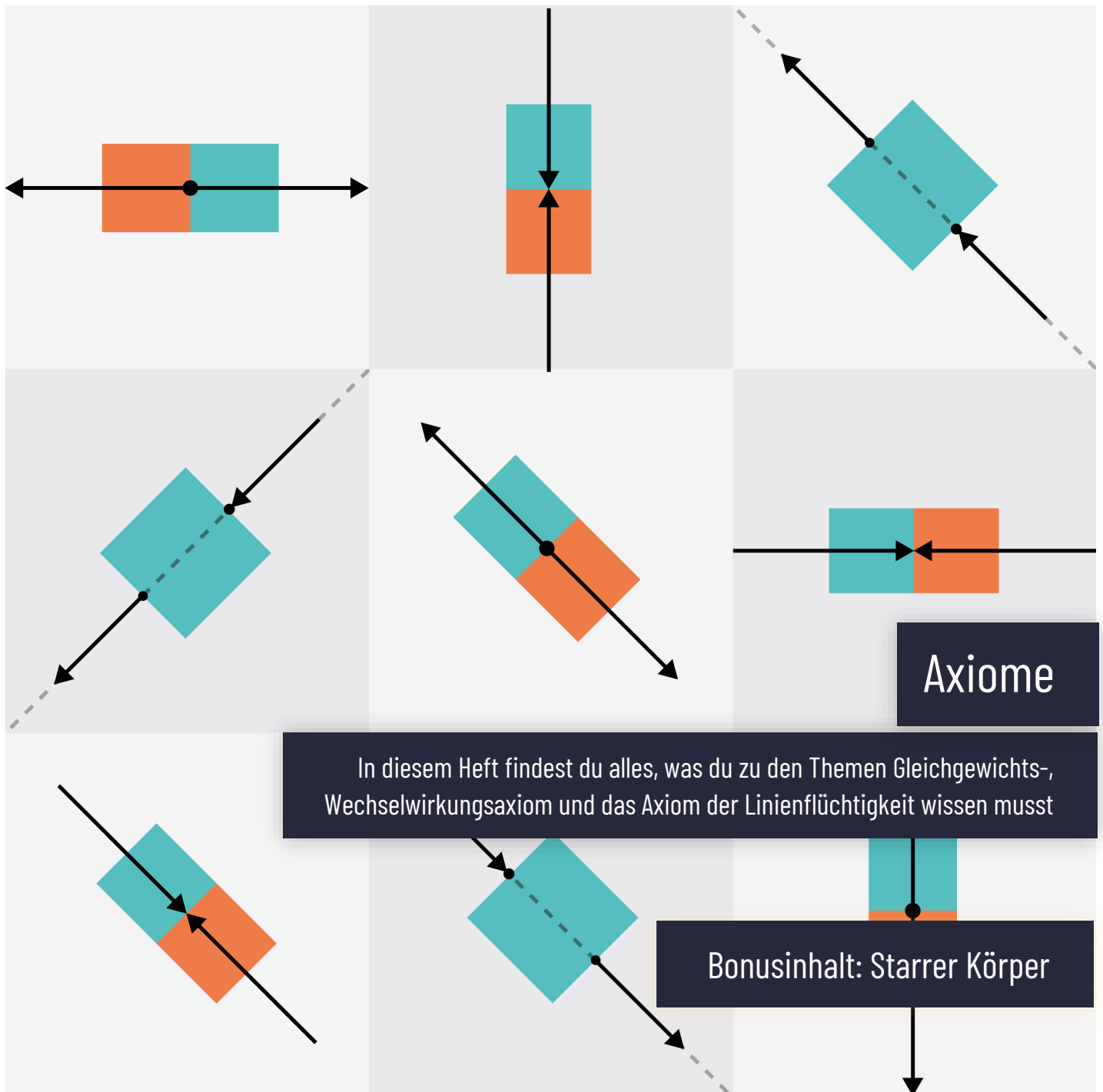




Zwei Kräfte und nichts passiert?!

Wann sind zwei Kräfte im Gleichgewicht und was bedeutet das für einen Körper? → S. 8

Actio gleich Reactio

Was hat es mit der Wechselwirkung auf sich und was ist der Unterschied zum Gleichgewicht? → S. 20

Linienflüchtigkeit

Können Kräfte verschoben werden? Wenn ja, wie?
→ S. 34

Inhalt – Starrer Körper

S. 4 **Steckbrief Starrer Körper**

S. 5 **Interview**
Der starre Körper

S. 6 **Rätselseite**

S. 7 **Annoncen**

Lernziele

Starrer Körper

- Eigenschaften des starren Körpers kennen
- Bedeutung der Nutzung starrer Körper für die Axiome kennen

Inhalt – Gleichgewicht

S. 8 **Steckbrief
Gleichgewichtsaxiom**

S. 9 **Kolumne**

Ich – als Weltraumwicht – bin
schwerelos bei
Kräftegleichgewicht

S. 12 **Übungsaufgaben**

Übung Kräfte einzeichnen,
Übung Gleichgewicht erkennen

S. 15 **Rätselseite**

S. 16 **Experiment**

Schwerpunkt finden

S. 18 **Experiment**

Fallender Slinky / Treppenläufer

S. 19 **Annoncen**

Lernziele

Gleichgewicht

- Kräftegleichgewicht beschreiben und darstellen
- Kräftegleichgewicht realisieren
- Wechselwirkung von Kräften beschreiben und darstellen (Actio = Reactio)
- Unterschied zwischen Gleichgewicht und Wechselwirkung erkennen
- Linienflüchtigkeit von Kräften beschreiben und darstellen

Inhalt – Wechselwirkung

Lernziele

Wechselwirkung

- die Verbindung zwischen Vektoren und Kräften zu benennen und beschreiben
- Kräfte als Vektoren zu zeichnen/darzustellen
- die Wechselwirkung von Kräften zu beschreiben und darzustellen (Actio = Reactio)
- Unterschied zwischen Gleichgewicht und Wechselwirkung

- S. 20 **Steckbrief Wechselwirkungs-axiom**
- S. 21 **Reportage**
Glück im Unglück
- S. 23 **Rätselseite**
Dreiecke markieren, Hypothenuse und Katheten bestimmen....
- S. 24 **Übungsaufgaben**
Unterschied Wechselwirkung und Gleichgewicht
- S. 28 **Experiment**
Wechselwirkung
- S. 30 **Experiment**
Tauziehen auf Rollen
- S. 32 **Experiment**
Ballonrakete
- S. 33 **Annoncen**

Inhalt – Linienflüchtigkeit

S. 34	Steckbrief Linienflüchtigkeit
S. 35	Reportage Eine Odyssee auf Schienen
S. 37	Rätselseite
S. 38	Experiment Linienflüchtigkeit
S. 40	Annoncen

Lernziele

Linienflüchtigkeit

- Kräftegleichgewicht beschreiben und darstellen
- Linienflüchtigkeit von Kräften beschreiben und darstellen
- die Verbindung zwischen Vektoren und Kräften zu benennen und beschreiben
- Kräfte als Vektoren zu zeichnen/darzustellen

Starrer Körper

Steckbrief: Starrer Körper

- Super Power:** Ich bin ein Objekt, welches sich unter Krafteinwirkungen NICHT verformt.
- Mein Geheimnis:** Mich gibt es gar nicht... Ich bin nur eine Idealisierung. In der Realität verformen sich alle Körper unter Krafteinwirkungen. Manche dieser Verformungen könnt ihr aber kaum wahrnehmen.
- Mein Trick:** Ich habe keinen Trick, ich bin der Trick. Durch die Idealisierung werden Berechnungen um einiges leichter.
- Das bin ich:**



Der starre Körper



Interview mit Lukas, Oktober 2040, ca. 4 Minuten Lesezeit

Was ist ein starrer Körper?

„Der starre Körper ist ein idealisierter Zustand, der für Berechnungen in der Statik bzw. der Starrkörperstatik Voraussetzung ist.“

Ob ein Körper allerdings als starrer Körper betrachtet werden kann, hängt vom Material und der Größe der Krafteinwirkung ab.

Einige reale Objekte lassen sich näherungsweise als starre Körper betrachten, da ihre Verformungen unter Krafteinwirkung vernachlässigbar sind.

Auf einer Brücke aus Stahlträgern, auf der bspw. Autos fahren oder ein großer Stein, auf dem Personen stehen, sind die Krafteinwirkungen der Fahrzeuge und Personen kaum ersichtlich.“

Warum verformen sich starre Körper unter Druckeinwirkung nicht?

„Grund für die geringe Verformung von starren Körpern ist der atomare Aufbau. Die Atome sind eng und ohne Fehlstellen angeordnet, was ein Verformen erschwert.“

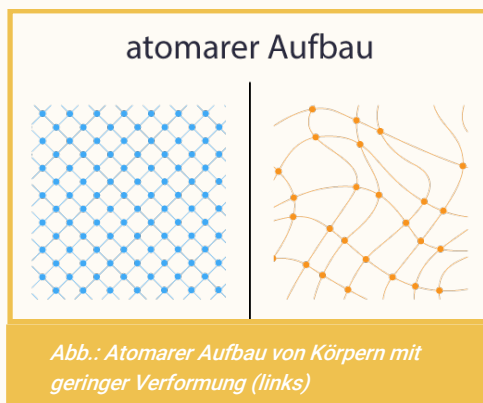


Abb.: Atomarer Aufbau von Körpern mit geringer Verformung (links)

Körper, welche eher nicht geeignet sind, um als starrer Körper dargestellt zu werden, sind z. B. Schwämme oder Anti-Stress-Bälle. Das zeigt sich auch im atomaren Aufbau dieser Objekte.“

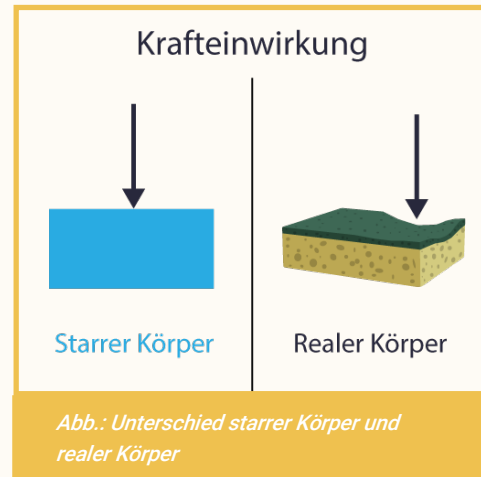


Abb.: Unterschied starrer Körper und realer Körper

Für welche Axiome ist der starre Körper Voraussetzung und warum?

„Der starre Körper ist für das Gleichgewichtsaxiom und das Linienflüchtigkeitsaxiom Voraussetzung.“

Würden die Körper verformbar sein, kann zum einen das Gleichgewicht und zum anderen die gleiche Wirkung auf den Körper durch Verschieben der Kraft auf der Wirkungslinie nicht gewährleistet werden.“



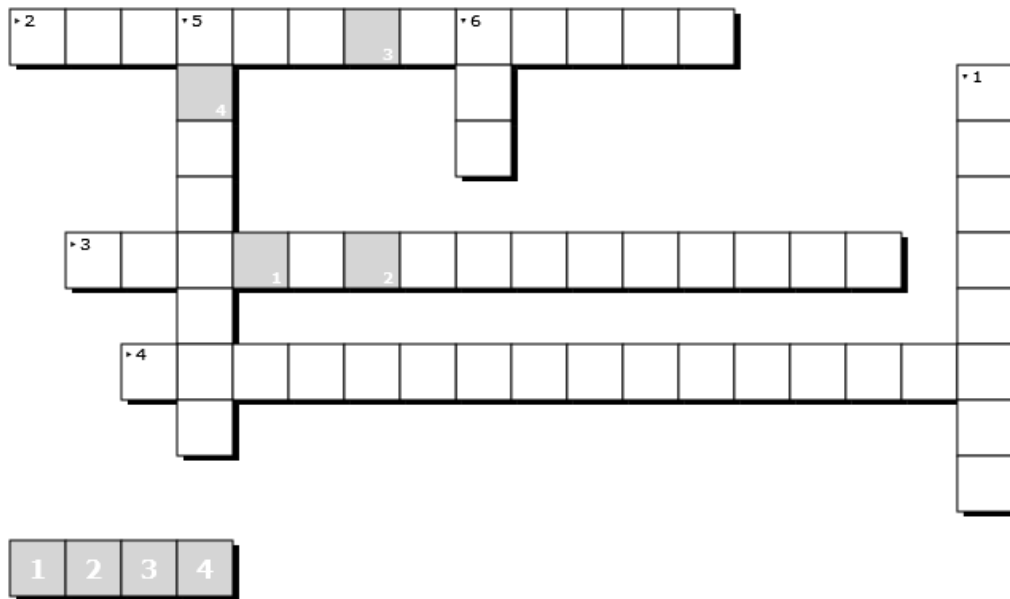
Alles klar? Schau dir auch das Video zum starren Körper an:

Videolink:

<https://www.youtube.com/watch?v=MAFu80B9kuo>

Rätselseite

Kreuzworträtsel



Erstellt mit XWords - dem kostenlosen Online-Kreuzworträtsel-Generator
<https://www.xwords-generator.de/de>

1. Ein starrer Körper ... sich nicht.
2. Starre Körper sind eine ...
3. In der Realität verformen sich alle Körper unter ...
4. Bei einigen Körpern ist die Verformung so klein, dass sie ... ist und das Objekt als starrer Körper betrachtet werden kann.
5. Das Ausmaß der Verformung hängt vom ... Aufbau ab.
6. Liegen die Atome ... beieinander, werden Verformungen erschwert.

Annoncen | Weiterführendes

Starre Körper anstarren?

Die Seite „Physik für alle!“ gibt eine ausführliche Beschreibung von starren Körpern, ihrer Typologie und Merkmale.



https://physik.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Starrer_K%C3%B6rper

Starrer Körper im Raum!

Lass dich vom Simple Club unterstützen und dir den “starren Körper” in einem witzigen Video erklären. Und sieh, was man für Berechnungen durchführen kann! Das Ganze ist Teil einer Lernapp, wo sich neben Videos auch Übungsaufgaben und Zusammenfassungen befinden.

Schau’ doch mal rein!



<https://www.youtube.com/watch?v=TTTrup4zYUcw>

AG Drohnenflug

OKTOXL, OKTO2 & HEXAXL vorrätig; Aufbau Laborumgebung, Einsatz in Lehre & Forschung; Mach mit!

<https://www.b-tu.de/industrielle-informationstechnik/forschung/projekte/ag-drohnenflug#c58349>

Proband*innen gesucht

Projekt zur Arbeit an Therapieschaukel sucht Freiwillige, um Effekte Schaukel langfristig zu testen. Melde dich in der Zentrale, Aufwandsentschädigung vorgesehen.

Sport ist Mord?

Nicht an der BTU, hier heißt Sport noch Spaß und Stimmung. Von Flamenco bis BBP, alles dabei! Über 40 Angebote. Mehrere Standorte. Auch Sportfahrten.

https://www.buchsys.de/b-tu/angebote/aktueller_zeitraum_0/index.html

Let's play

Spieleabende in der Bühne 8; jeden 1. & 3. Do im Monat.

<http://buehne8.de/buehne-acht-du/>

Gleichgewichtsaxiom

Steckbrief: Gleichgewichtsaxiom

- Besonderheit:** Ich bin die Basis für andere Gesetzmäßigkeiten der technischen Mechanik, cool oder?
- Typ:** Ausgeglichen und ruhig, aber nur wenn alle beteiligten Kräfte gleich groß, entgegengesetzt gerichtet und auf einer Wirkungslinie sind.
- Was ich mag:** Wenn zwei Kräfte ein Gleichgewicht bilden, Darling! Dann ist ein starrer Körper nämlich tiefenentspannt.
- Das bin ich:**



Ich – als Weltraumwicht – bin schwerelos bei Kräftegleichgewicht



von Autor Lukas, Juni 2040,
ca. 5 Minuten Lesezeit

Zugegeben, die Überschrift lässt stilistisch zu wünschen übrig. Aber sie bildet durchaus eine gute Eselsbrücke zu dem, was ich bei einem Netzwerkvortrag von Luci, einer Wissenschaftsinfluencerin, als Erkenntnis mitgenommen habe. In ihrem Vortrag ging es um die „wahre“ Ursache der Schwerelosigkeit. „Wahre Ursache? Was soll denn das heißen?“, fragt ihr euch? Habe ich mich auch gefragt. Ich bin ja seit jeher vom Zustand der Schwerelosigkeit fasziniert – so wie viele von euch vermutlich auch.



Abb.: Schwerelose Netzwerkmitglieder
auf Mission im All

Dachte, mir wäre klar, wieso, weshalb, warum. Spoiler voraus: Es ist nicht, weil die Erdanziehung keinen Einfluss mehr hat, je weiter man sich von der Erde entfernt. Wenn ihr das gedacht habt, dann lest meinen Bericht weiter. Ich klär' euch gern auf.

Luci fragt provokant in die Runde, ob jemand wisse, warum z. B. Menschen in der damaligen Internationalen Weltraumstation (International Space Station - ISS) – schwerelos waren bzw. immer noch wären, wenn es sie noch gäbe. Ein Teilnehmer meldet sich und meint: „Könnte es damit zusammenhängen, weil sie so weit weg von der Erde war? Wenn man von der Erde weit genug entfernt ist, setzt das vielleicht die Erdanziehungskraft außer Kraft. Deshalb wiegt man im All nichts und schwebt vor sich hin.“

Luci lächelt, die Aussage scheint ihr in die Karten zu spielen. Sie bedankt sich für die Antwort. Gibt aber zu verstehen, dass wenn dies tatsächlich der Wahrheit entspräche, wir keinen Mond mehr hätten. Die ISS war der Erde viel näher als der Mond es ist. Ohne die Erdanziehungskraft würde uns der Mond einfach geradeaus davon fliegen, so schnell wie er sich durchs All bewegt. Tatsächlich aber reichen nur 0,03 Prozent der auf der Erde wirkenden Gravitationskraft $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (Geschwindigkeit, mit der ein Gegenstand auf der Erde zu Boden fällt bzw. zum Erdmittelpunkt gezogen wird) aus, um die Masse des Mondes in eine Umlaufbahn um die Erde zu zwingen. Bei dieser Aussage staunten wir alle nicht schlecht. „Was für ein g wirkte dann auf der ISS, wenn sie so viel näher an der Erde war?“, fragte eine Mitstreiterin.

Luci sagte: „Fast die Gleiche wie auf der Erde.“ Ein bisschen fielen uns die Augen aus unseren Köpfen. „Aber wie konnten die Astronauten dann schwerelos sein?“, fragte ich. Luci erklärt: „Nun das ist so: Die ISS wurde damals hochgeschossen – zwar in Einzelmodulen, aber zur Einfachheit sage ich jetzt nur ISS. Sie musste eine gewisse Geschwindigkeit aufweisen, um die Erdanziehungskraft in kurzer Zeit zu überwinden.“

Im All verliert sich dieser Antrieb dann nicht. Er wird auch nicht abgebremst, weil es ja kaum Luftwiderstand da oben gibt. Die Geschwindigkeit bleibt erhalten. Ohne Widerstand im All und gleichbleibender Geschwindigkeit könnte sich die ISS ungehindert vorwärts, immer weiter von uns weg bewegen – wäre da nicht die Erdanziehungskraft.

Die Anziehungskraft der Erde zog die ISS also die ganze Zeit zurück zur Erde. D. h. die ISS bewegte sich nur deshalb nicht und auch nicht zur Erde, weil ihre Geschwindigkeit genau auf die Erdanziehung abgestimmt worden war.



Abb.: Zwei gleichgroße Kräfte wirken in entgegengesetzte Richtungen auf einen Körper

D. h., die wirkende Kraft ins ferne All wurde durch die Anziehungskraft der Erde ausgeglichen - und war damit im Gleichgewicht. Die Masse bleibt gleich, nur das ständige „Fallen“ und Beschleunigen bewirkt die Schwerelosigkeit. Den Astronauten *on board* ging es genauso wie der Gerätschaft.

Luci erklärt weiter: „Zwei Kräfte sind dann im Gleichgewicht, wenn

- die Kräfte den gleichen Betrag haben (gleich groß sind),
- entgegengesetzt gerichtet sind (Vorzeichen beachten) und
- auf einer Wirkungslinie liegen.

Das bedeutet, dass die Wirkungen dieser zwei Kräfte auf den starren Körper sich aufheben. Der starre Körper verbleibt in Ruhelage oder bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit weiter – im Falle der ISS entsteht scheinbar ein Stillstand.

Was dahinter stünde? – Fragt ein Teilnehmer. Das sei das Gleichgewichtsaxiom – fährt Luci fort - ein Grundlehrsatz in der Mechanik. Es beschreibt die Anordnung der Kraftpfeile an einem starren Körper, damit sich dieser in Ruhelage befindet oder mit gleicher Geschwindigkeit weiterbewegt.

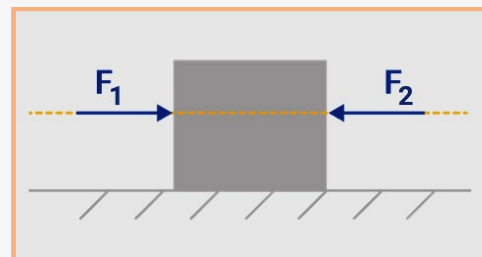


Abb.: Zwei gleichgroße Kräfte wirken in entgegengesetzte Richtungen auf einen Körper

Das solle sie ihm erstmal analytisch zeigen! – hakt der Teilnehmer nach. „Nichts leichter als das!“ antwortet Luci und legt los. Mathematisch

kann das Gleichgewichtsaxiom natürlich auch mit dem Beispiel der ISS beschrieben werden:

An der ISS drücken vereinfacht zwei Kräfte mit jeweils einer Kraft F_{Erde} und F_{ISS} . Die Anziehungskraft der Erde F_{Erde} zieht die ISS mit 200 N Richtung Erde. Die Kraft der ISS F_{ISS} zieht die Station mit 200 N von der Erde weg.

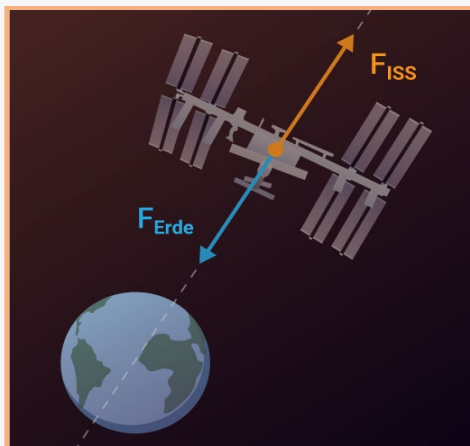


Abb.: Die Erdanziehung steht der Kraft der ISS entgegen

Damit ein Gleichgewicht herrscht muss die Summe der zwei Kräfte gleich null sein. Das bedeutet analytisch folgende Formel:

$$\sum \vec{F}_i = \vec{F}_{Erde} + \vec{F}_{ISS} = 0$$

Die positive Ausrichtung wird beispielsweise durch Kraft F_{Erde} bestimmt. Das bedeutet, dass die Kräfte, die in die gleiche Richtung wie F_{Erde} zeigen, positiv sind und die Kräfte in die entgegengesetzte Richtung zu F_{Erde} stehen, negativ sind.

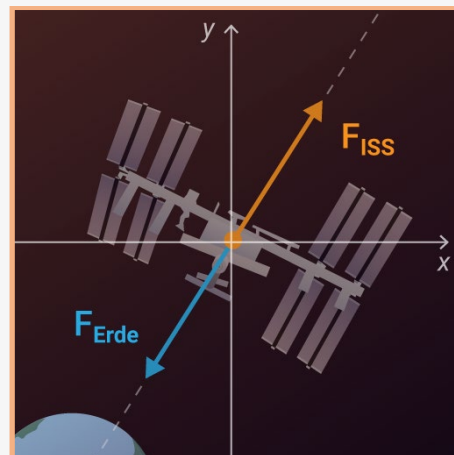


Abb.: Über ein Koordinatensystem kann die Richtung einer Kraft als positiv oder negativ definiert werden

Wirken die Kräfte, wie hier, auf der gleichen Wirkungslinie, darf mit den Beträgen weiter gerechnet werden. Das bedeutet, wir dürfen die Kraftbeträge einfach in die Formel einsetzen:

$$F_{Erde} - F_{ISS} = 200N - 200N = 0$$

Da beide Seiten der Gleichung den gleichen Betrag haben, lässt sich das Gleichgewicht bestätigen. Der Körper erfährt damit KEINE überschüssige Kraft und verharrt somit in Ruhe bzw. in Schwebelage! Damit waren alle Fragen beantwortet und die Teilnehmenden wirkten noch lange beeindruckt.

Yeah!
#scienceforlife!



Schau dir doch zur Vertiefung auch das Video an:

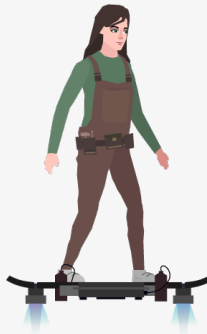
Wissenswertes

Pierre de Varignon war ein französischer Wissenschaftler. Er beschäftigte sich mit der Mathematik, der Mechanik und der Dynamik. Als ein Wegbereiter der Technischen Mechanik gehen das Gleichgewichtsaxiom und das Axiom des Kräfteparallelogramms auf ihn zurück. Doch bevor Pierre de Varignon Professor für Mathematik wurde, hat er Theologie und Philosophie studiert und wurde Priester.

Übungsaufgaben

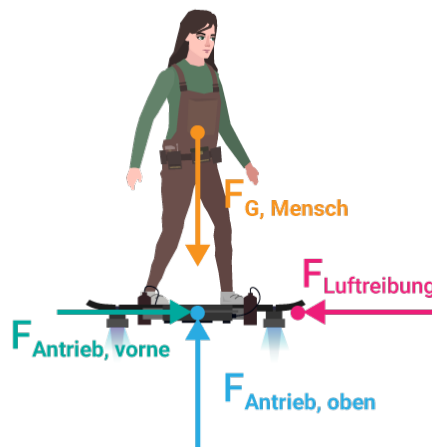
Aufgabe 1: Gleichgewicht – Kräfte einzeichnen

Hoverboards spielen in den Mobilitätskonzepten der Zukunft eine Rolle und befinden sich deswegen in konstanter Weiterentwicklung. Hier siehst du das neuste Modell. Das Hoverboard fliegt dabei flüssig und ohne Ruckeln mit konstanter Geschwindigkeit. Das Forscherteam beobachtet dabei ganz genau, welche Kräfte wo wirken.



Unterstütze das Team: Welche Kräfte wirken auf das Hoverboard? Zeichne sie ein und erkläre, ob sich das Hoverboard im Gleichgewicht befindet.

Lösung:



Lösung:

Um festzustellen, ob sich das Hoverboard im Gleichgewicht befindet werden alle Richtungen und Drehungen (Momente) betrachtet. Nach einem Blick auf die Daten wird klar, es wirken horizontale und vertikale Kräfte. Momente scheint es nicht zu geben und werden daher hier auch nicht betrachtet.

Die Gewichtskraft des Menschen wirkt nach unten gerichtet auf das Hoverboard. Die Antriebskraft nach oben wirkt der Gewichtskraft entgegen und hält das Hoverboard in der Luft. Die Gewichtskraft und die Antriebskraft nach oben befinden sich somit im Gleichgewicht.

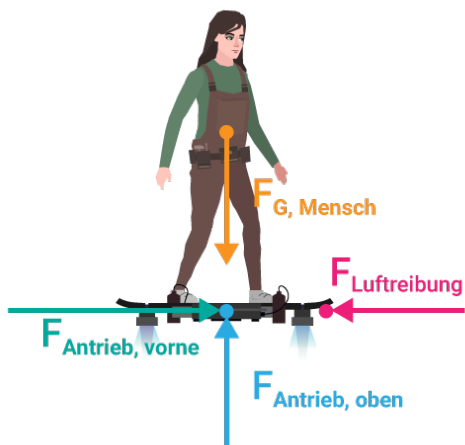
Die Antriebskraft des Hoverboards wirkt nach rechts. Der Antriebskraft wirkt die Reibungskraft der Luft entgegen. Da das Hoverboard sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, stehen die beiden Kräfte im Gleichgewicht.

Da die Summe aller Kräfte Null ergibt, befindet sich das Hoverboard im Gleichgewicht.

Was passiert, wenn das Hoverboard beschleunigt? Welche Kräfte wirken dann?

Lösung:

Die Antriebskraft wird größer, während die anderen Kräfte zunächst gleich bleiben. Die resultierende Kraft der wirkenden Kräfte ist nicht mehr null. D.h., das Hoverboard befindet sich nicht mehr im Gleichgewicht.



$$F_{\text{Antrieb, vorne}} > F_{\text{Luftreibung}}$$

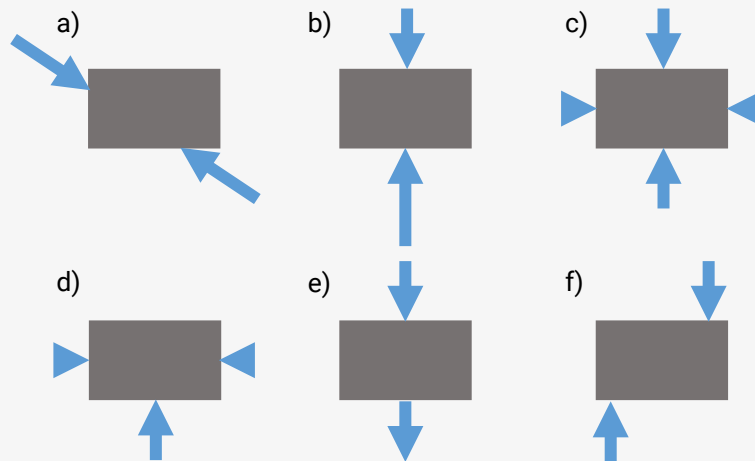
Kräftebilanz horizontal:

$$F_{\text{Antrieb, vorne}} + F_{\text{Luftreibung}} \neq 0$$

Aufgabe 2: Gleichgewicht erkennen

Bei welchen Abbildungen befindet sich der Körper im Gleichgewicht?

Welche Kräfte müssten bei den Beispielen in Ungleichgewicht noch ergänzt werden, damit sie sich im Gleichgewicht befinden?

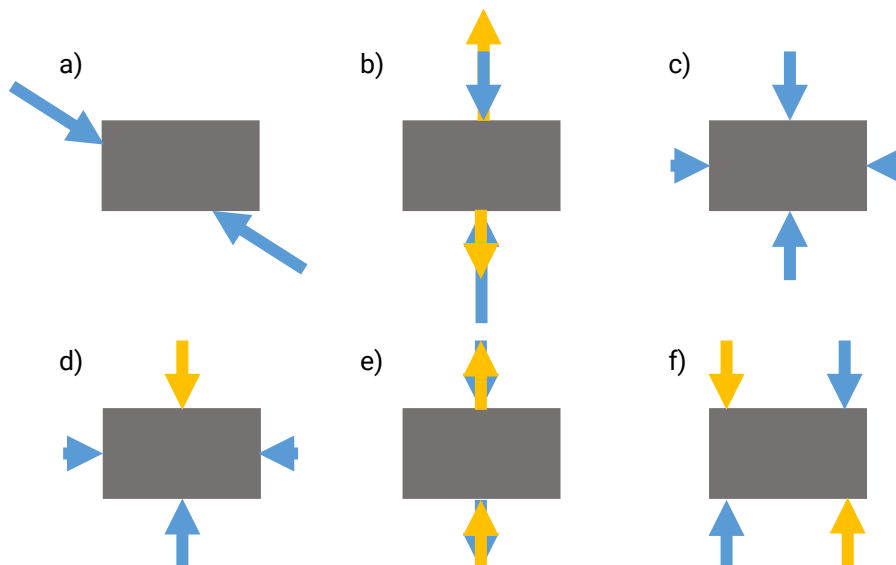


Lösung:

Bei a) und c).

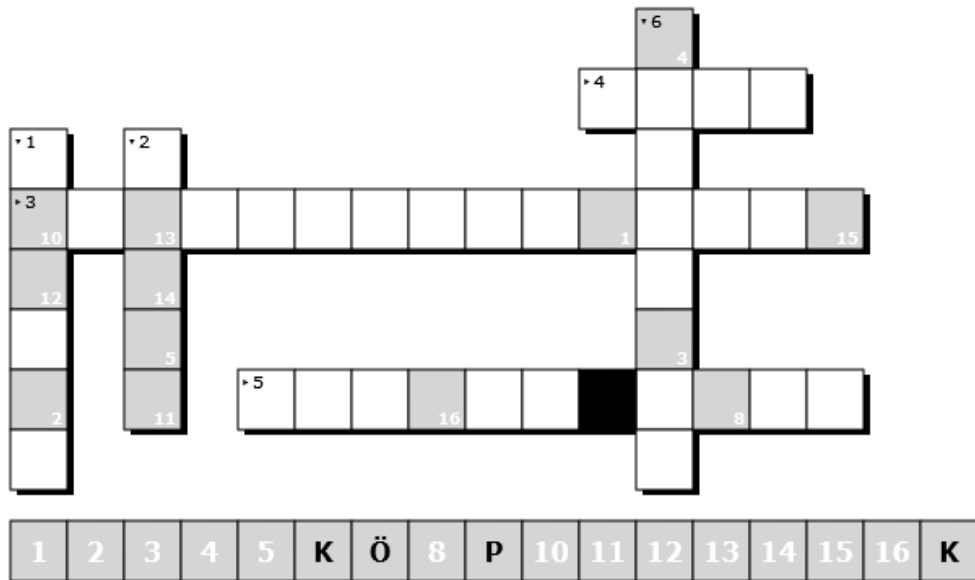
Bei b) ist die untere Kraft größer als die Obere, der Gegenstand bewegt sich somit nach oben und ist nicht im Gleichgewicht.

Bei d) ist der erste Körper zwar horizontal ausgeglichen, aber dem unteren steht nichts gegenüber. Er bewegt sich also auch nach oben und ist nicht im Gleichgewicht. Bei e) wirken beide Kräfte nach unten. Damit sind sie zwar gleich groß, aber nicht entgegengerichtet. Beim Beispiel f) bilden die beiden Kräfte ein sogenanntes Kräftepaar. Die beiden Kräfte bewirken eine Drehung des Körpers.



Rätselseite

Kreuzworträtsel



Erstellt mit XWords - dem kostenlosen Online-Kreuzworträtsel-Generator
<https://www.xwords-generator.de/de>

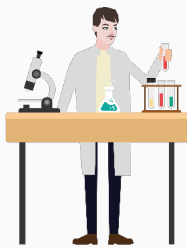
1. Was ist ein Axiom?
2. Wie muss der Körper sein, für den das Gleichgewichtsaxiom gilt?
3. Wie müssen zwei Kräfte gerichtet sein, um im Gleichgewicht zu sein?
4. Wie groß muss die Summe der zwei Kräfte sein, damit ein Gleichgewicht herrscht?
5. Wie groß muss der Betrag der beiden Kräfte sein?
6. Gleichgewicht bedeutet ...

Wissenswertes

Das Gleichheitszeichen gibt es seit 1557. Es wurde vom Waliser Robert Recorde eingeführt. Vor der Einführung wurde „ist gleich“ immer ausgeschrieben.

Experiment

Schwerpunkt finden



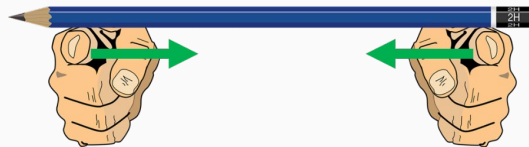
Hallo Freunde! Ich bin es mal wieder, Prof. Ernst Albern. Heute habe ich mal wieder ein kleines feines Experiment für euch! Es geht darum, wie man ganz schnell den Schwerpunkt eines länglichen Körpers bestimmen kann. Der Schwerpunkt wird in der Physik zur Vereinfachung eines Systems genutzt, um einen ausgedehnten starren Körper auf einen Massepunkt zu reduzieren. Dieser Punkt entspricht dem Angriffspunkt der Schwerkraft.

Das brauchst du:

Suche ein längeres Objekt in deinem Umfeld. Besenstiel, Regenschirm, Kugelschreiber oder Kochlöffel, hauptsache es ähnelt einem langen dünnen Objekt.

Durchführung:

- Strecke nun die Arme nach vorne
- Lege dann den Stab waagerecht auf zwei ausgestreckte Finger
Bewegen dann die zwei Finger langsam aufeinander zu bis sich die Finger treffen



Beobachtung:

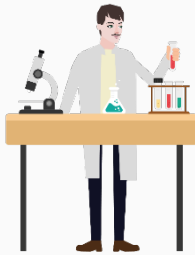
Welche Beobachtung hast du gemacht? Wie erklärst du die Beobachtungen?

Beobachtung:

- Der Stab/Besen rutscht immer nur auf einem Finger gleichzeitig
- Finger wechseln sich ab
Der Finger, der weiter vom Schwerpunkt entfernt ist → Auflagerkraft geringer → Haftreibung ist geringer als beim anderen Finger → rutscht zuerst durch
- Der Finger nähert sich dem Schwerpunkt → Auflagerkraft nimmt zu → bis Auflagerkraft größer ist als im anderen Finger → Gleitreibung im gleitenden Finger ist größer als die Haftreibung im ruhenden Finger → ruhender Finger fängt an zu gleiten, gleitender Finger fängt an zu ruhen
- Vorgang wechselt sich ab bis Finger sich treffen

Experiment

Fallender Slinky / Treppenläufer



Hallo Freunde! Ich bin es mal wieder, Prof. Ernst Alber. DU erinnerst dich sicher an die Treppenläufer/Slinkys aus deiner Kindheit? Wenn nicht ... hmm schade für euch... aber vielleicht kannst du das jetzt nachholen!

Hier ist ein spannender Versuch mit dem Treppenläufer, mit welchem du das Kräftegleichgewicht untersuchen kannst



Material:

- Treppenläufer/Slinky
- Ball (z. B. Tennisball)

Durchführung:

- Befestige den Tennisball an einem Ende des Slinkies.
- Eine Person stellt sich auf einen Stuhl o. Ä.
- Der Slinky wird am oberen Ende festhalten, das Ende mit dem Tennisball hängt in der Luft, sodass der Slinky gedehnt ist.
- Der Slinky wird oben los- bzw. fallengelassen.

Beobachtung:

Notiere, was du beobachtest, nachdem der Slinky oben losgelassen wurde. Zeichne die Kräfte in die Zeichnung ein, die auf den Tennisball wirken, sobald der Slinky oben losgelassen wird. Wie erklärst du dir die Beobachtungen?

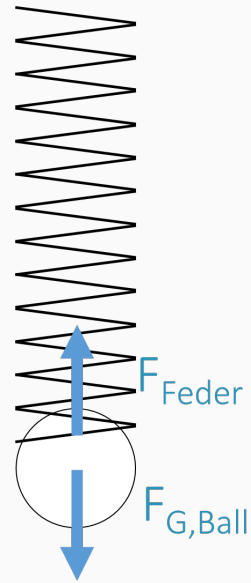


Lösung:

- Der Tennisball scheint in der Luft zu schweben bis der Slinky sich komplett zusammengezogen hat und das obere Ende den Ball erreicht.
- Dann fallen Tennisball und Slinky gemeinsam auf den Boden.
- Kräfte: Gewichtskraft nach unten, Federkraft nach oben, beide gleich groß

Erklärung:

- Kräfte, die auf den Ball wirken: Gewichtskraft nach unten, Federkraft nach oben
- Die Kräfte sind gleich groß, der Ball ist im Gleichgewicht.
- Bis der Slinky sich zusammengezogen hat und folglich keine Federkraft mehr wirkt.
- Der Ball fängt an zu fallen.



Falls du keinen Treppenläufer hast, schau dir dieses Video zum Experiment an:

<https://www.youtube.com/watch?v=oKb2tCtpvNU>

Was zum Schmunzeln

In der Natur gibt es immer ein Gleichgewicht. Ying und Yang. Schwarz und Weiß. Jedi und Sith. Chuck Norris und Donald Trump.

Annoncen | Weiterführendes

Die Axiome im Überblick

Noch schnell einen Überblick zu verschiedenen Gesetzen der Statik erhalten? Dann schau mal rein. Hier wird erklärt, was ein Axiom ist und was die unterschiedlichen Axiome unterscheidet. #studyhelp



<https://youtu.be/UoD5Uibp50g>

Gleichgewicht leicht erklärt

Hier wird dir anschaulich + schnell das Gleichgewichtsaxiom erklärt. StudyHelpTV hat einen ganzen Kanal lauter passender Videos. Schau mal rein!

<https://www.youtube.com/watch?v=nHNmkB2oUfw>



Berufung gesucht?

Werde Architekt/in!

Kreativ sein; Interdisziplinarität; Gestaltung; Werde Architekt/in – familiäre, Projekt-bezogenes Studium;

6 Semester Bachelor, 4 Semester Master; Start im WS!

<https://www.b-tu.de/architektur-bs>

Mit der CampusApp immer informiert

1 App, 1000 Möglichkeiten: Webmail, Moodle, Notenübersicht, Fahrplanauskünfte und das Beste die Mensapläne aller Standorte. Don't miss that!

<https://play.google.com/store/apps/details?id=eu.campusapp.android.beta>

<https://apps.apple.com/de/app/btu-campus-app/id626792261>

Pflicht- oder freiwillige Praktika

Über die Anmeldung zum Jobletter, verpasst du kein Angebot der Region mehr. Keine Lust auf warten?

Hier findest du auch aktuelle und spannende Ausschreibungen: Let it work!

<https://jobs.b-tu.cc/>

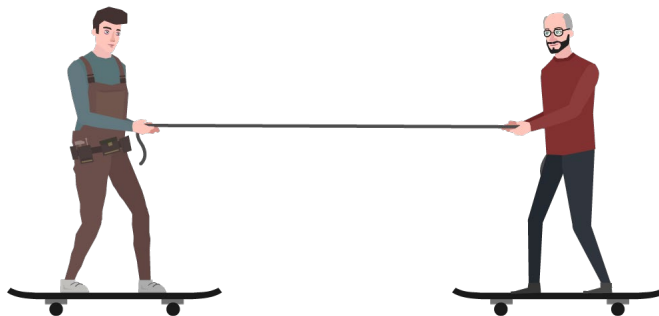
Rezepte für Heuschreckenverwertung gesucht

Hallo! Ich bin neu im Business, habe aber aufgrund der Plage mehr als genug Insekten zum Verzehr. Bitte Lieblingsrezept zusenden! @Anna

Wechselwirkungsaxiom

Steckbrief: Wechselwirkungsaxiom

- Besonderheit:** Wie du mir, so ich dir! Wenn du mich haust, hau ich mit der gleichen Kraft zurück, damit das klar ist, Junge!
- Typ:** Ich halte mit der gleichen Kraft dagegen, aber nur wenn die Kräfte gleich groß, entgegengesetzt gerichtet und auf einer Wirkungslinie sind.
- Was ich mag:** Zwei Körper, die aufeinander wirken.
- Das bin ich:**



Glück im Unglück



von Autorin Laura, Juni 2040,
ca. 5 Minuten Lesezeit

6330 – so viele Autounfälle geschehen durchschnittlich täglich in Deutschland. Ich war vor ein paar Wochen Teil dieser Zahl. Eine kurze Unaufmerksamkeit, einen Moment zu spät reagiert – schon knallt es. Glücklicherweise gab es keine Verletzten, nur Blebschäden an beiden Autos. Aber wieso eigentlich an beiden Autos? Jemand anderes fährt mir rein und der Schaden an meinem Auto ist genauso groß wie der Schaden an dem anderen Auto? Unfair! Diese Frage hat mich noch tagelang beschäftigt bis ich ihr auf den Grund gegangen bin.

Mit meinen Fragezeichen im Kopf bin ich zu meiner Freundin Luci gegangen. Sie studiert gerade Maschinenbau. Erstmal habe ich ihr erklärt, was passiert ist: Ich bin im Kreisverkehr gefahren, als ein Herr es sehr eilig hatte und mich wohl beim Auffahren übersehen hat. Für bremsen war dann auch keine Zeit mehr, unsere Autos sind zusammengekracht und haben beide verbeulte Motorhauben.

Luci hat mir erklärt, dass das mit dem Wechselwirkungsaxiom zu tun hat. Dieses beschreibt die Anordnung der Kräftevektoren, wenn zwei Körper aufeinander einwirken. Der berühmte Wissenschaftler Newton hat das Prinzip mit „actio gleich reactio“ bzw. „Aktion gleich Reaktion“ beschrieben. Das heißt so viel wie, dass es zu jeder Kraft auch eine Gegenkraft gibt.



Was bedeutet das jetzt auf die Autos bezogen? Beim Aufprall hat das Auto von dem Herrn mit einer **Kraft F_1** auf mein Auto gewirkt. Gleichzeitig hat eine **Gegenkraft F_2** von meinem Auto mit einer Kraft, die genauso groß ist, auf das andere Auto gewirkt.

Die beiden Kräfte haben den gleichen **Angriffspunkt**, und zwar den Punkt, an dem die beiden Autos aufeinander treffen. Sie liegen auf der gleichen Wirkungslinie, haben den gleichen Betrag und sind entgegengesetzt gerichtet.

Als Formel bedeutet das quasi:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Luci erzählt weiter: Da es wirklich zu jeder Kraft eine Gegenkraft gibt, findet man überall im Alltag Beispiele für das Wechselwirkungsaxiom. Fällt dir was ein?

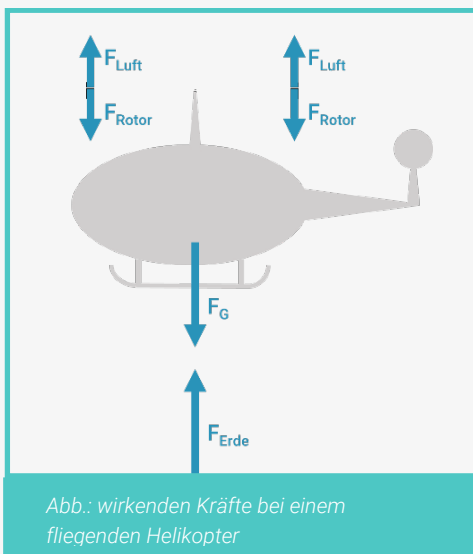
Bleiben wir aber beim Auto und betrachten den Vorgang des Anfahrens. Das Auto übt eine Kraft auf die Straße aus, die nach hinten gerichtet ist. Die Straße übt eine gleichgroße nach vorne gerichtete Kraft auf das Auto aus. Das bedeutet, dass das Auto die Straße nach hinten schieben will, und da die Straße „fest“ ist und sich nicht schieben lässt, schiebt die Straße das Auto nach vorn. Deutlich wird das, wenn das Auto auf anderen Untergründen anfährt: auf Kies oder Sand beschleunigend schleudern die Reifen den Sand und Kies einfach nach hinten weg. Die Gegenkraft des Untergrunds reicht nicht aus, um das Auto nach vorn zu schieben.

Ein Fragezeichen bleibt noch in meinem Kopf. Zwei gleichgroße, entgegengesetzt gerichtete Kräfte auf einer Wirkungslinie – das kenne ich doch schon vom Gleichgewichtsaxiom! Was ist hier der Unterschied zum Wechselwirkungsaxiom?

„Das ist eigentlich ganz einfach“, erklärt Luci mir. „Beim Kräftegleichgewicht handelt es sich um zwei oder mehrere Kräfte, die auf *einen* starren Körper einwirken. Dabei befindet sich der

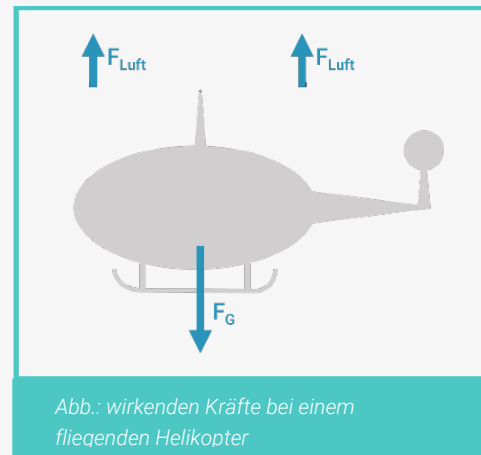
Körper im Gleichgewicht, wenn die Summe der Kräfte gleich null ist. Bei der Wechselwirkung werden da hingegen Kräfte betrachtet, die durch das Einwirken zweier Körper entstehen. Die beiden Kräfte wirken jeweils von einem Körper auf den anderen und haben dabei den gleichen Angriffspunkt.“

Luci meinte, ich hätte Glück im Unglück gehabt: wenn ich verletzter gewesen wäre, hätte wohl ein Helikopter kommen müssen. Und bei Helikoptern ist das super spannend – hier finden nämlich das Wechselwirkungsaxiom und das Gleichgewichtsaxiom Anwendung. So erklärte sie: „Die Anziehungskraft der Erde und des Helikopters sind wechselwirkende Kräfte. Ebenso die Kräfte an den Rotorblättern: die Rotorblätter wirken mit einer nach unten gerichteten Kraft auf die Luft und die Luft übt eine Gegenkraft auf die Rotorblätter aus, wodurch der Helikopter in der Luft gehalten wird.“



„Im Gleichgewicht befinden sich hingegen die Gewichtskraft des

Helikopters, die den Helikopter nach unten zieht, und die Kraft der Luft auf die Rotorblätter (Auftriebskraft), welche den Helikopter nach oben drücken. Da die Summe der Kräfte gleich null ist, befindet sich der Helikopter im Gleichgewicht und „steht“ in der Luft.“



Nachdem Luci alles fertig erklärt hat, dachte ich mir nur „Glück gehabt, dass es mich nicht schlimmer erwischt hat!“ Da lobe ich mir doch meine zwei Erkenntnisse vom Autounfall: 1. Zu jeder Kraft gibt es eine Gegenkraft und deshalb haben beide Autos hinterher Schäden und 2. Fahrradfahren macht doch viel mehr Spaß. Mein Auto bleibt nach der Werkstatt doch öfter in der Garage stehen. Das Fahrrad ist sowieso gesünder, sowohl für mich als auch für die Umwelt.

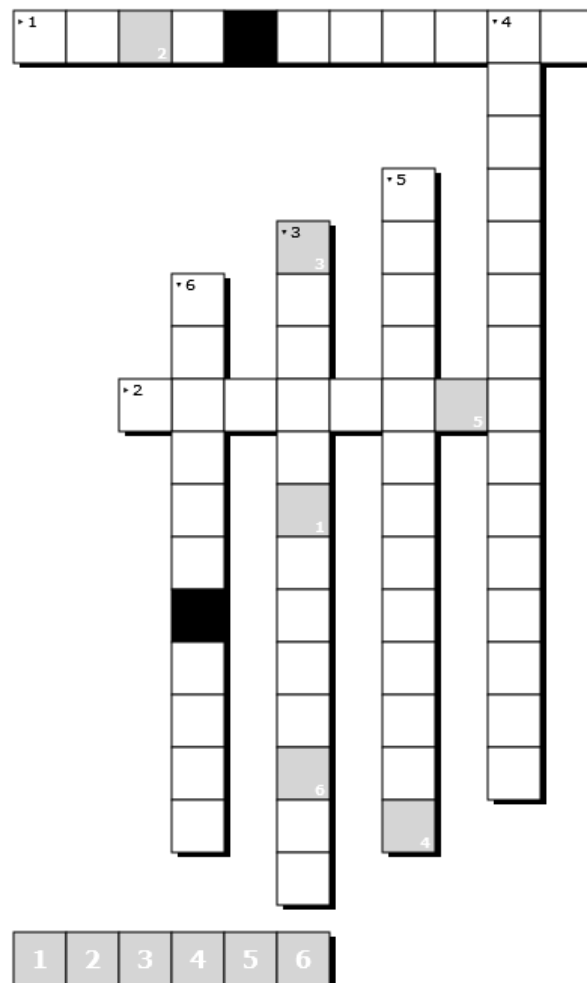
Schau dir auch das Video dem Thema an:



https://youtu.be/sJ09_QwI7Zk

Rätselseite

Kreuzworträtsel



Erstellt mit XWords - dem kostenlosen Online-Kreuzworträtsel-Generator
<https://www.xwords-generator.de/de>

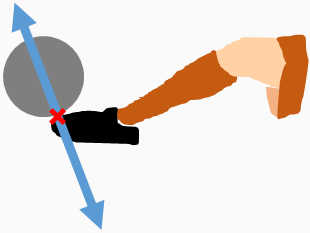
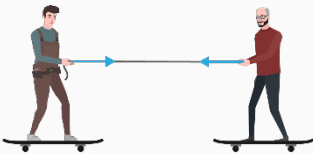
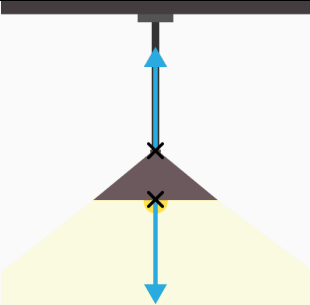
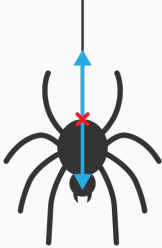
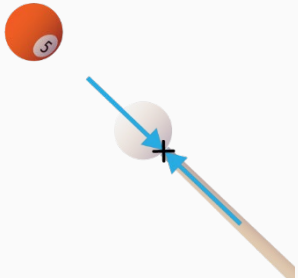
1. Was wirkt beim Wechselwirkungsaxiom aufeinander?
2. Aktion = ...
3. Die Kraft von Körper 1 und Gegenkraft von Körper 2 liegen auf einer ...
4. Wie sind die beiden Kräfte gerichtet?
5. Wo berühren sich die beiden Kräfte?
6. Wie groß muss der Betrag der beiden Kräfte sein?

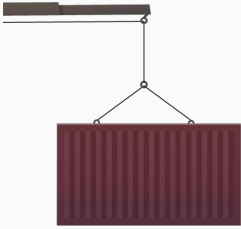
Übungsaufgaben

Aufgabe 1: Unterschied Wechselwirkung und Gleichgewicht

In Notfallsituationen, wie Erdbeben, Unfällen mit Fahrzeugen oder einer Brückensicherung – überall scheint das Gleichgewicht in Gefahr zu sein. Um die richtigen Schlüsse zu ziehen, gilt es schnell zu sein. Die Grundlagen helfen dir bereits jetzt, die notwendigen Dinge mit einem Blick zu erfassen.

Handelt es sich bei den folgenden Beispielen um ein Gleichgewicht oder Wechselwirkung? Zeichne die wirkenden Kräfte und den Angriffspunkt der Kräfte ein:

Fußball schießen	Magnete	Tauziehen
		
<u>Wechselwirkung</u>	<u>Wechselwirkung</u>	<u>Gleichgewicht</u>
Lampenschirm	Spinne am Faden in ruhiger Position	Billiard - Kugelstoß
		
<u>Gleichgewicht</u>	<u>Gleichgewicht</u>	<u>Wechselwirkung</u>

Gestütztes Bauwerk	Autounfall	Container an einem Kran
		
<u>Wechselwirkung</u>	<u>Wechselwirkung</u>	<u>Gleichgewicht</u>

Was sind die Unterschiede und Gemeinsamkeiten eines Wechselwirkungspaares von Kräften und eines Kräftepaares, welches sich im Gleichgewicht befindet.

Gemeinsamkeiten:

Zwei Kräfte

Gleiche Wirkungsline

entgegengesetzt gerichtet

Unterschiede:

Gleichgewicht: Mindestens zwei Kräfte wirken an einem Körper → Summe der Kräfte ist Null

Wechselwirkung: zwei Kräfte wirken an zwei Körpern, der Berührungspunkt entspricht dem Angriffspunkt der beiden Kräfte. Actio = Reactio

FUN FACT:

Ganz nach dem Motto „Wie du mir, so ich dir“. Wenn du mir ins Gesicht schlägst, dann wird deine Hand danach definitiv auch wehtun! Das ist auch der Grund warum man beim Boxen Handschuhe trägt: es werden Handverletzungen verhindert. Da die Angst vor Handverletzungen dadurch sinkt, nimmt die Stärke der Schläge zu. Kopfverletzungen beim Gegenüber nehmen durch erhöhte Intensität der Schläge nicht ab.

Aufgabe 2: Unterschied Wechselwirkung und Gleichgewicht

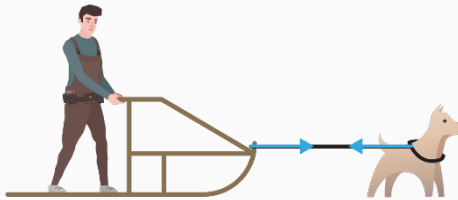
Durch den Klimawandel kommt es auch in milderen Regionen immer wieder zu Wintereinbrüchen. Für einen flexiblen und regionalen Transport hat sich deswegen die Ausbildung von Schlittenhunden bewährt. Berner Sennenhunde, Pudel, Spitz – alle werden gefordert.

Beim Ziehen des Schlittens übt der Hund eine Kraft auf den Schlitten aus. Nach dem Wechselwirkungsaxiom ("actio gleich reactio") übt der Schlitten eine gleich große entgegengesetzte Kraft auf den Hund aus. Wie kann der Hund den Schlitten ziehen, wenn der Schlitten mit der gleichen Kraft am Hund zieht?

(Hinweis: nur horizontale Kräfte betrachten)

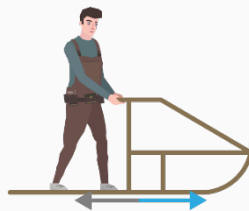
1. Zeichne in die folgenden Zeichnungen die wechselwirkenden Kräfte ein. Was bewirken die Kräfte?

Wechselwirkung Schlitten – Hund



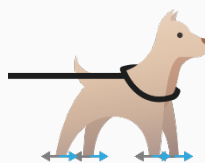
Beim Ziehen des Schlittens übt der Hund eine Kraft auf den Schlitten aus. Der Schlitten zieht mit einer gleich großen entgegengesetzten Kraft an dem Hund

Wechselwirkung Schlitten – Boden



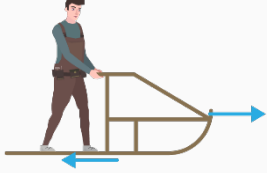
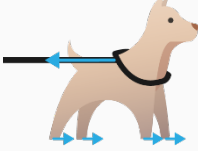
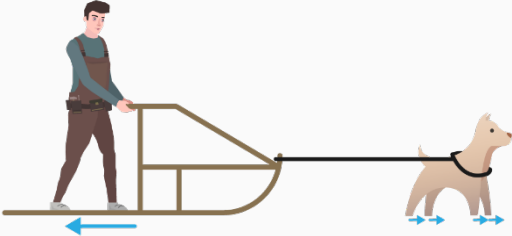
Die Kraft, die der Boden aufgrund von Reibung auf den Schlitten ausübt, zeigt nach links. Sie ist genauso groß, wie die Kraft, die der Schlitten auf den Boden ausübt (nach rechts)

Wechselwirkung Hund – Boden



Der Hund übt aufgrund der Reibung mit seinen Pfoten eine nach links gerichtete Kraft auf den Boden aus. Der Boden wirkt mit einer gleichgroßen Gegenkraft auf die Pfoten, wodurch der Hund sich nach vorne bewegt.

2. Zeichne nun die Kräfte ein, die auf den Schlitten bzw. auf den Hund wirken. Befinden sich die betrachteten (Teil-) Systeme im Gleichgewicht?

Kräfte, die auf den Schlitten wirken	Kräfte, die auf den Hund wirken
	
Die Zugkraft des Hundes ist genauso groß wie die Reibungskraft an den Kufen	Die Summe der Kräfte auf die Pfoten ist genauso groß wie die Zugkraft des Schlittens
Kräfte, die auf das Gesamtsystem wirken:	
	
Die Summe der Kräfte auf die Pfoten des Hundes ist genauso groß wie die Reibungskraft an den Kufen.	

3. Welche Bedingung muss für eine konstante Geschwindigkeit gegeben sein?

Lösung:

Bei konstanter Geschwindigkeit befinden sich die Reibungskräfte an den Pfoten des Hundes und die Reibungskraft an den Kufen des Schlittens im Gleichgewicht. Der Hund muss die Gegenkraft zur Reibungskraft an den Kufen aufbringen damit die Zugkraft und die Reibungskraft an den Kufen betraglich gleich und entgegengesetzt gerichtet sind. Somit ist die Gesamtkraft gleich null und Hund und Schlitten bewegen sich mit konstanter Geschwindigkeit.

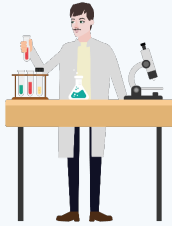
4. In akuten Notfallsituationen muss es schneller gehen als sonst. Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit sich der Hundeschlitten beschleunigt?

Lösung:

Damit sich der Hundeschlitten beschleunigt muss die Reibungskraft an den Pfoten des Hundes größer sein als die Reibungskraft an den Kufen des Schlittens.

Experiment

Wechselwirkung



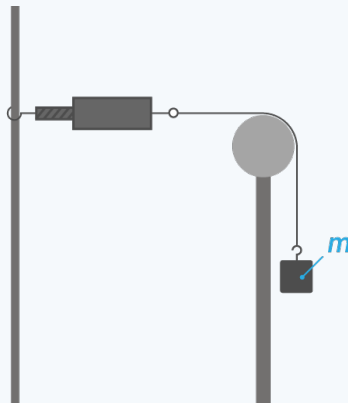
Hallo Freunde! Ich bin es mal wieder, Prof. Ernst Alber. Heute habe ich mal wieder ein Exxxxperiment für dich! Dabei schauen wir uns heute genau an, welche Kraft bei wechselwirkenden Kräften wie groß ist! Ich verlasse mich doch nicht auf Schätzungen!

Material:

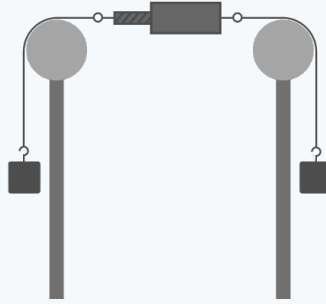
- Federkraftmesser
- Schnur
- Gestell: Zwei Stangen, zwei Rollen inklusive Befestigung für die Stangen
- Zwei Massestücke mit der gleichen Masse

Aufbau:

- Teil 1: der Kraftmesser wird an einer Seite an der Stange befestigt. An der anderen Seite wird eine Schnur befestigt, an dessen Ende ein Massestück gehängt wird. Die Schnur wird über eine Rolle geführt, sodass das Massestück frei in der Luft hängt. Der Kraftmesser liegt horizontal zwischen den Stangen in der Luft.



- Teil 2: an der Seite, die an der Stange befestigt war, wird nun auch eine Schnur befestigt, an dessen Ende ein Massestück gehängt wird. Die beiden Massestücke haben die gleiche Masse. Genau wie auf der anderen Seite wird die Schnur über eine Rolle an der Stange geführt, sodass das Massestück frei in der Luft hängt und der Kraftmesser wieder horizontal zwischen den beiden Stangen in der Luft liegt.

**Durchführung:**

- Der Versuch für Teil 1 wird aufgebaut.
- Welche Kraft wird am Federkraftmesser angezeigt?
- Der Versuch für Teil 2 wird aufgebaut.
- Die Masse, die an dem Federkraftmesser hängt, ist nun doppelt so groß. Welche Kraft zeigt der Federmesser an?

Beobachtung & Erklärung:

- Der Federkraftmesser zeigt in beiden Versuchen die gleiche Kraft an.
- Damit ein Federkraftmesser auseinander gezogen wird und somit eine Kraft anzeigt, müssen am Federkraftmesser zwei Kräfte angreifen.
- Im ersten Versuch übt die Gewichtskraft des Massestücks eine Kraft auf den Federkraftmesser aus. Die Stange auf der anderen Seite übt die entsprechende gleichgroße Gegenkraft aus, um das System im Gleichgewicht zu halten.

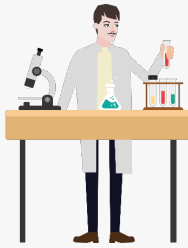
Beim zweiten Versuch üben die beiden Massestücke, die die gleiche Masse haben, zwei gleichgroße Kräfte auf den Federkraftmesser aus und halten sich im Gleichgewicht.

Witz

Ein LKW der Bundeswehr bleibt im tiefen Morast stecken. Doch der Fahrer hat Glück, denn neben ihm hält ein Jeep mit vier Offizieren. Gemeinsam gelingt es ihnen, unter letzter Krafteubietung den Wagen freizubekommen. "Ein schönes Stück Arbeit", bemerkt einer der Offiziere, "was haben Sie denn geladen?" "26 Rekruten."

Experiment

Tauziehen auf Rollen



Hallo Freunde! Ich bin es mal wieder, Prof. Ernst Albern. Heute habe ich mal wieder ein Experiment aus der Hosentasche gezaubert. Dabei wollen wir heute was Verrücktes machen - Tauziehen mit Rollschuhen oder auf dem Skateboard – Hauptsache auf Rollen!

Material/ Was du dafür brauchst:

- Seil
- zwei Skateboards / Bretter mit Rollen / Paare Rollschuhe
- evtl. Kraftmesser
- evtl. Medizinball

Durchführung:

- Stellt die beiden Bretter in einem Abstand von etwa 10 m voneinander auf und markiert die Mitte der Strecke.
- Zwei etwa gleichschwere Versuchspersonen stellen sich auf die Skateboards und halten jeweils ein Ende vom Seil fest.
- Stellt Vermutungen auf, wo sich die Versuchspersonen treffen, wenn sie an den Seilenden ziehen, und markiert die Stelle.
- Hinweis für die Versuchspersonen: zieht gleichmäßig und mit geringer Kraft.

Führt den Versuch dreimal in leicht verschiedenen Varianten durch:

1. Beide (etwa gleichschwere) Personen ziehen am Seil
2. Nur eine der beiden Personen zieht am Seil
3. Es stellen sich zwei verschieden schwere Personen auf die Bretter

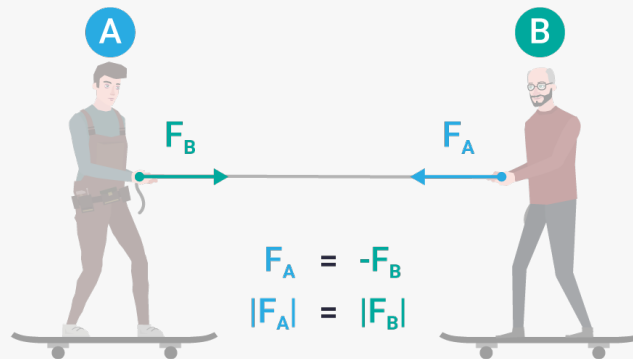
Beobachtungen:

- Wo treffen sich die Personen?
- 1. ungefähr in der Mitte
- 2. ungefähr in der Mitte
- 3. die leichtere Person legt eine größere Strecke zurück

Auswertung:

Erstelle eine Skizze mit den wirkenden Kräften. Haben sich die Personen dort getroffen, wo vermutet wurde? Warum treffen sich die Personen bei 1. und 2. in der Mitte, unabhängig davon, ob nur eine oder beide Personen am Seil ziehen? Warum treffen sich die Personen bei 3. nicht in der Mitte?

- 1. Beide Personen ziehen jeweils die andere an sich selbst heran, sie treffen sich in der Mitte.
- 2. Wenn eine Person am Seil zieht, wirkt eine Kraft auf die andere Person. Sie wird nach vorne beschleunigt. Nach dem Wechselwirkungsaxiom wirkt eine gleichgroße und entgegengesetzte Gegenkraft. Diese beschleunigt die ziehende Person.
- 3. Auf beide Personen wirkt die gleiche Kraft. Da die eine Person leichter ist, erfährt sie jedoch mit der gleichen Kraft eine größere Beschleunigung und legt somit einen größeren Weg zurück. $F=m \cdot a$



Wissenswertes

Newton: Sometimes, students did not show up at all, but he hardly canceled his lectures.

Isaac Newton spent 30 years of his life in Cambridge, but he showed a little interest in his students and his teaching profession.

Some historians state that students hardly understood his lectures. His main concentration was around his own research.

Experiment

Ballonrakete



Hallo Freunde! Ich bin es mal wieder, Prof. Ernst Albern. Heute habe ich – Überraschung – mal wieder ein super tolles und spannendes Experiment mitgebracht! Dabei wird ein wenig gebastelt. Egal, ob ihr es physikalisch betrachtet oder nicht - es macht auf jeden Fall Spaß!

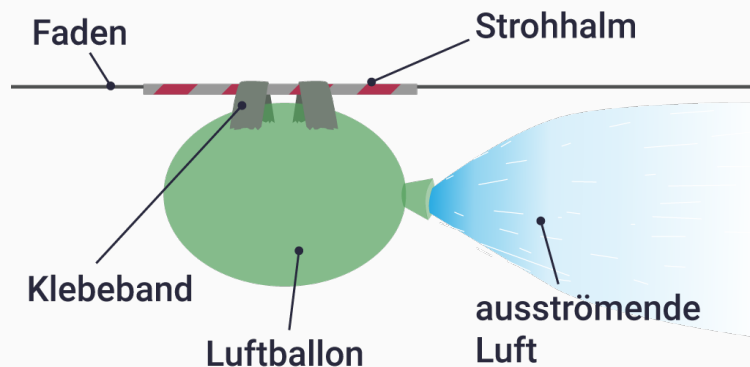
Material/ Was du dafür brauchst:

- Ballon
- Schnur
- Strohhalm
- Klebeband

Durchführung:

- Luftballon aufpusten (nicht zu knoten)
- Ballon an den Strohhalm kleben
- den Strohhalm auf den Faden fädeln (geht leichter über eine Nadel)
- Faden spannen und die Ballonöffnung loslassen, sodass Luft ausströmt

Skizze:



Beobachtung:

- Ballon fliegt nach vorne

Erklärung:

- Wirkende Kräfte in Skizze einzeichnen
- 3. Newtonsches Axiom: zu jeder Kraft gibt es eine gleichgroße entgegengesetzte Gegenkraft
- Luft aus Ballon wirkt mit einer Kraft auf umstehende Luft. Diese drückt mit einer gleichgroßen Kraft den Ballon nach vorne.

Annoncen | Weiterführendes

Wechselwirkung leicht gemacht

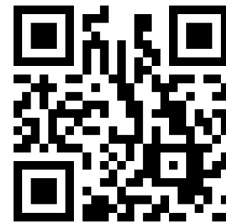
Bei Lernhelfer bekommst du eine top Einführung in das Wechselwirkungsaxiom. Das Ganze wird mit Hilfe von Bildern und Beispielen dargestellt.



<https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik-abitur/artikel/das-wechselwirkungsgesetz-3-newtonsches-gesetz>

Die Axiome im Überblick

Noch schnell einen Überblick zu verschiedenen Gesetzen der Statik erhalten? Dann schau mal rein. Hier wird erklärt, was ein Axiom ist und was die unterschiedlichen Axiome unterscheidet. #studyhelp



<https://youtu.be/UoD5Uibp50g>

Hoverboard, wenig km, 100 PS

Fast neues Hoverboard Typ ABC 3000 abzugeben, 500 Newton\$ VHB. Bei Interesse meldet euch in der Werkstatt der Zentrale.

BTUnikino Cottbus

Hier kommt die Kultur nicht zu kurz. Mehrmals im Monat bietet das Unikino-Team, Aktuelles und Tolles für Groß und Klein.

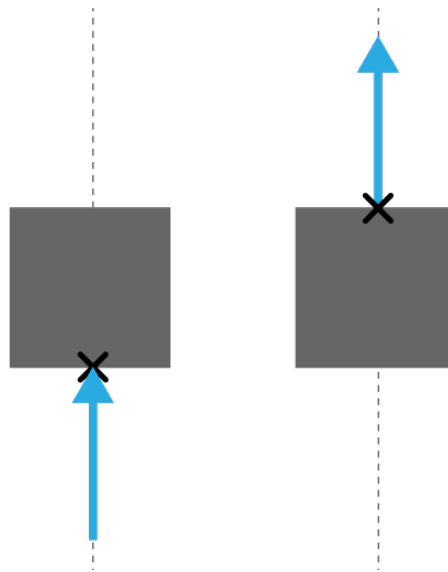
<https://www.unifilm.de/studentenkinos/Cottbus>

Linienflüchtigkeitsaxiom

Steckbrief: Linienflüchtigkeitsaxiom

- Verwandtschaft:** Ich verdanke dem Gleichgewichtsaxiom einfach alles. Toll, dass es dich gibt *Bro!*
- Typ:** Kräfte haben dank mir die gleiche Wirkung, aber nur wenn sie gleich groß sind, auf der gleichen Wirkungslinie liegen und in die gleiche Richtung wirken.
- Super-Power:** Dank mir können Kräfte auf der Wirkungslinie verschoben werden, ohne dass sie ihre Wirkung auf den starren Körper verlieren.

Das bin ich:



Eine Odyssee auf Schienen



von Autor Mathew, Sommer
2041, ca. 5 Minuten Lesezeit

Wer kennt es nicht: der Zug wird immer langsamer und kommt schließlich zum stehen. Keiner weiß, was los ist oder wann es weiter geht. Zum Glück habe ich mich bei meiner Zugfahrt in den Urlaub für die längere Verbindung, dafür ohne Umsteigen, entschieden. So verpasse ich wenigstens meinen Anschlusszug nicht. Irgendwann kommt allerdings auch hier die Durchsage des Zugführers, dass wir noch auf die Schiebelokomotive warten müssen, bevor es weitergeht. Ratlose Gesichter. Ich habe nichts Besseres zu tun und nutze die Zeit für eine kleine Recherche, was es mit dieser Schiebelokomotive auf sich hat.

Die Auslastung des Personenverkehrs und des Güterverkehrs nimmt im Zuge der Verkehrswende immer weiter zu. Das heißt, eine Lok muss immer mehr Waggons ziehen. So kann eine Zuglokomotive bei einer Steigung am Hang auch mal an ihre Grenzen stoßen. Die notwendige Zusatzzugkraft soll nur dort bereitgestellt werden, wo sie auch benötigt wird. Könnte die Zuglokomotive den Zug auch auf Steilrampen befördern, wäre sie auf dem Rest der Strecke nicht ausgelastet, was verschenkte Kapazitäten bedeutet.

Eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen, ist eine zweite Zuglokomotive vorzuspannen. Allerdings ist das nicht immer eine Option. Selbst wenn beide Zuglokomotiven gemeinsam die notwendige Kraft aufbringen können, um die gesamte Last zu ziehen, kann es an der zulässigen Zughakenlast scheitern. Das ist die Last, die die Schraubenkupplung zur Verbindung der Waggons maximal aufnehmen kann. Überschreitet die Anhängelast die zulässige Zughakenlast, kommt es zur

Zugtrennung – dann bringen auch die besten Zuglokomotiven nichts.

Doch was macht man, wenn man nicht ziehen kann? Richtig: schieben! Aber hat das auch genau die gleiche Wirkung wie das Ziehen?

Dafür ziehen wir uns das Linienflüchtigkeitsaxiom zur Hilfe. Der Grundlehrsatz oder das Axiom der Linienflüchtigkeit beschreibt die Verschiebbarkeit einer Kraft auf der Wirkungslinie.

[Anmerkung: Axiome bedürfen keiner Beweise und gelten als wahr, da sie durch Experimente allgemein beschrieben worden sind. Sie sind nicht weiter vereinfachbar oder durch andere Gesetze darstellbar.]

Wenn zwei Kräfte

- auf einer Wirkungslinie liegen,
- den gleichen Betrag haben und
- die gleiche Richtung haben,

dann haben sie auf einen starren Körper die gleiche Wirkung. Das bedeutet, dass eine Kraft, die auf einen starren Körper wirkt, entlang ihrer Wirkungslinie verschoben werden kann, ohne dass sich die Wirkung ändert. Schauen wir uns das genauer an...

In der folgenden Abbildung wird der obere Zug durch eine vorgespannte Zuglokomotive unterstützt. Der Angriffspunkt der Kraft ist vorne an der eigentlichen Lokomotive. Im zweiten Szenario derselben Abbildung wird der Zug von einer Schiebelokomotive geschoben und der Angriffspunkt der Kraft ist hinten am letzten Waggon. Beide Kräfte sind gleich groß und liegen auf der gleichen horizontalen Wirkungslinie.



Abb.: oben: Zuglokomotive wird vor der Zug gespannt.
unten: Schiebelokomotive wird hinter den Zug gespannt

Um zu zeigen, dass die beiden Kräfte die gleiche Wirkung haben, werden nun in beiden Fällen jeweils eine Gleichgewichtsgruppe (blau) hinzugefügt. Und zwar an dem Angriffspunkt der Kraft der Schiebe – bzw. Zuglokomotive.

Eine Gleichgewichtsgruppe besteht aus zwei Kräften, die den gleichen Betrag haben, auf einer Wirkungsline liegen und in entgegengesetzte Richtungen wirken. Damit verändern sie die Wirkung auf das Gesamtsystem nicht und können beliebig hinzugefügt werden.

Im nächsten Schritt wird also eine neue Gleichgewichtsgruppe definiert, deren Kräfte gleich der ursprünglichen Schub- oder Zugkraft der Lok sind.

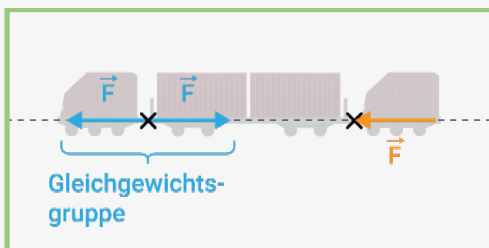


Abb.: Neu definierte Gleichgewichtsgruppe am Angriffspunkt der Zuglokomotive

Nun definiere ich eine weitere bzw. andere Gleichgewichtsgruppe aus den vorliegenden Kräften. Das ist möglich, da sie entgegengesetzt, auf einer Wirkungsline und gleich groß sind.

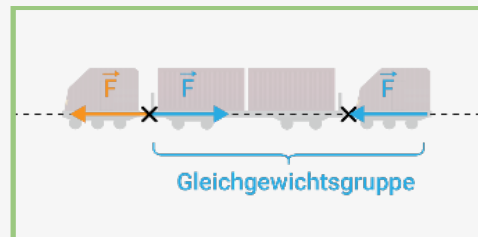


Abb.: Bilden einer zweiten Gleichgewichtsgruppe mit der ursprünglichen Kraft

Da sich die Wirkung der Gleichgewichtsgruppe aufhebt, kann sie auch wieder ausgeblendet werden.

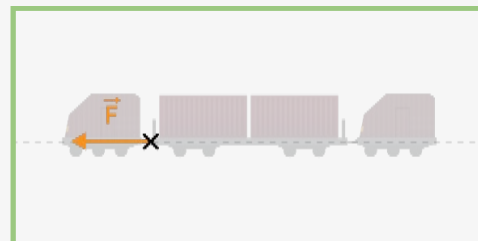


Abb.: Die neue (Zug-)Kraft entspricht der ursprünglichen Schubkraft

Es verbleibt die Kraft am vorderen Angriffspunkt, also die Kraft, mit der der Zug von der Zuglokomotive gezogen wird.

Das beweist, dass die Kraft entlang ihrer Wirkungsline verschoben werden kann. Mit anderen Worten: Es ist unerheblich, ob der Zug geschoben oder gezogen wird – die Wirkung auf den Zug ist dieselbe!

Irgendwann geht es auch bei uns wieder weiter. Die Schiebelok kommt von ihrem vorherigen Einsatz zurück und kann uns hochschieben. Danach fährt sie wieder runter und der nächste Zug ist dran. So geht es immer weiter. Ich bin froh wieder unterwegs zu sein, aber wie sagt man so schön: der Weg ist das Ziel! #scienceforlife

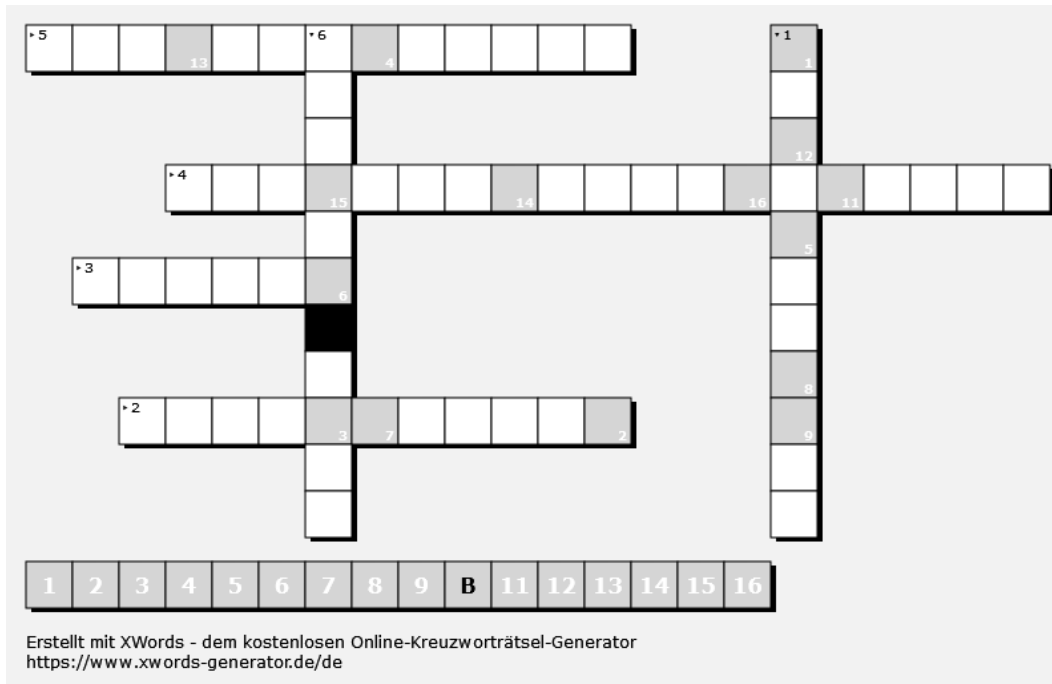
Schau dir auch das Video zum Linienflüchtigkeitsaxiom an:

<https://youtu.be/9VAv-EcdXE0>



Rätselseite

Kreuzworträtsel



1. Was kann man mit Kräften dank des Linienflüchtigkeitsaxioms tun?
2. Wie können die Axiome der Starrkörperstatik bewiesen werden?
3. Wie ist die Wirkung von zwei Kräften auf einen starren Körper nach dem Linienflüchtigkeitsaxiom?
4. Mit was kann man das Linienflüchtigkeitsaxiom begründen?
5. Die beiden Kräfte liegen dabei auf der gleichen ...?
6. Wie groß muss der Betrag der beiden Kräfte sein?

Experiment

Linienflüchtigkeit

Hallo Freunde! Ich bin es mal wieder, Prof. Ernst Alber. Heute habe ich mal wieder ein – na du weißt es schon – Experiment mitgebracht.

Material / Was du dafür brauchst:

- ein Gegenstand, hier bietet sich ein Buch an
- eine Schnur
- Klebeband
- Ggf. ein Tafelschwamm



Vorüberlegungen:

Die Wirkung einer Kraft ist abhängig von:

Richtung/Wirkungslinie

Betrag

Angriffspunkt

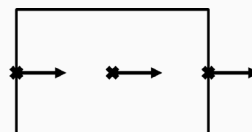
Jetzt wollen wir herausfinden, was passiert, wenn der Angriffspunkt der Kraft geändert wird.

Durchführung:

1. Klebe mit einem Klebeband ein Stück Schnur auf deinen Gegenstand.
2. Ziehe an der Schnur und beobachte was passiert.
3. Klebe das Stück Schnur nun an andere Stellen am Gegenstand:
 - a. links vom Körper
 - b. mittig und
 - c. rechts vom Körper) der Angriffspunkte und beschreibe was passiert.
4. Zeichne dann die Wirkungslinien der Kräfte in die Skizzen ein

Was passiert?

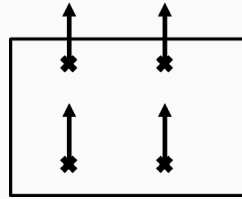
- a) Die Verschiebung des Gegenstands ist immer die gleiche



- b) Bei paralleler Verschiebung der Kraft kommt es zu einer zusätzlichen Rotation
 → Die Verschiebung ist nicht gleich, der Körper dreht sich zusätzlich



- c) Die Verschiebung der beiden linken und der beiden rechten Kräfte ist jeweils gleich. Links und rechts unterscheiden sich



Was fällt dir auf, wenn du die Lage der Wirkungslinie mit der Wirkung der Kraft vergleichst?

Schlussfolgerung:

Eine Kraft hat die gleiche Wirkung auf einen Körper, wenn:

die Wirkungslinie gleich bleibt

der Betrag gleich bleibt

Wie kann der Angriffspunkt einer Kraft verändert werden, ohne dass sich die Wirkung auf den Körper ändert?

nur entlang der Wirkungslinie

Zusatz:

Gilt das für jeden Körper?

1. Nimm einen Tafelschwamm in die Hand. Der Tafelschwamm lässt sich verformen und ist daher kein starrer Körper.
2. Zieh an einer Seite. Anschließend drückst du den Schwamm auf der anderen Seite in die gleiche Richtung.



Was passiert?

Der Schwamm zieht sich auseinander bzw. wird zusammengedrückt.

Obwohl die Wirkungslinien gleich sind und die Kraft nur entlang der Wirkungslinie verschoben wurde, ist die Wirkung der Kraft eine andere. Der Körper wird durch die Kräfte unterschiedlich verformt.

Was lässt sich daraus für das Linienflüchtigkeitsaxiom schlussfolgern?

Das Linienflüchtigkeitsaxiom gilt nur für starre Körper.

Annoncen | Weiterführendes

Die Axiome im Überblick Noch schnell einen Überblick zu verschiedenen Gesetzen der Statik erhalten? Dann schau mal rein. Hier wird erklärt, was ein Axiom ist und was die unterschiedlichen Axiome unterscheidet. #studyhelp https://youtu.be/UoD5Uibp50g 	Einführungsvideo zum Axiom der Linienflüchtigkeit Kleines Update gefällig? Ab Minute 2:11 geht es um die Wurst. Lauscher auf, hier kommt die Erklärung des Axioms noch mal quasi zum Anfassen. https://youtu.be/if48oiriYzA 
Du kennst Formel 1 nur aus dem Fernsehen? Aber das ist dir nicht genug? Mach mit oder unterstütze Lausitz Dynamics bei der Vorbereitung für den Shell Eco-marathon®. https://www.b-tu.de/lausitz-dynamics/	Muggefug Offene Kulturplattform vom Feinsten – Musik, Kabarette, Unikino, Magic Monday uvm. Komm rum. Komm an. Komm wieder. https://www.muggefug.de/
Improvisieren ist das halbe Leben Die Impro-Gruppe Rabota Karoshi gibt Grundlagenkurse zum Einstieg und mitmachen. Spaß und Lachkrämpfe garantiert. http://buehne8.de/buehne-acht-du/	Maritimer Flair in Senftenberg Tolle Cafés, Bistros, Erholungsort und v.a. mitten im Lausitzer Seenland? Ost- oder Nordsee? Besser ab in die Lausitz!

Impressum

Kontext

Das Serious Game *re:construction- Bring die Welt ins Gleichgewicht* war Teil des ESF-geförderten Projekts Learn&Play, in dem ein digitales Berufs- und Studienorientierungsangebot für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge entwickelt wurde. Von November 2021 bis Oktober 2022 wurden im Projekt *Teach&Play* weiterführende Lehr- und Lernmaterialien für den Unterricht erstellt und *re:construction* um ein Klassenmanagement-Tool erweitert.

Mehr zu den Hintergründen des Projekts und die Entwicklung des Serious Games erfahren Sie hier:



<https://www.b-tu.de/ikmz/projekte/reconstruction>

Haben Sie Interesse, das Serious Game in Ihre Lehre / Ihren Unterricht einzubinden? Dann schauen Sie sich unsere Empfehlungen zum Einsatz in der Lehre / im Unterricht und *Teach&Play* an.



Kontakt

leitung-ikmz@b-tu.de

Weitere Informationen

Projektverantwortliche:
Claudia Börner

Redaktion & Autor*innen:
*Anna Seidel, Andrea Bölke,
Carlotta Scheder-Bieschin,
Franziska Weidle*

Gestaltung und Layout:
Lukas Flagmeier

Fachdidaktik:
Carlotta Scheder-Bieschin

Korrektur:
Bianka Preuß

Über dieses Heft

Dieses Heft ist im Kontext des *Teach&Play* Projekts entstanden und Teil einer Reihe von Lehr- und Lernmaterialien für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge mit dem Modul Technische Mechanik und richtet sich an Schüler:innen der Sekundarstufen 1 und 2 sowie Studienanfänger:innen.

Alle Magazine dieser Reihe:

Magazin 1 - Dreieck

Magazin 2 - Axiome

Magazin 3 – Kraft zerlegen

*Magazin 4 – Kräfte-
parallelogramm*

Magazin 5 – Resultierende

Magazin 6 – Vektor

Magazin 7 – Kraftsysteme

Magazin 8 – Kraft

*Magazin 9 – Tragwerkselemente,
Ersatzmodell und Freischnitt*

Alle Materialien sind abrufbar unter:

<https://www.b-tu.de/ikmz/projekte/reconstruction/materialien>

Nutzungshinweise

Dieses Heft ist für den Einsatz in der Lehre frei verwendbar.

Alle Inhalte dieses Hefts sind soweit nicht anders vermerkt unter der CC BY-NC 4.0 Lizenz urheberrechtlich geschützt.



DOI:

10.26127/BTUOpen-6101

Herausgeber

Brandenburgische Technische
Universität Cottbus-Senftenberg

IKMZ

Projekt „Teach&Play“

Platz der Deutsche Einheit 2
03044 Cottbus



Gefördert durch das
Ministerium für Wissenschaft,
Forschung und Kultur aus
Mitteln des Europäischen
Sozialfonds und des Landes
Brandenburg.



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Sozialfonds



LAND
BRANDENBURG

Ministerium für Wissenschaft,
Forschung und Kultur