

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Mechanik: Der Luftwiderstand bei Velomobilen

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



I.B.50

Mechanik

Der Luftwiderstand bei Velomobilen – Lernen an Stationen

von Baum



Umsetzbar und für die Lernaktivität, wenn zum Beispiel das Fahrrad, und der Schulbus zu einem Auto und zu einer Einführung der Luftwiderstand. Neben dem klassischen Fahrrad stellt auch das Velomob die eine Alternative für die persönliche Fortbewegung dar. Durch ihre aerodynamische Bauweise weisen sie einen wesentlich geringeren Luftwiderstand im Vergleich zu herkömmlichen und ungefederten auf und können so die Antriebsenergie wesentlich effizienter in die Fortbewegung umsetzen. Die Lernende erörtern anhand des Velomobils die Zusammenhang zwischen Luftwiderstand und dem Strömungswiderstandskoeffizienten c_w (Wert).

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:

7-10

Quelle:

2-3 Unterrichtsstunden (Minutenplan 1-1)

Kompetenzen:

Die Lernenden erhalten einen Überblick über die technische Entwicklung des Velomobils. Sie verstehen die Bedeutung des c_w -Wertes für die Konstruktion und beschreiben den Luftwiderstand sowie den entsprechenden Energieverbrauch.

Thematische Bereiche:

Luftdruckverteilung, Strömungswiderstandskoeffizient, mechanische Arbeit, Kraft, Energieverbrauch, Verkehrsregeln

I.B.50

Mechanik

Der Luftwiderstand bei Velomobilen – Lernen an Stationen

Jost Baum



© RAABE 2024

© Wikimedia Commons/CC BY-SA 3.0 de/Loggediteur

Umweltfreundliche Verkehrsmittel, wie zum Beispiel das Fahrrad, sind der Schlüssel zu Klimaschutz und zu einer Erhöhung der Lebensqualität. Neben dem klassischen Fahrrad stellt auch das Velomobil eine Alternative für die persönliche Fortbewegung dar. Durch ihre stromlinienförmige Karosserie weisen sie einen wesentlich geringeren Luftwiderstand im Vergleich zu Fahrrädern und Liegerädern auf und können so die Antriebsenergie wesentlich effizienter in die Fortbewegung umsetzen. Die Lernenden erarbeiten anhand des Velomobils den Zusammenhang zwischen Luftwiderstand und dem Strömungswiderstandskoeffizienten (c_w -Wert).

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	7–10
Dauer:	2–3 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 1–2)
Kompetenzen:	Die Lernenden erhalten einen Überblick über die technische Entwicklung des Velomobils. Sie verstehen die Bedeutung des c_w -Wertes für die Konstruktion und berechnen den Luftwiderstand sowie den entsprechenden Energieaufwand.
Thematische Bereiche:	Luftwiderstand, Strömungswiderstandskoeffizient, mechanische Arbeit, Kraft, Energieaufwand, Verkehrswende

Rund um die Reihe

Warum wir das Thema behandeln

Alternative Fortbewegungsmittel werden immer wichtiger. Gerade der Klimawandel und die steigenden Preise für Öl rücken das Thema Verkehrswende in den Vordergrund. Als erste Alternative fällt einem hierbei das Fahrrad ein. Doch wenn es um effiziente Geschwindigkeit geht, kommt man am Velomobil nicht vorbei. Bei gleichbleibender Muskelkraft für den Antrieb sind sie wesentlich schneller als ein Fahrrad. Das liegt an ihrer Bauweise. Velomobile haben sich aus den Liegerädern der 80er- und 90er-Jahre des 19. Jahrhunderts entwickelt. Im Prinzip handelt es sich also bei einem Velomobil um ein Liegerad mit Vollverkleidung. Durch ihre äußere **stromlinienförmige** Karosserie weisen sie einen wesentlich **geringeren Luftwiderstand** im Vergleich zu Fahrrädern und Liegerädern auf. Angegeben werden kann die Stromlinienförmigkeit durch den **Strömungswiderstandskoeffizient (c_w -Wert)**, der in Abhängigkeit der Form des Körpers, bzw. wie in diesem Fall der Karosserie, steht. Alltags-Velomobile sind in der Regel Liegerad-Trikes, haben also drei Räder, um Kippsicherheit zu gewährleisten. Zudem erleichtert das dritte Rad Ein- und Aussteigen, Losfahren und Anhalten. Die Karosserie des Velomobils besteht häufig aus glasfaserverstärktem oder **carbonfaserverstärktem Kunststoff** (GFK oder CFK), seltener aus Aluminium. Zu Beginn der Entwicklung bestand die Karosserie aus Sperrholz. Der Innenraum beherbergt, je nach Ausführung, mehrere Sitze, die Pedalsätze und den Lenker. Meistens verfügt ein Velomobil über Scheiben- oder Trommelbremsen, die Schaltung entspricht der eines herkömmlichen Fahrrades. Ein Velomobil mit Straßenzulassung ist rechtlich dem Fahrrad gleichgestellt und verfügt natürlich über eine entsprechende Ausstattung. Festzuhalten ist, dass bei der Entwicklung des Velomobils der Beachtung des **Luftwiderstands** eine entscheidende Bedeutung zukam. Durch die Berücksichtigung von Form und Materialwahl wurde die Entwicklung von alternativen Fortbewegungsmitteln wie dem Velomobil wesentlich vorangetrieben. Anhand des anschaulichen Beispiels des Velomobils wird der Zusammenhang von wissenschaftlicher Erkenntnis und dessen Nutzen in der Entwicklung von Alltagsgegenständen den Lernenden verdeutlicht.

Was Sie zum Thema wissen müssen

Unter Luftwiderstand versteht man in der Physik die hemmende Kraft, wenn sich ein Körper in der Luft bewegt oder wenn ein ruhender Körper strömender Luft ausgesetzt wird.

Der Luftwiderstand ist dabei von folgenden Faktoren abhängig:

1. von der Größe des Körpers
2. von seiner Form
3. von der Oberflächenbeschaffenheit
4. von der Geschwindigkeit der Strömung oder der Bewegung des Körpers in der Luft

Weitere Hinweise finden sich auch unter „Hinweise und Lösungen“.

Vorschläge für die Unterrichtsgestaltung

Voraussetzungen der Lerngruppe

Die Schülerinnen und Schüler sollten für die Station 2 und 7 die Begriffe Energie, Energie- und Verkehrswende sowie den Zusammenhang zwischen $W = E = F \cdot s$ kennen. Weiterhin sollten die Lernenden Einheitengleichungen aufstellen können.

Aufbau der Reihe

Die vorgelegten Stationen können entsprechend ihrer Reihenfolge sowohl im Präsenzunterricht als auch im Onlinekurs erarbeitet werden.

Einstieg

Station 1 (**M 1**) dient dem Einstieg in die Thematik des Luftwiderstands. Hier werden anhand eines leicht überspitzten Beispiels den Schülerinnen und Schülern der Luftwiderstand und dessen Faktoren, die ihn beeinflussen können, vorgestellt. Dadurch soll den Lernenden die Thematik anhand nachvollziehbarer Alltagssituationen vergegenwärtigt werden.

Tipp: Alternativ kann auch das folgende Video zur Veranschaulichung des Luftwiderstands zum Einstieg verwendet werden:

<https://raabe.click/Luftwiderstand>



Erarbeitung

Die nachfolgenden Stationen können zur Erarbeitung der Thematik des Luftwiderstands anhand des Velomobils eingesetzt werden.

Die Stationen teilen sich inhaltlich wie folgt auf:


- Berechnung Luftwiderstand (FLR) und Arbeit (W) (**M 2**)
- Vom Kettenantrieb zum Liegerad (**M 3**)
- Historische Bedeutung des Velomobils (**M 4**)
- Technische Entwicklung des Velomobils (**M 5**)
- Moderne Velomobile (**M 6**)

Übung und Ergebnissicherung





Nutzen Sie Station 7 (**M 7**), um das neu erlernte Wissen zur Berechnung des Luftwiderstands anzuwenden und zu festigen. **M 7** ist dreifach differenziert, die ersten beiden Niveaustufen können auch direkt nach der Einführung verwendet werden.

Tipps zur Differenzierung

Da die einzelnen Stationen unterschiedliche Schwierigkeitsgrade aufweisen, können die Stufen je nach Schulform und Klassenstufe eingesetzt werden.

Nummer der Station	Bewertung	Inhalt
1		Einführung des c_w -Wertes
2		Berechnung Luftwiderstand (FLR) und Arbeit (W)
2		Berechnung Luftwiderstand (FLR) und Arbeit (W)
3		Vom Kettenantrieb zum Liegerad
4		Historische Bedeutung des Velomobils
5		Technische Entwicklung des Velomobils
6		Moderne Velomobile
7a		Berechnungen des Luftwiderstands und der notwendigen Energie zur Überwindung
7b		Berechnungen des Luftwiderstands und der notwendigen Energie zur Überwindung
7c		Berechnungen des Luftwiderstands und der notwendigen Energie zur Überwindung

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.	
	einfaches Niveau	 mittleres Niveau
		 schwieriges Niveau

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Tx = Infotext, Gd = Grafische Darstellung

1. Stunde

Thema:	Einführung des c_w -Wertes
M 1 (Tx, Ab)	Station 1: Felix ist spät dran und tritt in die Pedale ...
Thema:	Berechnung FLR und W
M 2 (Ab)	Station 2: Wir berechnen den Luftwiderstand

2./3. Stunde

Thema:	Die Entwicklung des Liegerads
M 3 (Tx, Ab)	Station 3: Vom Kettenantrieb zum Liegerad
Thema:	Historische Bedeutung des Velomobils
M 4 (Tx, Ab)	Station 4: Das pedalgetriebene Velocar von Mochet
Thema:	Technische Entwicklung des Velomobils
M 5 (Tx, Ab)	Station 5: Das Velomobil im Wandel der Zeit
Thema:	Moderne Velomobile
M 6 (Tx, Ab)	Station 6: Das Mö von Evovelo
Thema:	Berechnungen des Luftwiderstands und der notwendigen Energie
M 7 (Ab)	Station 7: Wir berechnen den Luftwiderstand
M 8 (Gd, Tx)	Geometrische Formen und deren Luftwiderstände

Minimalplan

Bei Zeitmangel kann nach dem Einstieg mit **M 1** und der Übung von **M 2** direkt mit **M 5** und **M 7** die Thematik behandelt werden.

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Mechanik: Der Luftwiderstand bei Velomobilen

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



I.B.50

Mechanik

Der Luftwiderstand bei Velomobilen – Lernen an Stationen

von Baum



Umsetzbar und für die Lernenden, so wie zum Beispiel das Fahrrad, sind die Velomobile zu einem beliebigen Zeitpunkt und zu einer beliebigen Zeit nutzbar. Neben dem klassischen Fahrrad stellt auch das Velomobile eine Alternative für die persönliche Fortbewegung dar. Durch ihre konstruktive Gestaltung weisen sie einen wesentlich geringeren Luftwiderstand im Vergleich zu Autos auf und sind dadurch auf und können in der Antriebsenergie wesentlich effizienter in der Fortbewegung arbeiten. Die Lernenden erörtern anhand des Velomobils die Zusammenhang zwischen Luftwiderstand und dem Strömungswiderstandskoeffizienten c_w (Wert).

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:

7-10

Quelle:

2-3 Unterrichtsstunden (Minutenplan 1-1)

Kompetenzen:

Die Lernenden erhalten einen Überblick über die technische Entwicklung des Velomobils. Sie verstehen die Bedeutung des c_w -Wertes für die Konstruktion und beschreiben den Luftwiderstand sowie den entsprechenden Energieverbrauch.

Thematische Bereiche:

Luftwiderstand, Strömungswiderstandskoeffizient, mechanische Arbeit, Kraft, Energieverbrauch, Verkehrsregeln