Definition abgeleiteter Größen mit Hilfe des proportionalen Zusammenhangs von Größen

Stand: 04.10.2019

Jahrgangsstufen	alle
Fach/Fächer	Physik
Zeitrahmen	Teil einer Unterrichtsstunde

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler …

- formulieren Vermutungen zum Zusammenhang von zurückgelegtem Weg in Abhängigkeit von der benötigten Zeit bei (geradlinig) gleichförmigen Bewegungen, führen angeleitet und begleitet Experimente durch und werten diese aus. Sie modellieren den physikalischen Zusammenhang als direkte Proportionalität und präsentieren ihr Ergebnis. (Kompetenzerwartung 7 (I), 8 (II/III))
- grenzen die abgeleiteten Größen Arbeit, Leistung und Energie voneinander und von deren Verwendung in der Alltagssprache ab, beschreiben damit mechanische Vorgänge und modellieren diese mathematisch. Aufgaben aus ihrem Erlebnisbereich (Natur und Technik) lösen sie mithilfe einfacher Berechnungen unter Berücksichtigung von Einheiten und sinnvoller Genauigkeitsangaben. (Kompetenzerwartung 8 (I))
- grenzen die abgeleiteten Größen Arbeit, Leistung und Energie voneinander und von deren Verwendung in der Alltagssprache ab und beschreiben damit mechanische Vorgänge. Aufgaben aus ihrem Erlebnisbereich (Natur und Technik) lösen sie mithilfe einfacher Berechnungen unter Berücksichtigung von Einheiten und sinnvoller Genauigkeitsangaben. (Kompetenzerwartung 9 (II/III))

Aufgabe

1. Betrachte die linke Spalte und wende deine Erkenntnisse auf die rechte Spalte an.

Matilda stellt fest, dass ihre elektrische Eisenbahn in der zweifachen, dreifachen. . . (n-fachen) Zeit den zwei-, dreifachen . . . (n-fachen) Weg zurücklegt.
Sie untersucht mit ihrem Vater den Zusammenhang der Größen Weg und Zeit. Dabei stellt sie Folgendes fest:

t in s	1,0	1,8	2,9	4,3	5,6
s in m	3,7	6,8	10,7	15,9	20,7
$\frac{s}{t}$ in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	3,7	3,8	3,7	3,7	3,7

Die Größen s und t sind quotientengleich. Es gilt

$$\frac{s}{t}=\text{const.}$$

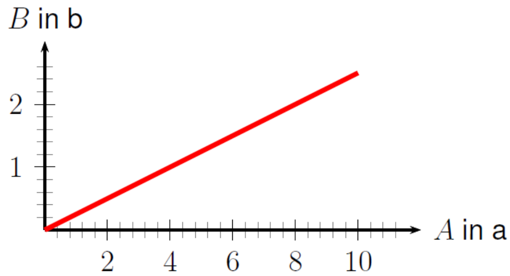
Daraus folgt s ~ t.

Matilda definiert sich eine neue Größe

$$v=\frac{s}{t}$$

und stellt fest, dass sie diese bereits von ihrem Fahrradtacho als Geschwindigkeit v mit der Einheit km pro Stunde ($\frac{km}{h}$) kennt.

Oskar untersucht den Zusammenhang der Größen A mit der Einheit „1 a“ und B mit der Einheit „1 b“.
Dabei stellt er Folgendes fest:



a) Beschreibe diesen Zusammenhang mathematisch.
b) Leite die passende Übereinstimmung der Messwertpaare daraus ab.
c) Nutze den Zusammenhang und definiere die daraus abgeleitete Größe X.
d) Nenne physikalische Größen, die mit Hilfe des direkt proportionalen Zusammenhangs zweier anderer Größen definiert wurden.

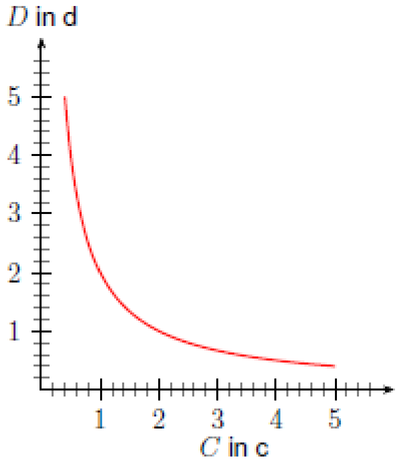
2. Bearbeite die Aufgaben in der linken Spalte und wende deine Erkenntnisse auf die rechte Spalte an.

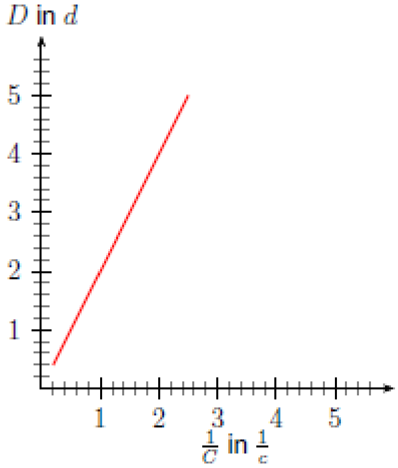
Matilda und Oskar haben ihren Eltern geholfen gleiche Getränkekisten (F_G = 60 N) ins Haus zu tragen. Sie sind sich nicht einig, wer mehr gearbeitet hat.
Oskar sagt: „Ich habe vier Kisten auf einmal in den ersten Stock ($h = 3{,}0\ m$) getragen.“
Matilda antwortet: „Dafür habe ich meine zwei schon in den zweiten Stock getragen.“
Die Eltern schlichten: „Danke, ihr wart beide gleich fleißig.“

Oskar untersucht den Zusammenhang der Größen C mit Einheit „1 c“ und D mit Einheit „1 d“.
Dabei stellt er Folgendes fest:

Messungen zeigen:

F_G in N	720	240	120		40
h in m		3,0	6,0	12	
$F_G \cdot h$ in kJ		0,72	0,72	0,72	0,72





a) Gib an, welche Eigenschaft die Wertepaare haben müssen und ergänze die Tabelle.
b) Benenne die durch den Produktwert definierte abgeleitete physikalische Größe und ihre Einheit.

Ergänze: ______________________________

Definitionsgleichung: ____ = ____ · ____

Einheitengleichung: [___] = _ __ · _ __ = _ __

a) Beschreibe diesen Zusammenhang mathematisch.
b) Leite die passende Übereinstimmung der Messwertpaare daraus ab.
c) Nutze den Zusammenhang und definiere die daraus abgeleitete Größe Y.
d) Kennst Du schon weitere Abhängigkeiten von physikalische Größen, die mit Hilfe des indirekt proportionalen Zusammenhangs beschrieben werden? Wenn ja, benenne sie.

Beispiele für Produkte und Lösungen der Schülerinnen und Schüler

1. Direkte Proportionalität

a) B ist direkt proportional zu A.
b) $B \sim A \implies \frac{B}{A} = const$
c) Es folgt für die neue Größe: $X = \frac{B}{A}$ mit $[X] = \frac{1 \cdot b}{1 \cdot a} = 1\ \frac{b}{a}$
d) Dichte, Geschwindigkeit, Leistung, Federkonstante …

2. Indirekte Proportionalität

linke Spalte:

a) h ist indirekt proportional zu F_G.

F_G in N	720	240	120	60	40
h in m	1,0	3,0	6,0	12	18
$F_G \cdot h$ in kJ	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72

b) Ergänze:
Die physikalische Arbeit W, hier speziell die Hubarbeit W_{Hub}

Definitionsgleichung:
$W = F \cdot s$ (zu beachten: s ist der Weg parallel zur Kraftrichtung)
oder $W_{Hub} = F_G \cdot h$

Einheitengleichung:
$[W] = 1\,N \cdot 1\,m = 1\,J$

rechte Spalte:

a) Die erste Grafik sieht wie ein Hyperbelast aus. Es ist ein indirekt proportionaler Zusammenhang zu vermuten. In der zweiten Grafik liegen die Messwertpaare auf einer Ursprungsgeraden. Daher liegt ein direkt proportionaler Zusammenhang der Größenpaare vor: $D \sim \frac{1}{C}$
b) $D \sim \frac{1}{C} \implies \frac{D}{\frac{1}{C}} = \mathrm{C} \cdot \mathrm{D} = const$, d. h. die Wertepaare sind produktgleich und somit indirekt proportional zueinander.
c) Es folgt für die neue Größe: $Y = C \cdot D$ mit $[Y] = 1\,c \cdot 1\,d = 1\,cd$
d) Hebelgesetz, Boyle-Mariotte, Abhängigkeit des elektrischen Widerstands von der Querschnittsfläche des Leiters, Impuls, …

Hinweise zum Unterricht

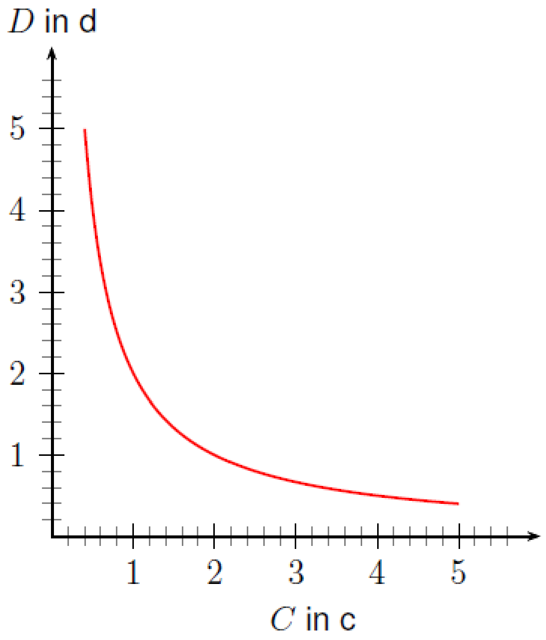
Direkt und indirekt proportionale Zusammenhänge sind aus dem Mathematikunterricht der Jahrgangsstufen sechs und sieben bekannt. Insbesondere bei der Herleitung und Definition von abgeleiteten Größen finden sie häufig Anwendung in der Physik. Diese Aufgabe soll die Kompetenz beim Erkennen einfacher physikalischer Zusammenhänge und deren mathematischen Darstellung schärfen. Damit werden die Schülerinnen und Schüler befähigt, Zusammenhänge von gemessenen Größen zu erkennen, physikalische Zusammenhänge mathematisch zu beschreiben und ihre Ergebnisse zu formulieren.

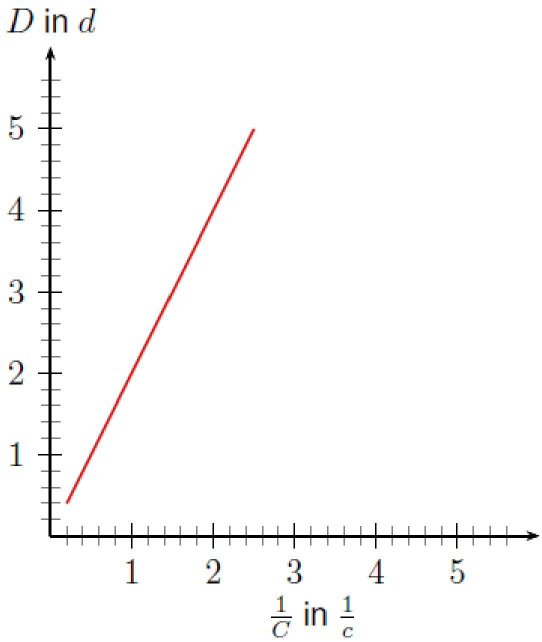
Eine Anregung für einen Leistungsnachweise zum „physikalischen Arbeiten“ ist im Serviceteil des Lehrplans zu finden.

Um die Schüler nicht zu überfordern ist zu beachten, dass die verwendeten physikalischen Größen und Zusammenhänge, insbesondere in Aufgabe 2 (z. B. Hubarbeit), bereits eingeführt und gefestigt sind.

Exemplarische Wertetabelle zu den Grafiken der indirekten Proportionalität:

C in c	0,40	0,60	0,80	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
D in d	5,0	3,3	2,5	2,0	1,0	0,67	0,50	0,40
$D \cdot C$ in $d \cdot c$	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
C in c	0,40	0,60	0,80	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
$\frac{1}{C}$ in $\frac{1}{c}$	2,5	1,7	1,3	1,0	0,50	0,33	0,25	0,20
D in d	5,0	3,3	2,5	2,0	1,0	0,67	0,50	0,40
$\frac{D}{\frac{1}{C}}$ in $\frac{d}{\frac{1}{c}}$	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0





Quellen und Literaturangaben

Bilder: ISB – 2018