

Aufgabe 1: Abweichungsrechnung

a) Vollständiges Messergebnis für $c_w = f(F, A, p_{tot}, p_s)$ mit $P = 95\%$:

Die gegebene Gleichung lautet:

$$c_w = \frac{F}{A \cdot (p_{tot} - p_s)} \quad (1.1)$$

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: F, A, p_{tot}, p_s

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: –

Umrechnung der Querschnittsfläche A von $P = 98\%$ 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 sehr großem Stichprobenumfang folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha_1/2} = t_{\infty;0,975} = 1,960$$

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

$$\Rightarrow u_{A,95\%} = 0,01 \text{ m}^2 \cdot \frac{1,960}{2,326} \approx 0,0084265 \text{ m}^2 = 8,4265 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A = 2,63 \text{ m}^2 \pm 0,0084265 \text{ m}^2 ; P = 95\%$$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses des Kraft F aus der gegebenen Messreihe unter Verwendung von SI-Basiseinheiten:

$$\text{Mittelwert: } \bar{F} = 403,575 \text{ N} = 403,575 \text{ (kg} \cdot \text{m)/s}^2$$

$$\text{Streuung: } S_F \approx 1,0767 \text{ N} = 1,0767 \text{ (kg} \cdot \text{m)/s}^2$$

Vertrauensbereich:

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

$$\text{mit: } n = n_F = 8 \\ \alpha = 0,05$$

folgt:

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

$$\Rightarrow u_F = \frac{1,0767 \text{ N}}{\sqrt{8}} \cdot 2,365 \approx 0,9003 \text{ N}$$

$$F = 403,575 \text{ N} \pm 0,9003 \text{ N}; P = 95\%$$

Für die Drücke p_{tot} und p_s werden die gegebenen vollständigen Messergebnisse von der Einheit hPa (Hektopascal) in die Basiseinheit Pa (Pascal) = kg/(s² · m) umgerechnet:

$$p_{tot} = 101306 \text{ Pa} \pm 10 \text{ Pa}; P = 95\%$$

$$p_s = 100841 \text{ Pa} \pm 10 \text{ Pa}; P = 95\%$$

Berechnung des Mittelwertes \bar{c}_w :

$$\begin{aligned} \bar{c}_w &= \frac{\bar{F}}{\bar{A} \cdot (\bar{p}_{tot} - \bar{p}_s)} \\ &= \frac{403,575 \text{ (kg} \cdot \text{m)/s}^2}{2,63 \text{ m}^2 \cdot (101306 \text{ kg/(s}^2 \cdot \text{m)} - 100841 \text{ kg/(s}^2 \cdot \text{m)})} \approx 0,33 \end{aligned}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial c_w}{\partial F} \right|_{\bar{F}, \bar{A}, \bar{p}_{tot}, \bar{p}_s} = \frac{1}{\bar{A} \cdot (\bar{p}_{tot} - \bar{p}_s)} \approx 8,177 \cdot 10^{-4}$$

$$\left. \frac{\partial c_w}{\partial A} \right|_{\bar{F}, \bar{A}, \bar{p}_{tot}, \bar{p}_s} = -\frac{\bar{F}}{\bar{A}^2 \cdot (\bar{p}_{tot} - \bar{p}_s)} \approx -0,1255$$

$$\left. \frac{\partial c_w}{\partial p_{tot}} \right|_{\bar{F}, \bar{A}, \bar{p}_{tot}, \bar{p}_s} = -\frac{\bar{F}}{\bar{A} \cdot (\bar{p}_{tot} - \bar{p}_s)^2} \approx -7,097 \cdot 10^{-4}$$

$$\left. \frac{\partial c_w}{\partial p_s} \right|_{\bar{F}, \bar{A}, \bar{p}_{tot}, \bar{p}_s} = \frac{\bar{F}}{\bar{A} \cdot (\bar{p}_{tot} - \bar{p}_s)^2} \approx 7,097 \cdot 10^{-4}$$

Vertrauensbereich u_{c_w} :

$$u_{c_w} = \sqrt{\left(\frac{\partial c_w}{\partial F} \cdot u_F\right)^2 + \left(\frac{\partial c_w}{\partial A} \cdot u_A\right)^2 + \left(\frac{\partial c_w}{\partial p_{tot}} \cdot u_{p_{tot}}\right)^2 + \left(\frac{\partial c_w}{\partial p_s} \cdot u_{p_s}\right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$\begin{aligned} u_{c_w} &= \sqrt{(8,177 \cdot 10^{-4} \cdot 0,9003)^2 + (-0,1255 \cdot 8,4265 \cdot 10^{-3})^2 + (-7,097 \cdot 10^{-4} \cdot 10)^2 + (7,097 \cdot 10^{-4} \cdot 10)^2} \\ &\approx 0,0101 \end{aligned}$$

Vollständiges Messergebnis des Strömungswiderstandskoeffizienten c_w :

$$c_w = 0,33 \pm 0,0101; P = 95\%$$

Aufgabe 2: χ^2 -Test

a) Überprüfung auf Weibull-Verteilung auf Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$:

Es soll überprüft werden, ob die empirischen Daten der Laufleistung von Lastkraftwagen auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ einer Weibull-Verteilung mit den Parametern $\lambda = 10^{-6}$ und $k = 2,8$ genügt. Die erhobenen Laufleistungen wurden bereits in Klassen eingeteilt, wobei mit Ausnahme der letzten Klasse die Klassenbreite 200.000 km 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 Laufleistung in Kilometer.

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 alle Klassen die geforderte Mindestbesetzungszahl von $B_i \geq 5$ aufweisen. Eine Zusammenlegung von Klassen ist daher zunächst nicht erforderlich.

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 Klasse, entsprechend einer Laufleistung von 0 bis 200.000 km, lautet die Berechnung des zugehörigen Funktionswertes $P(x_i)$ beispielsweise:

$$P(x_i = 2 \cdot 10^5) = 1 - e^{-(10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^5)^{2,8}} \approx 0,010977$$

Als maßgeblicher x -Wert wird also die Klassenobergrenze von 200.000 km eingesetzt. Weiterhin fließen die Werte $\lambda = 10^{-6}$ und $k = 2,8$ der zu testenden Verteilung in die Berechnung ein. Die analog hierzu berechneten $P(x_i)$ -Werte der weiteren Klassen sind, jeweils auf sechs Nachkommastellen gerundet, in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Als maßgebliche Obergrenze der nach oben offenen letzten Klasse mit einer Laufleistung von $> 1,4 \cdot 10^6$ wird Unendlich verwendet, woraus ohne weitere Rechnung $P(x_i = \infty) = 1$ folgt.

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 $n = 5000$. Eine Betrachtung von E_i zeigt, dass auch an dieser Stelle keine Zusammenlegung von Klassen erforderlich ist.

Laufleistung / Kilometer	Klassen- obergrenze / Kilometer	B_i	$P(x_i)$	p_i	E_i	$\frac{(B_i - E_i)^2}{E_i}$
0 bis $2 \cdot 10^5$	200.000	67	0,010977	0,010977	54,885	2,674
$> 2 \cdot 10^5$ bis $4 \cdot 10^5$	400.000	294	0,073992	0,063015	315,075	1,410
$> 4 \cdot 10^5$ bis $6 \cdot 10^5$	600.000	724	0,212770	0,138778	693,89	1,307
$> 6 \cdot 10^5$ bis $8 \cdot 10^5$	800.000	1045	0,414546	0,201776	1008,88	1,293
$> 8 \cdot 10^5$ bis $1 \cdot 10^6$	1.000.000	1037	0,632121	0,217575	1087,875	2,379
$> 1 \cdot 10^6$ bis $1,2 \cdot 10^6$	1.200.000	908	0,811022	0,178901	894,505	0,204
$> 1,2 \cdot 10^6$ bis $1,4 \cdot 10^6$	1.400.000	514	0,923113	0,112091	560,455	3,851
$> 1,4 \cdot 10^6$	∞	411	1	0,076887	384,435	1,836
Σ						14,954

$$\Rightarrow \chi_0^2 \approx 14,954$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

Zahl der auswertbaren Klassen: $r^* = 8$

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

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

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben: $\alpha = 0,05$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi_{r^*-s-1; 1-\alpha}^2 = \chi_{7; 0,95}^2 = 14,1 \quad (\text{aus Tabelle})$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{7; 0,95}^2$?

hier:

$$14,954 > 14,1$$

\Rightarrow Die Bedingung **ist** erfüllt!

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

\Rightarrow Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ genügt die beobachtete Verteilung **nicht** einer Weibull-Verteilung mit den Parametern $\lambda = 10^{-6}$ und $k = 2,8$!

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 Staudrucksonden werden die gefertigten Sonden stichprobenartig in einem Referenzwindkanal hinsichtlich der mit ihnen gemessenen Windgeschwindigkeiten untersucht. Hierzu wird aus einer gefertigten Charge eine Stichprobe vom Umfang $n = 12$ entnommen und die angezeigte Windgeschwindigkeit v ermittelt. Aus der Stichprobe ergibt sich ein Mittelwert der Windgeschwindigkeit von $\bar{v} = 27,78$ m/s und eine Streuung von $S_v = 0,03$ m/s. Die Standardabweichung σ sei unbekannt.

3.1. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes der Windgeschwindigkeit v für eine Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 95\%$ beträgt für diesen Fall rund:

- a) $v = 27,78$ m/s \pm 0,0142 m/s ; $P = 95\%$
- b) $v = 27,78$ m/s \pm 0,0156 m/s ; $P = 95\%$
- c) $v = 27,78$ m/s \pm 0,0170 m/s ; $P = 95\%$
- d) $v = 27,78$ m/s \pm 0,0189 m/s ; $P = 95\%$
- e) $v = 27,78$ m/s \pm 0,0191 m/s ; $P = 95\%$

(Fragetyp Einfachwahl)

3.2. Angenommen, es sei bekannt, dass die Standardabweichung der mittels der Sonden gemessenen Windgeschwindigkeit $\sigma_v = 0,05$ m/s betrage. Wie groß ist dann der minimal erforderliche Stichprobenumfang n , um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 99\%$ das Konfidenzintervall des Erwartungswertes der Windgeschwindigkeit v auf maximal $\pm 0,02$ m/s abschätzen zu können?

- a) 17
- b) 25
- c) 34
- d) 39
- e) 42

(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 Messungen weisen dann eine Windgeschwindigkeit auf, die innerhalb des Intervalls von $27,75 \text{ m/s} \leq v \leq 27,80 \text{ m/s}$ liegt?

- a) 9%
- b) 25%
- c) 41%
- d) 59%
- e) 91%

(Fragetyp Einfachwahl)

3.4. Angenommen, der Erwartungswert der Windgeschwindigkeitsmessungen betrage $\mu_v = 27,775 \text{ m/s}$. Welchen (mathematisch gerundeten) Wert dürfte die Standardabweichung σ_v des Messprozesses dann maximal aufweisen, damit 98% der Messwerte innerhalb des Intervalls von $27,75 \text{ m/s} \leq v \leq 27,80 \text{ m/s}$ lägen?

- a) 0,0042 m/s
- b) 0,0097 m/s
- c) 0,0107 m/s
- d) 0,0122 m/s
- e) 0,0215 m/s

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Staudrucksonden möchten Sie den korrekten Betrieb Ihrer Fertigungsanlage sicherstellen und entnehmen zu diesem Zweck stündlich eine Stichprobe aus der laufenden Produktion. Anhand der entnommenen Stichprobe wird jeweils der Erwartungswert der mittels der Sonden gemessenen Windgeschwindigkeit μ_v abgeschätzt. Ausgehend hiervon soll die Frage geklärt werden, ob der so abgeschätzte Erwartungswert sich signifikant von dem Nennwert der Windgeschwindigkeit $v_{nenn} = 30 \text{ m/s}$ unterscheidet, welcher vom Referenzwindkanal bereitgestellt wird.

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 von Stichproben der Windgeschwindigkeitsmessungen von auf unterschiedlichen Anlagen gefertigten Staudrucksonden möchten Sie einen t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei unabhängigen Stichproben durchführen. Aus den erhobenen Stichproben jeweils vom Umfang $n = 15$ haben Sie Mittelwerte und Streuungen der Windgeschwindigkeiten v_x und v_y ermittelt zu $\bar{v}_x = 13,87$ m/s und $S_{v_x} = 0,04$ m/s sowie $\bar{v}_y = 13,94$ m/s und $S_{v_y} = 0,05$ m/s.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) $-0,42$
- b) $-0,90$
- c) $-4,23$
- d) $-5,99$
- e) $-6,02$

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 14
- b) 15
- c) 28
- d) 29
- e) 30

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Erwartungswert die Eigenschaften einer Charge von Staudrucksonden überprüfen. Der Stichprobenumfang beträgt $n = 20$. Ihre Nullhypothese lautet, dass der Erwartungswert der Windgeschwindigkeitsmessung der Staudrucksonden dem Referenzwert entspricht ($\mu_x = \mu_0$). Sie wählen die zweiseitige Alternativhypothese, dass der Erwartungswert der Windgeschwindigkeit von dem Referenzwert abweicht ($\mu_x \neq \mu_0$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,01$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = -2,74$.

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:

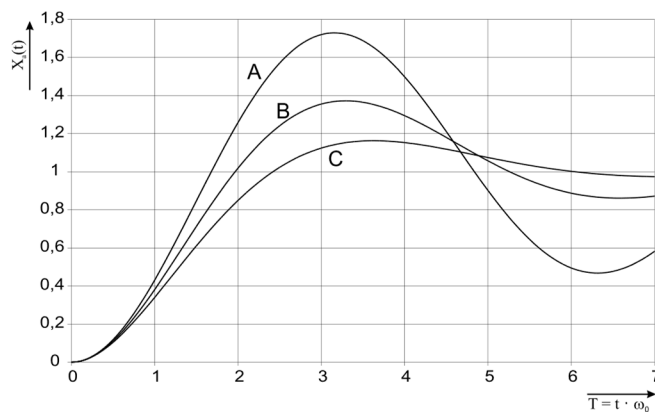
7. Geben Sie an, bei welchen der folgenden Zustandsgrößen es sich um intensive Zustandsgrößen handelt!

- a) Länge
 - b) Volumen
 - c) Temperatur
 - d) Stoffmenge
 - e) Dichte
 - f) dynamische Viskosität
 - g) elektrische Ladung
 - h) spezifischer elektrischer Widerstand
- (Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a) $100 \text{ cm}^3 + 0,1 \text{ dm}^3 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
 - b) $10 \text{ hPa} + 1 \text{ kPa} = 2 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
 - c) $1 \cdot 10^5 \text{ mW} + 1 \cdot 10^{-4} \text{ MW} = 200 \text{ W}$
 - d) $1,4 \text{ } \mu\text{g} + 600 \text{ ng} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mg}$
 - e) $1 \cdot 10^4 \text{ g} \cdot 100 \text{ mm/s}^2 = 1 \text{ N}$
- (Fragetyp Mehrfachwahl)

9. 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)

10. Ein lineares System 1. Ordnung mit der Zeitkonstanten $T = 2$ s und dem Übertragungsfaktor $K = 1$ werde aus dem Beharrungszustand heraus zum Zeitpunkt $t = 0$ mit einer sprungförmigen Änderung der Eingangsspannung von -50 V auf $+50$ V beaufschlagt. Geben Sie an, nach welcher Zeitdauer t am Ausgang des Systems eine Spannung von etwa 30 V anliegt! *Hinweis: Formelsammlung auf Seite 2 beachten!*

- a) 0,45 s
- b) 1,40 s
- c) 1,61 s
- d) 2,77 s
- e) 3,21 s

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 75%
- b) 60%
- c) $33,3\bar{3}\%$
- d) 30%
- e) 3%

(Fragetyp Einfachwahl)

12. Eine normalverteilte, dimensionslose Größe werde mit 20 Wiederholungen gemessen. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes wird zu $8 \leq \mu \leq 14$ 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 unveränderter Aussagesicherheit auf $10 \leq \mu \leq 12$ zu reduzieren!

- a) 40
- b) 60
- c) 80
- d) 120
- e) 180

(Fragetyp Einfachwahl)

13. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von -230 V bis $+230$ V soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler nicht mehr als 1 mV beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der A/D-Umsetzer mindestens arbeiten muss!

- a) 18 Bit
- b) 19 Bit
- c) 20 Bit
- d) 21 Bit
- e) 22 Bit

(Fragetyp Einfachwahl)

14. Bei dem Abtasttheorem nach Shannon handelt es sich hinsichtlich der verlustfreien Rekonstruktion der digitalisierten Daten um ein

- a) hinreichendes und notwendiges Kriterium.
- b) hinreichendes aber nicht notwendiges Kriterium.
- c) nicht hinreichendes aber notwendiges Kriterium.
- d) nicht hinreichendes und nicht notwendiges Kriterium.

(Fragetyp Einfachwahl)

15. Bei der taktilen Antastung eines Messobjekts mittels eines Koordinatenmessgeräts kommt es infolge von Temperaturschwankungen im Messraum zu einer thermischen Längenänderung der Maßstäbe der inkrementalen Wegmesssysteme der Linearachsen. 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

(Fragetyp Einfachwahl)

16. 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 Hälfte der Studierenden benötigt bis zum Abschluss zwischen 7,2 und 9,1 Semester.
- b) Die Hälfte der Studierenden benötigt bis zum Abschluss 8,3 Semester oder mehr.
- c) Ein Viertel der Studierenden benötigt bis zum Abschluss 9,1 Semester oder mehr.
- d) Die meisten Studierenden benötigen für ihr Studium 7,9 Semester.
- e) Die Spanne der Studiendauer beträgt 3,8 Semester.

(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 weiteren 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)

19. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen über inkrementale Wegmesssysteme zutreffend sind!

- a) Inkrementale Wegmesssysteme können basierend auf unterschiedlichen physikalischen Wirkprinzipien realisiert werden, wie z.B. optisch, elektrisch oder magnetisch.
- b) Um bei einem inkrementalen Wegmesssystem Informationen über die Bewegungsrichtung zu gewinnen, werden in der Regel zwei um 180° phasenverschobene Signale genutzt.
- c) Wird bei einem inkrementalen Wegmesssystem die Signalauswertung nur kurzzeitig unterbrochen, bleibt die Information über die Absolutposition in der Regel erhalten.
- d) Ein typisches Einsatzgebiet für kapazitive inkrementale Wegmesssysteme stellen digitale Messschieber dar.
- e) Bei inkrementalen Wegmesssystemen ist durch Interpolationstechniken oftmals eine Steigerung des Auflösungsvermögens über die Teilung der Maßverkörperung hinaus möglich.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

Ende von Antwort-Wahl-Verfahren, Teil B

Kurzfragen:

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

Größe	Einheit
Länge	Meter
Masse	Kilogramm
Zeit	Sekunde
Temperatur	Kelvin
Stromstärke	Ampere
Stoffmenge	Mol
Lichtstärke	Candela

21. Nennen Sie je ein Beispiel für a) *nominalskalierte*, b) *ordinalskalierte*, c) *intervallskalierte* Merkmale!

zu a) Haarfarbe

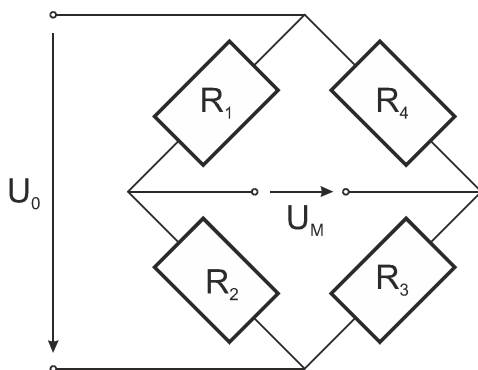
zu b) Energieeffizienzklassen

zu c) Temperatur in °C

22. Geben Sie an, woran und wie 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. Skizzieren Sie eine Wheatstone-Brückenschaltung einschließlich Spannungsversorgung und Abgriff der Messspannung!



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

Sie sind gleich, $\mu = \sigma^2$

25. Benennen und erläutern Sie die beiden Arten von Fehlentscheidung, die bei statistischen Tests auftreten können!

Fehlentscheidung 1. Art: Ablehnung von H_0 , obwohl H_0 richtig ist.

Fehlentscheidung 2. Art: Nichtablehnung von H_0 , obwohl H_0 falsch ist.

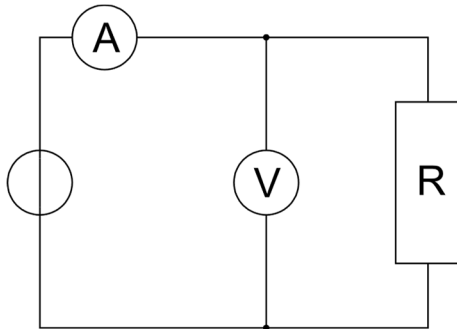
26. Ein ohmscher Widerstand mit einem Nennwert von $1\ \Omega$ soll unter Verwendung eines Strommessgeräts (Innenwiderstand $0,1\ \Omega$) und eines Spannungsmessgeräts (Innenwiderstand $1\ \text{M}\Omega$) indirekt gemessen werden.

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) Für die Messung kleiner Widerstände ist die Stromfehlerschaltung geeigneter.

zu b)



27. Eine bislang in Hamburg genutzte Balkenwaage mit kalibrierten Massestücken soll zukünftig in München eingesetzt werden. Geben Sie an, ob aufgrund der geänderten Erdbeschleunigung eine Neukalibrierung der Massestücke erforderlich ist! Begründen Sie Ihre Antwort!

Die Massestücke müssen nicht neu kalibriert werden, da sich infolge der veränderten Erdbeschleunigung nicht deren Masse ändert, sondern lediglich die von Ihnen ausgeübte Gewichtskraft. Bei der Balkenwaage wirkt sich die geänderte Erdbeschleunigung gleichermaßen auf die Gewichtskraft der Massestücke und auf die Gewichtskraft des Wägeguts aus. Es entsteht daher keine systematische Abweichung.