

Unterrichtseinheit: Kraft und Reibung

Reibungskräfte am Fahrzeugreifen

Aufgabe 1 ★

Untersucht die Rollreibung experimentell:

Material:

- Klotz
- mehrere runde Stifte oder Stäbe
- Kraftmesser

Legt die Stifte unter den Holzklotz. Zieht an dem Kraftmesser, bis der Klotz sich gleichförmig bewegt. Lest die aufgewendete Kraft am Kraftmesser ab. Dreht nun die Stifte um 90° und führt den Versuch erneut aus, indem ihr wieder in die gleiche Richtung zieht und die Kraft ablest. Vergleicht die so ermittelte **Gleitreibungskraft** F_{GR} und **Rollreibungskraft** F_{RR} .

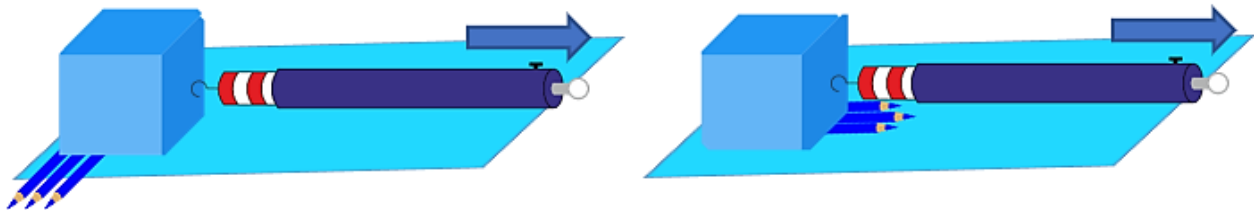


Abbildung 1: Versuch zur Reibung (Canva und Pixabay)

Aufgabe 2 ★ ★ ★

Wendet die Erkenntnisse auf den Reifen am Auto an und erläutert die hierbei auftretenden Kräfte. Diskutiert und begründet, ob die auftretenden Reibungskräfte erwünscht sind.

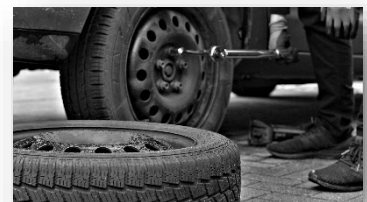


Abbildung 2: Reifen (Bild: Pixabay)

Aufgabe 3 ★ ★

Erläutere das Phänomen Aquaplaning mit Hilfe der untenstehenden Informationen mit eigenen Worten aus physikalischer Sicht.

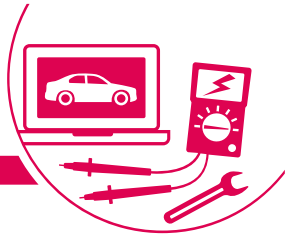


Wasserhöhe auf Fahrbahn	Geschwindigkeit 60 km/h	Geschwindigkeit 100 km/h
$h = 0$ (trocken)	$\mu = 1,0$	$\mu = 1,0$
$h < 10 \mu\text{m}$	$\mu = 0,8$	$\mu = 0,7$
$h = 1,5 \text{ mm}$	$\mu = 0,6$	$\mu = 0,4$
$h = 5 \text{ mm}$	$\mu = 0,5$	$\mu = 0,1$

Abbildung 3: Aquaplaning (Physik am Auto)

Aquaplaning

Aquaplaning entsteht, wenn der Reifen aus nasser Fahrbahn auf einer Wasserschicht gleitet. Bei einer dünnen Wasserschicht auf der Straße kann das Wasser noch durch das Profil der Reifen abgeleitet werden. Fast der gesamte Reifen hat in diesem Fall noch Haftreibung mit dem Asphalt der Straße. Ist die Wasserschicht jedoch so hoch, dass das Wasser nicht vollständig durch



das Reifenprofil verdrängt wird, bildet sich ein Wasserfilm zwischen Reifen und Asphalt, der Reifen „schwimmt“. Da der Kontakt zwischen Reifen und Straße in diesem Fall unterbrochen ist, ist die Reibung sehr gering bzw. verschwindet fast völlig. Das Steuern des Fahrzeuges wird nahezu unmöglich. Bei glatten Reifen bzw. Reifen mit geringem Profil erhöht sich die Gefahr des Aquaplanings.

Aufgabe 4 ☆ ☆ ☆

- Reifen sollten nach einigen Jahren erneuert werden, auch wenn das Profil noch gut ist. Erläutere dies aus physikalischer Sicht.
- In der nebenstehenden Abbildung siehst du die Kurvenfahrt eines Motorrads. Erläutere, welche Kräfte dabei wirken und trage diese in der Abbildung ein.
- Um die Reibung beim Reifen zu optimieren, sind bei trockener Straße Slicks (Reifen ohne Profil) vorteilhaft, bei nasser Straße hingegen Reifen mit Profil. Erläutere dies aus physikalischer Sicht.



Abbildung 4: Kurvenfahrt (Bild: Pixabay)

Aufgabe 5 ☆ ☆

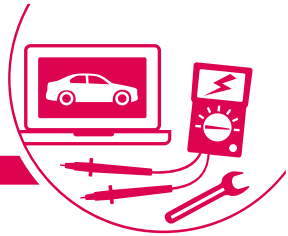
Fasst zusammen, wo bei einem Kraftfahrzeug Reibung auftritt und entscheidet jeweils, ob die Reibung erwünscht oder unerwünscht ist. Unterscheidet dabei zwischen den unterschiedlichen Reibungsarten.

Bildnachweise

Abb. 2: <https://pixabay.com/de/photos/winterreifen-reifenwechsel-reifen-4664205/>

Abb. 3: https://www.autoberufe.de/images/physik_am_auto/Unterrichtsmaterialien/Haftreibung_Folie.pdf

Abb. 4: <https://pixabay.com/de/photos/motorrad-rennen-fahrrad-438464/>



Lösungen

AUFGABE 1 ☆

Die Rollreibungskraft ist bei Verwendung gleicher Materialien kleiner als die Gleitreibungskraft.

AUFGABE 2 ☆ ☆ ☆

Da der Reifen rund ist und über die Straße rollt, treten hier Rollreibungskräfte auf. Die Rollreibungskraft wirkt der „Zugkraft“, welche vom Motor ausgeübt wird, entgegen. Außerdem wirken die Gewichtskraft senkrecht zum Untergrund und die ihr entgegengesetzt wirkende Normalkraft.

Die Rollreibungskraft beim Reifen ist unerwünscht, da durch sie die Drehbewegung Energie „verliert“ (diese wird in Wärmeenergie umgewandelt). Die Rollreibungskraft bzw. der Rollwiderstand beim Reifen ist nicht vermeidbar, lässt sich aber durch geschickte Materialwahl optimieren.

Im Gegensatz dazu sorgt die Haftreibung dafür, dass der Reifen beim Beschleunigen und Bremsen nicht durchdreht bzw. bei Kurvenfahrten nicht rutscht. Sie ist somit erwünscht.

AUFGABE 3 ☆ ☆

Individuelle Lösungen.

AUFGABE 4 ☆ ☆ ☆

- Die Haftreibung, welche verhindert, dass der Reifen auf der Straße rutscht, ist abhängig vom Material der Reifen (und der Straßen). Da Gummi mit der Zeit seine Weichmacher verliert und dadurch erhärtet, kann es zum Bruch des Gummis kommen, was sich in einem Reifenschaden äußert. Die Haftreibung ist nicht mehr optimal.
- Die Zentrifugalkraft F_Z drückt das Motorrad nach außen, die Haftreibungskraft F_{HR} wirkt dem entgegen.



- Bei einem Reifen ohne Profil (Slicks) ist die Kontaktfläche zur (trockenen) Straße besonders groß, die Übertragung der Antriebskraft daher optimal. Bei nasser Straße hingegen ist die Gefahr des Aquaplanings bei Reifen ohne Profil deutlich erhöht, da das Wasser nicht durch das Profilmuster abgeleitet werden kann.

AUFGABE 5 ☆ ☆

Erwünschte Reibung	Unerwünschte Reibung
Haftreibung bei den Bremsen	Gleitreibung bei Lagern
Gleitreibung bei den Bremsen	Rollreibung bei den Reifen
Haftreibung bei den Reifen	Luftreibung