

# Geschwindigkeitsregler

Jahrgangsstufen	FOS 11, BOS 12
Fach	Physik

## Kompetenzerwartungen

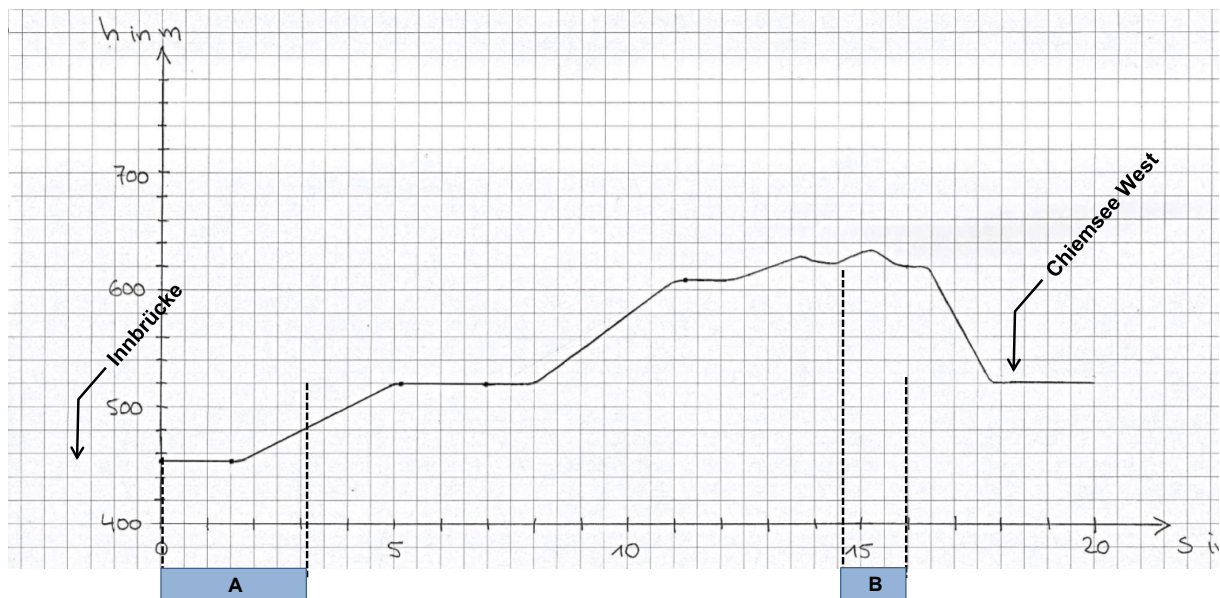
### 11.2 Dynamik: Newtonsche Gesetze

Die Schülerinnen und Schüler

- **setzen** bei der Betrachtung von **alltagsnahen Situationen** wie z. B. der Fahrt mit einem Personenaufzug **gezielt die Newtonschen Gesetze ein**, um die Auswirkungen von Kräften auf den Bewegungszustand eines Körpers vorherzusagen. Im Rahmen ihrer Aussagen ermitteln sie die Kraft, die bei dem jeweiligen Körper den Bewegungszustand verändert, indem sie **zeichnerische Strategien mit Hilfe von Kräfteplänen** verfolgen.
- **treffen physikalisch fundierte Vorhersagen** über reibungsbehaftete bzw. reibungsfreie Bewegungsabläufe an ausgewählten Beispielen, insbesondere die Bewegung von Fahrzeugen entlang einer geneigten Ebene.

Prozessbezogene Kompetenzen: Erkenntnisse gewinnen, Kommunizieren

### Höhenprofil A 8 Abschnitt Innbrücke – westlicher Chiemsee



h: Höhe der Fahrbahn über NN

s: Streckenlänge der Fahrbahn in senkrechter Projektion

## Aufgabe:

Gegeben ist das leicht vereinfachte Höhenprofil eines Autobahnabschnitts (siehe oben). Es handelt sich um den Abschnitt der A 8 zwischen der Innbrücke bei Rosenheim und dem westlichen Ufer des Chiemsees. Alle Informationen bezüglich der Fahrbahnneigung sind direkt aus dem Höhenprofil zu entnehmen.

Ein PKW-Fahrer fährt mit seinem Fahrzeug bei eingeschaltetem Geschwindigkeitsregler von der Innbrücke aus auf den gegebenen Autobahnabschnitt zu. Der Geschwindigkeitsregler bleibt während der gesamten Fahrt auf dem Autobahnabschnitt auf 100 km/h eingestellt.

Vom Fahrzeug sind folgende Daten bekannt:

Gesamtmasse  $M = 1,0 \text{ t}$ , Stirnfläche  $A = 2,4 \text{ m}^2$ ,

Strömungswiderstandskoeffizient ( $c_W$ -Wert)  $c_W = 0,32$

Für die Rollreibungszahl des PKW auf der Fahrbahn gilt:  $\mu = 0,014$

Die Luftdichte  $\rho$  beträgt  $\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Für die bei Fahrzeugbewegungen in hohem Maße relevante Luftwiderstandskraft  $\vec{F}_W$  des Fahrzeugs kann folgende Formel für deren Betrag benutzt werden:  $F_W = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$

1. Erstellen Sie einen qualitativ korrekten Kräfteplan der gegebenen Situation in Bereich A, der alle relevanten Kräfte und deren korrekte Richtungen enthält.  
Hinweise: Nehmen Sie zur besseren Übersichtlichkeit als Neigungswinkel der Fahrbahn  $30^\circ$  an.
2. Berechnen Sie auf Grundlage des Kräfteplans aus 1. den Betrag der Zugkraft des Motors, um den Geschwindigkeitsbetrag im Bereich A konstant zu halten.  
Entnehmen Sie den Neigungswinkel der Fahrbahn möglichst exakt aus dem Höhenprofil.
3. Berechnen Sie den Betrag der Bremskraft, die die Bremsen des Fahrzeugs ausüben müssen, damit in Bereich B (siehe Höhenprofil) der Betrag der Geschwindigkeit des Fahrzeugs konstant bleibt.

Bei einer erneuten Fahrt entlang dieses Autobahnabschnitts schaltet der PKW-Fahrer den Geschwindigkeitsregler unmittelbar im Moment des Befahrens des näherungsweise konstanten und geradlinigen Gefälles hin zum Chiemsee aus. Er versetzt sein Fahrzeug in den Leerlauf. Zunächst wird vereinfachend angenommen, dass der Betrag der Luftwiderstandskraft während der Fahrt in Bereich B trotz des sich ändernden Geschwindigkeitsbetrags gleich groß bleibt wie im Fahrtverlauf zuvor.

4. Fertigen Sie auf Grundlage dieser Vereinfachung ein detailliertes t-v-Diagramm der PKW-Fahrt im Bereich B an. Hinweis: Länge L des Bereichs B:  $L = 1,4 \text{ km}$   
(Mögliches Zwischenergebnis für den Betrag der Beschleunigung in Bereich B:  $a_B = 0,22 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

In der Realität nimmt die Luftwiderstandskraft quadratisch mit  $v$  zu (siehe Formel!).

5. Skizzieren Sie im Diagramm aus Aufgabe 3 einen realistischen Verlauf des Geschwindigkeitsbetrags  $v$  in Abhängigkeit von der Zeit.  
Erläutern Sie den Verlauf des skizzierten Graphen unter Verwendung geeigneter physikalischer Fachsprache.

Am Ende des Bereichs B ist ein Radargerät aufgebaut, das ab einem Geschwindigkeitsbetrag von  $130 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ausgelöst wird.

6. Entscheiden und begründen Sie durch geeignete Überlegungen, ob der PKW die Radarfalle  
→ sicher auslöst,  
→ möglicherweise auslöst oder  
→ sicher nicht auslöst.