

# 1. Geschwindigkeit und Beschleunigung



## Einfache Bewegung



Bevor wir die Gesetze der Bewegung verstehen können, müssen wir wissen, was Geschwindigkeit und Beschleunigung sind.

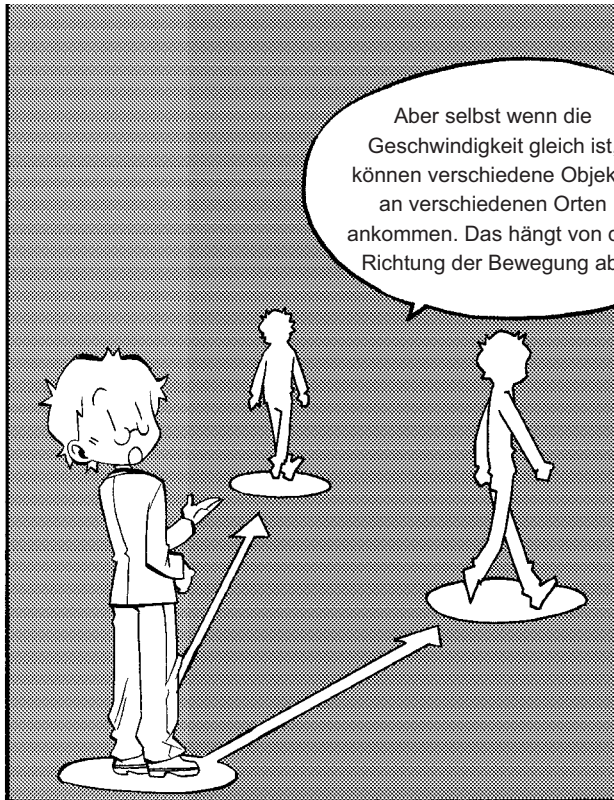
Sprechen wir zuerst über Geschwindigkeit. Wir können uns Geschwindigkeit so vorstellen: Ein Objekt bewegt sich in einem konstanten Tempo.

Hmm... Ist das die sogenannte einfache Bewegung?

Ganz genau! Du kannst die Geschwindigkeit solch einer Bewegung wie folgt berechnen.

$$\text{Tempo} = \frac{\text{Entfernung}}{\text{Zeit}}$$

Okay, das ist einfach!

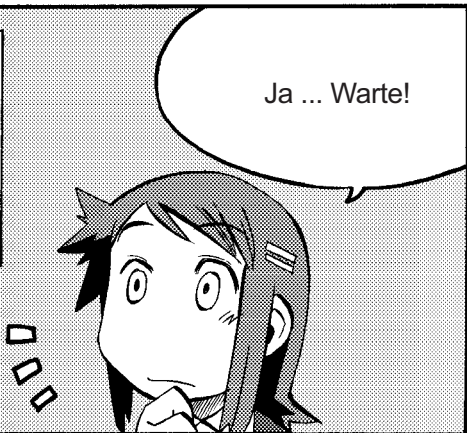


Aber selbst wenn die Geschwindigkeit gleich ist, können verschiedene Objekte an verschiedenen Orten ankommen. Das hängt von der Richtung der Bewegung ab.



Um auch die Richtung der Bewegung zu berücksichtigen, überlegen wir uns eine Regel wie die folgende, in der wir „Tempo“ durch „Geschwindigkeit“ und „Entfernung“ durch „Weg“ ersetzen.

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}}$$



Ja ... Warte!



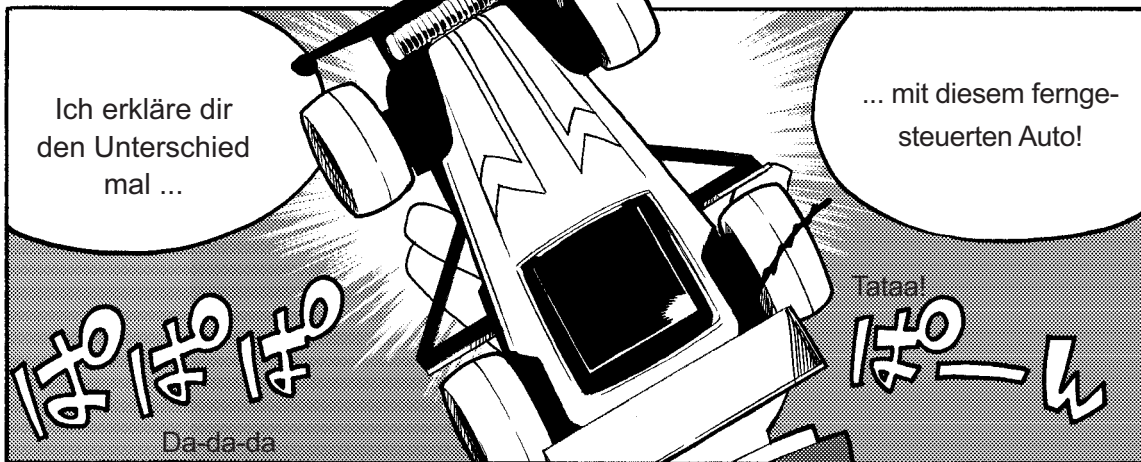
Ich hab's!  
Sind Tempo und Geschwindigkeit zwei verschiedene Dinge?



**はーっ!**  
Ich hab eine Frage!



Haha, Du bist ja schon voll im Thema!



Ich erkläre dir den Unterschied mal ...

... mit diesem ferngesteuerten Auto!

Da-da-da

Tataa!



Was nimmst du eigentlich alles mit in die Schule, Nonomura-kun?

Das ist doch nur ...

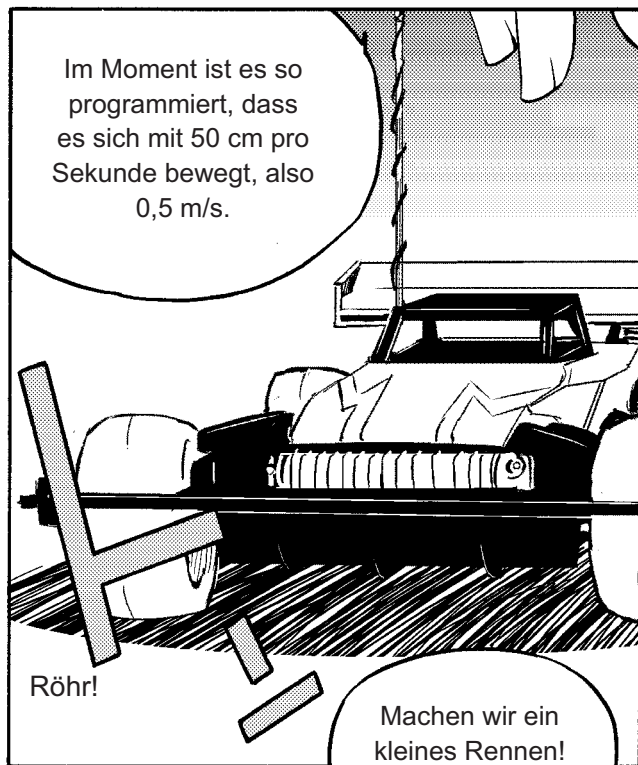
... Unterrichtsmaterial! Das hat doch jeder Lehrer dabei!

Seufz



Ich habe in das Auto ein bestimmtes Tempo einprogrammiert!

Echt? Hätte ich nicht gedacht ...



Im Moment ist es so programmiert, dass es sich mit 50 cm pro Sekunde bewegt, also 0,5 m/s.

Röhr!

Machen wir ein kleines Rennen!

Von oben sieht das dann so aus ...

Aaah!

お  
Wow!

Einheit des Tempos: Meter pro Sekunde (m/s)  
Einheit der Entfernung: Meter (m)  
Einheit der Zeit: Sekunde (s)

Das Tempo bleibt konstant, aber die Richtung ändert sich ein paarmal.

Geschwindigkeit ist eine Art Vektor, der die Höhe des Tempos und die Richtung beinhaltet und durch einen Pfeil ausgedrückt wird. Das Tempo ist also Bestandteil der Geschwindigkeit.

Tempo

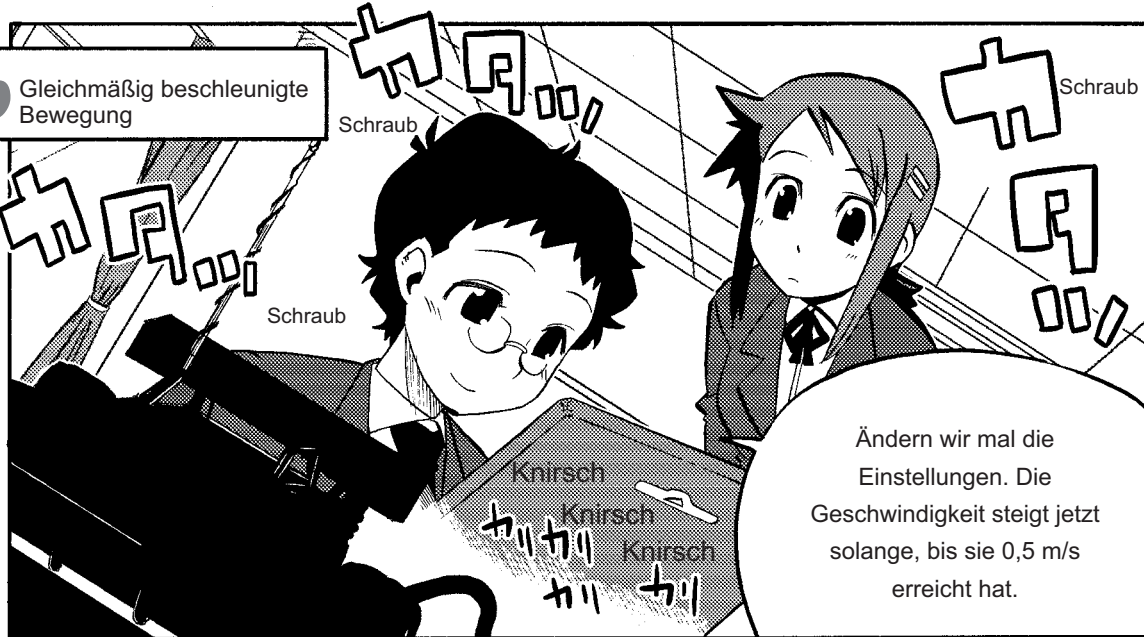
Richtung

Geschwindigkeit (Vektor)

Auf den Strecken AB und CD in der Abbildung bleibt das Tempo gleich, aber die Geschwindigkeit ist entgegengesetzt. Siehst du?



Gleichmäßig beschleunigte Bewegung



Ändern wir mal die Einstellungen. Die Geschwindigkeit steigt jetzt solange, bis sie 0,5 m/s erreicht hat.

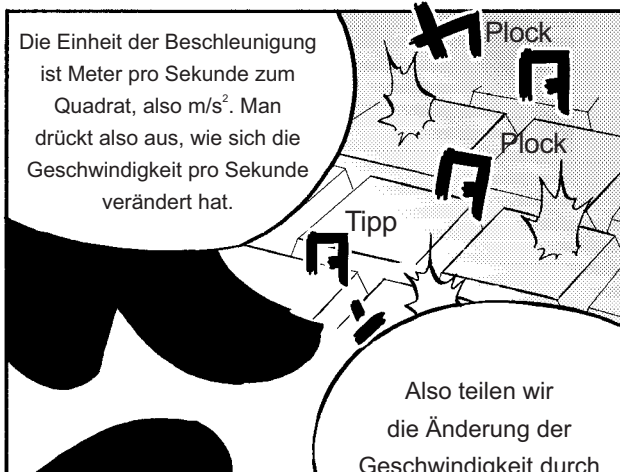
Die Änderung der Geschwindigkeit nennt man „Beschleunigung“, und so berechnet man sie:

$$\text{Beschleunigung} = \frac{\text{Änderung der Geschwindigkeit}}{\text{Zeit}}$$

Aha ...



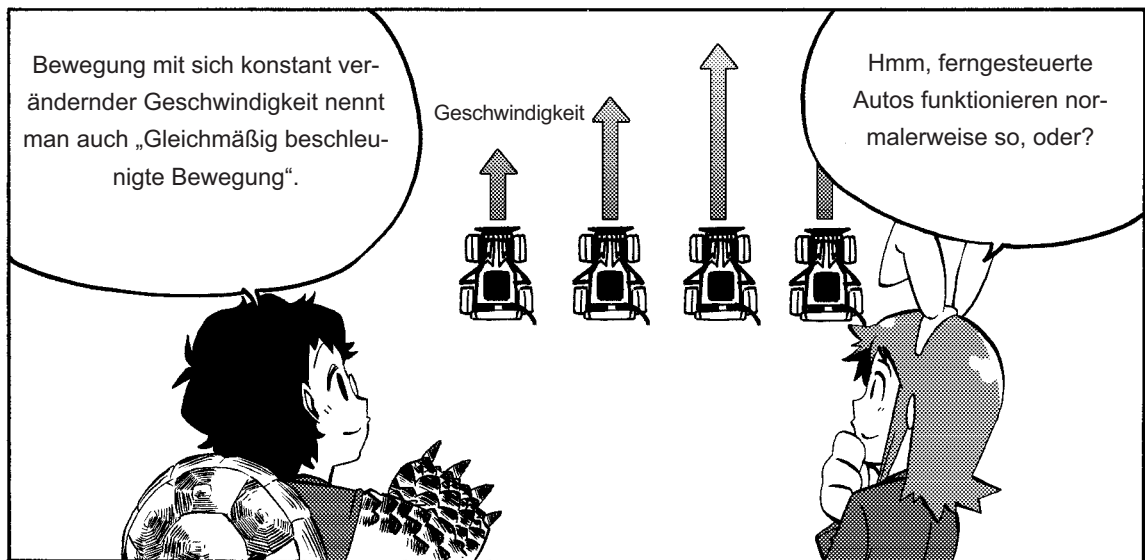
Die Einheit der Beschleunigung ist Meter pro Sekunde zum Quadrat, also  $\text{m/s}^2$ . Man drückt also aus, wie sich die Geschwindigkeit pro Sekunde verändert hat.

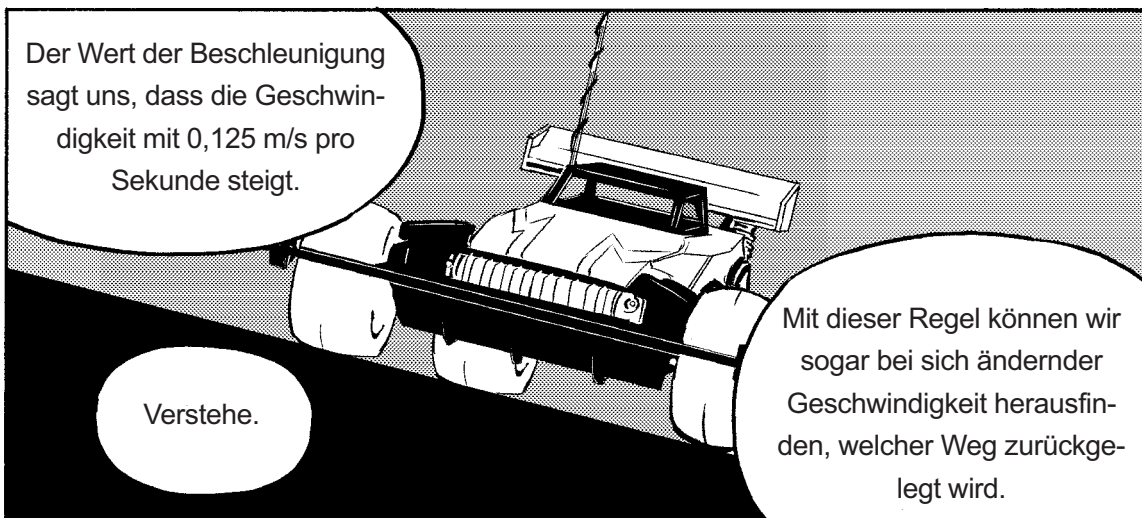


Also teilen wir die Änderung der Geschwindigkeit durch die Zeit?

Genau! Wenn die Geschwindigkeit gleich bleibt und sich also nicht ändert, ist die Beschleunigung gleich 0!







Den zurückgelegten Weg herausfinden, wenn sich die Geschwindigkeit ändert



Wir ändern die Einstellungen so, dass die Geschwindigkeit gleichmäßig bis auf 0,5 m/s steigt. Hier ist die Aufgabe: Wenn das Auto die Geschwindigkeit von 0,5 m/s in 4 Sekunden erreicht, welchen Weg hat es dann zurückgelegt?



Hmm... Wir beginnen bei 0, und das Maximum ist 0,5 m/s. Wir nehmen für die Geschwindigkeit den Mittelwert, als 0,25 m/s, und erhalten  $0,25 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 1 \text{ m}$ !



Richtig! Ganz schön schlau! Aber kannst du auch erklären, warum du so die richtige Antwort erhältst?



Öhm... Irgendwie ist es doch deine Aufgabe, mir etwas beizubringen, Nonomura-kun!



Stimmt irgendwie. Aber zunächst erkläre ich dir mal allgemein, wie man den zurückgelegten Weg berechnen kann, wenn sich die Geschwindigkeit ändert. Ist die Geschwindigkeit konstant, können wir den zurückgelegten Weg berechnen, indem wir das Tempo durch die Zeit teilen. Da  $x$  Meter (m) der Weg ist, der in  $t$  Sekunden (s) zurückgelegt wird, und da die konstante Geschwindigkeit  $v$  ist (mit m/s als Einheit von  $v$ ), kann man den Weg so berechnen:

$$x = vt$$



Das ist einfach!



Noch mal zusammengefasst: Der Bereich unterhalb des  $v/t$ -Graphen ist der zurückgelegte Weg.

Ganz einfach, oder?



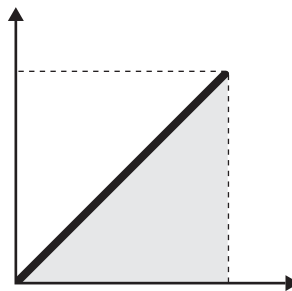
Wir merken uns das, was wir gelernt haben, und schauen uns nun an, warum du vorhin ganz intuitiv die richtige Lösung gefunden hast.



In Ordnung!



Also, Ninomiya-san, deine Berechnung entspricht diesem Bereich unterhalb des Geschwindigkeit/Zeit-Graphen, den du hier siehst. So sieht der Graph aus, wenn wir den Weg berechnen wollen, den unser Auto zurückgelegt hat



Und die graue Fläche wird diesmal so berechnet:

$$\frac{1}{2} \cdot \text{Zeit} \cdot \text{Geschwindigkeit} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1 = 1$$

Das entspricht dem zurückgelegten Weg.



Wir haben als Antwort 1 Meter erhalten, wie ich es vorhin gesagt hatte!



Bei einer gleichförmigen Beschleunigung lässt sich der zurückgelegte Weg ganz allgemein wie folgt berechnen, wobei  $v$  wieder die Geschwindigkeit ist und  $a$  die Beschleunigung:  $v = at$