

Der Mechanik auf der Spur – die Physik des Radfahrens II

Ein Beitrag von Wolfgang Vogg



© Sawaya Photography/Digital Vision

„Radfahren kann auch jeder.“ – Wie funktioniert es eigentlich? Führen Sie Ihren Klassenausflug durch die Welt der Physik des Radfahrens fort und bringen Sie Ihren Schülerinn*en und Schüler*innen mit dem zweiten Teil dieser Thematik näher. Die Lernenden gehen dabei unter anderem der Frage nach, welche Kräfte und Widerstände beim Radfahren auftreten. Außerdem wird die Kraftübertragung bei entsprechender Schaltung untersucht. Durch die Bearbeitung von umfangreichen Übungsaufgaben bewegen sich die Jugendlichen spielerischer und erreichen nicht nur das Ausflugs- sondern auch das Lernziel im Bereich der Mechanik.

Der Mechanik auf der Spur – die Physik des Radfahrens II

Oberstufe

Wolfgang Vogg, Eurasburg

Illustrationen von Wolfgang Vogg

Hinweise	1
M1 Kräfte und Widerstände	3
M2 Arbeit, Energie, Leistung und Wirkungsgrad	9
M3 Kraftübertragung und Schaltung	13
M4 Bau und Funktion der Bremse	20
Lösungen	25

Die Schülerinnen und Schüler lernen:

wie das vermeintlich einfache Radfahren bei detaillierter Betrachtung von den Gesetzmäßigkeiten der Physik, insbesondere der klassischen Mechanik, bestimmt wird.

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt **IN** Internet

Thema	Material	Methode
Kräfte und Widerstände	M1	AB
Arbeit, Energie, Leistung und Wirkungsgrad	M2	AB, IN
Kraftübertragung und Schaltung	M3	AB
Bau und Funktion der Bremse	M4	AB

Kompetenzprofil:

Inhalt: Kräfte und Widerstände, Arbeit, Energie, Leistung, Wirkungsgrad, Kraftübertragung und Schaltung des Fahrrads, Bau und Funktion der Bremsen

Medien: Lehrbücher, Internet, Recherche, Taschenrechner

Kompetenzen: Erklären von Phänomenen unter Nutzung bekannter physikalischer Modelle und Theorien (S1), Erläutern von Gültigkeitsbereichen von Modellen und Theorien und Beschreiben von Aussage- und Vorhersagemöglichkeiten (S2), Anwenden bekannter mathematischer Verfahren auf physikalische Sachverhalte (S7), Rückbeziehen theoretischer Überlegungen und Modelle auf Alltagssituationen und Reflektieren ihrer Generalisierbarkeit (E10)

© RAABE 2022

Erklärung zu den Symbolen

		
einfaches Niveau	mittleres Niveau	schwieriges Niveau

Besonderheiten bei der Kurvenfahrt

In diesem Abschnitt soll die Kurvenfahrt noch etwas näher betrachtet werden. Ein Radfahrer spürt beim Einleiten der Kurvenfahrt sofort die durch die Trägheit bedingte Fliehkraft, die ihn nach außen ziehen würde, wenn er nicht seinen Schwerpunkt nach innen verlagern würde.

Durch dieses Nach-innen-Kippen des Körpers entsteht eine der Fliehkraft entgegenwirkende gleich große Kraft, die man Zentripetalkraft nennt. Dadurch kompensiert der Radfahrer die Fliehkraft und spürt diese nicht, sondern kann die Kurve in Schräglage durchfahren, bis er sie durch Anheben des Schwerpunktes wieder aufhebt.



Aufgaben

1. Bei der Vorwärtsbewegung kann man drei Fälle unterscheiden (**Abbildungen 1–3**):

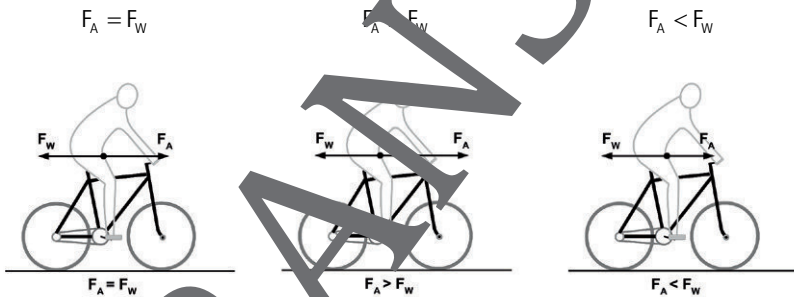


Abbildung 1

Abbildung 2

Abbildung 3

Beschreiben und erläutern Sie kurz die drei verschiedenen Fälle im Hinblick auf die Vorwärtsbewegung.

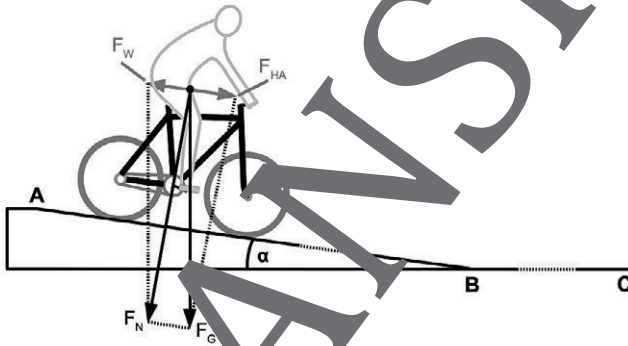
Hinweis: Die jeweiligen Kräfte F_A und F_W sollen in einem ungefähr angenommenen Schwerpunkt aus Radfahrer und Fahrrad angreifen.

Skizze: Wolfgang Vogt

Aufgaben

- Eine RadfahrerIn beschleunigt aus dem Stillstand auf eine Geschwindigkeit v_1 .

 - Zeigen Sie rechnerisch, dass die vierfache kinetische Energie benötigt wird, wenn sie vom Stillstand auf die doppelte Geschwindigkeit $v_2 = 2 \cdot v_1$ beschleunigt.
 - Zeigen Sie nun durch Rechnung, dass bei einer doppelten Menge an zur Verfügung stehender kinetischer Energie die Geschwindigkeit v_2 nur um 41 % gesteigert werden kann.
- Der Musterradfahrer soll aus dem Stillstand eine geradlinige Straße hinabrollen, die ein Gefälle von 10 % hat. Die Abbildung zeigt sowohl die Gegebenheiten, als auch die auf den Radfahrer einschließlich Fahrrad wirkenden Kräfte auf seinem Weg von (A) nach (B) an.

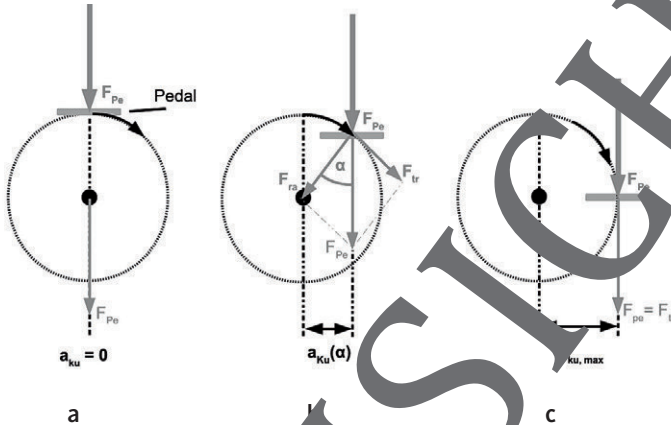


Skizze: Wolfgang Vogt

- Erklären Sie zunächst, was man unter einem Gefälle (bzw. einer Steigung) von 10 % versteht und berechnen Sie den zugehörigen Winkel α .
- Berechnen und erläutern Sie unter Zuhilfenahme der oberen Abbildung alle auftretenden Kräfte, die auf den Radfahrer wirken.
- Berechnen Sie die Maximalgeschwindigkeit v_{\max} , die der Radfahrer auf seinem Weg von (A) nach (B) unter Einbeziehung aller auf ihn wirkenden Kräfte erreicht.

Hinweis: Für den Radfahrer einschließlich Fahrrad gelten dieselben Größenangaben wie in Aufgabe 2 (M1).

2. Erläutern Sie mithilfe der Abbildung, warum das in Teilaufgabe 1 a) hergeleitete Drehmoment M_{ku} in der Realität nur an einem bestimmten Punkt tatsächlich „optimal“ ist.



3. Eine Radfahrerin soll mit einer durchschnittlichen Pedalkraft $F_{pe} = 75 \text{ N}$ und einer Kurbeldrehzahl $n_H = 80 \text{ min}^{-1}$ auf einer horizontalen Straße mit einem 28"-Fahrrad fahren. In Anlehnung an die obenstehende Abbildung gelten folgende Szenarien:

Szenario I:

Es soll einmal mit der maximalen Übersetzung $i = 4,36$ ($Z_{KB} = 48$, $Z_{Ri} = 11$) mit folgenden Größen für die Antriebseinheit gefahren werden:

$$a_{pe} = 17,5 \text{ cm}, r_{KB} = 10 \text{ cm}, r_{Ri} = 1,8 \text{ cm}$$

Szenario II:

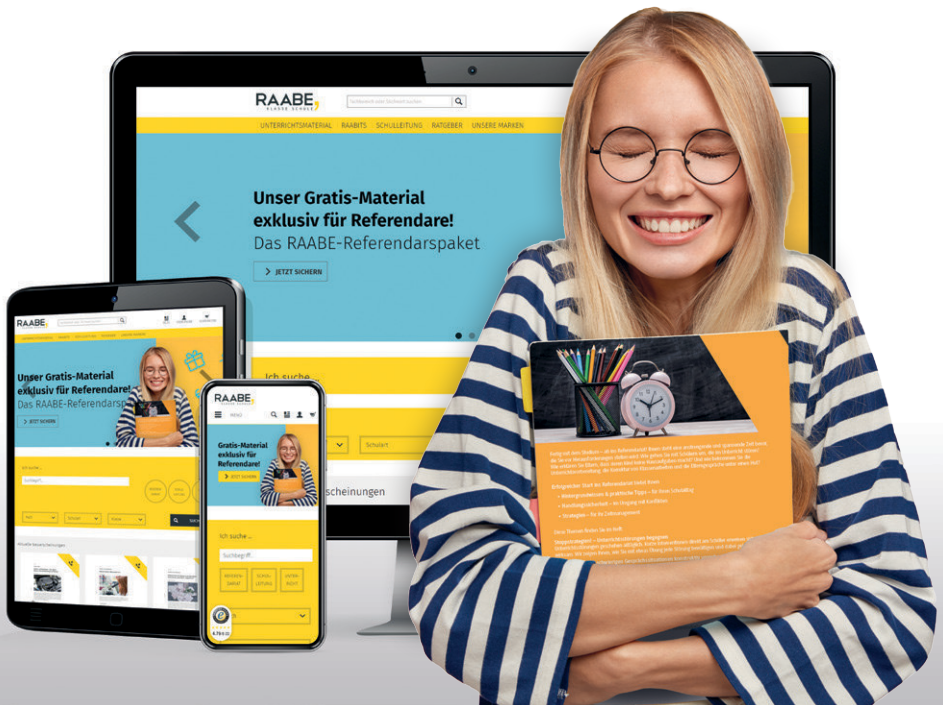
Hier soll mit der maximalen Übersetzung $i = 0,81$ ($Z_{KB} = 26$, $Z_{Ri} = 32$) mit folgenden Größen für die Antriebseinheit gefahren werden:

$$a_{pe} = 17,5 \text{ cm}, r_{KB} = 5 \text{ cm}, r_{Ri} = 5,5 \text{ cm}$$

Skizze: Wolfgang Vogg

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen mit
bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de