Aufgabe 1: Abweichungsrechnung

a) Vollständiges Messergebnis für $h = f(H, \varepsilon_r, C_G, C_K, C_E)$ mit P = 95%:

Gegebene Gleichung für Füllhöhe h:

$$h = \frac{H}{\varepsilon_r - 1} \cdot \left(\frac{C_G - C_K}{C_E} - 1 \right) \qquad (1)$$

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: H, C_G, C_E

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: C_K, ε_r

Die Unsicherheit der maximalen Füllhöhe H beträgt laut Hersteller ± 0,5‰ (Promille) vom Nennwert bei P = 95%. Mit dem Nennwert von H = 5000 mm ergibt sich daher:

$$u_H = \pm\, 0{,}0005 \cdot 5000\ \text{mm} = 2{,}5\ \text{mm}$$

$$\Rightarrow \quad H = 5000\ \text{mm} \pm 2{,}5\ \text{mm}\ ;\ P = 95\%$$

oder in SI-Basiseinheiten

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

Die Kapazität C_K kann als exakt angesehen werden und beträgt:

$$C_K = 40\ \text{pF}$$

oder in SI-Basiseinheiten

$$C_K = 4 \cdot 10^{-11}\ \text{F}$$

Umrechnung der Kapazität C_E von P = 99% auf P = 95%:

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 = 25 folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha_1/2} = t_{24;0,975} = 2{,}064$$

$$t_{n-1;1-\alpha_2/2} = t_{24;0,995} = 2{,}797$$

$$\Rightarrow \quad u_{C_E;95\%} = 1\,\text{pF} \cdot \frac{2{,}064}{2{,}797} \approx 0{,}7379\ \text{pF}$$

$C_E = 240\ \mathrm{pF} \pm 0{,}7379\ \mathrm{pF}$; $P = 95\%$

oder in SI-Basiseinheiten

$C_E = 2{,}4\cdot 10^{-10}\ \mathrm{F} \pm 7{,}379\cdot 10^{-13}\ \mathrm{F}$; $P = 95\%$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses der Kapazität C_G aus der gegebenen Messreihe:

Mittelwert: $\overline{C}_G \approx 3370{,}5556\ \mathrm{pF}$

Streuung: $S_{C_G} \approx 37{,}3166\ \mathrm{pF}$

Vertrauensbereich: $u_\alpha = \dfrac{S_\alpha}{\sqrt{n}} \cdot t_{n-1;1-\alpha/2}$

mit: $n = 9$

$\alpha = 0{,}05$

folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha/2} = t_{8;0{,}975} = 2{,}306$$

$$\Rightarrow \quad u_{C_G} = \frac{37{,}3166\ \mathrm{pF}}{\sqrt{9}} \cdot 2{,}306 \approx 28{,}684\ \mathrm{pF}$$

$C_G = 3370{,}5556\ \mathrm{pF} \pm 28{,}684\ \mathrm{pF}$; $P = 95\%$

oder in SI-Basiseinheiten

$C_G = 3{,}3705556\cdot 10^{-9}\ \mathrm{F} \pm 2{,}8684\cdot 10^{-11}\ \mathrm{F}$; $P = 95\%$

Berechnung des Mittelwertes $\overline{h}$:

$$\overline{h} = \frac{\overline{H}}{\varepsilon_r - 1} \cdot \left(\frac{\overline{C}_G - C_K}{\overline{C}_E} - 1 \right) = \frac{5\ \mathrm{m}}{80 - 1} \cdot \left(\frac{3370{,}5556\ \mathrm{pF} - 40\ \mathrm{pF}}{240\ \mathrm{pF}} - 1 \right) = 0{,}815\ \mathrm{m}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left.\frac{\partial h}{\partial H}\right|_{\overline{H},\overline{C}_G,\overline{C}_E} = \frac{1}{\varepsilon_r - 1} \cdot \left(\frac{\overline{C}_G - C_K}{\overline{C}_E} - 1 \right) \approx 0{,}163$$

$$\left.\frac{\partial h}{\partial C_G}\right|_{\overline{H},\overline{C}_G,\overline{C}_E} = \frac{\overline{H}}{\varepsilon_r - 1} \cdot \frac{1}{\overline{C}_E} \approx 2{,}6371 \cdot 10^{8}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{F}}$$

$$\left.\frac{\partial h}{\partial C_E}\right|_{\overline{H},\overline{C}_G,\overline{C}_E} = -\frac{\overline{H}}{\varepsilon_r - 1} \cdot \frac{\overline{C}_G - C_K}{\overline{C}_E^2} \approx -3{,}6596 \cdot 10^{9}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{F}}$$

Vertrauensbereich u_h :

$$u_h = \sqrt{\left(\frac{\partial h}{\partial H} \cdot u_H\right)^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial C_G} \cdot u_{C_G}\right)^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial C_E} \cdot u_{C_E}\right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_h = \sqrt{\left(0{,}163 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3}\right)^2 + \left(2{,}6371 \cdot 10^{8} \cdot 2{,}8684 \cdot 10^{-11}\right)^2 + \left(-3{,}6596 \cdot 10^{9} \cdot 7{,}379 \cdot 10^{-13}\right)^2}\ \mathrm{m}$$

$$u_h \approx 0{,}00804\ \mathrm{m}$$

Vollständiges Messergebnis für Füllhöhe h:

$$\mathbf{h = 0{,}815\ m \pm 0{,}00804\ m\ ;\ P = 95\%}$$

Aufgabe 2: χ^2-Test

a) Überprüfung auf konkrete Verteilung auf Signifikanzniveau $\alpha = 0{,}1$:

Es soll überprüft werden, ob das Ergebnis der insgesamt n = 128 Würfe mit je einem vierseitigen und einem achtseitigen „Würfel“ (W4 und W8) als zufällig anzusehen ist, ob also die beobachtete Verteilung durch eine den Randbedingungen des Versuchs entsprechende Verteilung beschrieben wird. Die Überprüfung erfolgt mittels eines χ^2-Tests.

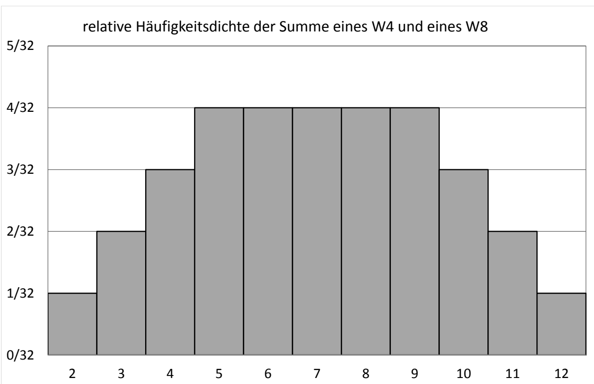
Die theoretischen Wahrscheinlichkeiten der elf möglichen Ergebnisklassen im Bereich zwischen 2 und 12 lassen sich aus der Betrachtung aller möglichen Kombinationen der Augenzahlen eines W4 und eines W8 ermitteln. Da der W4 für sich betrachtet vier mögliche Ergebnisse und der W8 für sich betrachtet acht mögliche Ergebnisse liefern kann, existieren $4 \cdot 8 = 32$ mögliche Kombinationen. Da beide Würfeltypen zudem alle Ergebnisse mit derselben Wahrscheinlichkeit liefert (diskrete Gleichverteilung mit $p_i = 1/4$ für den W4 bzw. $p_i = 1/8$ für den W8), treten die beim Wurf mit einem W4 und einem W“8 möglichen 32 Kombinationen mit derselben Wahrscheinlichkeit auf. Für die Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten der Ergebnissummen zwischen 2 und 12 ist nun zu ermitteln, wie viele der möglichen 32 Kombinationen jeweils zu den einzelnen Ergebnisprodukten zwischen 2 und 12 führen. Dies kann z.B. durch Auszählen in einer tabellarischen Übersicht der möglichen Ergebniskombinationen und ihrer jeweiligen Summen erfolgen. Der Ergebnisraum kann bei einem W4 und einem W8 in Form einer 4x8 Matrix dargestellt werden.

		W8							
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
W4	**1**	2	3	4	5	6	7	8	9
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Tabelle der möglichen Würfelergebnisse eines W4 und eines W8 sowie ihrer jeweiligen Summen.

Durch Auszählen in obiger Tabelle ergeben sich damit die folgenden Wahrscheinlichkeiten p_i für die Ergebnisklassen 2 bis 12:

$p_2 = 1/32$
$p_3 = 2/32$
$p_4 = 3/32$
$p_5 = 4/32$
$p_6 = 4/32$
$p_7 = 4/32$
$p_8 = 4/32$
$p_9 = 4/32$
$p_{10} = 3/32$
$p_{11} = 2/32$
$p_{12} = 1/32$



Die für den Test benötigten theoretischen Häufigkeiten E_i ergeben sich aus den oben ermittelten Wahrscheinlichkeiten durch Multiplikation mit dem Stichprobenumfang n = 128.

Eine Aufstellung der beobachteten Häufigkeiten B_i, der theoretischen Wahrscheinlichkeiten p_i sowie der theoretischen Häufigkeiten E_i sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

i	B_i	p_i	$E_i = n \cdot p_i$	B_i'	E_i'	$\frac{(B_i' - E_i')^2}{E_i'}$
2	3	1/32	128/32 = 4	9	12	0,75
3	6	2/32	256/32 = 8			
4	14	3/32	384/32 = 12	14	12	$0,3\overline{3}$
5	17	4/32	512/32 = 16	17	16	0,0625
6	19	4/32	512/32 = 16	19	16	0,5625
7	12	4/32	512/32 = 16	12	16	1
8	14	4/32	512/32 = 16	14	16	0,25
9	18	4/32	512/32 = 16	18	16	0,25
10	9	3/32	384/32 = 12	9	12	0,75
11	10	2/32	256/32 = 8	16	12	$1,3\overline{3}$
12	6	1/32	128/32 = 4			
					Σ	**$5,291\overline{6}$**

Um die Bedingung zu erfüllen, dass jede Klasse sowohl der empirischen wie auch der theoretischen Verteilung eine Mindestbesetzungszahl von 5 aufweist, werden Klassen für die gilt $B_i < 5$ oder $E_i < 5$ mit der benachbarten Klasse zusammengelegt. Die Werte B_i' und E_i' für die sich durch Zusammenlegung ergebenden neun auswertbaren Klassen sind ebenfalls in obiger Tabelle eingetragen.

Mit den so ermittelten B_i' und E_i' kann dann der χ_0^2-Wert berechnet werden:

$$\chi_0^2 \approx 5,29$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

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

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

$$\Rightarrow \quad r^* - s - 1 = 9 - 0 - 1 = 8$$

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben: $\alpha = 0,1$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi^2_{r^*-s-1;1-\alpha} = \chi^2_{8;0,9} = 13,4 \qquad \text{(aus Tabelle)}$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{8;0,9}^2$?

hier:

5,29 > 13,4 ⇒ Die Bedingung ist **nicht** erfüllt!

⇒ Die Hypothese H_0 wird **nicht** abgelehnt!

⇒ Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,1$ kann das beobachtete Ergebnis als **zufällig** angesehen werden, da es der anhand der Randbedingungen der Versuchsdurchführung zu erwartenden Verteilung genügt.

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

3. Bei einem Hersteller von Windkraftanlagen werden im Rahmen einer Wareneingangsprüfung hochfeste Schrauben hinsichtlich ihrer 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ untersucht. Dabei wird gemäß DIN EN ISO 898 ein Zugversuch an abgedrehten Schrauben durchgeführt. Hierzu wird aus einer gelieferten Charge eine Stichprobe vom Umfang n = 20 entnommen und die 0,2%-Dehngrenze der abgedrehten Schrauben experimentell ermittelt. Aus der Stichprobe ergibt sich ein Mittelwert der 0,2%-Dehngrenze von $\overline{R}_{p0,2} = 898{,}7\ \text{N/mm}^2$ und eine Streuung von $S_{R_{p0,2}} = 3{,}1\ \text{N/mm}^2$. Die Standardabweichung σ sei unbekannt.

3.1. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes der 0,2%-Dehngrenze $R_{p0,2}$ für eine Aussagewahrscheinlichkeit von P = 95% beträgt für diesen Fall ungefähr:

a) $R_{p0,2} = 898{,}7\ \text{N/mm}^2 \pm 1{,}199\ \text{N/mm}^2$; P = 95% ☐
b) $R_{p0,2} = 898{,}7\ \text{N/mm}^2 \pm 1{,}359\ \text{N/mm}^2$; P = 95% ☐
c) $R_{p0,2} = 898{,}7\ \text{N/mm}^2 \pm 1{,}446\ \text{N/mm}^2$; P = 95% ☐
d) $R_{p0,2} = 898{,}7\ \text{N/mm}^2 \pm 1{,}451\ \text{N/mm}^2$; P = 95% ☒
e) $R_{p0,2} = 898{,}7\ \text{N/mm}^2 \pm 1{,}983\ \text{N/mm}^2$; P = 95% ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

3.2. Der minimal erforderliche Stichprobenumfang n, um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von P = 95% das Konfidenzintervall des Erwartungswertes der 0,2%-Dehngrenze auf maximal ± 2 N/mm^2 abschätzen zu können, beträgt:

a) n = 7 ☐
b) n = 9 ☐
c) n = 10 ☐
d) n = 11 ☐
e) n = 12 ☒

(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 Schrauben weisen dann eine 0,2%-Dehngrenze auf, die <u>außerhalb</u> des Intervalls von $895\ \text{N/mm}^2 \leq R_{p0,2} \leq 905\ \text{N/mm}^2$ liegt?

a) 2,1% ☐
b) 11,7% ☐
c) 13,8% ☒
d) 86,2% ☐
e) 97,9% ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller für Verbindungstechnik betreiben Sie mehrere Fertigungslinien für hochfeste Schrauben. Für einen stark nachgefragten Schraubentyp betreiben Sie zwei voneinander unabhängige Fertigungslinien A und B. Aufgrund eines Anfangsverdachts möchten Sie anhand einer entnommenen Stichprobe untersuchen, ob der Erwartungswert $\mu_{R_{p0,2}}$ der 0,2%-Dehngrenze der auf Linie B gefertigten Schrauben signifikant kleiner als der geforderte Sollwert von $R_{p0,2} = 900$ N/mm^2 ist.

4.1. Welcher statistische Test ist geeignet, die Frage zu beantworten?

a) t-Test für Erwartungswert ☒
b) t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei <u>un</u>abhängigen Stichproben ☐
c) t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei verbundenen Stichproben ☐
d) Chi-Quadrat-Test ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

4.2. Welche Alternativhypothese ist für den Test zu wählen?

a) einseitige Alternativhypothese ☒
b) zweiseitige Alternativhypothese ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

5. Anhand zweier <u>un</u>abhängiger Stichproben X und Y möchten Sie einen t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte durchführen. Aus den Stichproben, die jeweils einen Umfang von n = 12 aufweisen, haben Sie Mittelwerte und Streuungen ermittelt zu $\bar{x} = 894{,}3$ N/mm^2, $\bar{y} = 899{,}2$ N/mm^2, $S_x = 2{,}1$ N/mm^2 und $S_y = 2{,}2$ N/mm^2.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

a) –1,835 ☐
b) –2,595 ☐
c) –5,581 ☒
d) –7,893 ☐
e) –19,333 ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

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

a) 10 ☐
b) 11 ☐
c) 12 ☐
d) 22 ☒
e) 23 ☐
f) 24 ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Erwartungswert anhand einer Stichprobe die Konformität einer Charge hochfester Schrauben überprüfen. Der Nennwert der 0,2%-Dehngrenze der Schrauben beträgt $R_{p0,2;nenn} = 900\ N/mm^2$. Der Stichprobenumfang beträgt $n = 25$. Ihre Nullhypothese lautet, dass die Dehngrenze der Schrauben mit dem Nennwert übereinstimmt ($\mu_x = \mu_0$). Sie wählen eine einseitige Alternativhypothese ($\mu_x < \mu_0$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}01$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = -2{,}63$.

6.1. Geben Sie an, ob die Nullhypothese abgelehnt oder <u>nicht</u> abgelehnt werden muss!

a) Nullhypothese wird <u>nicht</u> abgelehnt ☐

b) Nullhypothese wird abgelehnt ☒

(Fragetyp Einfachwahl)

7. Um den Elastizitätsmodul E eines neuen Werkstoffs zu bestimmen, haben Sie eine Messreihe vom Umfang $n = 8$ durchgeführt, bei welcher an einer Zugprobe in ausgewählten Arbeitspunkten jeweils mechanische Spannung und Dehnung gemessen wurden. Sie haben mittels linearer Regression bereits in Form des Regressionskoeffizienten b den besten Schätzwert des Elastizitätsmoduls E zu E = 92 GPa ermittelt. Um ein Konfidenzintervall hierzu angeben zu können, muss noch die zugehörige Unsicherheit berechnet werden. Hierzu liegen Ihnen folgende Daten vor: Die berechnete Restvarianz beträgt $\hat{\sigma}^2 = 1{,}41 \cdot 10^{-2}\ N^2/mm^4$, die Streuung der x-Werte beträgt $S_x = 4{,}9 \cdot 10^{-4}$, das gewählte Signifikanzniveau beträgt $\alpha = 0{,}05$.

7.1. Ausgehend von obigen Randbedingungen lautet das vollständige Messergebnis des Elastizitätsmoduls E etwa:

a) $E = 92\ GPa \pm 0{,}0205\ GPa;\ \alpha = 0{,}05$ ☐

b) $E = 92\ GPa \pm 0{,}166\ GPa;\ \alpha = 0{,}05$ ☐

c) $E = 92\ GPa \pm 0{,}203\ GPa;\ \alpha = 0{,}05$ ☐

d) $E = 92\ GPa \pm 0{,}2097\ GPa;\ \alpha = 0{,}05$ ☒

e) $E = 92\ GPa \pm 24{,}9\ GPa;\ \alpha = 0{,}05$ ☐

f) $E = 92\ GPa \pm 209{,}7\ GPa;\ \alpha = 0{,}05$ ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

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

8. Geben Sie an, bei welchen der folgenden Zustandsgrößen es sich um <u>extensive</u> Grundgrößen des SI-Systems handelt!

a) elektrische Spannung ☐
b) elektrische Stromstärke ☒
c) Temperatur ☐
d) Leuchtdichte ☐
e) Länge ☒
f) Volumen ☐
g) Stoffmenge ☒
h) Gewicht ☐

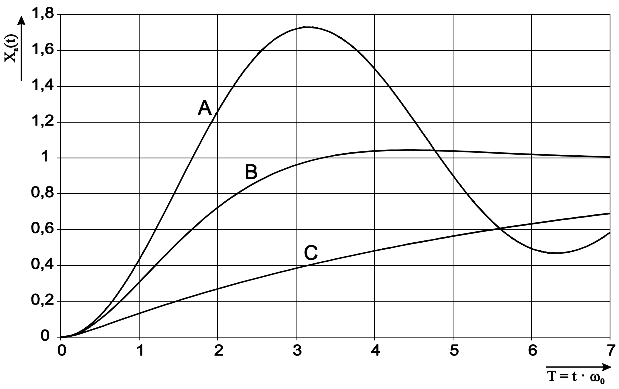
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

a) $1\ \mathrm{MPa} = 10^3\ \mathrm{GPa}$ ☐
b) $10^3\ \mathrm{cm}^3 + 1\ \mathrm{dm}^3 = 2\cdot 10^{-3}\ \mathrm{m}^3$ ☒
c) $1000\ \mu\mathrm{m/ms} = 1\ \mathrm{m/s}$ ☒
d) $100\ \mathrm{nF} = 0{,}1\ \mathrm{pF}$ ☐
e) $2\ \mathrm{mA} + 200\ \mu\mathrm{A} = 2{,}2\cdot 10^{-3}\ \mathrm{A}$ ☒

(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) $D_A = 5$; $D_B = \sqrt{2}/2$; $D_C = 0{,}3$ ☐
b) $D_A = 1$; $D_B = 3$; $D_C = 5$ ☐
c) $D_A = 0{,}1$; $D_B = 1$; $D_C = 2$ ☐
d) $D_A = 0{,}1$; $D_B = \sqrt{2}/2$; $D_C = 3$ ☒

(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 V auf 10 V beaufschlagt. Welche Spannung wird nach der Zeitdauer $t = T$ am Ausgang etwa anliegen?

- a) 3,7 V ☐
- b) 6,3 V ☐
- c) 7,4 V ☐
- d) 10 V ☐
- e) 12,6 V ☒

(Fragetyp Einfachwahl)

12. Geben Sie an, wie viel Prozent der Elemente einer Verteilung unterhalb des zweiten Dezils liegen!

- a) 2% ☐
- b) 20% ☒
- c) 40% ☐
- d) 50% ☐
- e) $66{,}\overline{6}\%$ ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

13. Eine normalverteilte, dimensionslose Größe werde mit 20 Wiederholungen gemessen. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes wird zu $95 \leq \mu \leq 105$ 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 einer Aussagesicherheit von $P = 95\%$ ebenfalls mit $95 \leq \mu \leq 105$ oder besser angeben zu können!

- a) 11 ☐
- b) 12 ☒
- c) 16 ☐
- d) 27 ☐
- e) 35 ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

14. Bei der taktilen Antastung eines Messobjekts mittels eines Koordinatenmessgeräts tritt infolge der Antastkraft eine elastische Verformung des Messobjekts auf. Geben Sie an, um welche Art von Störeinfluss es sich handelt!

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

(Fragetyp Einfachwahl)

15. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von –12 V bis 12 V soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler 200 µV beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der A/D-Umsetzer mindestens arbeiten muss!

a) 5 Bit ☐
b) 6 Bit ☐
c) 15 Bit ☐
d) 16 Bit ☒
e) 17 Bit ☐

(Fragetyp Einfachwahl)

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

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

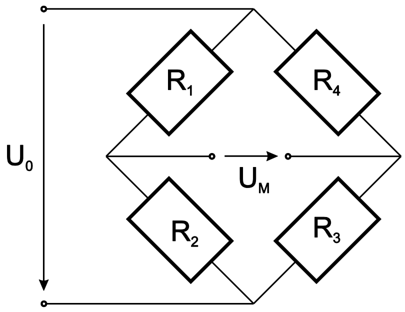
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

a) Wird für einen statistischen Test ein Signifikanzniveau von 1% gewählt, bedeutet dies, dass die getroffene Entscheidung mit einer Wahrscheinlichkeit von 99% korrekt ist. ☐
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) Die Güte eines statistischen Tests lässt sich durch Reduzierung des Signifikanzniveaus α erhöhen. ☐
d) In experimentellen Wissenschaften können statistische Tests dazu genutzt werden, Hypothesen abzusichern oder begründet zu verwerfen. ☒
e) Eine Messreihe, die zur Bildung einer Hypothese verwendet wurde, darf nicht für einen Test dieser Hypothese genutzt werden. ☒

(Fragetyp Mehrfachwahl)

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



a) Bei der Schaltung handelt es sich um eine Wheatstone-Brücke. ☒

b) Die abgebildete Schaltung eignet sich zur Auswertung kleiner Widerstandsänderungen, z.B. bei der Verformungsmessung mit Dehnungsmessstreifen. ☒

c) Prinzipiell handelt es sich bei der abgebildeten Schaltung um die Reihenschaltung zweier Spannungsteiler. ☐

d) Eine Schaltung nach dem Prinzip der abgebildeten, bei welcher alle vier Widerstände veränderlich sind, bezeichnet man auch als Vollbrücke. ☒

e) In einer Schaltung wie der abgebildeten, bei welcher alle vier Widerstände veränderlich sind, heben sich vorzeichen- und betragsgleiche Änderungen angrenzender Widerstände auf. ☒

(Fragetyp Mehrfachwahl)

__Kurzfragen (Variante 5 LP):__

19. 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.

20. Geben Sie an, welche Überprüfung mit der einfachen Varianzanalyse (einfaktorielle ANOVA) vorgenommen werden kann!

Mit der einfachen Varianzanalyse kann geprüft werden, ob verschiedene Stichproben zu derselben Grundgesamtheit gehören.

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

Teilnehmer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Note	2	2	2	1	3	4	2	3	2	1	3	4

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

Median: 2
Modalwert: 2
Spanne: 3

22. Bei der Messung einer Kraft wird festgestellt, dass die Messgröße normalverteilt ist, dass der Erwartungswert 120 N beträgt und dass 95,45% aller Messwerte im Intervall [108 N; 132 N] liegen. Die Verteilungsdichtefunktion wird gezeichnet und die beiden Wendestellen der Kurve werden bestimmt. Geben Sie an, welchen Abstand in Newton die Wendestellen aufweisen!

12 N

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

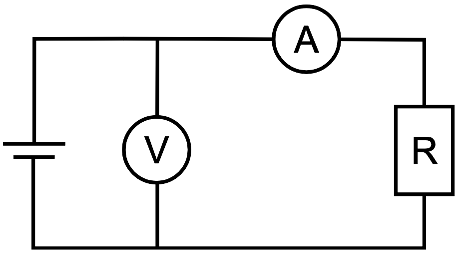
Hinreichende Bedingung: Wenn das Abtasttheorem eingehalten wird, wird bereits alleine dadurch eine verlustfreie Rekonstruktion des Ursprungssignals ermöglicht.

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

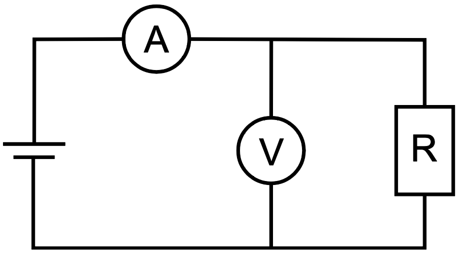
24. Ein als ideal angenommenes Dreiecksignal mit einer Periodendauer von 1 ms werde mit einer Abtastrate von 10 kHz digitalisiert. Geben Sie an, ob in diesem Fall das Abtasttheorem nach Shannon erfüllt ist! Begründen Sie Ihre Antwort!

Das Abtasttheorem ist nicht erfüllt, da ein ideales Dreiecksignal nicht bandbegrenzt ist.

25. Für die indirekte Widerstandsmessung mittels Strom- und Spannungsmessgerät sind zwei unterschiedliche Schaltungsarten gebräuchlich. Benennen und skizzieren Sie diese! Geben Sie weiterhin an, welche davon für die Messung kleiner Widerstände geeigneter ist!



Spannungsfehlerschaltung



Stromfehlerschaltung

Zur Messung kleiner Widerstände ist die Stromfehlerschaltung geeigneter.

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.