

## Grundlagen Die Geschwindigkeit – eine physikalische Größe

**Geschwindigkeit** Beim Sportfest starten Markus und Tim in verschiedenen Altersklassen. Markus läuft 100 m in 16 s und Tim 75 m in 11 s. Wer läuft schneller?

Um das herauszufinden, kann man ausrechnen, wie weit Markus und Tim in der gleichen Zeit – z. B. in 1 Sekunde – kommen:

Markus		Tim	
in 16 s	100 m	in 11 s	75 m
in 1 s	$\frac{100}{16} \text{ m} = 6,25 \text{ m}$	in 1 s	$\frac{75}{11} \text{ m} = 6,81 \text{ m}$

Markus legt 6,25 m pro Sekunde zurück, Tim 6,81 m pro Sekunde. Tim ist also schneller. Damit haben wir eine Möglichkeit gefunden, die Geschwindigkeit eines Gegenstands zu bestimmen.

Die Geschwindigkeit gibt an, wie schnell sich ein Körper bewegt.

Um sie zu berechnen, teilt man den zurückgelegten Weg  $\Delta s$  durch die dafür benötigte Zeit  $\Delta t$ .

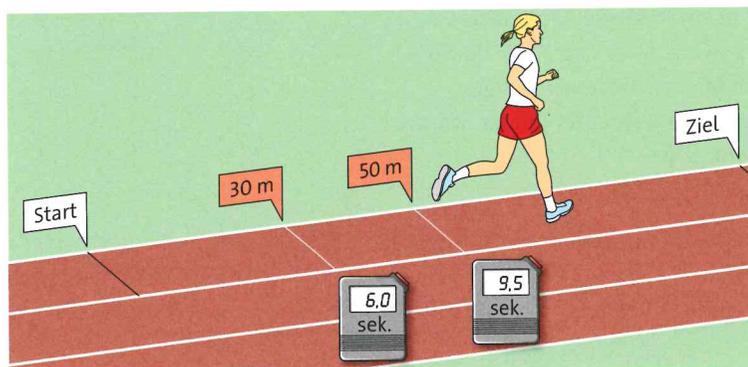
$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}} \quad \text{oder} \quad v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Die Standard-Einheit der Geschwindigkeit ist Meter pro Sekunde ( $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ ). Im Alltag wird häufig die Einheit Kilometer pro Stunde ( $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ ) verwendet. Das Formelzeichen  $v$  kommt aus dem englischen Wort *velocity* für Geschwindigkeit.

Der griechische Buchstabe  $\Delta$  (sprich: Delta) wird verwendet, um auf Differenzen hinzuweisen.  $\Delta s = s_2 - s_1$  gibt eine Wegdifferenz,  $\Delta t = t_2 - t_1$  gibt eine Zeitdifferenz an.

### Musteraufgabe

Während Claudia läuft, werden ihre Zwischenzeiten an den 30-m- und 50-m-Marken gemessen. Wie schnell ist Claudia zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt? ▶ 1



1 Versuchsanordnung

### Umrechnungen

Man kann die Einheiten  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

und  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  ineinander

umrechnen:

$$\frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ in } \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ in } \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{1}{\frac{1}{3600} \frac{\text{h}}{\text{s}}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

**Lösung**

- Gegeben:** 1. Messpunkt: Zeit:  $t_1 = 6,0 \text{ s}$ ; Ort:  $s_1 = 30 \text{ m}$   
 2. Messpunkt: Zeit:  $t_2 = 9,5 \text{ s}$ ; Ort:  $s_2 = 50 \text{ m}$

**Gesucht:** Geschwindigkeit

**Lösung:** Benötigte Zeit zwischen 1. und 2. Messpunkt:  
 $\Delta t = t_2 - t_1 = 9,5 \text{ s} - 6,0 \text{ s} = 3,5 \text{ s}$

Weg zwischen 1. und 2. Messpunkt:  
 $\Delta s = s_2 - s_1 = 50 \text{ m} - 30 \text{ m} = 20 \text{ m}$

Geschwindigkeit:  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{20 \text{ m}}{3,5 \text{ s}} = 5,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

**Ergebnis:** Claudia läuft mit einer Geschwindigkeit von  $5,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

## Grundlagen Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit

Die Tachometer-Anzeige im Auto zeigt in jedem Augenblick die Geschwindigkeit des Autos an. Man nennt das die Momentangeschwindigkeit. ▶ 2  
 Da das Auto in der Regel mal langsamer und mal schneller fährt, ändert sich die Momentangeschwindigkeit während einer Fahrt. Am Kilometerzähler kann man am Ende der Fahrt ablesen, welche Strecke man zurückgelegt hat. Teilt man diesen Weg durch die Fahrzeit, erhält man die Durchschnittsgeschwindigkeit.

Die Momentangeschwindigkeit gibt an, wie schnell ein Objekt in einem bestimmten Augenblick ist. Berechnet man für einen bestimmten Zeitraum den Quotienten  $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ , erhält man die Durchschnittsgeschwindigkeit.



2 Tachometer

### Aufgaben

- Ein Auto legt in 1,5 Stunden eine Strecke von 120 km zurück. Wie groß ist die Geschwindigkeit? •••
  - Welchen Weg legt ein Auto bei einer Geschwindigkeit von  $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  bzw.  $126 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  in einer Sekunde zurück? ••
  - Berechne die fehlenden Geschwindigkeitsangaben. •••
- |           |     |    |    |     |
|-----------|-----|----|----|-----|
| v in m/s  | 1,5 | ?  | 10 | ?   |
| v in km/h | ?   | 18 | ?  | 130 |
- Ein Abfahrtsläufer legt 1950 m in 68,35 s zurück. Berechne die Durchschnittsgeschwindigkeit. •••
  - Ein Auto auf der Autobahn fährt eine Stunde mit einer Geschwindigkeit von  $120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  und im Anschluss auf der Landstraße eine Geschwindigkeit von  $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  für eine weitere Stunde. Wie hoch ist die Durchschnittsgeschwindigkeit? •••
  - Ein Fußgänger benötigt für einen 28 km langen Wanderweg 7 Stunden. Wie groß ist die Durchschnittsgeschwindigkeit des Fußgängers? •••
  - Familie Meier ist auf ihrer Fahrt in den Urlaub nach 2 Stunden Fahrzeit noch 350 km vom Ziel entfernt, nach 3 Stunden noch 260 km. Berechne die Durchschnittsgeschwindigkeit. •••

## Grundlagen Berechnen von Wegen und Zeiten

Zur Berechnung der Geschwindigkeit kann die Gleichung  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  verwendet werden. Wie geht man aber vor, wenn man z. B. die Geschwindigkeit und die Zeitspanne kennt und die Strecke berechnen möchte?

### 1. Berechnung der Strecke

#### Musteraufgabe

Am Wochenende hat Marcus mit seinem Freund einen Ausflug durchgeführt. Sie sind 2 Stunden und 30 Minuten bis zum Ziel gewandert. Ihre durchschnittliche Wandergeschwindigkeit war 4,5 km/h. Welche Strecke haben sie zurückgelegt? ▶ 1

#### Lösung

##### Variante 1

in 1 Stunde: 4,5 km

in 2 Stunden:  $2 \cdot 4,5 \text{ km} = 9 \text{ km}$

in 0,5 Stunden:  $0,5 \cdot 4,5 \text{ km} = 2,25 \text{ km}$

Insgesamt haben sie 11,25 km zurückgelegt.

##### Variante 2

**Gegeben:**  $v = 4,5 \text{ km/h}$ ;  $\Delta t = 2,5 \text{ h}$

**Gesucht:**  $\Delta s$   
**Lösung:**  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  wird nach  $\Delta s$

aufgelöst. Dazu multipliziert man beide Seiten der Gleichung mit  $\Delta t$ .

$$\Delta s = v \cdot \Delta t$$

Durch Einsetzen der Zahlenwerte:

$$\Delta s = 4,5 \text{ km/h} \cdot 2,5 \text{ h} = 11,25 \text{ km}$$

Lösungsvariante 2 scheint unnötig kompliziert zu sein. Das Umstellen von Gleichungen ist jedoch ein allgemeines Verfahren, das auch in Fällen funktioniert, die sonst nur schwer lösbar wären.

### 2. Berechnung der Zeit

#### Musteraufgabe

Bei einem Elfmeterschuss wurde elektronisch eine Ballgeschwindigkeit von 108 km/h gemessen. Wie lange flog der Fußball durch die Luft? ▶ 2

#### Lösung

**Gegeben:**  $v = 108 \text{ km/h}$ ,  $\Delta s = 11 \text{ m}$     **Gesucht:**  $\Delta t$

**Lösung:** Die Gleichung  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  wird nach  $\Delta t$  aufgelöst:  $\Delta t = \frac{\Delta s}{v}$ .

$$\text{Einsetzen der Zahlenwerte: } \Delta t = \frac{11 \text{ m}}{30 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,37 \text{ s}$$

### Aufgaben

- Moritz ist mit seinem Fahrrad mit 22 km/h unterwegs. Berechne, wie lange er für eine Strecke von 6 km braucht. ••
- Ein Flugzeug fliegt 10 Stunden mit einer Geschwindigkeit von 950 km/h. Berechne die Strecke, die das Flugzeug zurücklegt. •••



1 Wanderweg



2 Elfmeter

#### Hinweis

Beim Einsetzen der Zahlenwerte muss man darauf achten, dass zueinander passende Einheiten verwendet werden. Daher wird die Einheit der Geschwindigkeit umgerechnet:

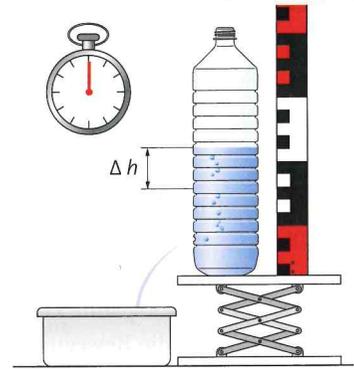
$$108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### 5 Füllstandsmessung

Fülle eine PET-Flasche mit gefärbtem Wasser und befestige parallel zur Flasche ein Lineal. Bohre in den unteren Teil der Flasche ein kleines Loch. Überlege, wie du mit Lineal und Stoppuhr die zeitliche Veränderung des Füllstands beim Leeren der Flasche erfassen kannst. Untersuche anschließend das Füllen einer anderen gleich großen Flasche. Vergleiche die Geschwindigkeiten beim Füllen und Leeren der Flaschen. ▶ 4

### 6 Schleuderball

Führt im Sportunterricht Schleuderballwürfe durch. Beobachtet während der Drehung die Bewegung des Balls. Wodurch unterscheidet sich diese Bewegung von der Bewegung eines Elfmeterballs?



4 Füllstandsmessung

## Grundlagen Bewegungen unterscheiden



5 Tempo ändert sich



6 Richtung ändert sich

Ein Körper kann sich schnell oder langsam bewegen. Falls er nicht gerade stillsteht, hat er auch immer eine Bewegungsrichtung. Im Laufe der Bewegung kann sich beides ändern: Ein Körper kann schneller oder langsamer werden oder die Richtung ändert sich. ▶ 5, 6

**Die Bewegung eines Körpers wird beschrieben, in dem man angibt, wie schnell er ist und in welche Richtung er sich bewegt.**

**Beides kann sich im Laufe der Bewegung ändern.**

In der Physik fassen wir Schnelligkeit und Bewegungsrichtung in dem Begriff Geschwindigkeit zusammen.

Wenn sich dann eine Geschwindigkeit ändert, kann das bedeuten, dass der Körper schneller oder langsamer wird. Er kann aber auch seine Bewegungsrichtung ändern.

### Aufgabe

- 1 Gib für die folgenden Beispiele jeweils an, ob der Körper schneller oder langsamer wird und ob sich seine Bewegungsrichtung ändert. ••
- a Petra fährt mit ihrem Fahrrad durch eine Kurve. Ihr Tacho zeigt unverändert 25 km/h an.
- b Lars benutzt das Rollband auf einem Flughafen, damit er nicht so viel laufen muss.
- c Nachdem der Schaffner das Signal gegeben hat, verlässt der Zug den Bahnhof.

## Grundlagen Bewegungen aufzeichnen

Will man Bewegungen untersuchen und beschreiben, braucht man eine Methode, um den Verlauf der Bewegung möglichst genau festzuhalten und aufzuzeichnen. Tabellen und Diagramme eignen sich dafür besonders gut.

### Tabellen

Man bestimmt in regelmäßigen Abständen den Ort des Objekts. Diesen Ort notiert man zusammen mit dem Zeitpunkt, zu der man den Ort bestimmt hat. Die einzelnen Messergebnisse schreibt man in Tabellenform auf. Je kleiner die Zeitspanne zwischen den einzelnen Messungen ist, desto genauer kann man die Bewegung später wieder nachvollziehen.

Häufig ist man auch am Verlauf der Geschwindigkeit interessiert. Dazu notiert man die Geschwindigkeit zusammen mit dem Zeitpunkt in Tabellenform.

### Diagramme

Tabellen zeigen exakte Zahlenwerte, aber der Verlauf einer Bewegung ist auf den ersten Blick nur schwer zu erkennen. Diagramme sind dafür besser geeignet. Ein Diagramm, das den Verlauf des Orts zeigt, nennt man Ort-Zeit-Diagramm oder  $s$ - $t$ -Diagramm. Ein Diagramm, das die Geschwindigkeit zeigt, heißt Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm oder  $v$ - $t$ -Diagramm. ▶ 1, 2

#### 1 Achsen zeichnen

Zeichne zwei aufeinander senkrecht stehende Achsen und beschrifte sie mit den dargestellten physikalischen Größen und Einheiten. Es ist üblich, auf der horizontalen Achse die Zeit und auf der vertikalen Achse den Ort (Ort-Zeit-Diagramm bzw.  $s$ - $t$ -Diagramm) oder die Geschwindigkeit (Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm bzw.  $v$ - $t$ -Diagramm) einzutragen.

#### 2 Achsenmaßstab optimal wählen

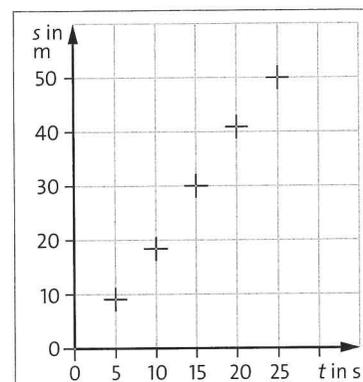
Wähle den Maßstab auf den Achsen so, dass alle Messwerte eingezeichnet werden können. Suche dazu in der Messtabelle die größten Werte, die vorkommen. Das Diagramm sollte auch nicht zu groß und nicht zu klein werden. Die ganze Breite und die halbe Höhe einer Heftseite ist eine gute Größe. Beschrifte beide Achsen entsprechend dem von dir gewählten Maßstab.

#### 3 Messwerte eintragen

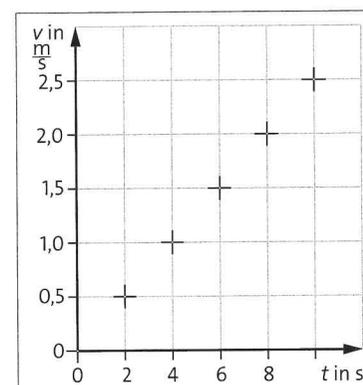
Trage die einzelnen Messwerte als kleine Kreuze ins Diagramm ein. Wenn du einen möglichst spitzen Bleistift verwendest, wird das Diagramm genauer. Im Gegensatz zu Diagrammen im Mathematik-Unterricht verbindet man die einzelnen Punkte nicht, da man die Werte zwischen den einzelnen Messungen nicht kennt.

Den Verlauf des Orts und der Geschwindigkeit eines Objekts kann man in Form von Tabellen oder Diagrammen darstellen. Die Diagramme nennt man Ort-Zeit-Diagramm ( $s$ - $t$ -Diagramm) und Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm ( $v$ - $t$ -Diagramm).

$t$ in s	$s$ in m	$v$ in $\frac{m}{s}$
0	2,5	0,9
1	3,8	1,7
2	7,9	6,5



1  $s$ - $t$ -Diagramm



2  $v$ - $t$ -Diagramm

## Grundlagen Spezielle Bewegungsarten

Eine besonders einfache Art der Bewegung ist die gleichförmige Bewegung.

Ein Objekt bewegt sich gleichförmig, wenn es weder schneller noch langsamer wird und auch seine Richtung nicht ändert.

Ein Beispiel für eine gleichförmige Bewegung ist ein Zug, der mit gleichbleibender Geschwindigkeit auf geraden Schienen fährt, oder Menschen, die stehend auf einer Rolltreppe fahren.

Ein Fahrradfahrer, der sich mit einer Geschwindigkeit von 4 m/s gleichförmig bewegt, legt in jeder Sekunde eine Strecke von 4 m zurück. In 2 Sekunden sind es 8 m, in 3 Sekunden 12 m und so weiter.

Bei einer gleichförmigen Bewegung ist die zurückgelegte Strecke  $\Delta s$  proportional zur Zeitspanne  $\Delta t$ , d. h.,  
 doppelte Zeit  $\rightarrow$  doppelte Strecke  
 dreifache Zeit  $\rightarrow$  dreifache Strecke

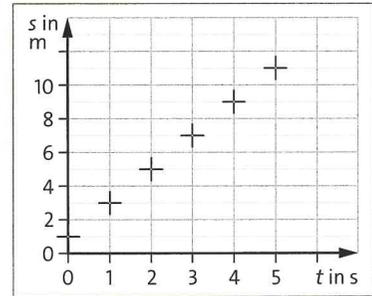
Es gilt:  $\Delta s = v \cdot \Delta t$ .

Im  $s$ - $t$ -Diagramm einer gleichförmigen Bewegung liegen alle Punkte auf einer Geraden. Je schneller sich das Objekt bewegt, desto steiler verläuft die Gerade. Die Steigung dieser Geraden entspricht der Geschwindigkeit. Bei Messwerten für gleichförmige Bewegungen liegen die Punkte aufgrund von Messabweichungen häufig nicht exakt auf einer Geraden. Mit der Trendlinien-Funktion kann man in einer Tabellenkalkulation die Gerade finden, die möglichst gut zu den Messpunkten passt. ▶ 6, 7

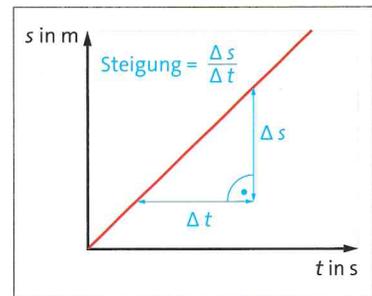
**Ungleichförmige Bewegungen** Ein Fahrradfahrer fährt selten immer mit der gleichen Geschwindigkeit. Beim Losfahren ist er erst einmal langsam, dann wird er allmählich schneller. Bergab geht es schneller, bergauf wieder langsamer. Seine Bewegung ist ungleichförmig, seine Geschwindigkeit ändert sich dauernd. Im Ort-Zeit-Diagramm liegen die Punkte nicht auf einer Geraden. ▶ 8

Im Alltag sind die meisten Bewegungen ungleichförmig.

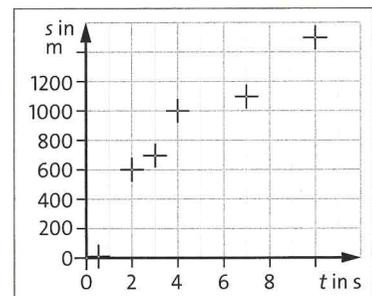
Bei einer ungleichförmigen Bewegung ist die Geschwindigkeit nicht konstant. Im  $s$ - $t$ -Diagramm liegen die Punkte nicht auf einer Geraden.



6  $s$ - $t$ -Diagramm gleichförmige Bewegung



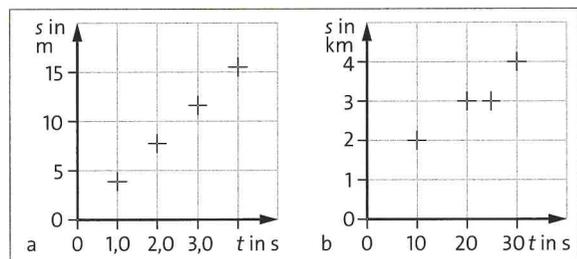
7 Steigung der Geraden im  $s$ - $t$ -Diagramm



8  $s$ - $t$ -Diagramm ungleichförmige Bewegung

## Aufgaben

- Interpretiere die Diagramme. ▶ 9  
Handelt es sich um gleichförmige oder ungleichförmige Bewegungen? ●●
- Nenne Beispiele aus dem Alltag für gleichförmige und für ungleichförmige Bewegungen. ●●
- Ein Rollband bewegt sich mit 2 m/s. ●●
  - Welche Strecke legt man in 2 Minuten zurück?
  - Erstelle ein  $s$ - $t$ -Diagramm.



9 Diagramme