

Schallschutzwände (1)

Aufgabennummer: B_029

Technologieeinsatz:

möglich ☐

erforderlich ☒

Schallschutzwände dämmen den Lärm, der von einer Straße ausgeht.

- a) Der Schalldruckpegel ist ein Maß zur Beschreibung der Stärke eines Schallereignisses. Der Schalldruckpegel kann mit zunehmendem Abstand vom Straßenrand durch die folgende Funktion L_p beschrieben werden:

$$L_p(x) = 75 - 10 \cdot \lg(x)$$

x ... Abstand von der Schallquelle in m ($x > 1$ m)

$L_p(x)$... Schalldruckpegel in dB im Abstand x von der Schallquelle

- Ermitteln Sie, um wie viel Dezibel der Schalldruckpegel abnimmt, wenn die Entfernung verdoppelt wird.

Jemand rechnet fälschlicherweise mit der Funktion L_p^* mit $L_p^*(x) = 75 - 10 \cdot \ln(x)$. Wie wirkt sich dieser Fehler auf die berechneten Werte aus?

- Kreuzen Sie die zutreffende Aussage an. [1 aus 5]

Die Funktionswerte des natürlichen Logarithmus sind für $x > 1$ kleiner als die des Zehnerlogarithmus.	<input type="checkbox"/>
Die Funktionswerte des Schalldruckpegels der Funktion L_p^* nehmen weniger rasch ab als jene der Funktion L_p .	<input type="checkbox"/>
Die Funktionswerte des natürlichen Logarithmus und des Zehnerlogarithmus sind für $x > 1$ gleich.	<input type="checkbox"/>
Die Funktionswerte des Schalldruckpegels der Funktion L_p^* nehmen rascher ab als jene der Funktion L_p .	<input type="checkbox"/>
Die Funktionswerte des Schalldruckpegels der Funktion L_p^* nehmen gleich ab wie jene der Funktion L_p .	<input type="checkbox"/>

- b) Die Längen X von Lärmschutzwänden eines bestimmten Herstellers sind normalverteilt mit dem Erwartungswert μ und der Standardabweichung $\sigma = 3,5$ mm. Bei einer Stichprobe von 20 Stück wird eine mittlere Länge von $\bar{x} = 3\,998,9$ mm festgestellt.

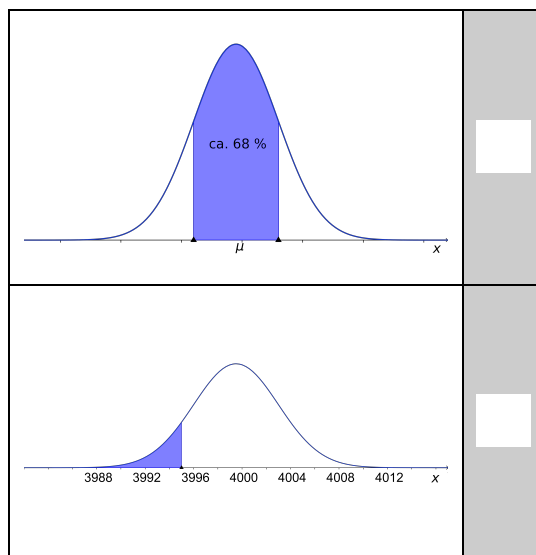
- Ermitteln Sie das 98-%-Konfidenzintervall für μ .

Der Hersteller gibt eine Länge von $\mu = 4\,000$ mm an.

- Beurteilen Sie die Angabe des Herstellers aufgrund dieses Konfidenzintervalls.

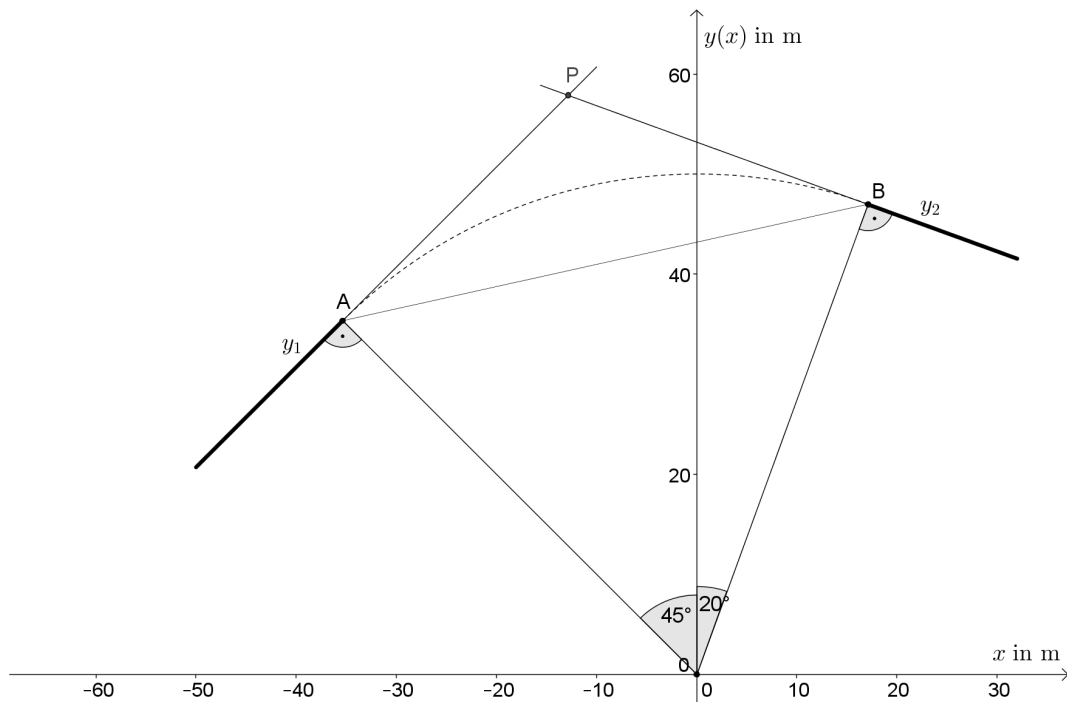
- c) Die Längen von Lärmschutzwänden eines bestimmten Herstellers sind normalverteilt mit dem Erwartungswert $\mu = 3\,999,5$ mm und der Standardabweichung $\sigma = 3,4$ mm. Lärmschutzwände mit einer Länge größer als 4 010 mm werden nicht ausgeliefert. Eine Produktion umfasst 10 000 Stück.

- Berechnen Sie, mit welcher Anzahl von Lärmschutzwänden, die nicht ausgeliefert werden können, in dieser Produktion zu rechnen ist.
- Ordnen Sie den beiden Abbildungen jeweils denjenigen Ausdruck aus A bis D zu, der durch die Abbildung veranschaulicht wird (X ... Länge der Lärmschutzwände in mm).
[2 zu 4]



A	$P(X \geq 3\,995)$
B	$P(\mu - \sigma \leq X \leq \mu + \sigma)$
C	$P(X \leq 3\,995)$
D	$P(\mu - 2\sigma \leq X \leq \mu + 2\sigma)$

- d) Die nachstehende Abbildung zeigt 2 geradlinige Schallschutzwände, die durch einen Kreisbogen ineinander übergeführt werden sollen. Die Bestimmung des Schnittpunktes P mithilfe der Funktionen y_1 und y_2 ergibt: $P = (-12,842 | 57,878)$.



- Stellen Sie die Funktionsgleichungen für die Funktionen y_1 und y_2 auf.
- Berechnen Sie die Länge des Kreisbogens zwischen den Punkten A und B.

Hinweis zur Aufgabe:

Lösungen müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben.

Möglicher Lösungsweg

a) $L_p(2 \cdot x) - L_p(x) = 75 - 10 \cdot \lg(2 \cdot x) - (75 - 10 \cdot \lg(x)) = 10 \cdot \lg\left(\frac{x}{2 \cdot x}\right) = 10 \cdot \lg\left(\frac{1}{2}\right) \approx -3$

Bei einer Verdoppelung der Entfernung nimmt der Schalldruckpegel um rund 3 dB ab.

Die Funktionswerte des Schalldruckpegels der Funktion L_p^* nehmen rascher ab als jene der Funktion L_p .	<input checked="" type="checkbox"/>

b) $\bar{x} = 3998,9 \text{ mm}$
 $\sigma = 3,5 \text{ mm}$

$$1 - \alpha = 0,98; \alpha = 0,02; 1 - \frac{\alpha}{2} = 0,99$$

$$\mu_{\text{un}}^{\text{ob}} = \bar{x} \pm u_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\mu_{\text{un}}^{\text{ob}} = 3998,9 \pm 2,326 \dots \cdot \frac{3,5}{\sqrt{20}}$$

$$\mu_{\text{un}} = 3997,07 \dots \approx 3997,0 \text{ mm}$$

$$\mu_{\text{ob}} = 4000,72 \dots \approx 4000,8 \text{ mm}$$

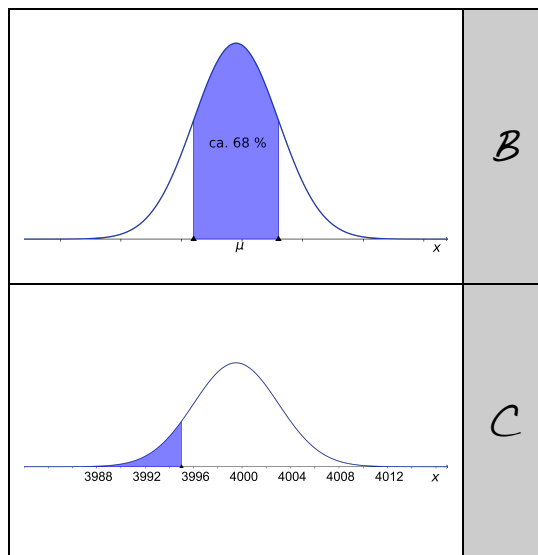
Konfidenzintervall für μ : $3997,0 \text{ mm} \leq \mu \leq 4000,8 \text{ mm}$

Aufgrund der vorliegenden Stichprobe liegt der Erwartungswert μ der Grundgesamtheit mit einer Wahrscheinlichkeit von 98 % im Bereich von 3 997,0 mm bis 4 000,8 mm.

Auf Basis einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 2 % kann die Angabe des Herstellers als richtig angesehen werden.

c) $P(X > 4010) = 1 - P(X \leq 4010) = 0,00101\dots$

Man muss bei einer Produktion von 10 000 Stück mit 10 Stück rechnen, die nicht ausgeliefert werden können.

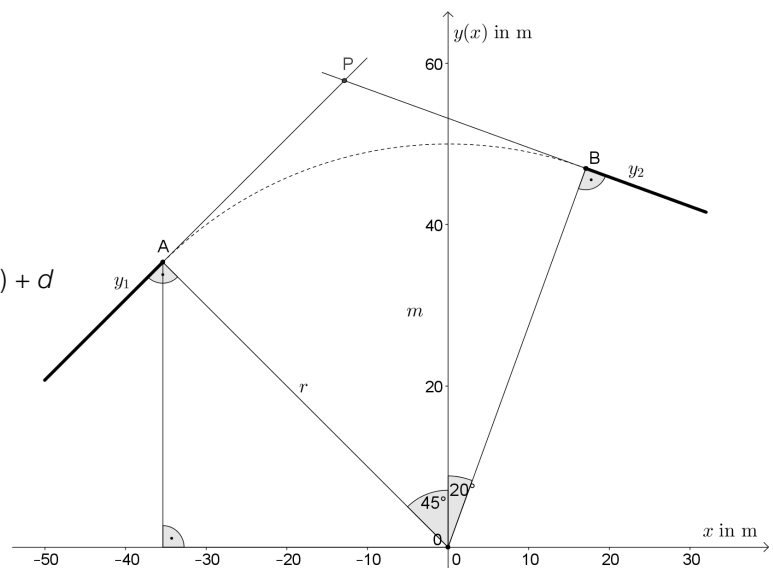


A	$P(X \geq 3995)$
B	$P(\mu - \sigma \leq X \leq \mu + \sigma)$
C	$P(X \leq 3995)$
D	$P(\mu - 2\sigma \leq X \leq \mu + 2\sigma)$

d) Funktion y_1 :
 $k = \tan(45^\circ) = 1$
 $57,878 = 1 \cdot (-12,842) + d$
 $\Rightarrow d = 70,72$
 $y_1(x) = x + 70,72$

Funktion y_2 :
 $k = -\tan(20^\circ) = -0,363\dots$
 $57,878 = -\tan(20^\circ) \cdot (-12,842) + d$
 $\Rightarrow d = 53,203\dots$
 $y_2(x) = -\tan(20^\circ) \cdot x + 53,2$

Länge des Kreisbogens:
 Im Punkt A schneiden sich
 die Funktionen
 $y_1(x) = x + 70,72$ und
 $y(x) = -x$.



Koordinaten des Punktes A = $(-35,36 | 35,36)$:

$$r = \sqrt{2 \cdot 35,36^2}$$

$$r = 50,006\dots \text{ m}$$

$$b = \frac{r \cdot \pi \cdot 65^\circ}{180^\circ}$$

$$b \approx 56,73 \text{ m}$$

Klassifikation

☐ Teil A

☒ Teil B

Wesentlicher Bereich der Inhaltsdimension:

- a) 2 Algebra und Geometrie
- b) 5 Stochastik
- c) 5 Stochastik
- d) 3 Funktionale Zusammenhänge

Nebeninhaltsdimension:

- a) 3 Funktionale Zusammenhänge
- b) —
- c) —
- d) 2 Algebra und Geometrie

Wesentlicher Bereich der Handlungsdimension:

- a) B Operieren und Technologieeinsatz
- b) B Operieren und Technologieeinsatz
- c) C Interpretieren und Dokumentieren
- d) A Modellieren und Transferieren

Nebenhandlungsdimension:

- a) C Interpretieren und Dokumentieren, A Modellieren und Transferieren
- b) C Interpretieren und Dokumentieren, A Modellieren und Transferieren
- c) B Operieren und Technologieeinsatz
- d) B Operieren und Technologieeinsatz

Schwierigkeitsgrad:

- a) mittel
- b) mittel
- c) leicht
- d) schwer

Punkteanzahl:

- a) 3
- b) 3
- c) 2
- d) 4

Thema: Sonstiges

Quellen: Willems, W. M. et al. (2007): *Formeln und Tabellen Bauphysik*. 1. Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Schalldruckpegel>