

Aufgabe 1: Abweichungsrechnung

a) **Vollständiges Messergebnis für $L = f(h_1, h_2, \alpha)$ mit $P = 99\%$:**

Die gegebene Gleichung lautet:

$$L = \frac{h_2 - h_1}{\sin(\alpha)} \quad (1.1)$$

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

Abweichungsbehaftete Einflussgrößen: h_1, h_2, α

Als exakt anzusehende Einflussgrößen: –

Gegebene Höhe h_1 des Standorts 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 sehr großen Stichprobenumfang folgt:

$$t_{n-1;1-\alpha_1/2} = t_{\infty;0,995} = 2,576$$

$$t_{n-1;1-\alpha_2/2} = t_{\infty;0,975} = 1,96$$

$$\Rightarrow u_{h_1;99\%} = 4 \text{ m} \cdot \frac{2,576}{1,96} \approx 5,257 \text{ m}$$

$$h_1 = 837 \text{ m} \pm 5,257 \text{ m} ; P = 99\%$$

Berechnung des vollständigen Messergebnisses des Beobachtungswinkels α auf Basis von Messwerten und Umrechnung von Winkelgrad in Bogenmaß:

$$\text{Mittelwert: } \bar{\alpha} = 10,216^\circ \approx 0,178303 \text{ rad}$$

$$\text{Streuung: } S_\alpha \approx 0,07516^\circ \approx 1,31179 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

Vertrauensbereich:

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

mit: $n = 10$

$\alpha = 0,01$

folgt:

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

$$u_{\alpha} = \frac{1,31179 \cdot 10^{-3} \text{ rad}}{\sqrt{10}} \cdot 3,25 \approx 1,34818 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$\alpha = 0,178303 \text{ rad} \pm 1,34818 \cdot 10^{-3} \text{ rad} ; P = 99\%$$

Die gegebene Gipfelhöhe h_2 kann direkt in der vorliegenden Form verwendet werden:

$$h_2 = 3124 \text{ m} \pm 2 \text{ m} ; P = 99\%$$

Berechnung des Mittelwertes \bar{L} :

$$\bar{L} = \frac{\bar{h}_2 - \bar{h}_1}{\sin(\bar{\alpha})} = \frac{3124 \text{ m} - 837 \text{ m}}{\sin(0,178303)}$$

$$\approx 12894,7 \text{ m}$$

Partielle Ableitungen:

$$\left. \frac{\partial L}{\partial h_1} \right|_{\bar{h}_1, \bar{h}_2, \bar{\alpha}} = -\frac{1}{\sin(\bar{\alpha})} \approx -5,638258$$

$$\left. \frac{\partial L}{\partial h_2} \right|_{\bar{h}_1, \bar{h}_2, \bar{\alpha}} = \frac{1}{\sin(\bar{\alpha})} \approx 5,638258$$

$$\left. \frac{\partial L}{\partial \alpha} \right|_{\bar{h}_1, \bar{h}_2, \bar{\alpha}} = -\frac{\cos(\bar{\alpha})}{\sin^2(\bar{\alpha})} \cdot (\bar{h}_2 - \bar{h}_1) \approx -71551 \text{ m}$$

Vertrauensbereich u_L :

$$u_L = \sqrt{\left(\frac{\partial L}{\partial h_1} \cdot u_{h_1} \right)^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial h_2} \cdot u_{h_2} \right)^2 + \left(\frac{\partial L}{\partial \alpha} \cdot u_{\alpha} \right)^2}$$

Einsetzen der oben berechneten Werte liefert:

$$u_L = \sqrt{(-5,638258 \cdot 5,257)^2 + (5,638258 \cdot 2)^2 + (-71551 \cdot 1,34818 \cdot 10^{-3})^2} \text{ m}$$

$$\approx 101,54 \text{ m}$$

Vollständiges Messergebnis der Entfernung L :

$$\mathbf{L = 12894,7 \text{ m} \pm 101,54 \text{ m} ; P = 99\%}$$

Aufgabe 2: χ^2 -Test

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

Es soll überprüft werden, ob das Ergebnis des Zufallsversuchs als zufällig anzusehen ist, ob also die beobachtete Verteilung durch eine den Randbedingungen des Versuchs entsprechende Hypergeometrische Verteilung beschrieben wird. Die Überprüfung erfolgt mittels eines χ^2 -Tests.

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

$$P(X = k) = \frac{\binom{M}{k} \binom{N - M}{n - k}}{\binom{N}{n}}$$

Mit dem Binomialkoeffizienten:

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{(n - k)! k!} \quad \text{für } 0 \leq k \leq n$$

Der Wert k steht für die möglichen Ergebnisse des Zufallsversuchs, also die Anzahl der bei 4 Entnahmen gezogenen roten Kugeln. Es gilt also:

$$k \in \{0, 1, 2, 3, 4\}$$

Die Anzahl n der Entnahmen in einer Versuchsreihe beträgt laut Aufgabenstellung:

$$n = 4$$

Die Gesamtzahl der (roten und schwarzen) Kugeln im Gefäß beträgt $N = 60$. Die Anzahl der roten Kugeln im Gefäß beträgt $M = 20$. Die Anzahl der schwarzen Kugeln im Gefäß beträgt folglich $(N - M) = 40$.

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

k	p_i	$E_i = n \cdot p_i$
0	0,187415	14,99320
1	0,405221	32,41768
2	0,303916	24,31328
3	0,093513	7,48104
4	0,009936	0,79488

Hier explizite Berechnung exemplarisch nur für Ergebnisklasse $k = 2$:

$$P(X = 2) = \frac{\binom{20}{2} \binom{60 - 20}{4 - 2}}{\binom{60}{4}} = \frac{\binom{20}{2} \binom{40}{2}}{\binom{60}{4}} = \frac{20!}{18! \cdot 2!} \cdot \frac{40!}{38! \cdot 2!} = \frac{190 \cdot 780}{56! \cdot 4!} = \frac{190 \cdot 780}{487635} \approx 0,303916$$

Um auf die theoretischen absoluten Häufigkeiten zu kommen, werden die Wahrscheinlichkeiten p_i mit der Anzahl der Versuchsdurchläufe multipliziert. Laut Aufgabenstellung wurden 80 Durchläufe durchgeführt. Es ergeben sich also die in obiger Tabelle eingetragenen theoretischen Häufigkeiten E_i .

Die in nachfolgender Tabelle vorgenommene Zusammenstellung von empirischem und theoretischem Histogramm zeigt, dass zunächst noch durch Zusammenlegung von Klassen sichergestellt werden muss, dass die Besetzungszahl in allen Klassen ≥ 5 ist. Es werden die Klassen für $k = 3$ und $k = 4$ zu einer Klasse zusammengefasst. In der Folge kann dann der χ_0^2 -Wert berechnet werden.

k	B_i	E_i	B'_i	E'_i	$\frac{(B'_i - E'_i)^2}{E'_i}$
0	8	14,99320	8	14,99320	3,261802
1	33	32,41768	33	32,41768	0,010460
2	26	24,31328	26	24,31328	0,117015
3	10	7,48104	13	8,27592	2,696610
4	3	0,79488			
Σ					6,085887

$$\Rightarrow \chi_0^2 \approx 6,086$$

Bestimmung der Zahl der Freiheitsgrade:

Zahl der auswertbaren Klassen: $r^* = 4$

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

$$\Rightarrow r^* - s - 1 = 4 - 0 - 1 = 3$$

Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit:


gegeben: $\alpha = 0,05$

Vergleichswert ermitteln:

$$\chi_{r^*-s-1; 1-\alpha}^2 = \chi_{3; 0,95}^2 = 7,81 \quad (\text{aus Tabelle})$$

Test: $\chi_0^2 > \chi_{3; 0,95}^2$?

hier:

$6,086 > 7,81$  \Rightarrow Die Bedingung ist **nicht** erfüllt!

- ⇒ Die Hypothese H_0 wird **nicht** abgelehnt!
- ⇒ Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ **wird** das beobachtete Ergebnis durch eine den Randbedingungen der Versuchsdurchführung entsprechende Hypergeometrische Verteilung beschrieben! Es kann daher auf dem entsprechenden Signifikanzniveau als **zufällig** angesehen werden.

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 Laserabstandssensors nach dem Lichtlaufzeitprinzip führen Sie eine Messreihe zur Bestimmung der Deckenhöhe in Ihrer Wohnung durch. Hierzu führen Sie nacheinander $n = 15$ Einzelmessungen der Deckenhöhe h durch. Aus Ihrer Messreihe ergibt sich ein Mittelwert der Deckenhöhe von $\bar{h} = 3247$ mm und eine Streuung von $S_h = 3$ mm. Die Standardabweichung σ sei unbekannt.

3.1. Das Konfidenzintervall des Erwartungswertes der Deckenhöhe h für eine Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 99\%$ beträgt für diesen Fall rund:

- a) $h = 3247 \text{ mm} \pm 1,364 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- b) $h = 3247 \text{ mm} \pm 1,802 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- c) $h = 3247 \text{ mm} \pm 1,995 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- d) $h = 3247 \text{ mm} \pm 2,033 \text{ mm}$; $P = 99\%$
- e) $h = 3247 \text{ mm} \pm 2,306 \text{ mm}$; $P = 99\%$

(Fragetyp Einfachwahl)

3.2. Angenommen, es sei bekannt, dass die Standardabweichung des Messprozesses $\sigma_h = 4$ mm betrage. Wie groß ist dann der minimal erforderliche Messreihenumfang n , um bei einer Aussagewahrscheinlichkeit von $P = 98\%$ das Konfidenzintervall des Erwartungswertes der Deckenhöhe h auf maximal ± 2 mm abschätzen zu können?

- a) 13
- b) 17
- c) 19
- d) 22
- e) 25

(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. Bei etwa wie viel Prozent aller Einzelmessungen wird dann eine Deckenhöhe ermittelt, die außerhalb des Intervalls von $3240 \text{ mm} \leq h \leq 3250 \text{ mm}$ liegt?

- a) 9,5%
- b) 16,9%
- c) 26,7%
- d) 83,1%
- e) 84,1%

(Fragetyp Einfachwahl)

3.4. Angenommen, der Erwartungswert der Messung der Deckenhöhe h betrage $\mu_h = 3245 \text{ mm}$. Welchen (mathematisch gerundeten) Wert dürfte die Standardabweichung σ_h dann maximal annehmen, damit in 90% aller Einzelmessungen eine Deckenhöhe von $3244 \text{ mm} \leq h \leq 3246 \text{ mm}$ ermittelt wird?

- a) 0,34 mm
- b) 0,48 mm
- c) 0,51 mm
- d) 0,61 mm
- e) 0,78 mm

(Fragetyp Einfachwahl)

4. Als Hersteller von Billardkugeln 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} der gefertigten Kugeln abgeschätzt. Ausgehend hiervon soll die Frage geklärt werden, ob der so abgeschätzte Erwartungswert sich signifikant von dem Nennwert des Kugeldurchmessers $D_{nenn} = 57,2 \text{ mm}$ unterscheidet, welcher in der Spezifikation festgelegt 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 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 von Billardkugeln möchten Sie einen t-Test für den Vergleich zweier Erwartungswerte bei unabhängigen Stichproben durchführen. Aus den erhobenen Stichproben jeweils vom Umfang $n = 12$ haben Sie Mittelwerte und Streuungen der Durchmesser D_x und D_y ermittelt zu $\bar{D}_x = 57,18$ mm und $S_{D_x} = 0,012$ mm sowie $\bar{D}_y = 57,21$ mm und $S_{D_y} = 0,014$ mm. Der gemäß Spezifikation geforderte Erwartungswert des Durchmessers beträgt $D_{nenn} = 57,2$ mm.

5.1. Die Testgröße t_0 beträgt in diesem Fall gerundet:

- a) $-1,33$
- b) $-1,88$
- c) $-5,64$
- d) $-5,77$
- e) $-7,97$

(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

(Fragetyp Einfachwahl)

6. Sie möchten mittels eines t-Tests für verbundene Stichproben die Eigenschaften zweier Nahrungsergänzungsmittel zur Gewichtsreduktion X und Y überprüfen. Der Stichprobenumfang beträgt jeweils $n = 20$. Ihre Nullhypothese lautet, dass zwischen beiden Nahrungsergänzungsmitteln kein Unterschied besteht ($\mu_d = 0$). Ihre Alternativhypothese lautet, dass das Nahrungsergänzungsmittel Y zu einer größeren Gewichtsreduktion führt, als das Nahrungsergänzungsmittel X ($\mu_d < 0$). Sie wählen ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$. Die von Ihnen berechnete Testgröße beträgt $t_0 = -1,94$.

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) Druck
- b) Länge
- c) Brechungsindex
- d) Zeit
- e) Wärmemenge
- f) spezifische Wärmekapazität
- g) Dichte
- h) Viskosität

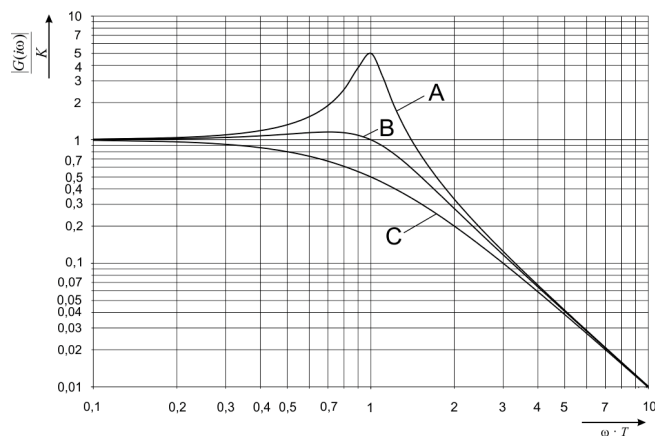
(Fragetyp Mehrfachwahl)

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

- a) $680 \text{ pF} + 0,1 \text{ nF} = 7,8 \cdot 10^{-10} \text{ F}$
- b) $3 \text{ GW} + 7000 \text{ MW} = 1 \cdot 10^7 \text{ W}$
- c) $1036 \text{ hPa} + 64 \text{ kPa} = 0,11 \text{ MPa}$
- d) $2 \text{ mg} - 800 \text{ } \mu\text{g} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ g}$
- e) $42 \text{ cm} + 5,8 \text{ dm} = 1 \text{ m}$

(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 System 1. Ordnung oder um ein lineares System 2. Ordnung handelt! In nachfolgender Abbildung sind die Amplitudengänge dreier – mit *A*, *B* und *C* bezeichneter – linearer Systeme 2. Ordnung in normierten Koordinaten dargestellt, welche sich hinsichtlich Ihrer Dämpfung *D* unterscheiden. Geben Sie an, welche Kombination von Dämpfungen D_A , D_B und D_C das Verhalten der dargestellten Systeme *A*, *B* und *C* qualitativ am besten beschreibt!



- a) $D_A = 0,1 ; D_B = 0,3 ; D_C = 0,5$
- b) $D_A = 0,1 ; D_B = 0,5 ; D_C = 1$
- c) $D_A = 0,1 ; D_B = 1 ; D_C = 3$
- d) $D_A = 1 ; D_B = 2 ; D_C = 3$

(Fragetyp Einfachwahl)

10. Ein lineares System 1. Ordnung mit der Zeitkonstanten $T = 1$ s und dem Übertragungsfaktor $K = 2$ werde aus dem Beharrungszustand heraus zum Zeitpunkt $t = 0$ mit einer sprungförmigen Änderung der Eingangsspannung von -20 V auf $+20$ V beaufschlagt. Geben Sie an, nach welcher Zeitdauer t am Ausgang des Systems eine Spannung von etwa 20 V anliegt! *Hinweis: Formelsammlung auf Seite 2 beachten!*

- a) 0,56 s
- b) 0,75 s
- c) 1,39 s
- d) 2,0 s
- e) 2,77 s

(Fragetyp Einfachwahl)

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

- a) 3%
- b) 20%
- c) 30%
- d) 75%
- e) 80%

(Fragetyp Einfachwahl)

12. Bei unabhängig voneinander durchgeführten Messungen der Temperatur eines kleinen Objekts mittels unterschiedlicher Pt100 Widerstandsthermometer stellen sie fest, dass Sie abhängig von der Masse des Messwiderstands unterschiedliche Objekttemperaturen registrieren. Geben Sie an, welcher Effekt hierfür aller Wahrscheinlichkeit nach verantwortlich ist!

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

(Fragetyp Einfachwahl)

13. Ein analoges Spannungssignal im Bereich von 0 V bis 800 V soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler 10 mV 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 Anzahl der von Fahrschüler*innen in Deutschland benötigten praktischen Fahrstunden bis zur Erlangung der Fahrerlaubnisklasse B. Eine Auswertung der Rohdaten liefert folgende Lage- und Streuungsparameter: Der Median der Stundenanzahl beträgt 22,8; der Modalwert der Stundenanzahl beträgt 24; der arithmetische Mittelwert der Stundenanzahl beträgt 25,4; der Quartilsabstand der Stundenanzahl beträgt 9,3; das erste Quartil der Stundenanzahl liegt bei 18,3. Geben Sie an, welche der nachfolgenden Aussagen zutreffend aus diesen Daten abgeleitet werden können!

- a) Ein Viertel der Fahrschüler*innen benötigt 27,6 Stunden oder mehr.
- b) Die Hälfte der Fahrschüler*innen benötigt 22,8 Stunden oder mehr.
- c) Mehr als die Hälfte der Fahrschüler*innen benötigt 24 Stunden.
- d) Ein Viertel der Fahrschüler*innen benötigt 18,3 Stunden oder weniger.
- e) Die Hälfte der Fahrschüler*innen benötigt zwischen 9,3 und 27,6 Stunden.

(Frage typ Mehrfachwahl)

15. 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 $x = \mu \pm \sigma$.
- b) Die Gaußsche Normalverteilung beschreibt solche Prozesse gut, auf die eine große Zahl statistisch unabhängiger Einflussgrößen mit gleicher Größenordnung einwirkt.
- c) Die Binomialverteilung beschreibt den wahrscheinlichen Ausgang einer Folge gleichartiger Versuche, bei der es nur zwei mögliche Ergebnisse gibt.
- d) Für eine sehr große Zahl von Versuchen ($n \rightarrow \infty$) und eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses ($p \rightarrow 0$) nähert sich die Binomialverteilung der Poissonverteilung an.
- e) Erwartungswert und Varianz der Poissonverteilung sind gleich groß.

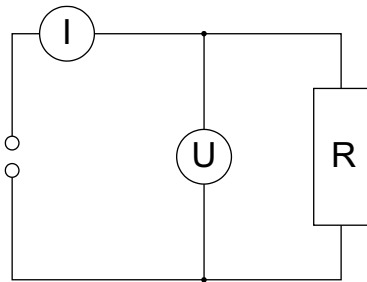
(Frage typ Mehrfachwahl)

16. 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) Durch die Rutschkopplung der Bügelmessschraube wird der Abbefehler reduziert.
- c) Beim Messscheiber ist die Antastkraft vom Bediener in der Regel besser reproduzierbar als bei der Bügelmessschraube.
- d) Bei der Messuhr wird die Auslenkung des Messbolzens über ein Präzisionsgetriebe in eine Zeigerdrehung gewandelt.
- e) Bei der Längenmessung mittels eines Maßstabes handelt es sich um eine direkte Messmethode im engeren Sinne.

(Frage typ Mehrfachwahl)

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



- a) Bei der Schaltung handelt es sich um eine Spannungsfehlerschaltung zur indirekten Widerstandsmessung.
- b) Die indirekte Widerstandsmessung basiert auf der Anwendung des Ohmschen Gesetzes.
- c) Die Schaltung ist für die Messung kleiner Widerstände besser geeignet als für die Messung großer Widerstände.
- d) Die systematische Messabweichung der Schaltung ist umso größer, je kleiner der Innenwiderstand des Spannungsmessgeräts ist.
- e) Die systematische Messabweichung der Schaltung könnte dadurch reduziert werden, dass das Spannungsmessgerät mittels einer Vierleiterschaltung angeschlossen wird.

(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 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 *Abwägen* das Herstellen einer bestimmten Masse.

(Fragetyp Mehrfachwahl)

Ende von Antwort-Wahl-Verfahren, Teil B

Kurzfragen:

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

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

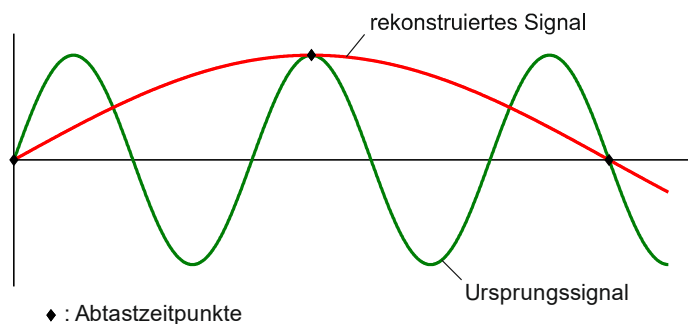
20. Erläutern Sie, was unter der *Hysterese* eines Messgerätes zu verstehen ist!

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.

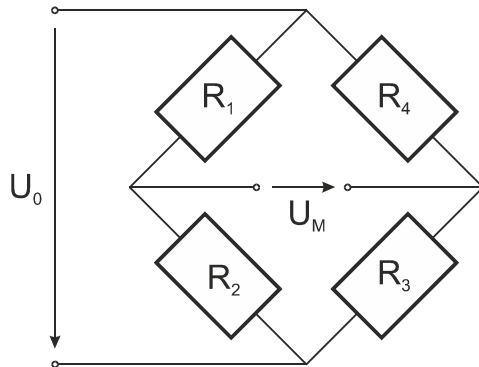
21. Bei der Messung ohmscher Widerstände kann der Einfluss des Widerstandes der Zuleitungen durch Verwendung einer Vierleiterschaltung reduziert werden, bei welcher ein Spannungsmessgerät mittels zusätzlicher Messleitungen direkt am Widerstand angeschlossen wird. Erläutern Sie, weshalb hierdurch selbst dann der Einfluss des Widerstandes der Zuleitungen reduziert werden kann, wenn die zusätzlichen Messleitungen denselben Widerstand aufweisen, wie die eigentlichen Zuleitungen des Widerstandes!

Entscheidend ist nicht der Widerstand der jeweiligen Leitungen, sondern der Spannungsabfall über den Leitungen. Durch die eigentlichen Zuleitungen des Widerstandes fließt in der Regel ein nicht vernachlässigbarer Strom, weshalb über den widerstandsbehafteten Zuleitungen eine entsprechende Spannung abfällt, welche bei einer klassischen Zweileiterschaltung vom Spannungsmessgerät mit erfasst würde. Durch die separaten Messleitungen fließt hingegen aufgrund des hohen Innenwiderstands des Spannungsmessgerätes ein nur vernachlässigbarer Strom, weshalb über den widerstandsbehafteten Messleitungen auch nur eine vernachlässigbare Spannung abfällt.

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



23. Skizzieren Sie eine Wheatstone-Brückenschaltung in Vollbrückenbeschaltung einschließlich Spannungsversorgung und Abgriff der Messspannung!



24. 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.

