

Aufgabe 1: Abweichungsrechnung**a) Vollständiges Messergebnis für $I = f(m, R, r)$ mit $P = 99\%$:**

Die gegebene Gleichung lautet:

$$I = m \frac{R^2 + r^2}{2} \quad (1.1)$$

Gleichung (1.1) kann ohne weitere Umformungen direkt in der gegebenen Form verwendet werden. Weiter unten ist lediglich zu berücksichtigen, dass nicht direkt der Innenradius r gemessen wird, sondern Messwerte für den Innendurchmesser d vorliegen.

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: m, R, r

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: –

Gegebene Masse m von $P = 95\%$ auf $P = 99\%$ 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 Stichprobenumfang $n_m = 10$ folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha_1/2} = t_{9;0,995} = 3,25$$

$$t_{n-1;1-\alpha_2/2} = t_{9;0,975} = 2,262$$

$$\Rightarrow u_{m,99\%} = 0,002 \text{ kg} \cdot \frac{3,25}{2,262} \approx 0,002874 \text{ kg}$$

$$m = 1,486 \text{ kg} \pm 0,002874 \text{ kg}; P = 99\%$$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses des Innenradius r auf Basis von Messwerten des Innendurchmessers d :

Für die Beziehung von Durchmesser d und Radius r gilt (wie in der Aufgabenstellung angegeben) allgemein $d = 2r$. Es können nachfolgend wahlweise die gegebenen Messwerte des Durchmessers zunächst durch 2 dividiert und aus den resultierenden Werten Mittelwert und Streuung des Radius berechnet werden, oder es können Mittelwert und Streuung der Durchmesser berechnet und diese anschließend durch 2 dividiert werden. Beide Vorgehensweisen führen zu demselben Ergebnis. Hier wird wegen des geringeren Rechenaufwands die zweite Methode angewendet.

$$\text{Mittelwert: } \bar{d} = 35,998\bar{3} \text{ mm} = 3,5998\bar{3} \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Streuung: } S_d \approx 0,00559017 \text{ mm} = 5,59017 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Für den Radius r gilt somit:

$$\text{Mittelwert: } \bar{r} = 1,79991\bar{6} \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Streuung: } S_r \approx 2,795085 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Vertrauensbereich:

$$u_r = \frac{S_r}{\sqrt{n}} \cdot t_{n-1;1-\alpha/2}$$

$$\text{mit: } n = 9$$

$$\alpha = 0,01$$

folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha/2} = t_{8;0,995} = 3,355$$

$$u_r = \frac{2,795085 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{\sqrt{9}} \cdot 3,355 \approx 3,125836725 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$r = 1,79991\bar{6} \cdot 10^{-2} \text{ m} \pm 3,126 \cdot 10^{-6} \text{ m}; P = 99\%$$

Gegebenen Außenradius R in SI-Basiseinheiten umrechnen:

$$R = 25,007 \text{ mm} \pm 0,003 \text{ mm} = 2,5007 \cdot 10^{-2} \text{ m} \pm 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}; P = 99\%$$

Berechnung des Mittelwertes \bar{I} :

$$\begin{aligned} \bar{I} &= \bar{m} \frac{\bar{R}^2 + \bar{r}^2}{2} \\ &= 1,486 \text{ kg} \frac{(2,5007 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 + (1,79991\bar{6} \cdot 10^{-2} \text{ m})^2}{2} \\ &\approx 7,053448 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \end{aligned}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial I}{\partial m} \right|_{\bar{m}, \bar{R}, \bar{r}} = \frac{\bar{R}^2 + \bar{r}^2}{2} \approx 4,7466 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\left. \frac{\partial I}{\partial R} \right|_{\bar{m}, \bar{R}, \bar{r}} = \bar{m} \bar{R} \approx 3,716 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\left. \frac{\partial I}{\partial r} \right|_{\bar{m}, \bar{R}, \bar{r}} = \bar{m} \bar{r} \approx 2,6747 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Vertrauensbereich u_I :

$$u_I = \sqrt{\left(\frac{\partial I}{\partial m} \cdot u_m\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial R} \cdot u_R\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial r} \cdot u_r\right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_I = \sqrt{(4,7466 \cdot 10^{-4} \cdot 2,874 \cdot 10^{-3})^2 + (3,716 \cdot 10^{-2} \cdot 3 \cdot 10^{-6})^2 + (2,6747 \cdot 10^{-2} \cdot 3,126 \cdot 10^{-6})^2} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$
$$\approx 1,371 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Vollständiges Messergebnis des Massenträgheitsmoments I :

$$I = 7,053448 \cdot 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \pm 1,371 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 ; P = 99\%$$

oder

$$I = 705,3448 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2 \pm 1,371 \text{ kg} \cdot \text{mm}^2 ; P = 99\%$$

Aufgabe 2: χ^2 -Test

- a) **Überprüfung auf Verteilung gemäß Benfordschem Gesetz für Auftretenswahrscheinlichkeit der Ziffern 1 bis 9 an erster Stelle von Dezimalzahlen auf Signifikanzniveau $\alpha = 0,01$:**

Es soll überprüft werden, ob bei den insgesamt $n = 5000$ als Dezimalzahlen vorliegenden Messwerten das Auftreten der Ziffern 1 bis 9 an erster Stelle der Zahlen der gemäß Benfordschem Gesetz zu erwartenden Verteilung genügt. Die Überprüfung erfolgt mittels eines χ^2 -Tests.

Die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der Ziffer d an erster Stelle von Dezimalzahlen beträgt gemäß Aufgabenstellung:

$$p(d) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{d} \right)$$

Hierin ist \log_{10} der Zehnerlogarithmus und d die jeweils betrachtete, von Null verschiedene Anfangsziffer, für die im Dezimalsystem gilt $d \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$.

Die für den Test benötigten theoretischen Wahrscheinlichkeiten p_i als Grundlage der theoretischen Häufigkeiten E_i ergeben sich durch Anwendung obiger Formel auf alle möglichen d von 1 bis 9. Damit ergeben sich die in folgender Tabelle eingetragenen (auf 6 Nachkommastellen gerundeten) theoretischen Wahrscheinlichkeiten p_i :

d	p_i	$E_i = n \cdot p_i$
1	0,301030	1505,150
2	0,176091	880,456
3	0,124939	624,694
4	0,096910	484,550
5	0,079181	395,906
6	0,066947	334,734
7	0,057992	289,960
8	0,051153	255,763
9	0,045757	228,787

Exemplarisch für

$d = 1$:

$$p(d = 1) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{1} \right) = \log_{10}(2) \approx 0,301030$$

$d = 2$:

$$p(d = 2) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{2} \right) = \log_{10}(1,5) \approx 0,176091$$

$d = 3$:

$$p(d = 3) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{3} \right) = \log_{10}(1,3\bar{3}) \approx 0,124939$$

Um auf die theoretischen absoluten Häufigkeiten zu kommen, werden die Wahrscheinlichkeiten p_i mit der Anzahl der betrachteten Messwerte multipliziert, deren Anzahl $n = 5000$ beträgt. Es ergeben sich so die in obiger Tabelle eingetragenen (auf 3 Nachkommastellen gerundeten) 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.

d	B_i	E_i	$\frac{(B_i - E_i)^2}{E_i}$
1	1473	1505,150	0,687
2	843	880,456	1,593
3	682	624,694	5,257
4	464	484,550	0,872
5	418	395,906	1,233
6	361	334,734	2,061
7	269	289,960	1,515
8	239	255,763	1,099
9	251	228,787	2,157
Σ			16,473

$$\Rightarrow \chi_0^2 \approx 16,47$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

Zahl der auswertbaren Klassen: $r^* = 9$

Zahl der Parameter der Verteilungsfunktion: $s = 0$ (kein Parameter wurde aus der Stichprobe abgeschätzt)

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

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben: $\alpha = 0,01$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi_{r^*-s-1; 1-\alpha}^2 = \chi_{8; 0,99}^2 = 20,1 \quad (\text{aus Tabelle})$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{8; 0,99}^2$?

hier:

$16,47 > 20,1 \quad \Rightarrow \quad$ Die Bedingung ist **nicht** erfüllt!

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

\Rightarrow Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,01$ **wird** das beobachtete Ergebnis durch die gemäß Benfordschem Gesetz zu erwartende Verteilung 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 Hohlwellen für Antriebssysteme wird im Rahmen der Qualitätssicherung der Außendurchmesser der gefertigten Wellen überwacht. Hierzu wird aus der laufenden Fertigung eine Stichprobe vom Umfang $n = 15$ entnommen und der Durchmesser D der Wellen ermittelt. Aus der Stichprobe ergibt sich ein Mittelwert des Durchmessers von $\bar{D} = 30,04$ mm und eine Streuung von $S_D = 0,014$ 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 rund:

- a) $D = 30,04 \text{ mm} \pm 0,0042 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- b) $D = 30,04 \text{ mm} \pm 0,0064 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- c) $D = 30,04 \text{ mm} \pm 0,0084 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- d) $D = 30,04 \text{ mm} \pm 0,0095 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- e) $D = 30,04 \text{ mm} \pm 0,0108 \text{ mm}$; $P = 99\%$

(Fragetyp Einfachwahl)

3.2. Angenommen, es sei bekannt, dass die Standardabweichung des Prozesses $\sigma_D = 0,014$ mm betrage. Wie groß ist dann der minimal erforderliche Stichprobenumfang n , um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 95\%$ das Konfidenzintervall des Erwartungswertes des Durchmessers D auf maximal $\pm 0,007$ mm abschätzen zu können?

- a) 11
- b) 13
- c) 15
- d) 16
- 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 Wellen weisen dann einen Durchmesser auf, der innerhalb des Intervalls von $30,01 \text{ mm} \leq D \leq 30,05 \text{ mm}$ liegt?

- a) 23,9%
- b) 25,5%
- c) 74,5%
- d) 75,9%
- e) 77,7%

(Fragetyp Einfachwahl)

3.4. Angenommen, der Erwartungswert des Durchmessers D betrage $\mu_D = 30,04 \text{ mm}$. Welchen (mathematisch gerundeten) Wert dürfte die Standardabweichung σ_D des Durchmessers dann maximal annehmen, damit 95% der Wellen einen Durchmesser von $D \leq 30,05 \text{ mm}$ aufweisen?

- a) 3,33 μm
- b) 5,00 μm
- c) 5,10 μm
- d) 6,08 μm
- e) 7,80 μm

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Hohlwellen möchten Sie den korrekten Betrieb Ihrer Fertigung sicherstellen und entnehmen zu diesem Zweck regelmäßig Stichproben aus der laufenden Produktion. Anhand der entnommenen Stichproben wird jeweils der Erwartungswert des Außendurchmessers D_{ist} der momentan gefertigten Wellen abgeschätzt. Ausgehend hiervon soll die Frage geklärt werden, ob der so abgeschätzte Erwartungswert sich signifikant vom vorgegebenen Sollwert D_{soll} 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 Durchmessers einer Hohlwelle möchten Sie einen t-Test für den Erwartungswert durchführen. Aus der erhobenen Stichprobe vom Umfang $n = 8$ haben Sie Mittelwert und Streuung des Durchmessers D ermittelt zu $\bar{D} = 42,01$ mm und $S_D = 0,01$ mm. Der laut Spezifikation geforderte Erwartungswert des Durchmessers beträgt $D_{nenn} = 42$ mm.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) $-2,83$
- b) $-0,35$
- c) $0,35$
- d) $2,0$
- e) $2,83$

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 6
- b) 7
- c) 8
- d) 14
- e) 15

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Erwartungswert die Eigenschaften einer Fertigungslinie für Hohlwellen überprüfen. Der Stichprobenumfang beträgt $n = 15$. Ihre Nullhypothese lautet, dass die auf der Fertigungslinie produzierten Wellen der Spezifikation entsprechen ($\mu_x = \mu_0$). Sie wählen eine zweiseitige Alternativhypothese ($\mu_x \neq \mu_0$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,01$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = 2,84$.

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 Änderung des elektrischen Widerstands ΔR eines mechanisch belasteten Dehnungsmessstreifens ist abhängig von der mechanischen Dehnung ε und dem Empfindlichkeitsfaktor k . Der Gesamtwiderstand R eines belasteten DMS setzt sich aus diesem dehnungsabhängigen Anteil ΔR und dem konstanten Grundwiderstand R_0 des unbelasteten DMS zusammen. Der Gesamtwiderstand R eines mechanisch belasteten DMS ergibt sich gemäß folgender Gleichung:

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

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

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

a) $y = \frac{R}{R_0} - 1$ und $x = \varepsilon$

b) $y = \frac{R - R_0}{R_0}$ und $x = \varepsilon$

c) $R - R_0$ und $x = \varepsilon \cdot R_0$

d) $y = \frac{1}{\varepsilon}$ und $x = \frac{R_0}{R - R_0}$

e) $y = \frac{R - R_0}{\varepsilon \cdot R_0}$ und $x = 1$

(Fragetyp Mehrfachwahl)

Ende von Antwort-Wahl-Verfahren, Teil A

Antwort-Wahl-Verfahren, Teil B:

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

- a) dynamische Viskosität
- b) elektrische Ladung
- c) elektrischer Widerstand
- d) elektrische Spannung
- e) Länge
- f) Temperatur
- g) Wärmeleitfähigkeit
- h) Zeit

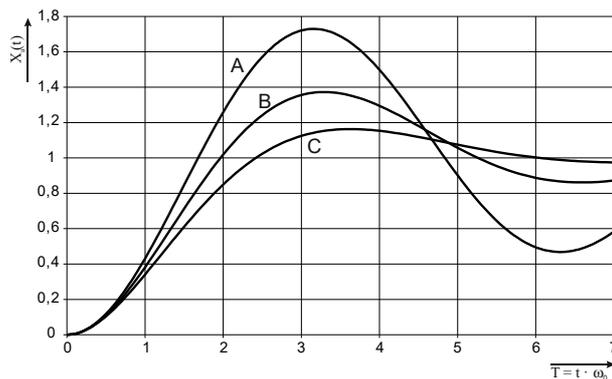
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a) $998 \text{ hPa} + 0,1002 \text{ kPa} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- b) $1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ mm}$
- c) $2 \text{ MN} \cdot 30 \text{ cm} = 6 \cdot 10^5 \text{ Nm}$
- d) $999,9 \text{ W} + 100 \text{ mW} = 1 \text{ kW}$
- e) $1 \text{ mg} - 120 \mu\text{g} = 8,8 \cdot 10^{-4} \text{ g}$

(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) $D_A = 0,5; D_B = 1; D_C = 3$
- d) $D_A = 0,1; D_B = 0,3; D_C = 0,5$

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) $-2,7\text{ V}$
- b) 0 V
- c) $2,6\text{ V}$
- d) $6,3\text{ V}$
- e) $7,3\text{ V}$

(Fragetyp Einfachwahl)

12. Sie beobachten einen Prozess, 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)

13. Eine normalverteilte, dimensionslose Größe werde mit 20 Wiederholungen gemessen. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes wird zu $-3 \leq \mu \leq 3$ bei $P = 95\%$ bestimmt. Die Standardabweichung σ sei bekannt. Geben Sie an, wie viele Wiederholungsmessungen durchgeführt werden müssten, um bei unverändertem Konfidenzintervall die Aussagesicherheit auf $P = 99\%$ zu erhöhen!

- a) 22
- b) 27
- c) 29
- d) 35
- e) 40

(Fragetyp Einfachwahl)

14. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von -5 V bis $+5\text{ V}$ soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler $20\ \mu\text{V}$ 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)

15. Sie untersuchen anhand empirischer Daten die Studiendauer im Bachelorstudiengang Maschinenbau. Eine Auswertung der Rohdaten liefert folgende Lage- und Streuungsparameter: Der Median der Studiendauer beträgt 7,9 Semester; der Modalwert der Studiendauer beträgt 8 Semester; der arithmetische Mittelwert der Studiendauer beträgt 8,3 Semester; der Quartilsabstand der Studiendauer beträgt 1,9 Semester; das dritte Quartil der Studiendauer liegt bei 9,1 Semestern. Geben Sie an, welche der nachfolgenden Aussagen zutreffend aus diesen Daten abgeleitet werden können!
- a) Die meisten Studierenden benötigen für ihr Studium 7,9 Semester.
 - b) Die Spanne der Studiendauer beträgt 3,8 Semester.
 - c) Die Hälfte der Studierenden benötigt bis zum Abschluss 8,3 Semester oder mehr.
 - d) Die Hälfte der Studierenden benötigt bis zum Abschluss zwischen 7,2 und 9,1 Semester.
 - e) Ein Viertel der Studierenden benötigt bis zum Abschluss 9,8 Semester oder mehr.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

16. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen über spezielle Verteilungsfunktionen zutreffend sind!
- a) Die Gaußsche Normalverteilung ist symmetrisch zum Erwartungswert μ und ihre Wendepunkte liegen bei $x = \mu \pm 2\sigma$.
 - b) Die Binomialverteilung beschreibt den wahrscheinlichen Ausgang einer Folge gleichartiger Versuche, bei der es nur zwei mögliche Ergebnisse gibt.
 - c) Die Poissonverteilung beschreibt selten auftretende Ereignisse. Sie wurde als Grenzfall der Binomialverteilung, für eine sehr große Zahl von Versuchen ($V \rightarrow \infty$) und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses ($p \rightarrow 0$) hergeleitet.
 - d) Für eine sehr große Zahl von Versuchen ($n \rightarrow \infty$) nähert sich die Student'sche t-Verteilung der Gaußsche Normalverteilung an.
 - e) Erwartungswert und Varianz der Poissonverteilung sind wertgleich.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

17. 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 zum größeren Teil durch die Rotation der Erde verursacht.
 - c) Um die Ortsabhängigkeit der Erdbeschleunigung zu berücksichtigen, ist Deutschland in 4 Gebrauchszonen mit unterschiedlicher Erdbeschleunigung unterteilt.
 - d) Im Unterschied zum *Wägewert* wird beim *konventionellen Wägewert* der Einfluss des Auftriebs im umgebenden Medium berücksichtigt.
 - e) Während *Wägen* das Feststellen einer unbekannt Masse bezeichnet, bezeichnet man mit *Abwägen* das Herstellen einer bestimmten Masse.

(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 kleiner ist, als der tatsächliche Spannungsabfall über dem Widerstand.
- c) Bei der Spannungsmessung an großen Widerständen wirkt sich der Einfluss des Widerstandes der Zuleitungen stärker auf das Messergebnis aus, als bei der Messung an kleinen 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)

19. 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 von der zurückgelegten Wegstrecke abhängig ist, ist im Allgemeinen eine Phasenverschiebung zwischen Mess- und Referenzstrahl festzustellen.
- c) Die am Empfänger detektierbare Intensität variiert aufgrund von Interferenz in Abhängigkeit von der relativen Phasenlage von Mess- und Referenzstrahl.
- d) Da der Messstrahl den Messarm hin und zurück durchläuft, entspricht die Periodenlänge des Ausgangssignals der doppelten 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:

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

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

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. Geben Sie an, woran man die Sprungantwort eines linearen Systems 1. Ordnung sicher von der eines linearen Systems 2. Ordnung unterscheiden kann!

Bei einem linearen System 2. Ordnung ist die Anfangssteigung der Sprungantwort stets gleich Null, bei einem linearen System 1. Ordnung ist die Anfangssteigung der Sprungantwort stets größer Null.

23. Bei 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).

24. 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.

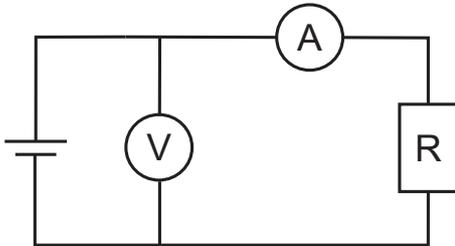
Nicht notwendige Bedingung: Auch wenn das Abtasttheorem nicht eingehalten wird, ist prinzipiell noch eine verlustfreie Rekonstruktion des Ursprungssignals möglich, beispielsweise unter Einbeziehung von Zusatzinformationen.

25. Für die indirekte Widerstandsmessung mittels Strom- und Spannungsmessgerät sind zwei unterschiedliche Schaltungsarten gebräuchlich.

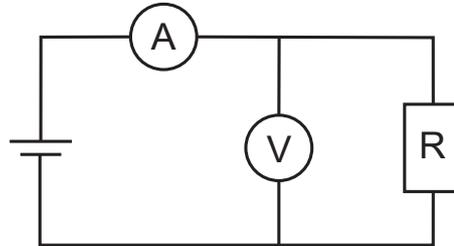
a) Benennen und skizzieren Sie die beiden Schaltungsarten! Achten Sie dabei auf eine jeweils eindeutige Zuordnung von Benennung und Skizze!

b) Geben Sie an, welche davon für die Messung großer Widerstände geeigneter ist!

zu a)



Spannungsfehlerschaltung



Stromfehlerschaltung

zu b)

Zur Messung großer Widerstände ist die Spannungsfehlerschaltung geeigneter.