


Unterrichtsvorschlag

Es gibt zahlreiche Experimente für proportionale Zusammenhänge (vgl. Beckmann 2006). Je nach Jahrgangsstufe oder Leistungsniveau, aber auch nach experimentellen Möglichkeiten kann hier die Auswahl unterschiedlich getroffen werden. Die folgenden Beispiele beziehen sich auf jüngere Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I und auf eine Umsetzung, die im normalen Schulalltag einfach realisiert werden kann und die im Mathematik-/ Klassenraum stattfindet – also nicht im Physikraum oder einem Raum mit umfangreicherer Sammlung und Zugriff auf komplexere Versuchsaufbauten. Die Materialien und Zusammenhänge sind entsprechend einfach gewählt¹.

Unterrichtsmaterial

Possible course


Einführung	Lehrer/in führt in die Arbeit ein. Mögliche Themen: Messfehler, graphische Darstellung mit Ausgleichsgerade → Literatur
Stationenlauf	Die Experimente werden in Stationen angeboten. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten selbstständig (Bearbeitung der Arbeitsblätter). 
Abschlusspräsentation im Plenum	Jede Gruppe präsentieren die Ergebnisse aus einer Station. Wichtig und Ziel der Stationen ist die Reflektion über die außermathematische Bedeutung des Proportionalitätsfaktors im Experiment.

Benötigte Materialien (siehe nächste Seiten)


Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung (Mitteilung) trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

¹ Die hier aufgeführten Experimentenvorschläge sind eine mögliche Auswahl. Zum Teil wird auf (Beckmann 2006) zitiert, wo sich viele weitere Anregungen finden.

Station 1:
Experiment *Elektroauto*

Abhängige Größen	Strecke und Zeit
Abhängigkeit	proportional
Material	Wagen mit Antrieb, Messlatte (mindestens 2 m, Stoppuhren 
Durchführung	Es werden die Zeiten für bestimmte Fahrstrecken des Wagens gemessen.
Proportionalitätsfaktor	Der Quotient von Strecke und Zeit ist konstant. Die Konstante ist die Geschwindigkeit. Bei größer bzw. kleiner eingestellter Geschwindigkeit ist der Proportionalitätsfaktor größer bzw. kleiner.
Fächerübergreifender Hintergrund	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 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, $\frac{\text{Meter}}{\text{Sekunde}}$.
Realitätsbezug	Autofahrt


Station 2:
Experiment Nägel

Abhängige Größen	Masse und Anzahl (von Nägeln)	
Abhängigkeit	proportional	
Material	Elektrische Waage, Nagelpäckchen mit zum Beispiel 5, 7 und 10 Nägeln.	
Durchführung	Die Nagelpäckchen werden gewogen; das heißt die Masse der Nägel in Abhängigkeit von der Anzahl der Nägel bestimmt. (Es gibt keine einzelnen Nägel).	
Proportionalitätsfaktor	Der Quotient von Masse des Nagelpäckchens und Anzahl der Nägel ist konstant. Die Konstante entspricht der Masse von einem Nagel.	
Fächerübergreifender Hintergrund	Jeder Nagel im Experiment hat die gleiche Masse. Eine Verdopplung der Anzahl der Nägel bewirkt eine Verdopplung der Masse usw. Der Zusammenhang zwischen Masse m und Anzahl n der Nägel ist proportional. $M \sim n$ bzw. $\frac{m}{n} = \text{konst.}$ Die Konstante entspricht der Masse von einem Nagel.	
Realitätsbezug	Bilder aufhängen usw., Prüfverfahren bei der Nagelproduktion (Anzahl der Nägel pro Packung)	


Station 3:
Experiment *Fadenpendel*

Abhängige Größen	Anzahl der Schwingungen und Zeit	
Abhängigkeit	proportional	
Material	Stativstange mit Markierung und Ständer, Klemme und Muffe zur Befestigung des Pendels, Nylonschnur mit angeschraubter Metallkugel, Stoppuhren	
Durchführung	Das Pendel wird zum Schwingen gebracht. Es werden die Zeiten für die Schwingungen in Abhängigkeit von der Anzahl der Schwingungen gemessen. Eine Schwingung entspricht einer Hin- und Herbewegung.	
Proportionalitätsfaktor	Der Quotient aus Anzahl der Schwingungen und benötigter Zeit ist konstant. Die Konstante ist die Schwingungsdauer (Zeit für eine Schwingung).	
Fächerübergreifender Hintergrund	Eine Pendelschwingung ist die Bewegung, die das Pendel ausführt, bis es über alle Lagen wieder in der Ausgangslage zurück ist (vgl. Abbildung: hin, her). Die Zeit, die das Pendel für eine Schwingung benötigt, ist immer konstant (nur die Amplitude/ die Schwingungsweite nimmt ab). Der Quotient aus der Zeit t , die das Pendel für n Schwingungen benötigt, und n ist konstant: $\frac{t}{n} = \text{konst.}$ Die Zeit t ist proportional zur Anzahl n der Schwingungen. Die Konstante beschreibt die Zeit, die das Pendel für eine Schwingung benötigt. Diese besondere, das Pendel beschreibende Größe wird auch Schwingungsdauer oder Periode T genannt.	
Realitätsbezug	Pendel, Uhrenpendel	

Station 4: Experiment *Tropfen*

Abhängige Größen	Volumen und Anzahl der Tropfen	
Abhängigkeit	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.	
Proportionalitätsfaktor	Der Quotient aus Volumen und Anzahl der Tropfen ist konstant. Die Konstante entspricht dem Volumen von einem Tropfen.	
Fächerübergreifender Hintergrund	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. $V \sim n$ (V = Volumen des Wassers im Messzylinder, n = Anzahl der Tropfen) $\frac{V}{n} = \text{konst.}$ Die Konstante entspricht dem Volumen pro 1 Tropfen. 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 Experiment wird der Begriff des Tropfens verstanden als die Wassermenge, die jeweils herunter tropft.	
Realitätsbezug	Wasserverbrauch bei tropfendem Wasserhahn, Wasserversorgung auf der Erde	

Station 5:
Experiment *Kabel*

Abhängige Größen	Länge und Masse	
Abhängigkeit	proportional	
Material	Elektrische Waage, Kabelstücke verschiedener Länge, zum Beispiel 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 cm	
Durchführung	Es werden mehrere Kabel verschiedener Länge gewogen und jeweils die Masse in Abhängigkeit von der Kabellänge festgehalten.	
Proportionalitätsfaktor	Masse pro Einheitslänge	
Hintergrund	Kabel unterschiedlicher Länge und gleichem Durchmesser wiegen unterschiedlich viel. Ein längeres Kabel wiegt mehr als ein kürzeres, da jeder Kabelabschnitt gleich viel wiegt. Es gilt: Kabellänge und Masse sind proportional: $m \sim l$ bzw. $m/l = \text{konstant}$. Die Konstante entspricht der Masse pro Einheitslänge, also zum Beispiel für 1 cm Kabel.	
Realitätsbezug	Netzabhängige Geräte im Haushalt, Kabel, Kabelrollen und Produktion	

Station 6: Experiment *Schraubenfeder*

Abhängige Größen	Masse und Auslenkung	
Abhängigkeit	proportional	
Material	Schraubenfeder, Stativ mit Zubehör zum Anhängen der Schraubenfeder, Massestücke (Scheibengewichte 50 g, 100 g bis ca. 350 g) mit Träger zum Auflegen, Maßstab mit Messhilfe (zum Beispiel roter Schieber)	
Durchführung	Eine Feder wird frei aufgehängt (Stativ mit Messlatte wie in der Abbildung). An die Feder wird der Gewichtsträger mit aufgelegten Scheibenmassen gehängt. Durch das Anhängen von Massestücken dehnt sich die Feder. Die Auslenkung, also die Längendifferenz zwischen Ausgangs- und Endposition, wird jeweils gemessen.	
Proportionalitätsfaktor	Der Quotient aus Masse und Auslenkung ist konstant. Die Konstante gibt an, um wie viel cm (mm) sich die Feder pro 1 g Masse dehnt.	
Fächerübergreifender Hintergrund	<p>Das Anhängen einer Masse an eine Schraubenfeder bewirkt eine Auslenkung (Dehnung, Längenänderung). Die Auslenkung s ist proportional zur angehängten Masse m: $s \sim m$</p> <p><i>Erklärung:</i> Die Längenänderung der Feder ist eine Verformung der Feder. Ursache für eine Verformung ist eine Kraft. Im Experiment wirkt die Gewichtskraft F der Masse m ($F = mg$ mit $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ Erdbeschleunigung).</p> <p><u>Hookesches Gesetz:</u> Beim Spannen einer Schraubenfeder ist die Kraft F proportional zur Auslenkung s. $s \sim F$.</p> <p>$\frac{F}{s} = \text{konst.}$ Die Konstante ist für die entsprechende Feder charakteristisch. Sie wird kurz mit D (Federkonstante) bezeichnet. Für die Kraft gilt also: $F = Ds$</p>	
Realitätsbezug	Materialdehnung, Bungee-jumping, Reckturnen	

Impulse

Bei der Durchführung der Experimente sollte deutlich werden, dass der Proportionalitätsfaktor sich als beschreibende Eigenschaft aus der zugrunde liegenden proportionalen Beziehung ergibt. Der funktionale Zusammenhang zwischen den betrachteten Größen ist proportional. Die Untersuchung des funktionalen Zusammenhangs bzw. die Hypothesenbildung sollte angeregt werden, etwa durch einen Impuls aus dem Alltag (vgl. nächste Seiten).

Weiterhin sollte vor Versuchsbeginn eine Auseinandersetzung mit dem ausgelegten Material stattfinden:

Was lässt sich verändern?

Welche Größe ändert sich, wenn eine bestimmte Größe verändert wird?

Welchen Zusammenhang vermutest du?

Grundsätzlich steht über jedem Experiment die allgemeine Aufgabe:

Beschreibe den Zusammenhang zwischen Größe ... und Größe

Überprüfe: bestätigt der Zusammenhang deine Vermutung?

Beschreibe die besonderen Eigenschaften des Zusammenhangs.

Da es sich hier in allen Fällen um proportionale Zusammenhänge handelt, kann auch folgende Frage direkt angesprochen werden::

Bestimme den Proportionalitätsfaktor
(Einheiten nicht vergessen!).
Welche Bedeutung hat er?

(Kopiervorlagen für Impulse – siehe nächste Seiten)

Impuls

Elektroauto



Stell dir vor, du sitzt in einem Auto. Das Auto

1. startet an der Ampel.
2. fährt um die Kurve.
3. fährt immer geradeaus auf einer langen Landstraße.

Beschreibe die verschiedenen Bewegungen des Autos.

Sprecht darüber in der Gruppe.

Impuls

Nägel

Um ein Bild aufzuhängen, benötigst du Nägel.
In Geschäften werden Nägel meist abgepackt in Päckchen verkauft, wobei auf der Packung ist in der Regel die Anzahl der Nägel angegeben ist.
Natürlich wurden die Nägel vorher nicht abgezählt.
Stattdessen hat die Herstellerfirma zufällig eine Stichprobe von Päckchen genommen und diese ausgewogen.



Warum ist das Gewicht (die Masse) ein Maß für die Anzahl der Nägel?

Tauscht euch in der Gruppe aus und beantwortet die Frage gemeinsam.

Impuls

Pendel



Hast du schon mal solch eine Uhr gesehen?
Vielleicht bei deinen Großeltern oder zu Hause?
Aber hast du dich schon mal gefragt, welche Funktion das Pendel hat?

Sprecht darüber in der Gruppe.

Im Experiment ist das Pendel vereinfacht nachgebaut.

Schätze, wie oft das Pendel schwingt in 1s, 2s, 3s ...?

Impuls

Schraubenfeder

Bestimmt hast du – mindestens im Fernseher - schon einmal beim Bungee-jumping zugesehen. Oder hast du es selbst schon gewagt? Beschreibe, was dabei passiert. Was passiert mit dem Seil?

Sprecht darüber in der Gruppe.

Gibt es einen Unterschied zwischen dem Sprung eines leichten oder eines schweren Bungee-jumpers? Wenn ja, warum? Überprüfe deine Vermutung mit dem Gummiband auf dem Tisch.

Im Experiment benutzen wir eine Feder anstelle des Gummibands und anstelle des Bungee-jumpers nehmen wir verschiedene Gewichtstücke.

Mach dich mit den Materialien vertraut.



Source: www.pixelquelle.de ID83026

Impuls

Tropfen

Sicher hast du schon mal einen Wasserhahn tropfen sehen; zum Beispiel in der Küche oder im Badezimmer.

Was meinst du? Ist es wichtig, den Wasserhahn fest zuzudrehen oder ihn zu reparieren? Schätze die Anzahl der Tropfen pro Stunde, pro Tag. Wie viele Liter sind das?

Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Tropfen und dem Volumen des heruntergetropften Wassers?

Sprecht über die Fragen in der Gruppe.



Impuls

Kabel

Viele Elektrogeräte benötigen Kabel unterschiedlicher Länge. Längere Kabel müssen einen größeren Querschnitt haben. Lang sind insbesondere alle Kabel, die unsere Wohnung mit Elektrizität versorgen. Sie sind oft in Rollen aufgerollt, so dass es nicht so einfach ist ihre Länge zu bestimmen.

Anstatt die Rolle aufzurollen und dann die Länge abzumessen, wiegt die Firma die Kabelrolle. Warum ist das Gewicht (die Masse) ein Maß für die Länge?
Sprecht darüber in der Gruppe.

