cdot u_{v_K}\right)^2 + \left(\frac{\partial \eta}{\partial \rho_F} \cdot u_{\rho_F}\right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_\eta = \sqrt{(8,552 \cdot 10^1 \cdot 4,213 \cdot 10^{-6})^2 + (-1,2008 \cdot 10^{-1} \cdot 3,554 \cdot 10^{-3})^2 + (-1,531 \cdot 10^{-5} \cdot 3)^2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$
$$\approx 5,604 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Vollständiges Messergebnis der dynamischen Viskosität η :

$$\eta = 1,068999 \cdot 10^{-1} \text{ Pa} \cdot \text{s} \pm 5,604 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}; P = 95\%$$

oder

$$\eta = \mathbf{106,8999 \text{ mPa} \cdot \text{s} \pm 0,5604 \text{ mPa} \cdot \text{s}; P = 95\%}$$

Aufgabe 2: χ^2 -Test

a) Überprüfung auf Poisson-Verteilung mit $\lambda = 2,3$ auf Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$:

Es soll überprüft werden, ob die für insgesamt $n = 1000$ Stunden ermittelten Anzahlen von Service-Anfragen einer Poisson-Verteilung genügen. Der Parameter λ der zum Vergleich heranzuziehenden Verteilung wurde anhand der beobachteten Verteilung mit $\lambda = 2,3$ abgeschätzt. Die Überprüfung erfolgt mittels eines χ^2 -Tests.

Die für den Test benötigten theoretischen Häufigkeiten E_i ergeben sich aus der Wahrscheinlichkeitsfunktion der Poisson-Verteilung:

$$P_\lambda(X = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

Der Wert k steht für die möglichen Ergebnisse, also die Anzahl der pro Stunde ermittelten Anfragen. Theoretisch könnte k damit alle Werte aus der Menge der natürlichen Zahlen annehmen. Im vorliegenden Fall werden zur Vereinfachung jedoch alle Ergebnisse für die gilt $k \geq 6$ zu einer gemeinsamen Klasse zusammengefasst und somit nicht weiter unterschieden. Es gilt also:

$$k \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, \geq 6\}$$

Die Anzahl n der insgesamt untersuchten Stunden im Datensatz beträgt laut Aufgabenstellung:

$$n = 1000.$$

Damit ergeben sich die in folgender Tabelle eingetragenen (auf 6 Nachkommastellen gerundeten) theoretischen Wahrscheinlichkeiten p_i :

k	p_i	$E_i = n \cdot p_i$
0	0,100259	100,259
1	0,230595	230,595
2	0,265185	265,185
3	0,203308	203,308
4	0,116902	116,902
5	0,053775	53,775
≥ 6	0,029976	29,976

Exemplarisch für $k = 0$:

$$P_{2,3}(X = 0) = \frac{2,3^0}{0!} e^{-2,3} = \frac{1}{1} e^{-2,3} \approx 0,100259$$

$k = 1$:

$$P_{2,3}(X = 1) = \frac{2,3^1}{1!} e^{-2,3} = \frac{2,3}{1} e^{-2,3} \approx 0,230595$$

$k = 2$:

$$P_{2,3}(X = 2) = \frac{2,3^2}{2!} e^{-2,3} = \frac{5,29}{2} e^{-2,3} \approx 0,265185$$

Hinweis: Die kumulierte Wahrscheinlichkeit für die Klassen mit $k \geq 6$ wird am einfachsten dadurch bestimmt, dass die Summe der Wahrscheinlichkeiten für die Klassen 0 bis 5 von der theoretischen Gesamtwahrscheinlichkeit von 1 (entsprechend 100%) subtrahiert wird.

Um auf die theoretischen absoluten Häufigkeiten zu kommen, werden die Wahrscheinlichkeiten p_i mit der Anzahl der Versuche multipliziert. Als Versuche werden hier die der beobachteten Verteilung zugrundeliegenden $n = 1000$ Stunden angesehen. Es ergeben sich so die in obiger Tabelle eingetragenen theoretischen Häufigkeiten E_i .

Hinweis: Es ist hier nicht sinnvoll, die theoretischen Häufigkeiten auf ganze Zahlen zu runden!

Die in nachfolgender Tabelle vorgenommene Zusammenstellung von empirischem und theoretischem Histogramm zeigt, dass eine Zusammenlegung von Klassen nicht erforderlich ist, da alle Klassen eine Besetzungszahl ≥ 5 aufweisen. In der Folge kann dann der χ_0^2 -Wert direkt aus den angegebenen B_i und E_i berechnet werden.

k	B_i	E_i	$\frac{(B_i - E_i)^2}{E_i}$
0	84	100,259	2,637
1	237	230,595	0,178
2	284	265,185	1,335
3	192	203,308	0,629
4	123	116,902	0,318
5	56	53,775	0,092
≥ 6	24	29,976	1,191
Σ			6,380

$$\Rightarrow \chi_0^2 \approx 6,38$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

Zahl der auswertbaren Klassen: $r^* = 7$

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

$$\Rightarrow r^* - s - 1 = 7 - 1 - 1 = 5$$

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben: $\alpha = 0,05$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi_{r^*-s-1; 1-\alpha}^2 = \chi_{5; 0,95}^2 = 11,1 \text{ (aus Tabelle)}$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{5; 0,95}^2$?

hier:

$6,38 > 11,1 \Rightarrow$ Die Bedingung ist **nicht** erfüllt!

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

\Rightarrow Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ **wird** das beobachtete Ergebnis durch eine Poisson-Verteilung mit dem Parameter $\lambda = 2,3$ 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 Prallelementen für die Volumendurchflussmessung wird im Rahmen der Qualitätssicherung der Durchmesser der zylindrischen Prallelemente mit einem Nenndurchmesser von $D_{nenn} = 15$ mm überwacht. Hierzu wird aus der laufenden Fertigung eine Stichprobe vom Umfang $n = 10$ entnommen und der Durchmesser D der Prallelemente ermittelt. Aus der Stichprobe ergibt sich ein Mittelwert des Durchmessers von $\bar{D} = 14,98$ mm und eine Streuung von $S_D = 0,016$ mm. Die Standardabweichung σ sei unbekannt.

3.1. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes des Durchmessers D für eine Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 98\%$ beträgt für diesen Fall rund:

- a) $D = 14,98 \text{ mm} \pm 0,0164 \text{ mm}$; $P = 98\%$
- b) $D = 14,98 \text{ mm} \pm 0,0143 \text{ mm}$; $P = 98\%$
- c) $D = 14,98 \text{ mm} \pm 0,0130 \text{ mm}$; $P = 98\%$
- d) $D = 14,98 \text{ mm} \pm 0,0118 \text{ mm}$; $P = 98\%$
- e) $D = 14,98 \text{ mm} \pm 0,0093 \text{ mm}$; $P = 98\%$

(Fragetyp Einfachwahl)

3.2. Der minimal erforderliche Stichprobenumfang n , um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 95\%$ und gleichbleibender Streuung von $S_D = 0,016$ mm das Konfidenzintervall des Erwartungswertes des Durchmessers D auf maximal $\pm 0,01$ mm abschätzen zu können, beträgt:

- a) 18
- b) 13
- c) 10
- d) 9
- e) 7

(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 Prallelemente weisen dann einen Durchmesser auf, der außerhalb des Intervalls von $14,98 \text{ mm} \leq D \leq 15,02 \text{ mm}$ liegt?

- a) 99,4%
- b) 50,6%
- c) 50,0%
- d) 49,4%
- e) 0,6%

(Fragetyp Einfachwahl)

3.4. Angenommen, der Erwartungswert des Durchmessers D betrage $\mu_D = 15 \text{ mm}$. Welchen (mathematisch gerundeten) Wert dürfte die Standardabweichung σ_D des Durchmessers dann maximal annehmen, damit 90% der Prallelemente einen Durchmesser innerhalb des Intervalls von $14,975 \text{ mm} \leq D \leq 15,025 \text{ mm}$ aufweisen?

- a) 0,0097 mm
- b) 0,0107 mm
- c) 0,0128 mm
- d) 0,0152 mm
- e) 0,0195 mm

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Schmiermitteln betreiben Sie mehrere Geräte zur Messung der dynamischen Viskosität von Flüssigkeiten im Rahmen der Warenausgangskontrolle. Aufgrund von Kundenbeschwerden möchten Sie dem Verdacht nachgehen, dass zwei nominell identische Viskosimeter A und B sich hinsichtlich der damit ermittelten Messwerte unterscheiden. Sie verwenden daher $n = 10$ unterschiedliche Flüssigkeiten unbekannter Viskositäten und führen an jeder dieser Flüssigkeiten jeweils eine Messung mit dem Viskosimeter A und eine Messung mit dem Viskosimeter B durch. Anhand der ermittelten Daten möchten Sie feststellen, ob sich – wie von Ihnen vermutet – die auf den Geräten A und B gemessenen Viskositäten signifikant unterscheiden.

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 der dynamischen Viskosität eines Getriebeöls möchten Sie einen t-Test für den Erwartungswert durchführen. Aus der erhobenen Stichprobe vom Umfang $n = 10$ haben Sie Mittelwert und Streuung der dynamischen Viskosität η ermittelt zu $\bar{\eta} = 2780 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ und $S_{\eta} = 30 \text{ mPa}\cdot\text{s}$. Der laut Spezifikation geforderte Erwartungswert der dynamischen Viskosität beträgt $\eta_{nenn} = 2700 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) $-8,43$
- b) $-0,84$
- c) $0,84$
- d) $8,43$
- e) $14,61$

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 8
- b) 9
- c) 18
- d) 19
- e) 29

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Vergleich zweier Erwartungswerte anhand zweier unabhängiger Stichproben die Eigenschaften zweier Fertigungslinien für Prallelemente überprüfen. Der Stichprobenumfang beträgt jeweils $n = 12$. Ihre Nullhypothese lautet, dass kein Unterschied zwischen beiden Fertigungslinien besteht ($\mu_x = \mu_y$). Sie wählen eine zweiseitige Alternativhypothese ($\mu_x \neq \mu_y$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,02$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = 2,28$.

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) Druck
- b) dynamische Viskosität
- c) elektrische Ladung
- d) elektrische Spannung
- e) spezifischer Widerstand
- f) Temperatur
- g) Wärmeleitfähigkeit
- h) Zeit

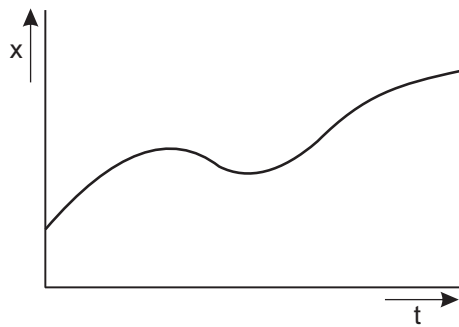
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a) $1 \mu\text{m} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$
- b) $1005 \text{ hPa} + 500 \text{ Pa} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- c) $1 \text{ kW} - 100 \text{ mW} = 999,9 \text{ W}$
- d) $68 \text{ pF} + 1,2 \text{ nF} = 1,268 \cdot 10^{-9} \text{ F}$
- e) $1 \text{ MN} \cdot 100 \text{ mm} = 1 \cdot 10^5 \text{ Nm}$

(Fragetyp Mehrfachwahl)

9. 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

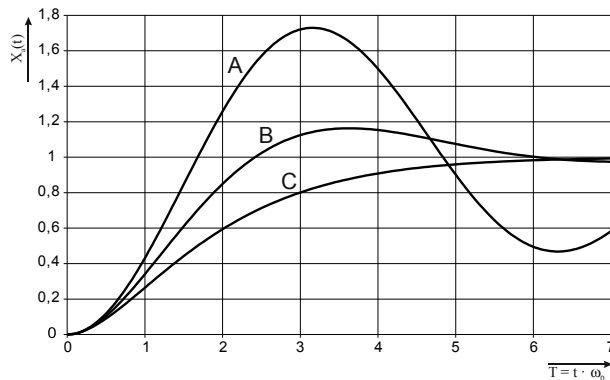
(Fragetyp Einfachwahl)

10. 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 sprunghörmigen Änderung der Eingangsspannung von 10 V auf -5 V beaufschlagt. Welche Spannung wird nach der Zeitdauer $t = T$ am Ausgang ungefähr anliegen?

- a) $-9,45\text{ V}$
- b) $-6,3\text{ V}$
- c) $0,55\text{ V}$
- d) $1,1\text{ V}$
- e) $6,3\text{ V}$

(Fragetyp Einfachwahl)

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

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 5%
- b) 20%
- c) 25%
- d) 80%
- e) 95%

(Fragetyp Einfachwahl)

13. Eine normalverteilte, dimensionslose Größe werde mit 20 Wiederholungen gemessen. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes wird zu $13 \leq \mu \leq 29$ bei $P = 95\%$ bestimmt. Die Standardabweichung σ sei bekannt. Geben Sie an, wie viele Wiederholungsmessungen durchgeführt werden müssten, um das Konfidenzintervall bei unveränderter Aussagesicherheit auf $17 \leq \mu \leq 25$ zu reduzieren!

- a) 40
- b) 60
- c) 80
- d) 120
- e) 160

(Fragetyp Einfachwahl)

14. Sie führen ein Zufallsexperiment durch, bei welchem Sie aus einem Gefäß, welches mit jeweils 20 Kugeln der Farben gelb, orange, rot, blau und violett gefüllt ist, pro Versuch jeweils nur eine einzelne Kugel entnehmen und diese im Anschluss zurücklegen. Durch welche statistische Verteilung lässt sich die bei einem derartigen Versuch zu beobachtende Auftretenswahrscheinlichkeit der fünf möglichen Farben beschreiben?

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

(Fragetyp Einfachwahl)

15. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von -12 V bis $+12\text{ V}$ soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler $100\text{ }\mu\text{V}$ beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der A/D-Umsetzer mindestens arbeiten muss!

- a) 15 Bit
- b) 16 Bit
- c) 17 Bit
- d) 18 Bit
- e) 19 Bit

(Fragetyp Einfachwahl)

16. 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)

17. Bei unabhängig voneinander durchgeführten Messungen der Temperatur eines kleinen Objekts mittels unterschiedlicher Pt100 Widerstandsthermometer stellen sie fest, dass Sie abhängig von der Masse des Messwiderstands unterschiedliche Objekttemperaturen registrieren. 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)

18. Sie untersuchen anhand empirischer Daten die jährliche, selbst zurückgelegte Fahrstrecke in Deutschland ansässiger AutofahrerInnen. Eine Auswertung der Rohdaten liefert folgende Lage- und Streuungsparameter: Der Median der Fahrstrecke beträgt 10500 km; der Modalwert der Fahrstrecke beträgt 9800 km; der arithmetische Mittelwert der Fahrstrecke beträgt 11400 km; der Quartilsabstand der Fahrstrecke beträgt 8100 km; das dritte Quartil der Fahrstrecke liegt bei 15200 km. Geben Sie an, welche der nachfolgenden Aussagen zutreffend aus diesen Daten abgeleitet werden können!

- a) Die Hälfte der AutofahrerInnen fährt pro Jahr 10500 km oder mehr.
- b) Die Hälfte der AutofahrerInnen fährt pro Jahr 11400 km oder weniger.
- c) Ein Viertel der AutofahrerInnen fährt pro Jahr 7100 km oder weniger.
- d) Die Mehrzahl der AutofahrerInnen fährt pro Jahr 9800 km.
- e) Die Spanne der jährlichen Fahrleistungen beträgt 16200 km.

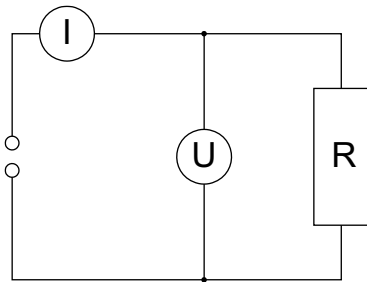
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a) Eine Messreihe, die zur Bildung einer Hypothese verwendet wurde, darf nicht für einen Test dieser Hypothese genutzt werden.
- b) Als Fehlentscheidung 1. Art bezeichnet man den Fall, dass als Ergebnis eines statistischen Tests die Nullhypothese H_0 abgelehnt wird, obwohl H_0 tatsächlich zutrifft.
- c) Wird für einen statistischen Test ein Signifikanzniveau von 1% gewählt, bedeutet dies, dass die getroffene Entscheidung mit einer Wahrscheinlichkeit von 99% korrekt ist.
- d) In experimentellen Wissenschaften sind statistische Tests in der Regel geeignet, Hypothesen zu beweisen oder zu widerlegen.
- e) Die Güte eines statistischen Tests lässt sich durch Vergrößerung des zugrunde gelegten Stichprobenumfangs erhöhen.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

20. 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 wird umso kleiner, je größer der Innenwiderstand des verwendeten Spannungsmessgerät.
- e) Die systematische Messabweichung der Schaltung könnte dadurch reduziert werden, dass das Spannungsmessgerät mittels einer Vierleiterschaltung angeschlossen wird.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

21. 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 nicht von der zurückgelegten Wegstrecke abhängig ist, ist die relative Phasenlage von Mess- und Referenzstrahl konstant.
- c) Die am Empfänger detektierbare Intensität variiert aufgrund von Interferenz in Abhängigkeit von der relativen Intensität 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 inkrementelles Messverfahren, so dass selbst eine nur kurzzeitige Unterbrechung des Strahlverlaufs zum Abbruch der Messung führt.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

Kurzfragen:

22. Nennen Sie je ein Beispiel für a) *nominalskaliert*, b) *ordinalskalierte*, c) *intervallskalierte* und d) *verhältnisskalierte* Merkmale!

zu a) Haarfarbe, Geschlecht, ...

zu b) Energieeffizienzklassen: „A“ besser „B“ besser „C“; Platzierung in der Bundesliga-Tabelle (Platz 1 bis 18), ...

zu c) Temperatur in °C; Jahreszahlen, ...

zu d) Temperatur in K; Masse in kg, ...

23. Erläutern Sie den Begriff *Repräsentativitätsfehler* und nennen Sie ein Beispiel!

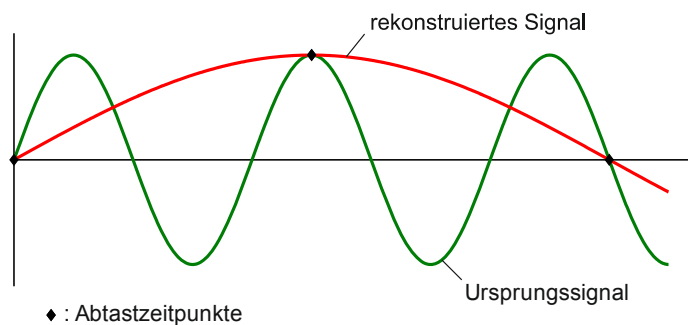
Die tatsächlich gemessene Größe entspricht (z.B. bedingt durch eine ungeeignete Versuchsanordnung) nicht der Größe, die man eigentlich messen will.

Beispiel: Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit eines Flusses mittels eines in Ufernähe befestigten Strömungssensors

24. Erläutern Sie, was unter der *Hysterese* eines Messgerätes zu verstehen ist!

Die Hysterese eines Messgerätes ist das Merkmal eines Messgerätes, dass aus ein und demselben Werte der Eingangsgröße verschiedene Werte der Ausgangsgröße resultieren können, je nachdem wie die Abfolge der vorhergehenden Werte der Eingangsgröße war.

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

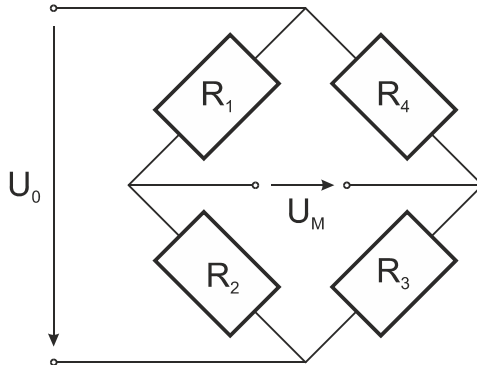


26. Bei der Messung ohmscher Widerstände kann der Einfluss des Widerstandes der Zuleitungen durch Verwendung einer Vierleiterschaltung reduziert werden, bei welcher ein Spannungsmessgerät mittels zusätzlicher Messleitungen direkt am Widerstand angeschlossen wird. Erläutern Sie, weshalb hierdurch selbst 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 mit erfasst 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.

27. **Skizzieren Sie eine Wheatstone-Brückenschaltung in Vollbrückenbeschaltung einschließlich Spannungsversorgung und Abgriff der Messspannung!**



28. **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.

