

Aufgabe 1: Abweichungsrechnung

a) **Vollständiges Messergebnis für $L = f(A_2, \beta, \rho, \Delta p)$ mit $P = 98\%$:**

A_2 ist nur indirekt über D_2 gegeben:

$$\text{Querschnittsfläche des kreisförmigen Rohres: } A_2 = \frac{D_2^2 \cdot \pi}{4} \quad (1)$$

Einsetzen von (1) in gegebene Bestimmungsgleichung für Q_M ergibt:

$$Q_M = \frac{D_2^2 \cdot \pi}{4} \cdot \beta \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot \Delta p}$$

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: $D_2, \beta, \Delta p$

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: ρ

Gegebenen Durchmesser D_2 in SI-Basiseinheit umrechnen:

Gegeben: $D_2 = 25 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}; P = 98\%$

$\Rightarrow D_2 = 0,025 \text{ m} \pm 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}; P = 98\%$

Umrechnung der Durchflusszahl β von $P = 90\%$ 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 $n = 30$ folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha_1/2} = t_{29;0,99} = 2,462$$

$$t_{n-1;1-\alpha_2/2} = t_{29;0,95} = 1,699$$

$$\Rightarrow u_{\beta;98\%} = 0,002 \cdot \frac{2,462}{1,699} \approx 0,002898 = 2,898 \cdot 10^{-3}$$

$$\beta = 0,61 \pm 2,898 \cdot 10^{-3}; P = 98\%$$

Gegebene Dichte ρ in SI-Basiseinheit umrechnen:

Gegeben: $\rho = 0,789 \text{ g/cm}^3$

$\Rightarrow \rho = 789 \text{ kg/m}^3$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses des Differenzdrucks Δp aus der gegebenen Messreihe:

$$\text{Mittelwert: } \overline{\Delta p} = 31992,9 \text{ Pa}$$

$$\text{Streuung: } S_{\Delta p} \approx 127,2709 \text{ Pa}$$

$$\text{Vertrauensbereich: } u_{\Delta p} = \frac{S_{\Delta p}}{\sqrt{n}} \cdot t_{n-1; 1-\alpha/2}$$

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

$$\alpha = 0,02$$

folgt:

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

$$\Rightarrow u_{\Delta p} = \frac{127,2709 \text{ Pa}}{\sqrt{10}} \cdot 2,821 \approx 113,5356 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = 31992,9 \text{ Pa} \pm 113,5356 \text{ Pa} ; P = 98\%$$

Berechnung des Mittelwertes \overline{Q}_M :

$$\begin{aligned} \overline{Q}_M &= \frac{\overline{D}_2^2 \cdot \pi}{4} \cdot \overline{\beta} \cdot \sqrt{2 \cdot \overline{\rho} \cdot \overline{\Delta p}} \\ &= \frac{(0,025 \text{ m})^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,61 \cdot \sqrt{2 \cdot 789 \text{ kg/m}^3 \cdot 31992,9 \text{ Pa}} \approx 2,12755 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \end{aligned}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial \overline{Q}_M}{\partial D_2} \right|_{\overline{D}_2, \overline{\beta}, \overline{\Delta p}, \rho} = \frac{\overline{D}_2 \cdot \pi}{2} \cdot \overline{\beta} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot \overline{\Delta p}} \approx 170,204 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

$$\left. \frac{\partial \overline{Q}_M}{\partial \beta} \right|_{\overline{D}_2, \overline{\beta}, \overline{\Delta p}, \rho} = \frac{\overline{D}_2^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot \overline{\Delta p}} \approx 3,48779 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\left. \frac{\partial \overline{Q}_M}{\partial \Delta p} \right|_{\overline{D}_2, \overline{\beta}, \overline{\Delta p}, \rho} = \frac{\overline{D}_2^2 \cdot \pi}{4} \cdot \overline{\beta} \cdot \rho \cdot \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \rho \cdot \overline{\Delta p}}} \approx 3,32504 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}$$

Vertrauensbereich u_{Q_M} :

$$u_{Q_M} = \sqrt{\left(\frac{\partial Q_M}{\partial D_2} \cdot u_{D_2}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q_M}{\partial \beta} \cdot u_{\beta}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q_M}{\partial \Delta p} \cdot u_{\Delta p}\right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_{Q_M} = \sqrt{(170,204 \cdot 5 \cdot 10^{-5})^2 + (3,48779 \cdot 2,898 \cdot 10^{-3})^2 + (3,32504 \cdot 10^{-5} \cdot 113,5356)^2} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$u_{Q_M} \approx 0,01374 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Vollständiges Messergebnis für Massendurchfluss Q_M :

$$\mathbf{Q_M = 2,12755 \text{ kg/s} \pm 0,01374 \text{ kg/s} ; P = 98\%}$$

Aufgabe 2: χ^2 -Test**a) Überprüfung auf Weibull-Verteilung Signifikanzniveau $\alpha = 0,1$:**

Es soll überprüft werden, ob das Ergebnis einer Kundenbefragung zur Haltedauer von Neuwagen auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,1$ einer Weibull-Verteilung mit den Parametern $\lambda = 0,2$ und $k = 2$ genügt. Die erhobenen Haltedauern wurden bereits in Klassen eingeteilt, wobei mit Ausnahme der letzten Klasse die Klassenbreite ein Jahr beträgt.

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

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

Hierin sind λ und k die beiden Parameter der Weibull-Verteilung, e ist die Exponentialfunktion und x die unabhängige Variable, im vorliegenden Fall die Haltedauer in Jahren.

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 ersten zwei sowie die letzten drei 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 Weibull-Verteilung berechnet werden.

Für die erste (zusammengefasste) Klasse, entsprechend einer Haltedauer von 0 bis 2 Jahren, lautet die Berechnung des zugehörigen Funktionswertes $P(x_i)$ beispielsweise:

$$P(x_i = 2) = 1 - e^{-(0,2 \cdot 2)^2} \approx 0,147856$$

Als maßgeblicher x -Wert wird also die Klassenobergrenze von 2 Jahren eingesetzt. Weiterhin fließen die Werte $\lambda = 0,2$ und $k = 2$ 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 $n = 100$. Eine Betrachtung von E'_i zeigt, dass keine weitere Zusammenlegung von Klassen erforderlich ist.

Haltedauer / Jahre	Klassenobergrenze / Jahre	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	4	18	0,1479	0,1479	14,79	0,6967
> 1 bis 2	2	14					
> 2 bis 3	3	13	13	0,3023	0,1544	15,44	0,3856
> 3 bis 4	4	19	19	0,4727	0,1704	17,04	0,2254
> 4 bis 5	5	14	14	0,6321	0,1594	15,94	0,2361
> 5 bis 6	6	10	10	0,7631	0,1310	13,10	0,7336
> 6 bis 7	7	11	11	0,8591	0,0960	9,60	0,2042
> 7 bis 8	8	7	7	0,9227	0,0636	6,36	0,0644
> 8 bis 9	9	5	8	1	0,0773	7,73	0,0094
> 9 bis 10	10	2					
> 10	∞	1					
						χ_0^2	2,5554

Gemäß obiger Tabelle ergibt sich der χ_0^2 -Wert zu:

$$\chi_0^2 \approx 2,5554$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

Zahl der auswertbaren Klassen:

$r^* = 8$ (Zahl der Klassen nach Zusammenlegung)

Zahl der Parameter der Verteilungsfunktion:

$s = 0$ (es wurden keine Parameter aus der Stichprobe abgeschätzt, die Parameter sind eine Vorgabe auf Grundlage früherer Untersuchungen)

$$\Rightarrow r^* - s - 1 = 8 - 0 - 1 = 7$$

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben: $\alpha = 0,1$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi_{r^*-s-1; 1-\alpha}^2 = \chi_{7; 0,9}^2 = 12,0 \quad (\text{aus Tabelle})$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{7; 0,9}^2$?

hier:

$2,5554 > 12,0 \quad \Rightarrow \quad$ Die Bedingung ist **nicht** erfüllt!

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

\Rightarrow Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,1$ genügt die beobachtete Verteilung einer Weibull-Verteilung mit den Parametern $\lambda = 0,2$ und $k = 2$.

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

3. Bei einem Hersteller von Drosselblenden für die Durchflussmessung werden im Rahmen einer Warenausgangsprüfung Normblenden gemäß DIN EN ISO 5167 hinsichtlich des Durchmessers ihrer kreisförmigen Blendenöffnung untersucht. Hierzu wird aus einer gefertigten Charge eine Stichprobe vom Umfang $n = 30$ entnommen und der mittlere Durchmesser D mittels optischer Koordinatenmesstechnik experimentell ermittelt. Aus der Stichprobe ergibt sich ein Mittelwert des Durchmessers von $\bar{D} = 29,98 \text{ mm}$ und eine Streuung von $S_D = 0,042 \text{ mm}$. Die Standardabweichung σ sei unbekannt.

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

- a) $D = 29,98 \text{ mm} \pm 0,211 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- b) $D = 29,98 \text{ mm} \pm 0,200 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- c) $D = 29,98 \text{ mm} \pm 0,021 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- d) $D = 29,98 \text{ mm} \pm 0,019 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- e) $D = 29,98 \text{ mm} \pm 0,013 \text{ mm}$; $P = 99\%$

(Fragetyp Einfachwahl)

3.2. Der minimal erforderliche Stichprobenumfang n , um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 95\%$ das Konfidenzintervall des Erwartungswertes des Durchmessers auf maximal $\pm 0,025 \text{ mm}$ abschätzen zu können, beträgt:

- a) $n = 9$
- b) $n = 10$
- c) $n = 11$
- d) $n = 13$
- e) $n = 14$

(Fragetyp Einfachwahl)

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 Drosselblenden weisen dann einen Durchmesser auf, der innerhalb des Intervalls von $29,9 \text{ mm} \leq D \leq 30,1 \text{ mm}$ liegt?

- a) 2,1%
- b) 3,1%
- c) 51,3%
- d) 96,9%
- e) 99,8%

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Durchflussmessgeräten betreiben Sie zwei voneinander unabhängige Fertigungslinien A und B. Aufgrund eines Anfangsverdachts möchten Sie anhand zweier entnommener Stichproben untersuchen, ob der Erwartungswert μ_{D_A} des Durchmessers D_A der auf Linie A gefertigten Blenden signifikant größer als der Erwartungswert μ_{D_B} des Durchmessers D_B der auf Linie B gefertigten Blenden ist. Die Standardabweichung σ kann dabei als in beiden Stichproben identisch angenommen werden.

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 abhängiger Stichproben X und Y möchten Sie einen t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei verbundenen Stichproben durchführen. Aus den Stichproben, die jeweils einen Umfang von $n = 15$ aufweisen, haben Sie für die Messwerte x und y sowie für deren Differenz d Mittelwerte und Streuungen ermittelt zu $\bar{x} = 40,01$ mm, $\bar{y} = 39,98$ mm, $\bar{d} = 0,03$ mm, $S_x = 0,021$ mm, $S_y = 0,022$ mm und $S_d = 0,03$ mm.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) 0,183
- b) 0,258
- c) 3,820
- d) 3,873
- e) 5,477

(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
- f) 30

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Erwartungswert anhand einer Stichprobe die Konformität einer Charge Drosselblenden überprüfen. Der Nennwert des Durchmessers der Blenden beträgt $D_{\text{nenn}} = 30$ mm. Der Stichprobenumfang beträgt $n = 20$. Ihre Nullhypothese lautet, dass der Durchmesser der Blenden mit dem Nennwert übereinstimmt ($\mu_x = \mu_0$). Sie wählen eine zweiseitige Alternativhypothese ($\mu_x \neq \mu_0$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = -1,84$.

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 Frequenz f eines Schwingkreises sei abhängig von der Grundfrequenz f_0 bei der Referenztemperatur T_0 sowie der aktuell herrschenden Temperatur T . Die Frequenzänderung sei mit der Empfindlichkeit a_f linear von der Temperaturdifferenz $\Delta T = T - T_0$ abhängig. Die tatsächliche Frequenz f des Schwingkreises ergebe sich daher gemäß folgender Gleichung:

$$f = f_0 \cdot (1 + a_f \cdot (T - T_0))$$

Mittels linearer Regression möchten Sie den Empfindlichkeitsfaktor a_f eines bestimmten Typs von Schwingkreis experimentell bestimmen. Hierzu nehmen Sie eine Messreihe auf, bei welcher in unterschiedlichen Betriebspunkten die Temperatur T als unabhängige Versuchsgröße vorgegeben wird und die Schwingfrequenz f jeweils als abhängige Größe gemessen 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) $y = \frac{f}{f_0} - 1$ und $x = T - T_0$
- b) $y = \frac{f}{f_0} - 1 + T_0$ und $x = T$
- c) $y = \frac{f - f_0}{f_0}$ und $x = T - T_0$
- d) $y = f - f_0$ und $x = f_0 \cdot (T - T_0)$
- e) $y = \frac{f - f_0}{T - T_0}$ und $x = f_0$

(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

8. Geben Sie an, bei welchen der folgenden Zustandsgrößen es sich um intensive Grundgrößen des SI-Systems handelt!

- a) Dichte
- b) dynamische Viskosität
- c) Länge
- d) Leuchtdichte
- e) molare Masse
- f) spezifischer elektrischer Widerstand
- g) Stoffmenge
- h) Temperatur

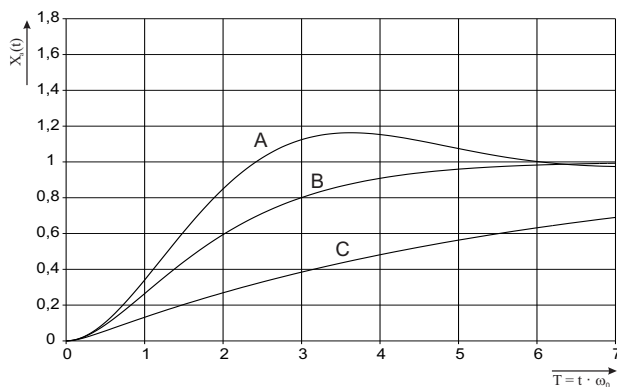
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a) $100 \text{ GW} + 1 \cdot 10^6 \text{ W} = 101 \text{ GW}$
- b) $1 \cdot 10^3 \text{ cm}^2 + 1 \text{ dm}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
- c) $1 \text{ hPa} = 0,1 \text{ kPa}$
- d) $100 \text{ nF} = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$
- e) $100 \text{ pm} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

(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) $D_A = 5; D_B = \sqrt{2}/2; D_C = 0,3$

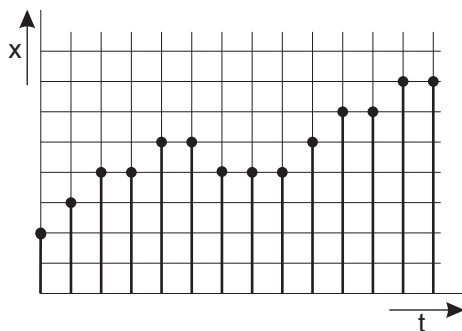
(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) $-7,6\text{ V}$
- b) $-6,3\text{ V}$
- c) $-2,6\text{ V}$
- d) $-1,3\text{ V}$
- e) $3,15\text{ V}$

(Fragetyp Einfachwahl)

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



- e) amplitudenkontinuierlich und zeitkontinuierlich
- f) amplitudendiskret und zeitkontinuierlich
- g) amplitudenkontinuierlich und zeitdiskret
- h) amplitudendiskret und zeitdiskret

(Fragetyp Einfachwahl)

13. Eine normalverteilte, dimensionslose Größe werde mit 30 Wiederholungen gemessen. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes wird zu $48 \leq \mu \leq 52$ 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 einer Aussagesicherheit von $P = 98\%$ ebenfalls mit $48 \leq \mu \leq 52$ oder besser angeben zu können!

- a) 22
- b) 36
- c) 42
- d) 43
- e) 44

(Fragetyp Einfachwahl)

14. 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)

15. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von -24 V bis $+24\text{ V}$ soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler $0,5\text{ mV}$ beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der A/D-Umsetzer mindestens arbeiten muss!

- a) 5 Bit
- b) 11 Bit
- c) 15 Bit
- d) 16 Bit
- e) 17 Bit

(Fragetyp Einfachwahl)

16. 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 nicht abgelehnt wird, obwohl H_0 tatsächlich nicht zutrifft.
- b) Wird für einen statistischen Test ein Signifikanzniveau von 1% gewählt, bedeutet dies, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von maximal 1% eine Fehlentscheidung auftritt.
- c) Die Güte eines statistischen Tests lässt sich durch Reduzierung des Signifikanzniveaus erhöhen.
- 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.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

17. 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 eines Maßstabes handelt es sich um eine direkte Messmethode im engeren Sinne.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

18. Bei der Messung des Spannungsabfalls über einem Widerstand mittels eines Spannungsmessgerätes welches direkt an die Zuleitungen des Widerstandes angeschlossen wird kann es aufgrund des Widerstandes der Zuleitungen zu systematischen Messabweichungen kommen. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen hinsichtlich dieser Messabweichungen zutreffend sind!

- a) Die systematischen Abweichungen entstehen dadurch, dass die widerstandsbehafteten Zuleitungen des Widerstandes von demselben Strom durchflossen werden, wie der Widerstand selbst.
- b) Die durch den Widerstand der Zuleitungen verursachte systematische Messabweichung bewirkt, dass der gemessene Spannungsabfall größer ist, als der tatsächliche Spannungsabfall über dem Widerstand.
- c) Bei der Spannungsmessung an kleinen Widerständen wirkt sich der Einfluss des Widerstandes der Zuleitungen stärker auf das Messergebnis aus, als bei der Messung an großen Widerständen.
- d) Bei bekannten Leitungswiderständen kann die Abweichung rechnerisch korrigiert werden.
- e) Sind die Leitungswiderstände nicht bekannt und können nicht vernachlässigt werden, kann der Einfluss der Leitungswiderstände durch Einsatz einer Vierleiterschaltung reduziert werden.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

Kurzfragen (Variante 5 LP):

- 19. Erläutern Sie, wodurch sich *nominalskalierte* Daten und *ordinalskalierte* Daten unterscheiden! Nennen Sie für beide Datentypen je ein Beispiel!**

Im Unterschied zu *nominalskalierten* Merkmalen können *ordinalskalierte* Merkmale in eine Rangfolge gebracht werden.

Beispiel Nominalskala: Geschlecht

Beispiel Ordinalskala: Dienstgrade beim Militär

- 20. 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.

- 21. 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.

- 22. Grenzen Sie die Begriffe *Messwert* und *Messergebnis* gegeneinander ab!**

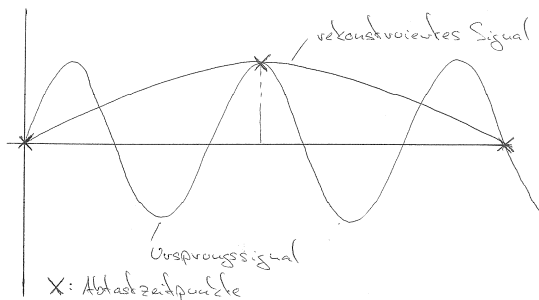
Der *Messwert* ist das Ergebnis einer einzelnen Messung, er besteht aus dem Zahlenwert und der Einheit. Das *Messergebnis* hingegen wird im Allgemeinen durch eine Berechnung ermittelt und setzt sich zusammen aus einer Schätzung des Wertes der Messgröße und einer Schätzung der Unsicherheit dieser Messung.

- 23. Erläutern Sie, was darunter zu verstehen ist, dass es sich bei dem Abtasttheorem nach Shannon um eine *hinreichende*, aber *nicht notwendige* Bedingung handelt!**

Hinreichende Bedingung: Wenn das Abtasttheorem eingehalten wird, wird bereits alleine dadurch eine verlustfreie Rekonstruktion des Ursprungssignals ermöglicht.

Nicht notwendige Bedingung: Auch wenn das Abtasttheorem nicht eingehalten wird, ist prinzipiell noch eine verlustfreie Rekonstruktion des Ursprungssignals möglich, beispielsweise unter Einbeziehung von Zusatzinformationen.

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



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

$$\mu = \sigma^2$$

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

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

27. Ein ohmscher Widerstand mit einem Nennwert von 1Ω soll unter Verwendung eines Strommessgeräts (Innenwiderstand 1Ω) und eines Spannungsmessgeräts (Innenwiderstand $1 M\Omega$) indirekt gemessen werden.

- a) Geben Sie an, ob die geringere Messabweichung bei Einsatz einer Spannungsfehlerschaltung oder bei Einsatz einer Stromfehlerschaltung zu erwarten ist!

- b) Skizzieren Sie die von Ihnen unter a) ausgewählte Schaltung!

zu a) Zur Messung kleiner Widerstände ist die Stromfehlerschaltung geeigneter.

zu b)

