


Unterrichtsmaterial


Unterrichtsvorschlag

| | |
|-----------------------------|--|
| Einführung | Die Lehrperson führt in die Arbeit ein. Mögliche Themen: Messfehler, Zeichnen des Funktionsgraphen/ Ausgleichskurven → Literatur |
| Stationen | Die Experimente werden in Stationen angeboten und sollten selbstständig und eigenverantwortlich durchgeführt werden (z.B. Anregung durch Arbeitsblätter).  |
| Abschluss im Klassenverband | Jede Gruppe präsentiert ihre Ergebnisse aus der Arbeit an einer Station. |


Benötigtes Material und Experimente

(siehe folgende Seiten)


Station 1:
Experiment *Elektroauto*

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Abhängige Größen | Strecke und Zeit | |
| Zusammenhang | Linear/ proportional | |
| Material | Auto mit elektrischem Antrieb, Maßband (mindestens 2 m), Stoppuhren |  |
| Durchführung | Es werden die Zeiten für bestimmte Fahrstrecken des Wagens gemessen. | |
| Fächerübergreifender Hintergrund | <p>Der Wagen bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit auf gerader Strecke. Diese geradlinig gleichförmige Bewegung hat folgende Eigenschaft: In gleichen Zeiten werden gleiche Strecken zurück gelegt, das heißt Fahrstrecke s und Zeit t sind proportional zueinander: $\frac{s}{t} = \text{konst.}$ Die Konstante beschreibt die hier unveränderte Größe, die Geschwindigkeit v (velocity). Die Einheit für die Geschwindigkeit ist $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, $\frac{\text{Meter}}{\text{Sekunde}}$.</p> | |
| Realitätsbezug | Autofahrt | |


Station 2:
Experiment *Tropfen*

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| Abhängige Größen | Volumen und Anzahl der Tropfen | |
| Zusammenhang | Linear/ proportional | |
| Material | Stativ mit Halterung für Scheidetrichter, Messzylinder mit Milliliterskala, Wasser |  |
| Durchführung | Der Scheidetrichter wird mit Wasser gefüllt. Das Ventil wird so aufgedreht, dass das Wasser langsam (Tropfen für Tropfen) in den darunter stehenden Messzylinder tropft. Die Anzahl der Tropfen wird gezählt. In Abhängigkeit wird jeweils das Volumen des Wassers mit dem Messzylinder gemessen. | |
| Fächerübergreifender Hintergrund | <p>Mit dem Herabtropfen des Wassers aus dem Scheidetrichter erhöht sich jeweils das Volumen des Wassers im Messzylinder. Wenn es gelingt, dass die Tropfen gleichmäßig mit demselben Volumen heruntertropfen, ändert sich das Volumen proportional mit der Anzahl der Tropfen.</p> <p>$V \sim n$ (V = Volumen des Wassers im Messzylinder, n = Anzahl der Tropfen)</p> <p>$\frac{V}{n} = \text{konst.}$ Die Konstante entspricht dem Volumen pro 1 Tropfen.</p> <p>Zum Begriff des Tropfens: Allgemein wird unter einem Tropfen ein Flüssigkeitsgebilde verstanden, das auf Grund der Oberflächenspannung eine Kugelform einnimmt. Die so genannte Tropfenform ist dem fallenden Tropfen abgeguckt, die sich als Folge des geringsten Luftwiderstandes ergibt. Im Experimente wird der Begriff des Tropfens verstanden als die Wassermenge, die jeweils herunter tropft.</p> | |
| Realitätsbezug | Wasserverbrauch bei tropfendem Wasserhahn, Wasserversorgung auf der Erde | |


Station 3:
Experiment *Fallbewegung*

| | | |
|----------------------------------|--|---|
| Abhängige Größen | Strecke und Fallzeit | |
| Zusammenhang | quadratisch | |
| Material | Ball (Tennisball oder Jonglierball), Maßband, Stoppuhren, Treppenhaus oder Gebäude mit verschiedenen Stockwerken, wo der Ball innen oder außen fallen gelassen werden kann und die Fallstrecken messbar sind. |  |
| Durchführung | Zunächst sind verschiedene Positionen festzulegen, an denen der Ball fallen gelassen werden soll. Die entsprechenden Fallstrecken werden mit dem Maßband gemessen. Anschließend wird der Ball an diesen Stellen fallen gelassen und die jeweils die Fallzeiten gemessen. | |
| Fächerübergreifender Hintergrund | <p>Auf der Erde bewegt sich ein fallender Gegenstand gleichmäßig beschleunigt mit einer Beschleunigung von $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (Erdbeschleunigung in Mitteleuropa, unter Vernachlässigung des Luftwiderstands). Diese gleichmäßig beschleunigte Bewegung hat folgende Eigenschaft: $s \sim t^2$ also $\frac{s}{t^2} = \text{konst.}$ Die Konstante entspricht der halben Erdbeschleunigung g.</p> <p>Es gilt: $s = \frac{1}{2}gt^2$ (Weg-Zeit-Gesetz der Fallbewegung)</p> | |
| Realitätsbezug | „Freefall-tower“ in Erlebnisparks, fallende Gegenstände im Alltag. | |

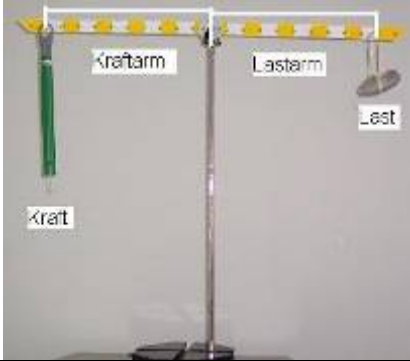
Station 4:
Experiment *Zylinder*

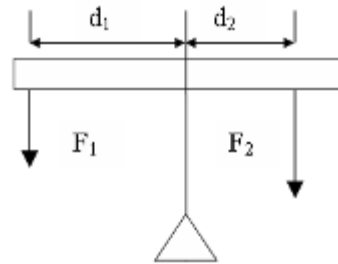
| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Abhängige Größen | Radius und Volumen beim Zylinder | |
| Zusammenhang | quadratisch | |
| Material | Zylinderförmige Dosen oder Röhren mit gleicher Höhe, aber unterschiedlichem Radius der Grundfläche, Lineal zur Radiusmessung, Sand zum Füllen der Zylinder (am besten Vogelsand), Messbecher, ggf. Trichter und gerade Unterlage |  |
| Durchführung | Die Dosen/ Röhren werden jeweils mit Sand gefüllt und das Volumen mit dem Messbecher in Abhängigkeit vom Radius der Grundfläche des Zylinders gemessen. | |
| Fächerübergreifender Hintergrund | <p>Das Volumen eines Zylinders errechnet sich aus Grundfläche mal Höhe. Die Grundfläche des Zylinders ist ein Kreis. Flächeninhalt des Kreises: $F = \pi \cdot r^2$ mit r = Radius des Kreises und $\pi = 3,14159$ Kreiszahl. Damit ergibt sich als Volumen des Zylinders: $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$. Bei konstantem h ist $V \sim r^2$ bzw. $\frac{V}{r^2} = \text{konst.}$</p> | |
| Realitätsbezug | Zylinderform als günstige Verpackungsform bei Nahrungsmitteln, Medikamenten, Nahrungsergänzungsmitteln usw. | |

Station 5:
Experiment *Kugel*

| | | |
|------------------|--|---|
| Abhängige Größen | Radius (von Kugeln) und Volumen (der verdrängten Flüssigkeit) | |
| Zusammenhang | kubisch | |
| Material | Ein Messbecher mit Wasser, verschiedene Kugeln mit unterschiedlichem Radius, eine Schieblehre |  |
| Durchführung | Der Messbecher wird mit Wasser gefüllt und das Volumen des Wassers bestimmt. Die Radien der Kugeln werden mit der Schieblehre gemessen. Die Kugeln werden der Reihe nach in das Wasser getaucht und das neue Volumen gemessen. Das Volumen der verdrängten Flüssigkeit kann nun als Differenz und in Abhängigkeit vom Radius der eingetauchten Kugel berechnet werden. | |
| Hintergrund | Jede in das Wasser vollständig eingetauchte Kugel verdrängt ihr Eigenvolumen. Das Volumen einer Kugel berechnet sich über $V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$ (V = Volumen, r = Radius der Kugel). | |
| Realitätsbezug | Wasserverdrängung durch Gegenstände, zum Beispiel beim Baden (Archimedes in der Badewanne), Geschichte vom Froschkönig | |

Station 6:
Experiment *Hebel 2*

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Abhängige Größen | Kraft und Kraftarm | |
| Zusammenhang | Umgekehrt proportional | |
| Material | <p>Stativ mit Hebelstange (Länge 0,5 m), Kraftmesser (max. Kraft 10 N), Anhängelast (ca. 100 g, zum Beispiel ein Stein)</p> |  |
| Durchführung | <p>Die Last (Stein) wird an die Hebelstange in einem festen Abstand zur Achse gehängt, an der sie die gesamte Versuchsdurchführung bleibt (Last und Lastarm sind also konstant). Der Kraftmesser wird auf der andere Seite der Drehachse eingehängt und der Hebel im Gleichgewicht gehalten. Der Kraftarm, also der Abstand zwischen Drehachse des Hebels und Kraftmesser, wird verändert, indem der Kraftmesser jeweils an unterschiedlichen Stellen der Hebelstange eingehängt wird. Die Kraft, die benötigt wird, um den Hebel im Gleichgewicht zu halten, wird in Abhängigkeit vom Kraftarm gemessen.</p> | |
| Fächerübergreifender Hintergrund | <p>Einen Hebel kann man sich vereinfacht als Balken mit Drehachse vorstellen. Auf beiden Seiten der Drehachse können Kräfte angreifen. Der Abstand d zwischen Drehachse und Kraft F heißt Hebelarm (gemäß Abbildung).</p> | |



Anmerkung: Wird zwischen *Kraft* auf der einen Seite und *Last* auf der anderen Seite unterschieden, spricht man von Kraftarm und Lastarm.

Ein Hebel ist genau dann im Gleichgewicht, wenn die Produkte aus Betrag der Kraft und Hebelarm auf beiden Seiten der Drehachse gleich sind.

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2 \quad (\text{bzw.: Kraft mal Kraftarm} = \text{Last mal Lastarm})$$

Aus der Gleichgewichtsbedingung lassen sich folgende funktionale Zusammenhänge ableiten:

Proportionalität zwischen Kraft und Lastarm $\frac{F_1}{d_2} = \text{konst.}$ (Kraftarm und Last sind konstant)

Antiproportionalität zwischen Kraft und Kraftarm $F_1 \cdot d_1 = \text{konst.}$

Eine konstante Last F_2 wird in festem Abstand d_2 am Hebel befestigt.

Realitätsbezug

Wippe auf dem Spielplatz, Hebel bei Kran, Zange, Fahrrad usw.
 Transport von schweren Gegenständen, „Charlottenburger“ und „Strenz“ (Säckchen und Wanderstock) der Wandergesellen.

The **ScienceMath**-Project: **Funktionale Zusammenhänge 1**
Idee: Astrid Beckmann,
Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Deutschland

Arbeitsblätter

Arbeitsblätter zum Selbstgestalten und zu ausgewählten Stationen finden sich in dem E-Book „Experimente zum Funktionsbegriffserwerb“ von Astrid Beckmann, erschienen im Aulis-Verlag, Köln 2006.

Die folgenden Impulse wurden ebenfalls diesem Buch entnommen.

Impulse zu den Stationen

Impulse

Elektroauto



Stell dir vor, du sitzt in diesem Auto und dieses Auto

1. fährt an einer Ampel an.
2. fährt um eine Kurve.
3. fährt lange Zeit auf einer geraden Landstraße.

Beschreibe die unterschiedlichen Bewegungen des Autos.

Allgemeine Aufgabe

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Strecke und benötigter Zeit.
Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure obige Vermutung?
Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Impulse

Fallbewegung

In Erlebnisparks oder auf Jahrmärkten gibt es oft eine besondere Attraktion, den „Freefall Tower“. Es handelt sich dabei um einen schlanken, etwa 50 m hohen Gitterturm, bei dem man sich zunächst in die Höhe ziehen und dann in die Tiefe fallen lässt. Bist du schon einmal damit gefahren? Was war das für ein Gefühl?

Die Fallstrecke bei diesen Türmen kann unterschiedlich lang sein. Worin liegt wohl der Unterschied zwischen einer langen und einer kurzen Fallstrecke?
Nenne viele Unterschiede.

Besprecht dies ausführlich in der Gruppe.



Source: www.pxelquelle.de
ID99300, fotograf: anjume

Vermute:

Wenn man 20 m in ca. 2 s fällt, wie lange braucht man wohl für 40 m?

Kreuze an: ca. 3 s ca. 4 s ca. 5 s

Welchen Zusammenhang vermutest du zwischen Fallstrecke und Fallzeit?

Tauscht euch in der Gruppe aus.

Allgemeine Aufgabe

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Fallstrecke und Fallzeit beim freien Fall.
Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure obige Vermutung.
Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Impulse

Tropfen

Sicher hast du schon erlebt, dass am Waschbecken in Bad oder Küche der Wasserhahn tropft.
Was meinst du: Ist es wichtig, den Wasserhahn fest zuzudrehen oder zu reparieren, damit es nicht mehr tropft?

Schätze, wie viele Tropfen pro Stunde und am Tag etwa heruntertropfen.
Wieviel Liter Wasser entspricht das wohl?

Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Tropfen und dem Volumen des insgesamt herunter getropften Wassers?



Tauscht euch in der Gruppe zu allen Fragen aus.

Allgemeine Aufgabe:

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Anzahl der Tropfen und Volumen des Wassers.
Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure obige Vermutung.
Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Weiterführende Aufgabe:

Information: 2004 betrug der Wasserverbrauch pro Kopf in Deutschland durchschnittlich 127 Liter täglich, also ca. 46355 Liter pro Jahr. Nach einer Empfehlung der UN-Weltgesundheitsorganisation WHO liegt der für ein gesundes hygienisches Leben mindestens notwendige Wasserbedarf bei 20 Litern pro Tag. Die Bevölkerung von Kamerun/ Afrika verbraucht dagegen nur etwa 5 Liter pro Tag und Kopf.

2004 kostete 1 m³ Wasser in Deutschland durchschnittlich höchstens 1,77 €.

- Vergleiche die jährliche Wasserersparnis, die sich durch einen dichten Wasserhahn oder durch gutes Zudrehen ergibt, mit dem jährlichen Wasserbrauch pro Kopf und Jahr in Deutschland und in Kamerun.
- Berechne die jährliche Kostenersparnis.
- Welche weiteren Aussagen kannst du machen?

Impulse

Zylinder

Medikamente und Nahrungsergänzungsmittel wie z.B. Vitaminpräparate gibt es in unterschiedlicher Konsistenz (Beschaffenheit). Sie können zum Beispiel als Tablette, in Pillenform, flüssig oder als Pulver verabreicht werden. Bei dem Abpacken von Medikamenten muss man besonders auch auf eine geeignete Verpackung achten. Medikamente in Pulverform werden oft in zylinderförmigen Dosen untergebracht. Auch Nahrungsmittel werden oft in Dosen verpackt.

Warum eignet sich die Zylinderform besonders gut?

Tauscht euch in der Gruppe darüber aus.



Vermute nun:

Angenommen du hast zwei Dosen mit der selben Höhe, die sich also nur im Radius der Grundfläche unterscheiden.

Wie stehen die Volumen der Dosen im Verhältnis, wenn der Radius der einen Dose doppelt so groß ist wie der Radius der anderen Dose?

Tauscht euch in der Gruppe aus und kreuzt dann an:

- Das Volumen ist gleich.
- Das Volumen ist 1,5mal so groß.
- Das Volumen ist doppelt so groß.
- Das Volumen ist viermal so groß.

Allgemeine Aufgabe

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Radius und Volumen bei gleich hohen zylinderförmigen Röhren/ Dosen.

Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure obige Vermutung.

Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Impulse

Hebel 2

Auf Spielplätzen gibt es manchmal Wippen. Bestimmt bist du auch schon einmal gewippt. Vielleicht hast du auch schon versucht, mit deinem Wipppartner, die Wippe waagrecht im Gleichgewicht zu halten.

Stell dir vor, dass am Rand zwei Freunde von dir warten und dich abwechseln wollen. Anton ist schwerer als du, Bert ist leichter als du.

Vermute:

Muss sich Anton näher oder weiter an die Drehachse setzen als du?

Muss sich Bert näher oder weiter an die Drehachse setzen als du?



Tauscht euch in der Gruppe darüber aus.

Im Experiment ist die Wippe nachgebaut.

Im folgenden Bild sind die Bestandteile mit Namen bezeichnet.



Du kannst den Kraftmesser so festhalten, dass der Hebel (die Wippe) im Gleichgewicht ist.

Die Kraft, mit der du ziehst, kannst du am Kraftmesser ablesen.
(Wie geht das?)

Vermute: Musst du mehr oder weniger Kraft aufwenden, wenn du den Kraftmesser näher an den Dreharm hängst?

Musst du mehr oder weniger Kraft aufwenden, wenn du den Kraftmesser weiter weg von der Drehachse hängst?

Tauscht euch in der Gruppe darüber aus.

Allgemeine Aufgabe

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Kraft und Kraftarm.

Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure Antwort zu obiger Frage?

Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Die Geschichte von Archimedes in der Badewanne

(Archimedes 287 -212 v. Chr., Syrakus, Sizilien):
Der König hatte von einem Goldschmied eine Goldkrone geschenkt bekommen, hatte aber den Verdacht, betrogen worden zu sein. Er gab Archimedes den Auftrag herauszufinden, ob die Krone aus reinem Gold war oder ob Silber beigemischt war. Archimedes beschäftigte sich lange mit dem Problem. Der Legende nach kam ihm die Lösung, als er in eine randvolle Badewanne stieg und vollständig untertauchte. Weiter wird erzählt, dass Archimedes aus der Wanne sprang, „Heureka“ rief (ich hab es) und durch die ganze Stadt rannte. Dabei hatte er vergessen, dass er nackt war.



Aber warum hatte er die Lösung?

Quelle: Tamara Schuh 1C2, www.lgh.lu

Überlegt und informiert euch.

Auf dem Tisch siehst du einen Messbecher, den du mit Wasser füllen kannst und Kugeln mit unterschiedlichen Radien *.

Überlege nun:

- Welche Kugel verdrängt wohl am meisten Wasser?
- Schaut euch die Kugeln an und vermute: Verdrängt eine Kugel mit halben Radius halb so viel Wasser?

Tauscht euch in der Gruppe darüber aus.



Allgemeine Aufgabe:

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Kugelradius und Volumen des verdrängten Wassers.

Überprüfe: Bestätigt der Zusammenhang eure Vermutung.

Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.