

Wie kommt der Physiker / die Physikerin Von den DATEN zur FORMEL ?

Dazu das erste einfache Beispiel:

Wir lassen eine Kugel auf einer Rollbahn rollen und messen die Abstände vom Start nach 1,2,3,4 Sekunden – das ergibt folgende Tabelle:

Zeit t [s]	Strecke s [m]
0	0,20
1	1,00
2	1,80
3	2,60
4	3,39

Kann man daraus eine Formel aufstellen?

Dazu machen wir uns zuerst eine Grafik: Da die Verbindungsgerade nicht durch den Ursprung geht, kann ich keine einfache Formel aufstellen, also werden wir eine Änderung machen und den Startpunkt nach unten verschieben (alle s-Werte werden um 0,2 m verkleinert) und beim letzten Punkt ein bisschen schummeln:

Zeit t [s]	Strecke s [m]
0	0
1	0,80
2	1,60
3	2,40
4	3,20

Das ergibt dann folgende Grafik:
Jetzt schaut es schon besser aus.
Wie kommen wir aber jetzt auf die Formel?

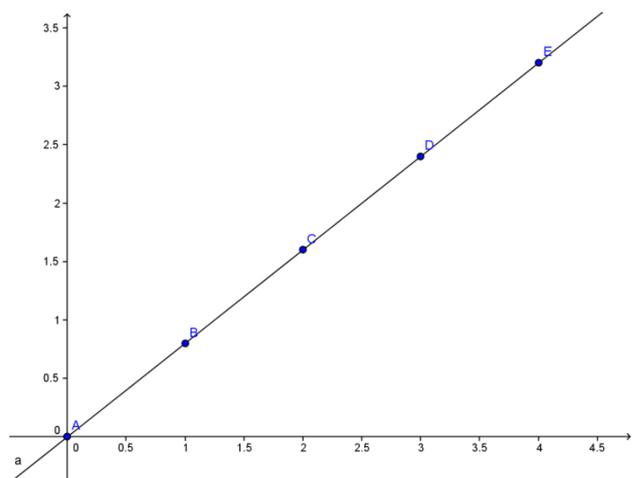
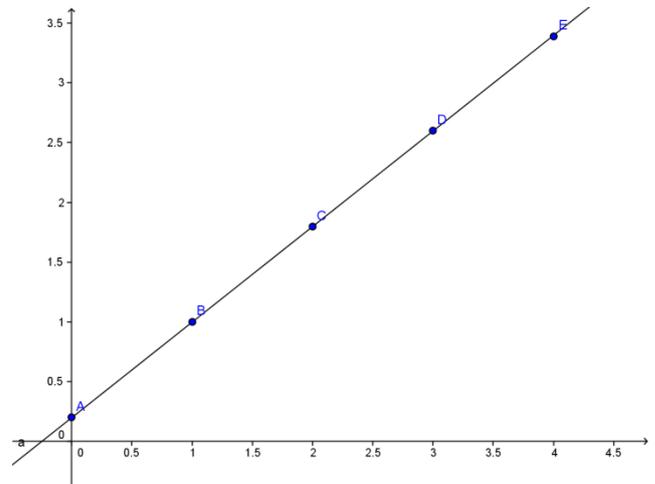
1. Methode: Mathematik:

Wenn man weiß, dass direkt proportionale lineare Funktionen den Term $y = k \cdot x$ haben, dann muss man nur mehr das k finden. Dazu setzt man einen Punkt ein:

$$0,80 = k \cdot 1 \rightarrow k = 0,8$$

Nun muss also die Formel lauten:

$$y = 0,8 \cdot x \text{ oder mit den Buchstaben der Physik: } \boxed{s = 0,8 \cdot t}$$



2. Methode: Gezieltes Raten:

Dazu werden wir die Tabelle anders schreiben und dann fortsetzen, in dem wir die laufende Zahl von t durch t ersetzen:

Zeit t [s]	Strecke s [m]
0	0,80*0
1	0,80*1
2	0,80*2
3	0,80*3
4	0,80*4
.....
t	0,80*t

Jetzt haben wir eine Formel, aber wir wissen noch nicht, was 0,8 darin bedeutet.

Dazu formen wir die Formel um auf 0,8:

$$s = 0,8 \cdot t \rightarrow \text{Division durch } t \rightarrow \frac{s}{t} = 0,8$$

Das gilt nun auch für die Einheiten: Die Einheit von Wegstrecke durch Zeit $\frac{s}{t}$ ist Meter durch Sekunde $\left[\frac{m}{s}\right]$ und damit die Einheit der Geschwindigkeit v. Also können wir jetzt 0,8 durch v ersetzen und wir erhalten:

$$\boxed{s = v \cdot t}$$

Wie kommt der Physiker / die Physikerin Von der Formel zur Proportionalität ?

Aus der Tabelle können wir sehen, dass einer doppelten Zeit auch die doppelte Wegstrecke zugeordnet ist, daher sagt man dazu **direkt proportional** (aus links DOPPELT folgt rechts DOPPELT, aus links DREIFACH folgt rechts DREIFACH, usw.)

Wie kann man das aus der Formel erkennen ?

Wenn links ein Buchstabe zwischen Malzeichen steht (oder alleine ist) und rechts vom Gleichheitszeichen die Variable auch zwischen zwei Malzeichen (im Zähler) steht, so sind die Größen direkt proportional.

Ein Beispiel: $r \cdot B = v^2 \cdot a \cdot G$

hier sind r und A, B und a, r und G, aber auch B und G direkt proportional.

Nicht direkt proportional sind r und v (sondern quadratisch proportional)

In welcher Proportionalität stehen aber nun zwei Größen auf der gleichen Seite der Gleichung? das lässt sich einfach beantworten, indem man die Gleichung umformt, so dass die zwei Variablen auf verschiedenen Seiten der Gleichung stehen:

$$\text{Zum Beispiel: } r \cdot B = v^2 \cdot a \cdot G \rightarrow \text{Division durch } B \text{ ergibt: } r = \frac{v^2 \cdot a \cdot G}{B}$$

Hier sind r und B nicht direkt proportional sondern indirekt proportional (Zähler hier, Nenner da!)

Von der Formel zur Proportionalität bei der Geschwindigkeitsformel

Die Formel der Geschwindigkeit $v = \frac{s}{t}$ (Wegstrecke geteilt durch Zeitdauer) hat 3 Formen, je nachdem welche Variable links vom Gleichheitszeichen steht:

$v = \frac{s}{t}$ mal t →	$s = v \cdot t$ geteilt durch v →	$t = \frac{s}{v}$
was passiert wenn die Zeit t konstant ist ?	was passiert wenn die Geschwindigkeit v konstant ist ?	was passiert wenn die Wegstrecke s konstant bleibt?
<p>Beispiel:</p> <p>Ich fahre genau zwei Stunden mit dem Auto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn ich mit $v=60$ km/h fahre, lege ich $s=120$ km zurück • Wenn ich mit $v=120$ km/h fahre, lege ich $s = 240$ km zurück 	<p>Beispiel:</p> <p>Ich fahre mit 80 km/h mit dem Auto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn ich $t=2$ Stunden fahre, so ist die zurückgelegte Strecke $s=160$ km • Wenn ich $t=4$ Stunden fahre, so ist die zurückgelegte Strecke $s=320$ km 	<p>Beispiel:</p> <p>Ich fahre von Wien nach St.Pölten ($s= 60$ km)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn ich mit $v = 30$ km/h fahre, so komme ich nach 2 Stunden in St. Pölten an. • Wenn ich mit $v = 120$ km/h fahre, so komme ich nach $\frac{1}{2}$ Stunde in St. Pölten an.
<ul style="list-style-type: none"> • aus doppelt folgt doppelt <p>→ also ist v und s direkt proportional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • aus doppelt folgt doppelt <p>→ also ist v und s direkt proportional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • aus vierfach folgt ein Viertel <p>→ also ist t und v indirekt proportional</p>

Das ist der Beginn einer tiefen Freundschaft mit der direkten Proportionalität (!?)

Ideen zum selber Experimentieren und Formel finden

Versuch 1: Geschwindigkeit beim schief rollen:

Mit Metronom Zeiten und Wege bestimmen

→ Ergibt: gleiche Zeiten, gleiche Wege oder - gleiche Zeiten,

Wege wie 1:3:5:7:9, Summen wie 1:4:9:16

→ Ergibt die Tabelle und den Graph und dann die Formel

→quadratische Proportion

Versuch 2: Dasselbe für Temperaturabnahme oder Zunahme

→Exponentielle Proportion

Und damit es klappt mit den Proportionalitäten – hier ein paar Übungen:

1) von der Tabelle zur Grafik zur Formel

<p>a) Gegeben ist die Tabelle, gesucht die Formel und die Grafik und die Proportionalität</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20px;">x</th> <th style="width: 20px;">y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2= 2*1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">4=2*2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">6=</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">8=</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">y=</td> </tr> </tbody> </table>	x	y	0	0	1	2= 2*1	2	4=2*2	3	6=	4	8=	x	y=	<p>b) Gegeben ist die Tabelle, gesucht die Formel und die Grafik und die Proportionalität</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20px;">x</th> <th style="width: 20px;">y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">4= 4:1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">2= 4:2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">1=</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">0,5=</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">16</td> <td style="text-align: center;">0,25=</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">y=</td> </tr> </tbody> </table>	x	y	1	4= 4:1	2	2= 4:2	4	1=	8	0,5=	16	0,25=	x	y=
x	y																												
0	0																												
1	2= 2*1																												
2	4=2*2																												
3	6=																												
4	8=																												
x	y=																												
x	y																												
1	4= 4:1																												
2	2= 4:2																												
4	1=																												
8	0,5=																												
16	0,25=																												
x	y=																												

2) von der Proportionalität zur Formel

a) Es ist bekannt, dass die Wasserausflussmenge W direkt proportional zur Zeit t ist.
 – Bestimme die Formel in der Form $W = \dots t \dots$ dazu mit einem Proportionalitätsfaktor k
 – Bestimme den Proportionalitätsfaktor (mit Einheit!), wenn bekannt ist, dass nach 5 Sekunden 20 ml Wasser ausgeflossen sind

b) Es ist bekannt, dass die Wasserausflussmenge W indirekt proportional zur Zeit t ist.
 – Bestimme den Proportionalitätsfaktor k in der Formel in der Form $W = \frac{k}{t}$ wenn bekannt ist, dass nach 5 Sekunden 40 ml Wasser ausgeflossen sind.
 – Welche Einheit hat der Proportionalitätsfaktor?

3) Proportionalität aus der Formel erkennen

a) Die Formel der Kraft F ist $F = m \cdot a$ (Kraft = Masse mal Beschleunigung)
 – Bestimme die Proportionalität von F und m
 – Bestimme die Proportionalität von m und a

b) Die Formel der kinetischen Energie ist $E = m/2 \cdot v^2$
 – Bestimme die Proportionalität von E und m
 – Bestimme die Proportionalität von E und v