

Dargestellt werden soll/kann

- Richtung
- Tempo
- Änderung von Richtung und/oder Tempo mit der Zeit

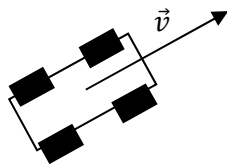
Der Fachbegriff „Geschwindigkeit“ enthält Informationen über Tempo (Betrag) und Richtung, z. B. „Das Auto bewegt sich mit $v = 70\text{km/h}$ Richtung Osten“.

Darstellung mit Vektoren:

Man nutzt die Darstellung als Pfeil (Vektor) \vec{v} :



und hat eine andere Richtung als

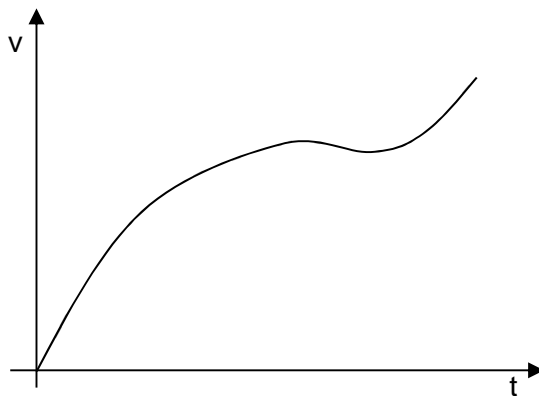


Man zeichnet die Vektorpfeile immer vom Mittelpunkt des Körpers aus.

Mit Vektoren lassen sich Tempo und Richtung gut darstellen, aber keine Änderung. Dazu muss man mehrere Bilder nacheinander darstellen.

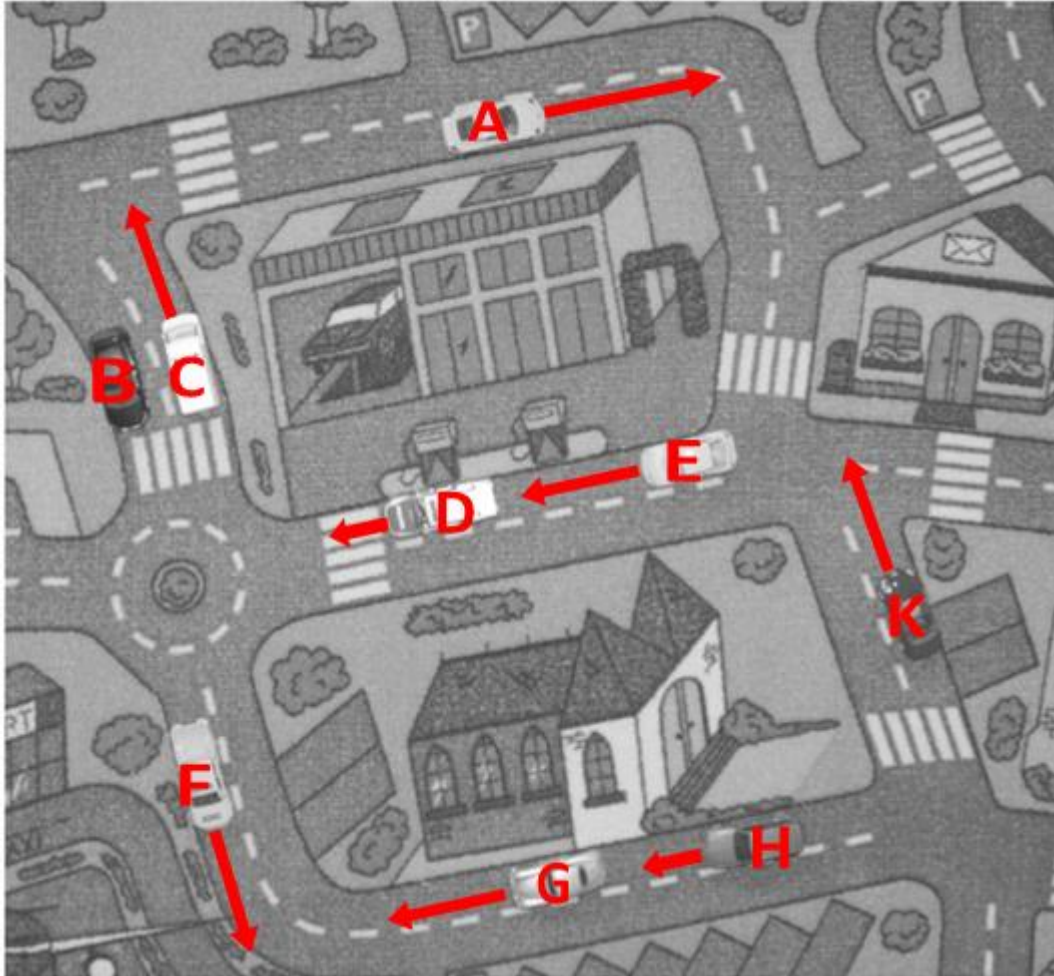
Darstellung mit Diagrammen:

In Diagrammen lässt sich der zeitliche Verlauf des Tempos gut darstellen, aber nicht die Richtung.





Die Fachbegriffe Geschwindigkeit und Tempo im Straßenverkehr



Die Pfeile auf dem Bild geben die momentane Geschwindigkeit der Autos an. Formuliert in der Gruppe Aussagen zu folgenden Fragestellungen und begründet sie:

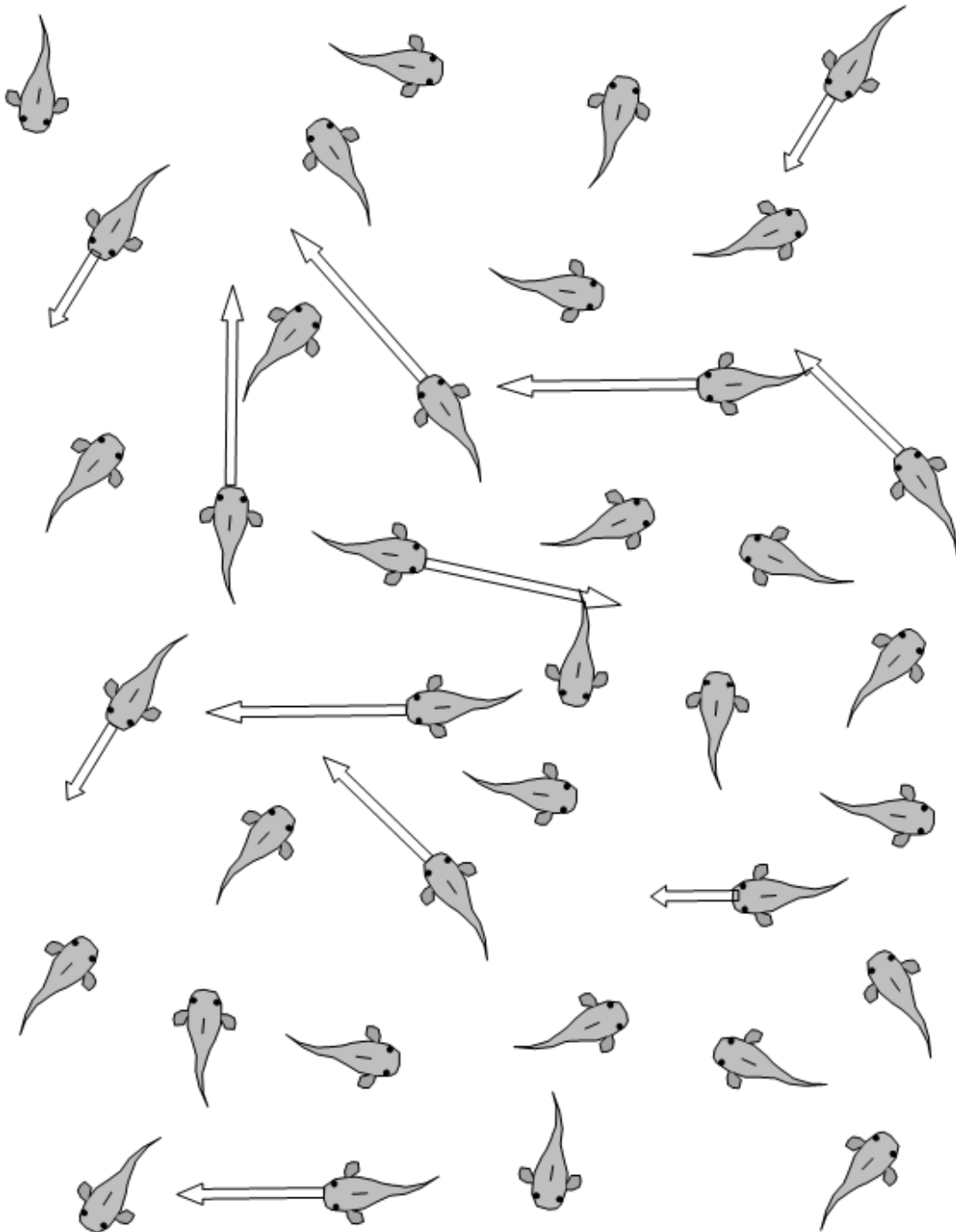
- Welche Autos fahren mit der gleichen Geschwindigkeit?
- Welche Autos fahren mit dem gleichen Tempo?
- Bei welchen Autos könnte es demnächst zu einem Unfall kommen?
- Bei welchen Autos zeigt der Tacho gerade den gleichen Wert an?



Bewegungen und Vektoren/2

Die Fachbegriffe Tempo und Geschwindigkeit bei Fischen

Arbeitsblatt



Bei einigen Fischen des Schwarms gibt ein Pfeil die momentane Geschwindigkeit an.

- Markiere mit rot drei Fische, die die gleiche Geschwindigkeit haben.
- Markiere mit blau drei Fische, die zwar mit gleichem Tempo, aber mit verschiedener Geschwindigkeit schwimmen.
- Markiere mit grün drei Fische, die in die gleiche Richtung schwimmen.
- Begründe jeweils deine Wahl!



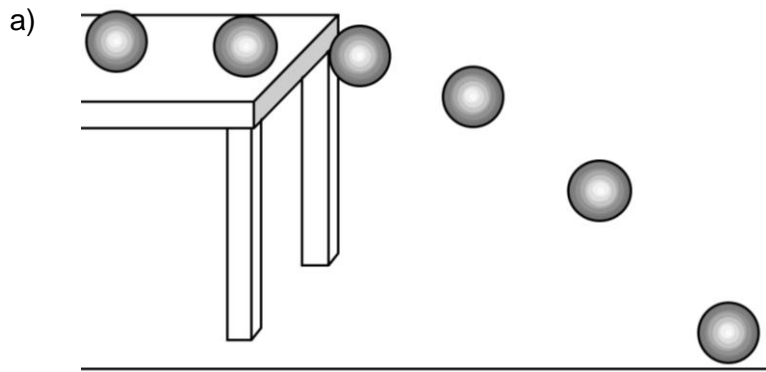
Ein Stroboskopbild zeigt verschiedene Phasen einer Bewegung im gleichen Bild. Alle Teilbilder sind im gleichen Zeitabstand aufgenommen, hier z. B. ein springender Ball mit 25 Bildern pro Sekunde:



By MichaelMaggs Edit by Richard Bartz (Own work) [CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)], via Wikimedia Commons

Auf den folgenden Zeichnungen sind verschiedene Bewegungen als Stroboskopbilder dargestellt.

1. Zeichne in jedem Bild zu mindestens drei Situationen passende Geschwindigkeitspfeile ein.



2. Beschreibe mit Worten, woran du erkennen kannst, ob das Auto schneller oder langsamer wird.

3. Zeichne das Stroboskopbild für einen Ball, der eine schräge Bahn hinauffrollt.

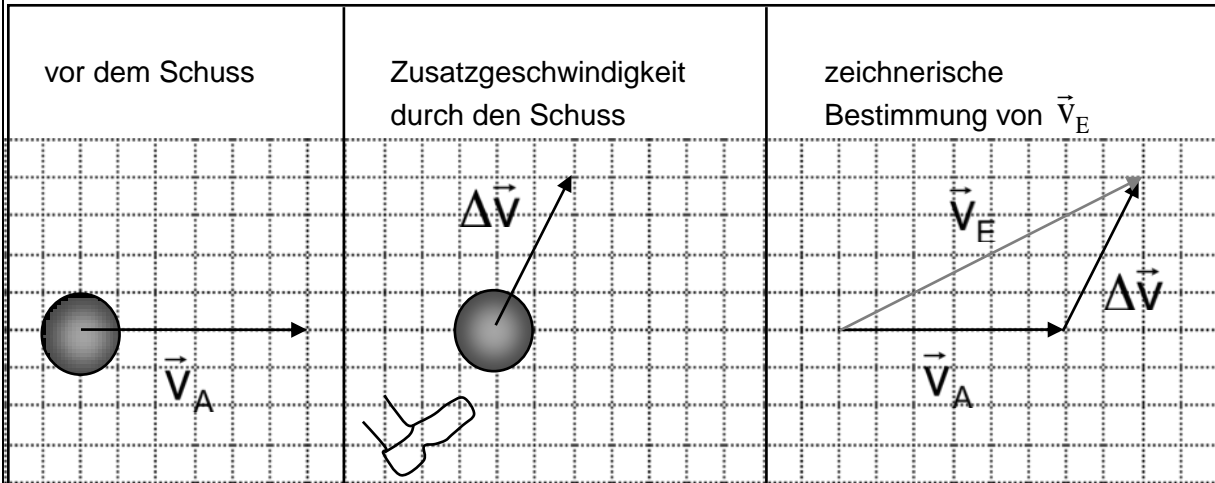


Fußball/1

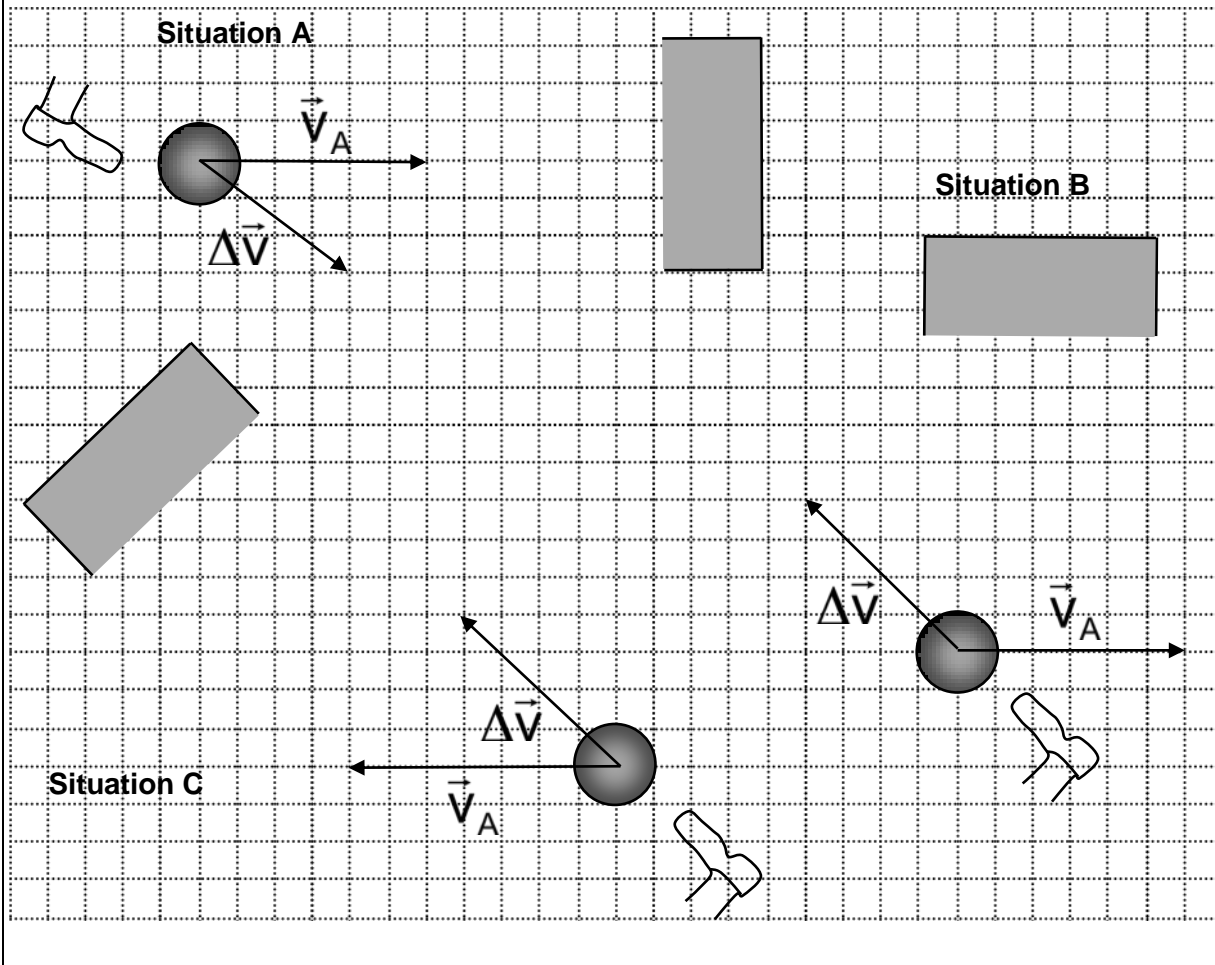
Arbeitsblatt

Zeichnerische Bestimmung der Endgeschwindigkeit

Beim Fußballspiel kicken die Spieler den herankommenden Ball, so dass er zu seiner Anfangsgeschwindigkeit \vec{v}_A eine Zusatzgeschwindigkeit $\Delta\vec{v}$ erhält. Die Endgeschwindigkeit \vec{v}_E ergibt sich durch Addition der Pfeile für \vec{v}_A und $\Delta\vec{v}$.

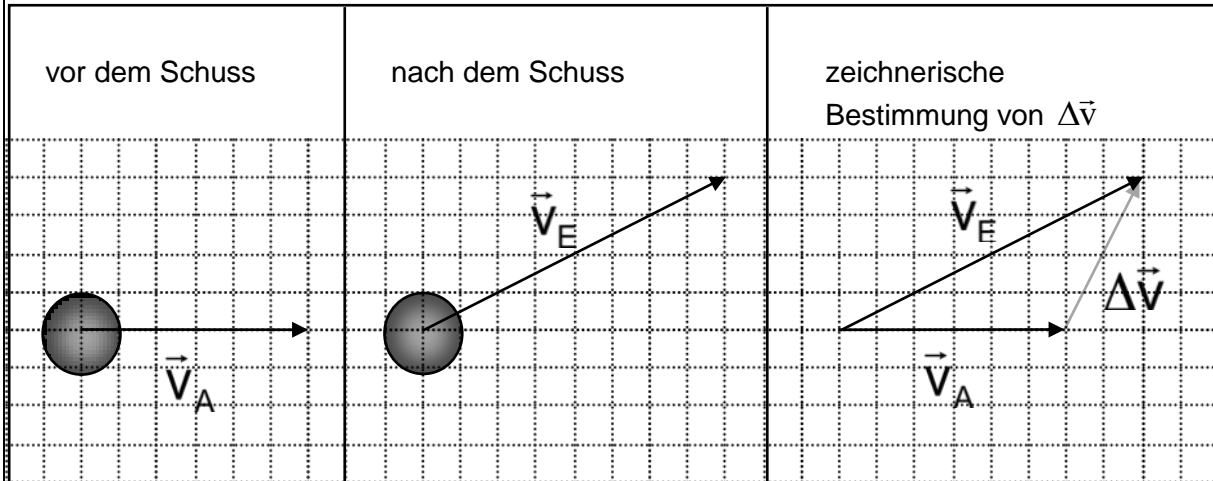


Auf den folgenden Bildern sind verschiedene Spielsituationen dargestellt. Ermittle jeweils grafisch die Endgeschwindigkeit des Balles und entscheide, ob der Ball das Tor trifft.

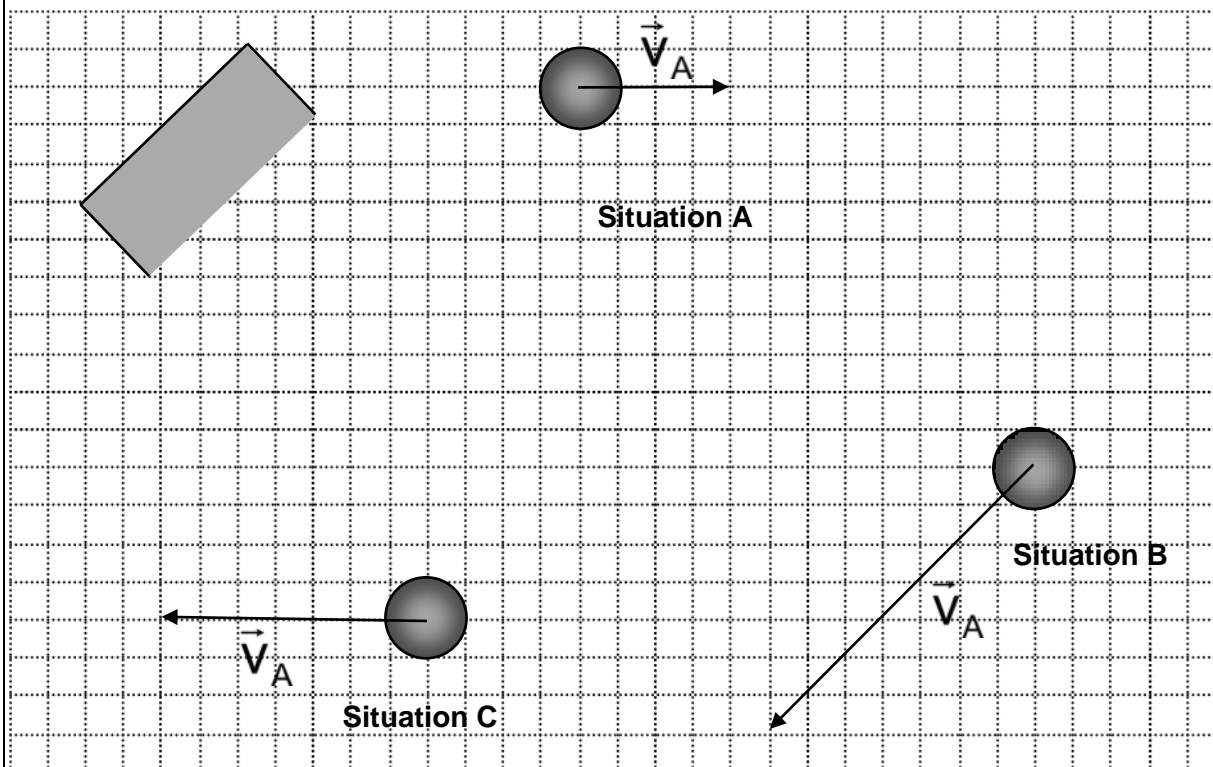




Wenn man die Anfangsgeschwindigkeit und die Endgeschwindigkeit des Balles kennt, so kann man daraus zeichnerisch die Zusatzgeschwindigkeit ermitteln, die der Ball beim Schuss erhalten hat:



In den folgenden Bildern ist in drei Situationen der heranrollende Ball unmittelbar vor dem Schuss mit seiner Anfangsgeschwindigkeit vorgegeben. Zeichne einen Pfeil für die Endgeschwindigkeit, so dass der Ball in Richtung Tor rollt. Ermittle dann die Zusatzgeschwindigkeit, die der Ball durch den Schuss des Spielers erhalten muss.



Bereite dich darauf vor, deinen Mitschülern zu erklären, wie du vorgegangen bist.



$F\Delta t = m\Delta v$? Im Alltag?

Arbeitsblatt

Mit Hilfe des Zusammenhangs $F\Delta t = m\Delta v$ kannst du einige Dinge besser verstehen:

z. B.: Muss der Torwart eine größere Kraft auf den Fußball ausüben, wenn er ihn faustet oder wenn er ihn fängt?

Vorgehen zur Lösung:

1. Stell dir den Vorgang vor! Überlege dann: Über welche Größen ist eine Aussage gemacht? Welche sind gesucht? Welche unterscheiden sich im genannten Beispiel oder können variieren?

*Muss der Torwart eine größere **Kraft F** auf den Fußball ausüben,
wenn er ihn faustet (**Dauer Δt klein, Geschwindigkeitsänderung Δv groß**)
oder wenn er ihn fängt (**Dauer Δt groß, Geschwindigkeitsänderung Δv klein**)?*

2. Betrachte die Formel: Welchen Einfluss hat es auf die anderen Größen, wenn eine Größe größer oder kleiner wird? Argumentiere mathematisch über die Gleichheit der Produkte.
3. Vergleiche dein Ergebnis mit deinen Erfahrungen oder dem was du darüber weißt oder denkst! Stimmt es überein?

Weitere Fragestellungen:

- a. Warum sollte man beim Abgang vom Reck in die Knie gehen?
- b. Wie verringert die Knautschzone das Verletzungsrisiko der Insassen beim Autounfall?
- c. Warum werden Formel-1-Wagen möglichst leicht gebaut?

Beantworte eine der Fragen so, dass du wie oben begründen kannst! Mach dir dazu Notizen, damit du anschließend den Anderen deine Überlegungen mitteilen kannst.



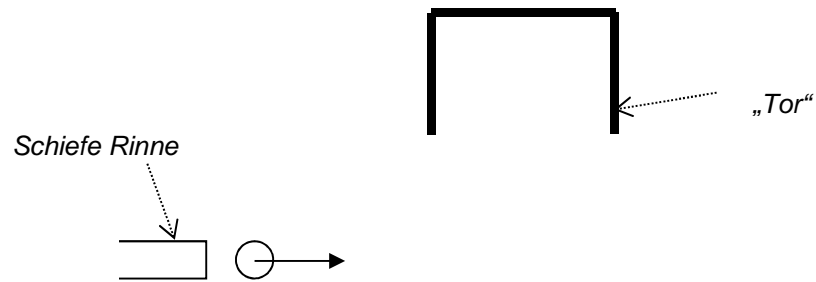
$F\Delta t = m\Delta v$? Im Alltag?

Hilfe

Hilfe:

Für den Fußball wäre die Argumentation etwa folgende:

1. Gefragt ist nach der Kraft F ...
 - beim Fausten ist der Ballkontakt viel kürzer $\rightarrow \Delta t$ ist sehr klein.
 - die Geschwindigkeit ändert sich beim Fangen von maximal auf Null, beim Fausten sogar noch stärker, da der Ball zurückgestoßen wird $\rightarrow \Delta v$ ändert sich beim Fausten stärker (erstelle eine Skizze mit den Vektoren vor/nach der Wechselwirkung).
 - Die Masse m des Balls ändert sich nicht.
2. Kleineres Δt beim Fausten \rightarrow Kraft F muss größer sein, damit $F\Delta t = m\Delta v$ gilt.
Größeres Δv beim Fausten \rightarrow Kraft F wird größer, wenn $m\Delta v$ zunimmt.
Beide Effekte gehen in die gleiche Richtung \rightarrow Beim Fausten ist die Kraft größer.
3. Fausten ist stärker spürbar an der Hand (tut mehr weh) \rightarrow Übereinstimmung.



Lenke eine rollende Kugel durch einen Stoß seitlich so ab, dass sie das Tor trifft.

- a. Lenke die Kugel ins Tor, indem du eine andere Kugel von der Seite auf die vorbei rollende Kugel stoßen lässt!
- b. Tausche eine der Kugeln durch eine schwerere aus und wiederhole a. (lass die Geschwindigkeiten der Kugeln vor dem Zusammenstoß gleich)!

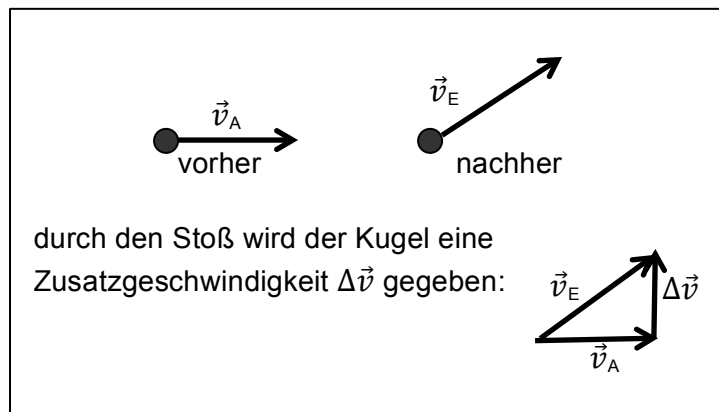
Notiere deine Beobachtungen!



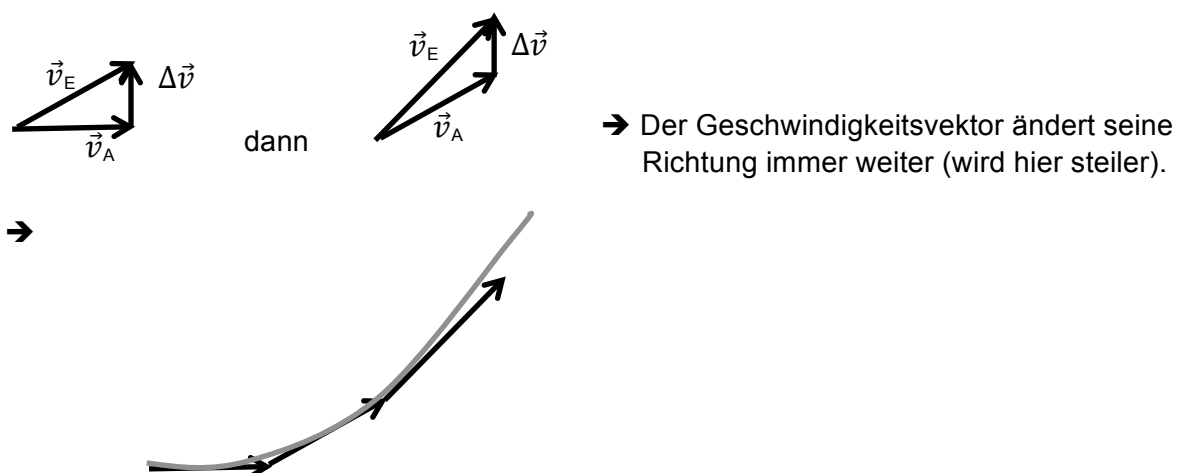
Größen bei Bewegungsänderung

Merk

- Je stärker man die rollende Kugel stößt, desto stärker wird die Kugel abgelenkt.
- Je größer die Masse eines Körpers ist, desto weniger stark wird er abgelenkt.
- Je größer die Geschwindigkeit eines Körpers ist, desto weniger stark ist die Ablenkung.
- Je länger man pustet, desto stärker ist die Ablenkung.



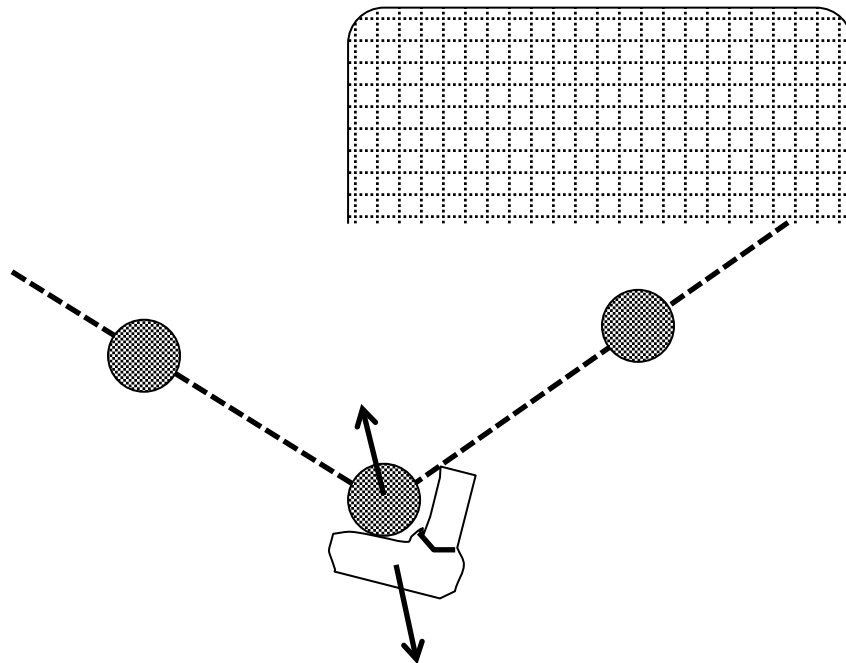
Beim längeren Pusten entsteht ein Bogen, weil es so ist, als würde man mehrfach stoßen.





Kraft und Bewegungsänderung

Merk



vor dem Stoß

Ball hat Geschwindigkeit \vec{v} ,
es wirkt keine Kraft F .

beim Stoß

Ball ändert seine
Geschwindigkeit ($\vec{v} + \Delta\vec{v}$),
weil
eine Kraft F wirkt (in
Richtung $\Delta\vec{v}$).

nach dem Stoß

Ball hat neue
Geschwindigkeit \vec{v} (Betrag
bzw. Richtung),
es wirkt keine Kraft F mehr.



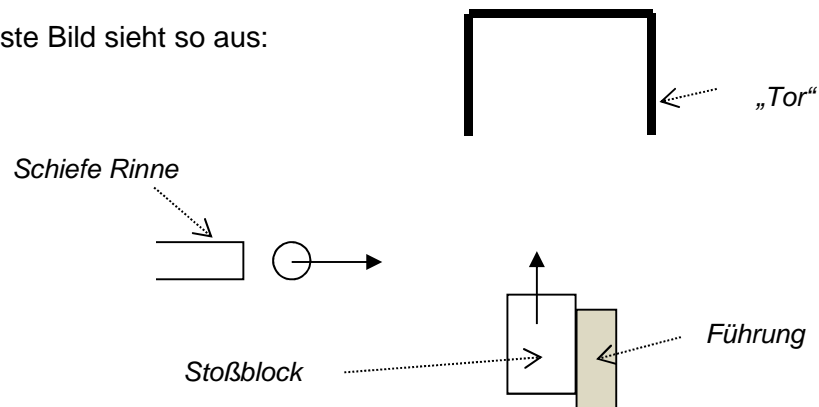
Schieß ein Tor!

Arbeitsblatt

Lenke eine rollende Kugel durch einen Stoß seitlich so ab, dass sie ins Tor trifft:

- Zeichne in einem Bild die Kugel vor, während und nach dem Stoß. Zeichne immer den Geschwindigkeitsvektor der Kugel ein und strichle den Weg, den die Kugel nimmt!

Das erste Bild sieht so aus:



- Verändere nun die Stärke des Stoßes (lass die Kugel aber gleich schnell rollen) und zeichne nochmals die Kugel vor, während und nach dem Stoß mit Geschwindigkeit ein!
- Verwende nun eine Kugel mit größerer Masse und stoße die Kugel gleich stark wie in b! Zeichne ein Bild mit den 3 Positionen der Kugel und den Vektoren!
- Lenke die Kugel nun durch seitliches Pusten ins Tor. Puste einmal kurz, das nächste Mal länger! Zeichne jeweils den Weg der Kugel und notiere, was sich verändert!
- Formuliere zu jedem Zusammenhang, den du erkennst, einen je...desto-Satz. Verwende die Begriffe „Stoßdauer“, „Stoßstärke“, „Geschwindigkeitsänderung“ und „Masse“!



Dynamische Kraftmessung mit Lichtschranke

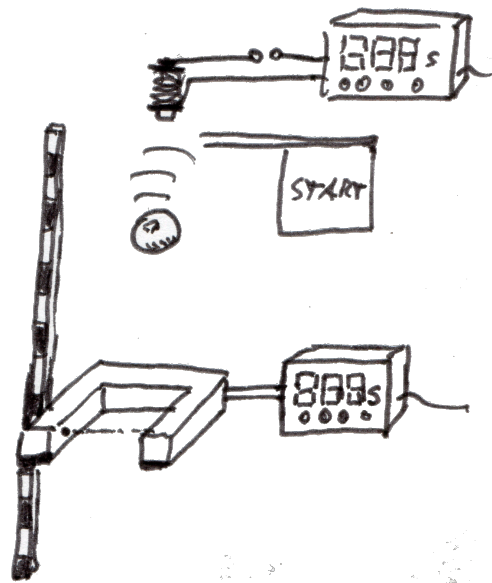
Experiment

Materialien:

- Kugel mit Haltevorrichtung (magnetisch oder Klappe)
- Lichtschranke
- Maßband
- Gerät zur elektronischen Zeitmessung (2 Kanäle)

Durchführung:

1. Beim Loslassen der Kugel wird die Zeitmessung 1 gestartet, beim Durchfallen der Lichtschranke gestoppt → **Beschleunigungsdauer Δt** .
2. Mittels der Lichtschranke misst man die Verdunkelungszeit t .
Mit Hilfe des Durchmessers der Kugel d bestimmt man über $v = d/t$ die Geschwindigkeit der Kugel nach der Beschleunigungszeit → **Geschwindigkeitsänderung Δv** .
3. Mit Hilfe einer Waage bestimmt man die Masse der Kugel → **Masse m** .



Auswertung:

Man berechnet $F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$.



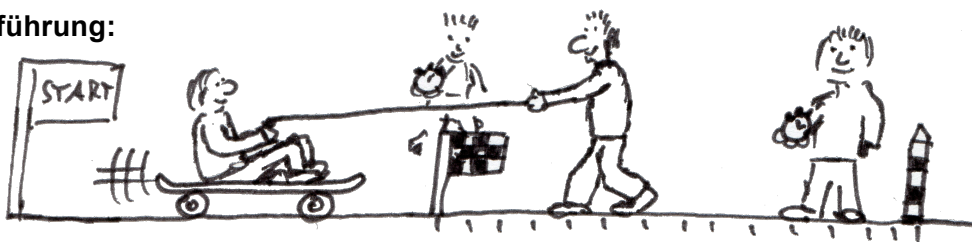
Dynamische Kraftmessung mit Skateboard

Experiment

Materialien:

- Skateboard (mit guten Rollen)
- Personenwaage
- Seil
- Stoppuhren (evtl. in den Handys installiert)
- Maßband
- Kraftmesser (passend für größere Kräfte, etwa 20 N)

Durchführung:



1. Man bestimmt die Masse einer Schülerinnen bzw. eines Schülers mit Skateboard in der Hand $\rightarrow m$.
2. Man beschleunigt das Skateboard mit der darauf sitzenden Person über eine abgesteckte Strecke durch möglichst gleichmäßiges Ziehen mit Hilfe eines Seils (zur Kontrolle kann man zwischen Seil und Hand einen Kraftmesser „einbauen“), die Dauer der Beschleunigung wird gemessen $\rightarrow \Delta t$ (mehrere Schülerinnen bzw. Schüler messen lassen, Mittelwert bilden).
3. Am Ende der Beschleunigungsstrecke lässt die beschleunigte Person das Seil los und rollt eine Messstrecke (2 m) weiter (Skateboards mit guten Rollen verlieren hier kaum an Geschwindigkeit), man misst die Zeit für diese Strecke und berechnet die Endgeschwindigkeit $v = 2 \text{ m}/t$ (auch hier mehrfach messen lassen, Mittelwert für t) $\rightarrow v$

Auswertung:

Man berechnet $F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

Die Genauigkeit der Messung und die Rolle der Mittelwertbildung lassen sich thematisieren.

Wenn ein Kraftmesser in das beschleunigende Seil integriert ist, kann F während der Beschleunigung abgelesen und dieser Wert mit dem errechneten verglichen werden.

Alternativen:

Auch ein Filmen der Beschleunigung und des Ausrollens mit anschließender Videoanalyse ist möglich. Hierfür eignet sich entweder ein Analyseprogramm oder man bestimmt die Zeiten an der Tafel mit VLC – dazu kann man Bild für Bild „vorspulen“ und an der Zeitleiste den dazugehörigen Wert ablesen.

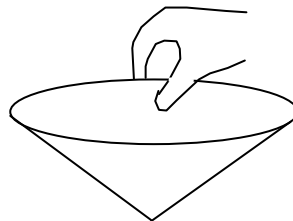
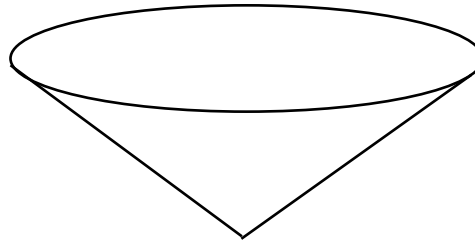
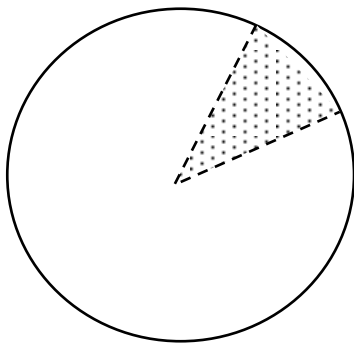


Bau eines „Fall-Trichters“

Du brauchst:

- Blatt Papier
- Klebestift
- Schere

Zeichne auf das Blatt Papier einen möglichst großen Kreis und schneide ihn aus.
Schneide aus dem kreisförmigen Papierblatt den gepunktet dargestellten Teil heraus und klebe das Blatt dann an den gestrichelten Linien zusammen, so dass du einen solchen Papiertrichter erhältst.



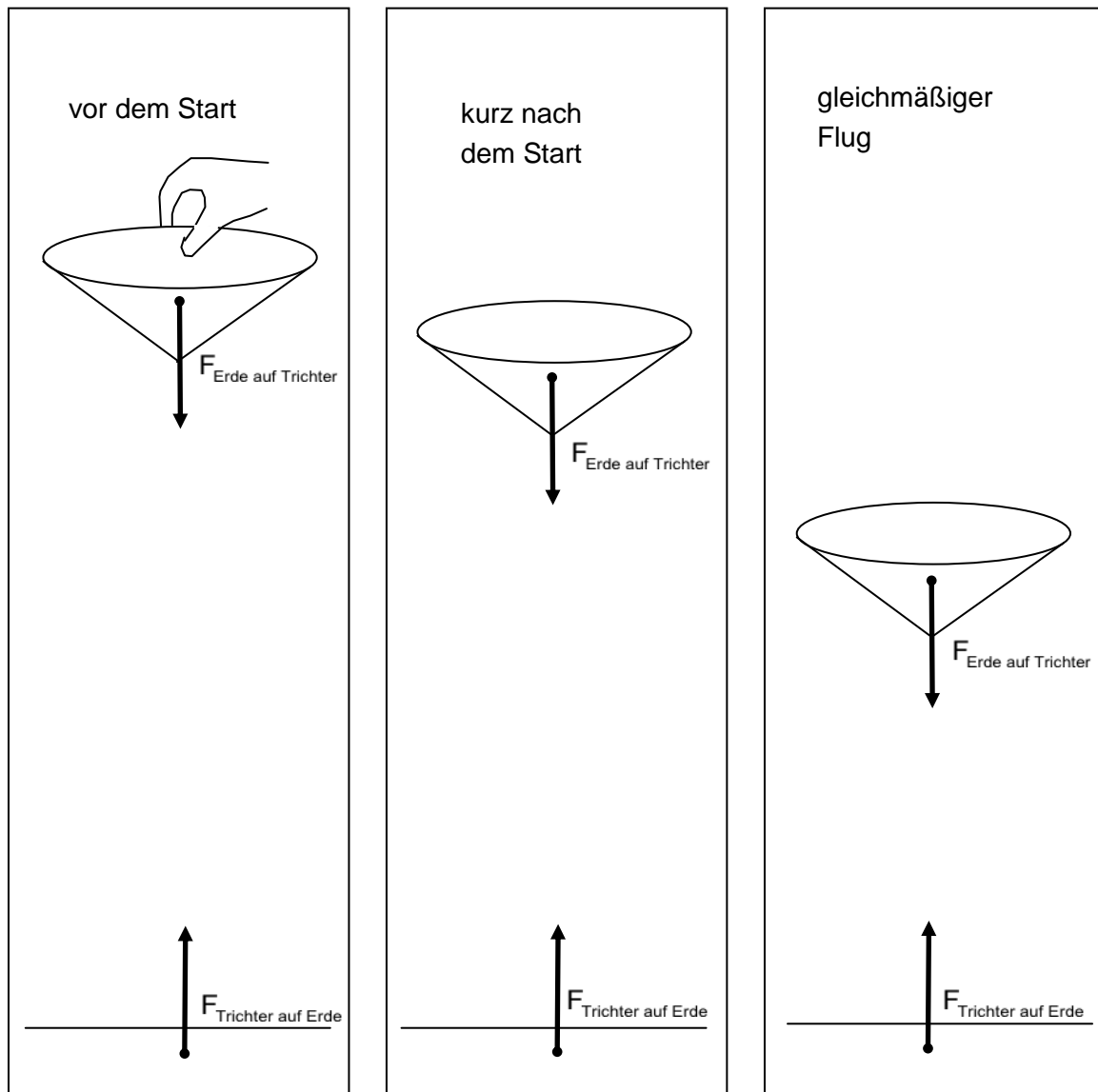
Lass den Trichter mit der Spitze nach unten aus möglichst großer Höhe fallen und beobachte die Fallbewegung genau. Du kannst auch die Masse variieren, indem du ein Cent-Stück in den Trichter hineinlegst.

Beschreibe die Bewegung und drehe ein Video von der Bewegung.

Kräfte im Gleichgewicht

Info: Wenn auf einen Körper mehrere Kräfte einwirken, die sich in ihrer Wirkung gegenseitig aufheben, so verharrt er in Ruhe oder in gleichförmiger Bewegung.

- Übertrage diese Information in dein Heft und diskutiere mit deinen Mitschülern, in welchen Situationen beim Experiment mit dem Papiertrichter ein Kräftegleichgewicht zu beobachten ist.
- Zur Begründung kann man folgende Wechselwirkungen heranziehen: Hand-Trichter, Luft-Trichter, Erde-Trichter. Zeichne in die Skizzen die jeweils noch fehlenden Kraftpaar-Paare ein. Überlege dir eine Begründung für die Länge, mit der du die Pfeile zeichnest.

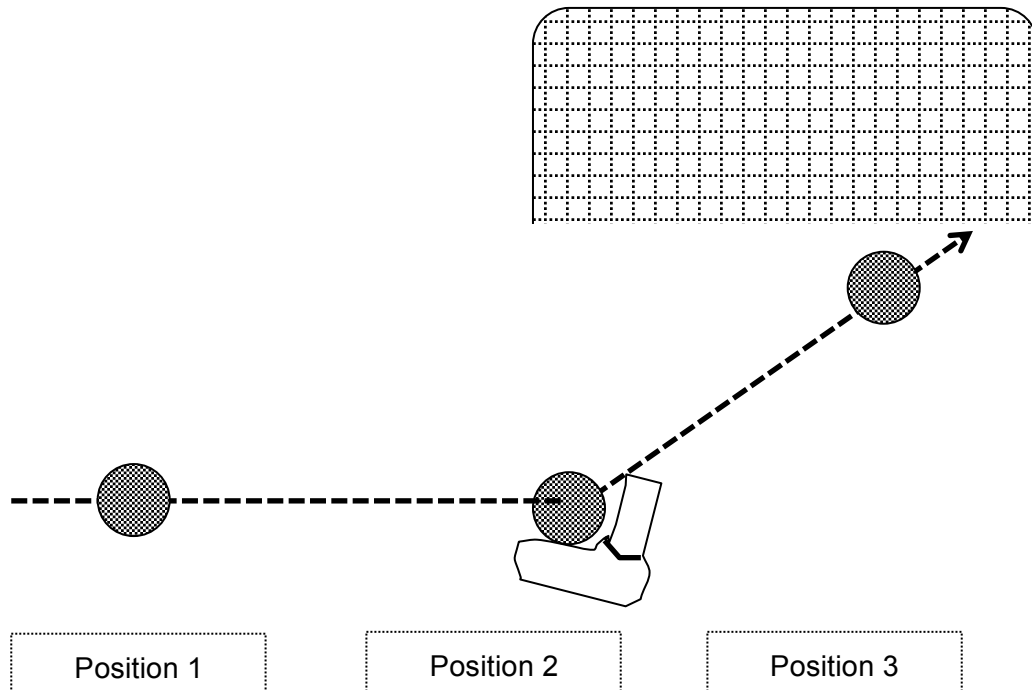




Kraft vor, während und nach einer WW Kräfte beim Torschuss

Arbeitsblatt

Ein seitlicher Ball wird in Richtung Tor getreten:



- A. Zeichne in Position 2 die Kraftpfeile ein!
- B. Schreibe einen kurzen Text für die Lernkartei, in dem du erklärst, was die beiden Merksätze bedeuten:
 - i. Kraft ist die Stärke einer Wechselwirkung.
 - ii. Kraft bewirkt eine Bewegungsänderung.
- C. Begründe mit den Sätzen aus B., weshalb in Position 1 und Position 3 keine Kräfte vorhanden sind.
- D. Vergleiche deine Ergebnisse mit denen deiner Nachbarin/deines Nachbarn. Nehmt jetzt auch das Heft zur Hilfe. Verbessert euch gegenseitig und formuliert eine gemeinsame Lösung.

Anmerkungen zum Arbeitsblatt:

Zum Einstieg eignet sich ein Filmausschnitt eines entsprechenden Torschusses, den man z. B. bei YouTube finden kann.

Es kann hilfreich sein, das Video im Moment des Tritts anzuhalten, um die Fragestellungen einzuleiten.

Ziele:

- Es erfolgt eine Wiederholung und Sicherung der Zusammenhänge und Darstellungsformen mit Hilfe der Merksätze „Kraft ist die Stärke einer Wechselwirkung.“ und „Kraft bewirkt eine Bewegungsänderung.“ aus dem vorangegangenen Unterricht.
- Kraft als Ursache für *Bewegungsänderungen* wird hier deutlich, das Fehlkonzept „Kraft ist Ursache für Bewegungen“ wird eher vermieden.
- Im Anschluss können Bilder kurz vor und nach dem Tritt gezeichnet werden, bei denen eben gerade keine Kraft mehr vorhanden ist (ebenfalls Arbeit an Fehlkonzept) → Kraft ist nur während der Wechselwirkung wirksam und vorhanden.

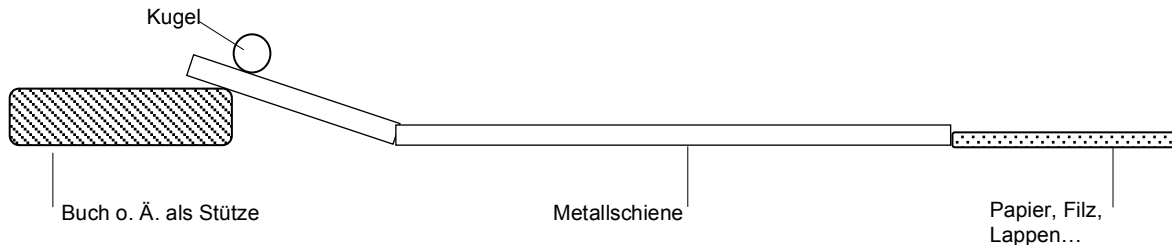


Reibung und Trägheit Bewegungen genau betrachtet

Arbeitsblatt

Bearbeite die folgenden Experimente und Aufgaben der Reihe nach.

1. Bewegung mit Reibung



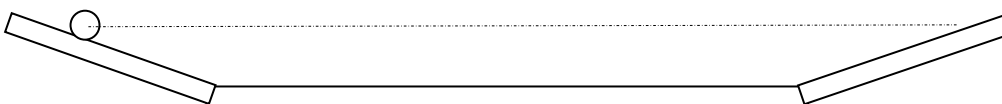
- Lass eine leichte Kugel die schräg gelegte Metallschiene herunterrollen und vergleiche, wie weit sie auf verschiedenen Untergründen rollt (Tisch, Papier, Filz, Lappen, Schaumstoff...). Beschreibe den Einfluss des Untergrundes.
 Tipp: Um die Ergebnisse vergleichen zu können, sollte die Kugel immer aus der gleichen Höhe losrollen.
- Versuche, die beobachteten Unterschiede zu begründen. Vergleiche deine Begründung mit der deiner Mitschülerinnen- und schüler. Notiert eine gemeinsame Begründung.
- Durch die Reibung verlangsamt sich die Bewegung der Kugel, also muss eine Wechselwirkung am Werk sein, bei der Kräfte wirken. Benenne die Wechselwirkungspartner und zeichne in die folgende Skizze die Kraftpfeile für eine langsamer werdende Kugel ein:



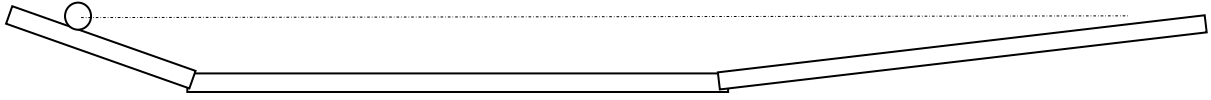
2. Bewegung ohne Reibung?

Info: Reibung tritt bei Bewegungen immer auf, wenn der bewegte Körper in Kontakt mit anderen Materialien bzw. Stoffen ist (z. B. Luft, Boden).

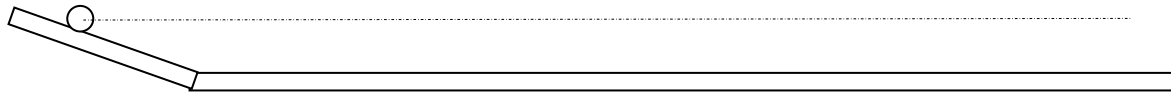
- Diskutiere mit anderen, ob die Bewegung auf der Metallrinne in Experiment 1 reibungsfrei ist. Formuliert eine gemeinsame Aussage zu dieser Frage.
- Galileo Galilei (1564-1642) hat ein Gedankenexperiment gemacht. Dazu hat er eine Kugel beobachtet, die auf einer Rinne läuft und sich folgendes überlegt:
 - „Bei fehlender Reibung erreicht eine auf einer Seite losgelassene Kugel auf der anderen Seite stets die gleiche Höhe“:



ii. „Wenn man die andere Seite weniger steil macht, rollt die Kugel entsprechend weiter, um die Höhe zu erreichen“:



iii. „Wenn man nur auf einer Seite eine Schräge hat, muss eine auf der linken Schräge losgelassene Kugel auf der Geraden unendlich weit rollen“:



Fasse die Idee in eigenen Worten kurz zusammen. Diskutiere wieder mit Mitschülerinnen und -schülern, inwiefern (und ob) das nur ein Gedankenexperiment sein kann. Formuliert eine gemeinsame Aussage zu dieser Frage.

3. Trägheit

Info: Wenn ein Körper sich ohne Reibung bewegt, behält er Richtung und Geschwindigkeit bei – und zwar für immer. Isaac Newton (1643-1727) formulierte das Trägheitsgesetz (auch „1. Newtonsches Gesetz“) so: „Jeder Körper verharrt in Ruhe oder in gleichförmiger Bewegung, solange keine Kräfte auf ihn einwirken.“

- Übertrage diese Information in dein Heft und diskutiere mit deinen Mitschülern, weshalb diese Information für viele schwer zu glauben ist. Formuliert eine gemeinsame Aussage zu dieser Frage.
- Diskutiere mit deinen Mitschülerinnen und -schülern den Comic. Nehmt Stellung zu den Aussagen und notiert eine gemeinsame Aussage.

