

Ein neues Fahrradparkhaus in Hamburg

Am U-Bahnhof Kellinghusenstraße steht seit Mai ein modernes, doppelgeschossiges Fahrradparkhaus für Pendler.

Der U-Bahnhof Kellinghusenstraße hat mit den Linien U1 und U3 und mehreren Metrobuslinien eine hohe Bedeutung für den ÖPNV. Im Radverkehrsnetz liegt der Bahnhof direkt an der Veloroute 13. Hier gibt es bereits eine Stadtrastation, fürs Unterbringen des eigenen Fahrrades wurde es aber zuletzt oft eng. Denn die verwaiste Abstellanlage hinter dem Bahnhof wirkte nicht vertrauenserweckend und vor dem Bahnhof war jedes Gitter mehrfach belegt. Etliche Fahrräder standen schon einfach auf dem Vorplatz des Bahnhofs.

Zusammen mit dem im Mai 2021 eröffneten Fahrradparkhaus stehen an diesem Bahnhof nun insgesamt 1 000 Abstellplätze zur Verfügung. [...]

Im Parkhaus gibt es zeitgemäße LED-Beleuchtung, eine Videoüberwachung und auch Notrufsäulen. An Reparaturstationen steht gängiges Werkzeug zur Verfügung, das man bei Bedarf nutzen kann, auch Standluftpumpen gehören zur Ausstattung.

Die Abstellplätze sind über zwei Ebenen verteilt. Unten sind u.a. die Lastenradplätze und der abgeschlossene Bereich des Parkhauses, der nur zahlenden Kunden zur Verfügung steht. Die übrigen Plätze und die gesamte obere Ebene sind frei zugänglich und können zum Abstellen genutzt werden.

<https://hamburg.adfc.de> 21.07.2021

Obwohl das Fahrradparkhaus sicherlich ein Gewinn für den Rad- und Nahverkehr ist, gibt es viel Kritik an dem Gebäude.



Aufgabe 1:

In Abbildung 1 wird gezeigt, wie ein Rad zur oberen Etage gebracht wird, in der sich auch die Servicestation befindet. Die Radfahlerin geht die Treppe hoch und schiebt ihr Rad dabei über die Rampe nach oben.

Beschreibe zwei mögliche Probleme für die



Radfahlerin.

Aufgabe 2:

Der Weg zum Obergeschoss umfasst 14 Treppenstufen, die jeweils 16,5 cm hoch und 124 cm tief sind. In Abbildung 2 ist eine dieser Stufen exemplarisch dargestellt.

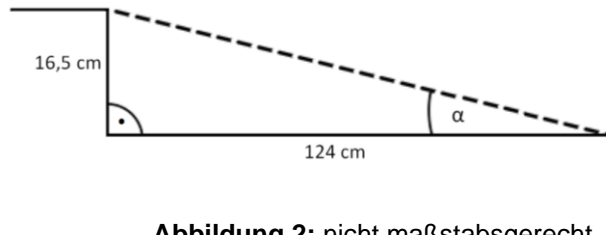


Abbildung 2: nicht maßstabsgerecht

- Berechne** den Steigungswinkel α .
- Bestätige**, dass die Treppe auf 17,36 m in waagerechter Richtung verläuft und eine Höhe von 2,31 m erreicht.
- Bestimme** die Länge l der Rampe, die parallel zu der Treppe verläuft.
- Ermittle** die Zeitdauer, die ein Fahrradfahrer mit einer durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von 3 km/h braucht, um sein Rad ins Obergeschoss zu schieben.

Die Kraft, die zum Schieben eines Fahrrads über eine Rampe benötigt wird, hängt vom Steigungswinkel α ab und kann berechnet werden durch die Formel

$$F = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$$

Hierbei steht m für die Masse in kg und g für die Erdbeschleunigung mit $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Für Jugendliche kann es gesundheitsgefährdend sein, wenn sie mehr als 20 kg stemmen. Dies entspricht einer Gewichtskraft von ca. 200 N, wobei gilt: $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

- Ein E-Bike wiegt ungefähr 23 kg.
Beurteile, ob ein Jugendlicher ein solches Rad alleine die Rampe hochschieben sollte.

Aufgabe 3:

Die Rampe neben der Treppe ist nur 40,5 cm breit.

Der Transport eines Fahrrads ins Obergeschoss ist daher nicht ganz einfach.

Im Folgenden wird ein Rad betrachtet, dessen Lenker 76 cm breit ist und der in aufrechter Position des Rades eine Höhe von 109 cm erreicht (siehe Abbildung 3).

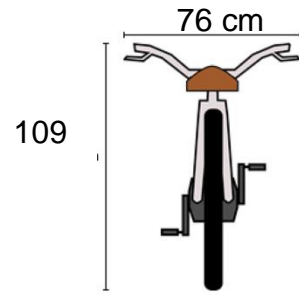


Abbildung 3

- a) Die Reifen des Fahrrads aus Abbildung 3 sind etwa 5 cm breit.

Zeige mithilfe einer Rechnung, dass das Rad in aufrechter Position über die Rampe nach oben geschoben werden

- b) Das Fahrrad soll mittig auf der Rampe nach oben geschoben werden.

Damit der Lenker genügend Platz hat, muss das Rad nun geneigt werden.

Bestimme den Neigungswinkel β aus Abbildung 4, um den das Rad mindestens gekippt werden muss.

- c) Im Normalfall wird ein Fahrrad beim Schieben höchstens um $5,3^\circ$ gekippt.

Entwirf einen Optimierungsvorschlag für die Breite der Rampe, so dass das Rad bequem hinaufgeschoben werden kann.

Hinweis: Der Abstand zwischen Lenker und Wand soll mindestens 5 cm betragen.

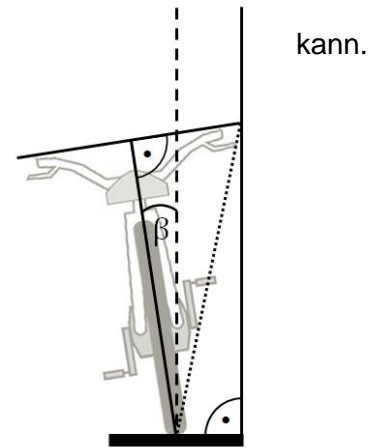


Abbildung 4

Zusatzaufgabe:

An der Seitenwand der Rampe befindet sich ein Handlauf, der in einer Höhe von 83 cm über dem Boden der Rampe angebracht ist. Der maximale Abstand des Handlaufs zur Wand beträgt 9,5 cm.

Entscheide, ob der Handlauf das Hochschieben des Rades aus Aufgabe 3 zusätzlich erschwert.

Aufgabe 4:

Diskutiere Vor- und Nachteile dieses Fahrradparkhauses.

Lösungen

Aufgabe 1

- Die Rampe könnte zu steil sein, so dass es zumindest für nicht so kräftige Personen, die ein E-Bike fahren, zu anstrengend ist, das Fahrrad rauf zu schieben.
- Es könnte zu eng werden, die Rampe sieht sehr schmal aus und insgesamt könnte die Breite nicht ausreichen, wenn sich zwei Personen entgegenkommen.

Aufgabe 2

- a) Der Steigungswinkel α lässt sich mithilfe einer maßstabsgerechten Zeichnung oder trigonometrischer Berechnung lösen:

$$\tan \alpha = \frac{GK}{AK} = \frac{16,5 \text{ cm}}{124 \text{ cm}} \approx 0,1331$$
$$\alpha \approx 7,6^\circ$$

Auch die Länge l der Rampe lässt sich mit der maßstabsgerechten Zeichnung bestimmen oder trigonometrisch oder mit dem Satz des Pythagoras berechnen:

$$\sin \alpha = \frac{GK}{H} \rightarrow H = \frac{GK}{\sin \alpha} = \frac{16,5 \text{ cm}}{\sin 7,6^\circ} \approx 124,8 \text{ cm} \text{ (eine Stufe)}$$

$$14 \cdot 124,8 \text{ cm} = 1747,2 \text{ cm} \approx 17,5 \text{ m} \text{ (Gesamtlänge)}$$

Mit dem Satz des Pythagoras ergibt sich:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c = \sqrt{16,5^2 + 124^2} \approx 125,1$$

$$14 \cdot 125,1 \text{ cm} = 1751,4 \text{ cm} \approx 17,5 \text{ m} \text{ (Gesamtlänge)}$$

- b) Umrechnung der Geschwindigkeit:

$$3 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 3 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 0,8\bar{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Strecke } l}{\text{Zeit } t} \rightarrow t = \frac{l}{v} = \frac{17,5 \text{ m}}{0,8\bar{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 21,1 \text{ s}$$

- c) Die benötigte Kraft ist

$$F = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) = 23 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin 7,6^\circ \approx 29,84 \text{ N}, \text{ damit ist das Fahrrad auf jeden Fall nicht zu schwer.}$$

Aufgabe 3

- a) Das Fahrrad hat von der Mitte bis an den Rand des Lenkers eine Breite von 38 cm. Für den ganzen Reifen kommen 2,5 cm hinzu. Damit würde das Fahrrad so gerade eben auf die Rampe passen, wenn der Reifen ganz am Rand der Rampe aufliegt.
- b) Mit der Hilfslinie x lassen sich die Winkel in den beiden rechtwinkligen Dreiecken berechnen:

$$\text{Aus } x^2 = 109^2 + 38^2 \text{ ergibt sich } x \approx 115,4 \text{ cm}$$

$$\text{Aus } \cos \gamma_1 = \frac{20,25}{x} \text{ ergibt sich } \gamma_1 \approx 79,89^\circ$$

$$\text{Aus } \tan \gamma_2 = \frac{38}{109} \text{ ergibt sich } \gamma_2 \approx 19,22^\circ$$

$$\text{Damit ist } \gamma_3 = 180^\circ - 79,89^\circ - 19,22^\circ = 80,89^\circ \text{ und der Kippwinkel } \beta = 90^\circ - 81,89^\circ = 9,11^\circ$$

weiterer Lösungsweg (nur mit CAS!)

Für das Teilstück y gilt:

$$\cos \beta = \frac{y+20,25}{38} \text{ und } \sin \beta = \frac{y}{109}$$

$$\text{Aus } \cos^2 \beta + \sin^2 \beta = 1 \text{ ergibt sich } y = 17,27 \text{ cm}$$

und damit $\beta = 9,11^\circ$

- c) Wenn $\beta = 5,3^\circ$ ist, dann benötigt der halbe Lenker mindestens $38 \text{ cm} \cdot \cos \beta = 37,8 \text{ cm}$ Platz

Mit ca 5 cm Sicherheitsabstand zur Wand: 43 cm.

Durch die Neigung „gewinnt“ man $109 \text{ cm} \cdot \sin \beta \approx 10 \text{ cm}$

Der Reifen müsste also im Abstand von 33 cm von der Wand aufsetzen. Um das Rad bequem zu schieben, geht man links von der Lenkermitte. Der Reifen sollte also nicht weiter als 30 cm vom Rand zur Treppe aufgesetzt werden.

Die Rampe sollte also 65 cm breit sein.

Zusatzaufgabe

Meine Überlegung: Der Handlauf befindet sich in einer Höhe zwischen Lenker und Gepäckträger. Er kann stören, wenn man auf dem Gepäckträger eine sehr breite Last transportiert....