

Aufgabe 1: Abweichungsrechnung

a) **Vollständiges Messergebnis für $v = f(f, d, Sr)$ mit $P = 98\%$:**

Die gegebene Gleichung lautet:

$$v = \frac{f \cdot d}{Sr} \quad (1.1)$$

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

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: f, d, Sr

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: –

Gegebene charakteristische Breite d von $P = 95\%$ auf $P = 98\%$ 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 $n_d = 30$ folgt:

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

$$t_{n-1;1-\alpha_2/2} = t_{29;0,975} = 2,045$$

$$\Rightarrow u_{d;98\%} = 0,003 \text{ mm} \cdot \frac{2,462}{2,045} \approx 0,003612 \text{ mm}$$

$$d = 10 \text{ mm} \pm 0,00361 \text{ mm} ; P = 98\%$$

oder in SI-Basiseinheiten:

$$d = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m} \pm 3,612 \cdot 10^{-6} \text{ m} ; P = 98\%$$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses der Frequenz f auf Basis von Messwerten:

$$\text{Mittelwert: } \bar{f} = 882,075 \frac{1}{\text{s}}$$

$$\text{Streuung: } S_f \approx 1,7613 \frac{1}{\text{s}}$$

Vertrauensbereich:

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

mit: $n = 8$
 $\alpha = 0,02$

folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha/2} = t_{7;0,99} = 2,998$$

$$u_f = \frac{1,7613 \text{ m}}{\sqrt{8}} \cdot 2,998 \approx 1,8669 \frac{1}{\text{s}}$$

$$f = 882,075 \frac{1}{\text{s}} \pm 1,8669 \frac{1}{\text{s}} ; P = 98\%$$

Die gegebene dimensionslose Strouhal-Zahl kann direkt in der gegebenen Form verwendet werden:

$$Sr = 0,21 \pm 0,002 ; P = 98\%$$

Berechnung des Mittelwertes \bar{v} :

$$\bar{v} = \frac{\bar{f} \cdot \bar{d}}{Sr} = \frac{882,075 \frac{1}{\text{s}} \cdot 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{0,21}$$

$$\approx 42,0036 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial v}{\partial f} \right|_{\bar{f}, \bar{d}, Sr} = \frac{\bar{d}}{Sr} = 0,047619 \text{ m}$$

$$\left. \frac{\partial v}{\partial d} \right|_{\bar{f}, \bar{d}, Sr} = \frac{\bar{f}}{Sr} \approx 4200,357 \frac{1}{\text{s}}$$

$$\left. \frac{\partial v}{\partial Sr} \right|_{\bar{f}, \bar{d}, Sr} = -\frac{\bar{f} \cdot \bar{d}}{Sr^2} = -200,017 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Vertrauensbereich u_v :

$$u_v = \sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial f} \cdot u_f \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial d} \cdot u_d \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial Sr} \cdot u_{Sr} \right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_v = \sqrt{(0,047619 \cdot 1,8669)^2 + (4200,357 \cdot 3,612 \cdot 10^{-6})^2 + (-200,017 \cdot 0,002)^2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\approx 0,410073 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Vollständiges Messergebnis der Strömungsgeschwindigkeit v :

$$v = 42,0036 \frac{\text{m}}{\text{s}} \pm 0,4101 \frac{\text{m}}{\text{s}} ; P = 98\%$$

oder

$$v = 42003,6 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \pm 410,1 \frac{\text{mm}}{\text{s}} ; P = 98\%$$

Aufgabe 2: χ^2 -Test

a) Überprüfung auf Poisson-Verteilung mit $\lambda = 3,44$ auf Signifikanzniveau $\alpha = 0,1$:

Es soll überprüft werden, ob die für insgesamt $n = 100$ Minuten ermittelten Anzahlen von Freiwurf-Treffern einer Poisson-Verteilung genügen. Der Parameter λ der zum Vergleich heranzuziehenden Verteilung wurde anhand der beobachteten Verteilung mit $\lambda = 3,44$ abgeschätzt. Die Überprüfung erfolgt mittels eines χ^2 -Tests.

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

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

Der Wert k steht für die möglichen Ergebnisse, also die Anzahl der pro Minute erzielten Treffer. Theoretisch könnte k damit alle Werte aus der Menge der natürlichen Zahlen annehmen. Im vorliegenden Fall werden zur Vereinfachung jedoch alle Ergebnisse für die gilt $k \geq 10$ zu einer gemeinsamen Klasse zusammengefasst und somit nicht weiter unterschieden. Es gilt also:

$$k \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \geq 10\}$$

Bei Betrachtung der empirischen Häufigkeiten wird erkennbar, dass die Klassen 8, 9 und ≥ 10 mit der Klasse 7 zusammengelegt werden müssen, um für alle betrachteten Klassen eine Besetzungszahl von ≥ 5 zu erreichen. Die in diesem Schritt auswertbaren Klassen reduzieren sich damit auf:

$$k \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \geq 7\}$$

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

$$n = 100.$$

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

k	p_i	$E_i = n \cdot p_i$
0	0,032065	3,2065
1	0,110303	11,0303
2	0,189720	18,9720
3	0,217546	21,7546
4	0,187090	18,7090
5	0,128718	12,8718
6	0,073798	7,3798
≥ 7	0,060761	6,0761

Exemplarisch für

$k = 0:$

$$P_{3,44}(X = 0) = \frac{3,44^0}{0!} e^{-3,44} = \frac{1}{1} e^{-3,44} \approx 0,032065$$

$k = 1:$

$$P_{3,44}(X = 1) = \frac{3,44^1}{1!} e^{-3,44} = \frac{3,44}{1} e^{-3,44} \approx 0,110303$$

$k = 2:$

$$P_{3,44}(X = 2) = \frac{3,44^2}{2!} e^{-3,44} = \frac{11,8336}{2} e^{-3,44} \approx 0,189720$$

Hinweis: Die kumulierte Wahrscheinlichkeit für die Klassen mit $k \geq 7$ wird am einfachsten dadurch bestimmt, dass die Summe der Wahrscheinlichkeiten für die Klassen 0 bis 6 von der theoretischen Gesamtwahrscheinlichkeit von 1 (entsprechend 100%) subtrahiert wird.

Um auf die theoretischen absoluten Häufigkeiten zu kommen, werden die Wahrscheinlichkeiten p_i mit der Anzahl der Versuche multipliziert. Als Versuche werden hier die der beobachteten Verteilung zugrundeliegenden $n = 100$ Minuten angesehen. Es ergeben sich so die in obiger Tabelle eingetragenen theoretischen Häufigkeiten E_i .

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

Die in nachfolgender Tabelle vorgenommene Zusammenstellung von empirischem und theoretischem Histogramm zeigt, dass die erste Klasse des theoretischen Histogramms nicht die geforderte Besetzungszahl ≥ 5 aufweist. Es ist daher die Zusammenlegung der Klasse 0 mit der Klasse 1 erforderlich, woraus die empirischen und theoretischen Häufigkeiten B'_i und E'_i hervorgehen. In der Folge kann dann der χ^2_0 -Wert aus den so ermittelten B'_i und E'_i berechnet werden.

k	B_i	E_i	B'_i	E'_i	$\frac{(B'_i - E'_i)^2}{E'_i}$
0	5	3,2065	17	14,2368	0,5363
1	12	11,0303			
2	19	18,9720	19	18,9720	$4,1324 \cdot 10^{-5}$
3	18	21,7546	18	21,7546	0,6480
4	15	18,7090	15	18,7090	0,7353
5	16	12,8718	16	12,8718	0,7602
6	8	7,3798	8	7,3798	0,0521
≥ 7	7	6,0761	7	6,0761	0,1405
				Σ	2,8725

$$\Rightarrow \chi^2_0 \approx 2,8725$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

Zahl der auswertbaren Klassen:

$$r^* = 7$$

Zahl der Parameter der Verteilungsfunktion:

$s = 1$ (der Parameter λ wurde laut Aufgabenstellung aus den empirischen Daten abgeschätzt)

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

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:

gegeben: $\alpha = 0,1$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi^2_{r^*-s-1; 1-\alpha} = \chi^2_{5; 0,9} = 9,24 \text{ (aus Tabelle)}$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{5;0,9}^2$?

hier:

2,8725 > 9,24 \Rightarrow Die Bedingung ist **nicht** erfüllt!

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

\Rightarrow Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,1$ **wird** das beobachtete Ergebnis durch eine Poisson-Verteilung mit dem Parameter $\lambda = 3,44$ 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. Unter Verwendung eines Sensors nach dem Wirbelstraßenprinzip führen Sie eine Messreihe zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit in einem Rohr durch. Hierzu führen Sie nacheinander $n = 12$ Einzelmessungen der Strömungsgeschwindigkeit v durch. Aus Ihrer Messreihe ergibt sich ein Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit von $\bar{v} = 18,12$ m/s und eine Streuung von $S_v = 0,34$ m/s. Die Standardabweichung σ sei unbekannt.

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

- a) $D = 18,12$ m/s \pm 0,176 m/s ; $P = 95\%$
- b) $D = 18,12$ m/s \pm 0,192 m/s ; $P = 95\%$
- c) $D = 18,12$ m/s \pm 0,214 m/s ; $P = 95\%$
- d) $D = 18,12$ m/s \pm 0,216 m/s ; $P = 95\%$
- e) $D = 18,12$ m/s \pm 0,243 m/s ; $P = 95\%$

(Fragetyp Einfachwahl)

3.2. Angenommen, es sei bekannt, dass die Standardabweichung des Messprozesses $\sigma_v = 0,34$ mm betrage. Wie groß ist dann der minimal erforderliche Messreihenumfang n , um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 99\%$ das Konfidenzintervall des Erwartungswertes der Strömungsgeschwindigkeit v auf maximal $\pm 0,15$ m/s abschätzen zu können?

- a) 28
- b) 35
- c) 38
- d) 42
- e) 45

(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 Einzelmessungen wird dann eine Strömungsgeschwindigkeit ermittelt, die außerhalb des Intervalls von $17,5 \text{ m/s} \leq v \leq 18,5 \text{ m/s}$ liegt?

- a) 9,8%
- b) 13,1%
- c) 16,6%
- d) 83,4%
- e) 90,3%

(Fragetyp Einfachwahl)

3.4. Angenommen, der Erwartungswert der Strömungsgeschwindigkeit v betrage $\mu_v = 18,12 \text{ m/s}$. Welchen (mathematisch gerundeten) Wert dürfte die Standardabweichung σ_v der Strömungsgeschwindigkeit dann maximal annehmen, damit in 90% aller Einzelmessungen eine Strömungsgeschwindigkeit von $18,02 \text{ m/s} \leq v \leq 18,22 \text{ m/s}$ ermittelt wird?

- a) 0,0510 m/s
- b) 0,0608 m/s
- c) 0,0780 m/s
- d) 0,0904 m/s
- e) 0,1032 m/s

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Prallkörpern für die Durchflussmessung möchten Sie den korrekten Betrieb Ihrer Fertigungsanlage sicherstellen und entnehmen zu diesem Zweck regelmäßig eine Stichprobe aus der laufenden Produktion. Anhand der entnommenen Stichprobe wird der Erwartungswert des Durchmessers $D_{ist.neu}$ der momentan gefertigten zylindrischen Prallkörper abgeschätzt. Ausgehend hiervon soll die Frage geklärt werden, ob der so abgeschätzte Erwartungswert sich signifikant vom dem Erwartungswert $D_{ist.alt}$ unterscheidet, welcher an derselben Anlage bei der vorangegangenen Stichprobenentnahme ermittelt wurde.

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 eines zylindrischen Drehteils möchten Sie einen t-Test für den Erwartungswert durchführen. Aus der erhobenen Stichprobe vom Umfang $n = 10$ haben Sie Mittelwert und Streuung des Durchmessers D ermittelt zu $\bar{D} = 13,98$ mm und $S_D = 0,008$ mm. Der gemäß Spezifikation geforderte Erwartungswert des Durchmessers beträgt $D_{nenn} = 14$ mm.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) $-7,91$
- b) $-5,59$
- c) $-0,79$
- d) $0,79$
- e) $1,58$

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 8
- b) 9
- c) 10
- d) 18
- e) 19

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei unabhängigen Stichproben die Eigenschaften zweier Fertigungslinien X und Y für Prallkörper überprüfen. Der Stichprobenumfang beträgt jeweils $n = 16$. Ihre Nullhypothese lautet, dass zwischen beiden Fertigungslinien kein Unterschied besteht ($\mu_x = \mu_y$). Ihre Alternativhypothese lautet, dass die auf Fertigungslinie X produzierten Prallkörper einen signifikant kleineren Durchmesser aufweisen als jene, die auf Fertigungslinie Y produziert wurden ($\mu_x < \mu_y$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,01$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = -2,61$.

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 extensive Grundgrößen des SI-Systems handelt!

- a) Leuchtdichte
- b) Länge
- c) elektrische Stromstärke
- d) elektrische Spannung
- e) Wärmemenge
- f) thermodynamische Temperatur
- g) molare Masse
- h) Zeit

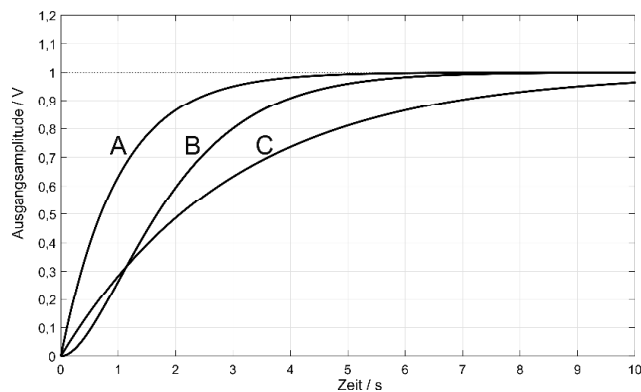
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a) $0,2 \text{ pm} + 30 \text{ nm} = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ }\mu\text{m}$
- b) $1 \text{ MW} + 1000 \text{ kW} = 2 \cdot 10^6 \text{ W}$
- c) $989 \text{ hPa} + 0,11 \text{ MPa} = 100 \text{ kPa}$
- d) $10 \text{ mg} - 100 \text{ }\mu\text{g} = 9,9 \cdot 10^{-3} \text{ g}$
- e) $12 \text{ cm} + 2,8 \text{ dm} = 0,4 \text{ m}$

(Fragetyp Mehrfachwahl)

9. In nachfolgender Abbildung sind die Sprungantworten dreier – mit *A*, *B* und *C* bezeichneter – linearer Systeme dargestellt. Geben Sie für jedes der drei Systeme an, ob es sich um ein lineares Systeme 1. Ordnung oder um ein lineares Systeme 2. Ordnung handelt!



- a) A: 1. Ordnung, B: 1. Ordnung, C: 1. Ordnung
- b) A: 1. Ordnung, B: 1. Ordnung, C: 2. Ordnung
- c) A: 1. Ordnung, B: 2. Ordnung, C: 1. Ordnung
- d) A: 1. Ordnung, B: 2. Ordnung, C: 2. Ordnung
- e) A: 2. Ordnung, B: 1. Ordnung, C: 1. Ordnung
- f) A: 2. Ordnung, B: 1. Ordnung, C: 2. Ordnung
- g) A: 2. Ordnung, B: 2. Ordnung, C: 1. Ordnung
- h) A: 2. Ordnung, B: 2. Ordnung, C: 2. Ordnung

(Fragetyp Einfachwahl)

10. Ein lineares System 1. Ordnung mit der Zeitkonstanten T und dem Übertragungsfaktor $K = 2$ werde aus dem Beharrungszustand heraus zum Zeitpunkt $t = 0$ mit einer sprungförmigen Änderung der Eingangsspannung von $+10\text{ V}$ auf -5 V beaufschlagt. Welche Spannung wird nach der Zeitdauer $t = 2T$ am Ausgang ungefähr anliegen?
Hinweis: Formelsammlung auf Seite 2 beachten!

- a) $-5,94\text{ V}$
- b) $-2,97\text{ V}$
- c) $0,55\text{ V}$
- d) $1,1\text{ V}$
- e) $6,3\text{ V}$

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 3%
- b) 30%
- c) 60%
- d) 75%
- e) 80%

(Fragetyp Einfachwahl)

12. Sie führen ein Zufallsexperiment durch, bei welchem Sie aus einem Gefäß, welches mit jeweils 10 Kugeln der Farben rot, grün, blau, gelb und violett gefüllt ist pro Versuch jeweils nur eine einzelne Kugel entnehmen und diese im Anschluss zurücklegen. Durch welche statistische Verteilung lässt sich die bei einem derartigen Versuch zu beobachtende Auftretenswahrscheinlichkeit der fünf möglichen Farben beschreiben?

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

(Fragetyp Einfachwahl)

13. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von -24 V bis $+24\text{ V}$ soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler $50\text{ }\mu\text{V}$ beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der A/D-Umsetzer mindestens arbeiten muss!

- a) 16 Bit
- b) 17 Bit
- c) 18 Bit
- d) 19 Bit
- e) 20 Bit

(Fragetyp Einfachwahl)

14. Sie untersuchen anhand empirischer Daten die jährliche, selbst zurückgelegte Fahrstrecke in Deutschland ansässiger Autofahrer*innen. Eine Auswertung der Rohdaten liefert folgende Lage- und Streuungsparameter: Der Median der Fahrstrecke beträgt 9800 km; der Modalwert der Fahrstrecke beträgt 9200 km; der arithmetische Mittelwert der Fahrstrecke beträgt 10300 km; der Quartilsabstand der Fahrstrecke beträgt 7800 km; das erste Quartil der Fahrstrecke liegt bei 6100 km. Geben Sie an, welche der nachfolgenden Aussagen zutreffend aus diesen Daten abgeleitet werden können!

- a) Die Hälfte der Autofahrer*innen fährt pro Jahr 9800 km oder mehr.
- b) Ein Viertel der Autofahrer*innen fährt pro Jahr 13900 km oder mehr.
- c) Ein Viertel der Autofahrer*innen fährt pro Jahr 6100 km oder weniger.
- d) Die Hälfte der Autofahrer*innen fährt pro Jahr 10300 km oder mehr.
- e) Die Spanne der jährlichen Fahrleistungen beträgt 15600 km.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

15. 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 geringer 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)

16. Geben Sie an, welche der folgenden Aussagen hinsichtlich Handmessmitteln zutreffend sind!

- a) Der Nonius eines Messschiebers stellt eine Hilfsteilung dar, welche dazu dient, die Ablesegenauigkeit zu erhöhen.
- b) Die Bügelmessschraube ist anfällig für das Auftreten eines Abbefehlers, da bei ihr Antast- und Messlinie nicht fluchten.
- 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)

17. 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 90° phasenverschobene Signale genutzt.
- c) Wird bei einem inkrementalen Wegmesssystem die Signalauswertung auch nur kurzzeitig unterbrochen, geht die Information über die Absolutposition in der Regel verloren.
- 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)

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

(Fragetyp Mehrfachwahl)

Kurzfragen:

19. 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 Wert der Eingangsgröße verschiedene Werte der Ausgangsgröße resultieren können, je nachdem wie die Abfolge der vorhergehenden Werte der Eingangsgröße war.

20. 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: Haarfarbe, ...

Beispiel Ordinalskala: Energieeffizienzklassen, ...

21. Bei der Beobachtung einer normalverteilten, dimensionslosen Zufallsgröße stellen Sie fest, dass 2,275% aller Einzelwerte kleiner als 80 sind und dass 0,135% aller Einzelwerte größer als 130 sind. Geben Sie den Erwartungswert μ und die Standardabweichung σ der zugrundeliegenden Verteilung an!

Erwartungswert: 100

Standardabweichung: 10

(Erklärung: Innerhalb einer Umgebung von $\pm 2\sigma$ um den Erwartungswert liegen 95,45%, innerhalb von $\pm 3\sigma$ liegen 99,73%: 2,275% unterhalb 80 $\rightarrow 80 = \mu - 2\sigma$; 0,135% oberhalb 130 $\rightarrow 130 = \mu + 3\sigma$)

22. 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.

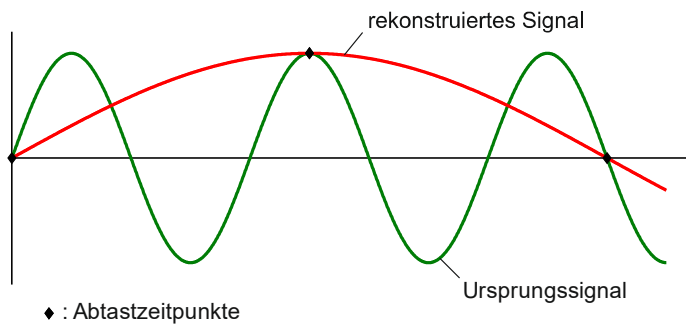
23. Bei der Beobachtung eines Zufallsprozesses stellen Sie fest, dass zwischen dem Erwartungswert μ und der Standardabweichung σ der Zusammenhang $\sigma = \sqrt{\mu}$ besteht. Um welche Art von Verteilungsfunktion handelt es sich?

Poisson-Verteilung

24. 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.

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



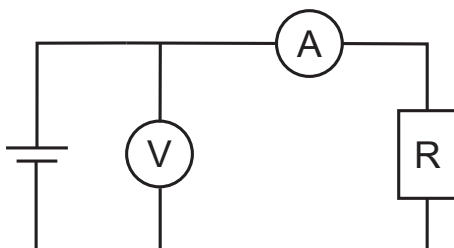
26. Ein ohmscher Widerstand mit einem Nennwert von $100\text{ k}\Omega$ soll unter Verwendung eines Strommessgeräts (Innenwiderstand $0,1\ \Omega$) und eines Spannungsmessgeräts (Innenwiderstand $1\text{ M}\Omega$) indirekt gemessen werden.

- 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)

Zur Messung großer Widerstände ist die Spannungsfehlerschaltung geeigneter.

zu b)



27. Erläutern Sie den Aufbau und die Funktionsweise eines Thermoelements!

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.