

## Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung

### Der Begriff der Beschleunigung.

<b>Problem:</b>	Holger: Meine Maschine kommt in 20s von 0 auf 180. Sven : Meine schafft es auf 500m.
<b>Frage:</b>	Worum geht es bei diesem Vergleich? Welche Maschine schneidet besser ab?

Es geht um die Beschleunigung.

<b>Definition:</b>	Beschleunigung = $\frac{\text{Geschwindigkeitszunahme}}{\text{benötigte Zeitspanne}} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
--------------------	---

<b>Versuch:</b>	Wir lassen eine Kugel auf einer geneigten Bahn rollen und messen den zurückgelegten Weg nach 1s, 2s, 3s .....
-----------------	---

**Ergebnis:** Wir stellen fest, dass der Weg nicht wie bei einer Bewegung mit gleichbleibender Geschwindigkeit proportional der Zeit ist.  
Mit jeder Sekunde wird der zurückgelegte Wegabschnitt größer.

Ist bei einer beschleunigten Bewegung die Geschwindigkeitszunahme in gleichen Zeitabschnitten immer gleich groß, so spricht man von einer

### **gleichmäßig beschleunigten Bewegung.**

Oder anders ausgedrückt, die Geschwindigkeit steigt proportional mit der Zeit.

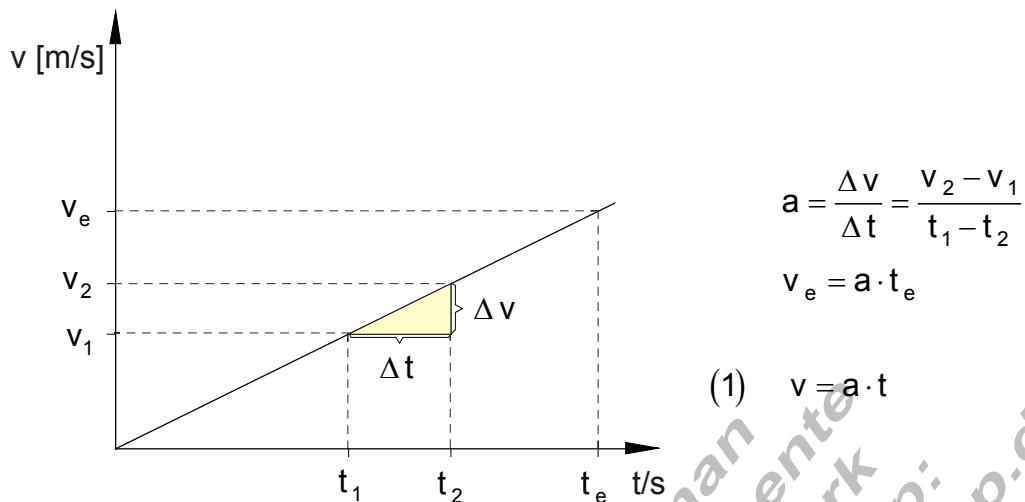
### **Herleitung des Weg - Zeit - Gesetzes für die gleichförmig beschleunigte Bewegung.**

#### Problemstellung:

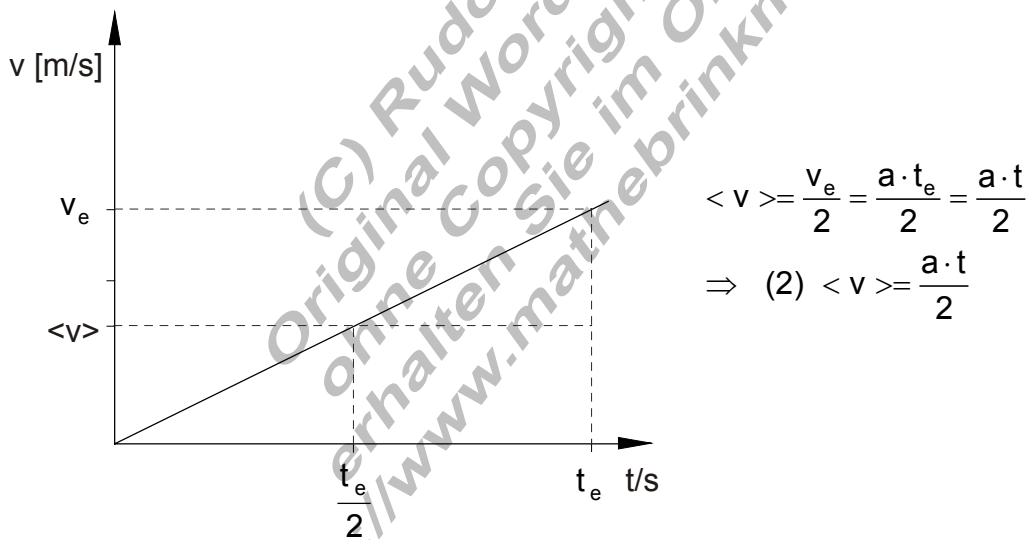
Wie groß ist der Weg, den ein Körper zurücklegt, bis er bei einer gleichmäßigen Beschleunigung eine bestimmte Endgeschwindigkeit erreicht hat?

Wird ein Körper gleichmäßig beschleunigt (  $a = \text{konstant}$ ), so erreicht er nach der Zeit  $t$  die Geschwindigkeit  $v$ .

Das Geschwindigkeit - Zeit - Gesetz lautet:



Der Graph im Geschwindigkeit - Zeit - Diagramm stellt eine Gerade dar, deren Steigung gleich dem Beschleunigungswert ist.  
Für die mittlere Geschwindigkeit gilt:



Wird ein Körper gleichmäßig beschleunigt, so erreicht er nach der Zeit  $t$  die Geschwindigkeit  $v$ . Der dabei zurückgelegte Weg ist:

$$s = \langle v \rangle \cdot t$$

Mit der Formel (2)  $\langle v \rangle = \frac{a \cdot t}{2}$  folgt:  $s = \frac{a \cdot t}{2} \cdot t = \frac{a \cdot t^2}{2}$

Somit gilt für das Weg- Zeit- Gesetz

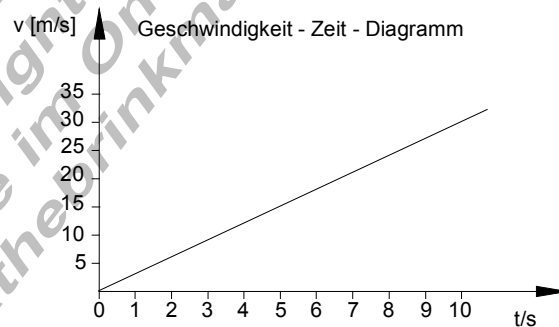
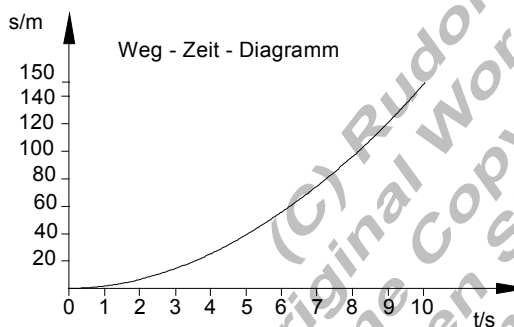
der gleichmäßig beschleunigten Bewegung:

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

<b>Zusammenfassung:</b>	Unter dem Begriff Beschleunigung verstehen wir die Geschwindigkeitszunahme je Zeiteinheit.
	Man bestimmt die Größe der Beschleunigung aus $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
	Bei der gleichmäßig beschleunigten Bewegung ist die Beschleunigung $a$ konstant. Diese Bewegung kann man durch zwei Gesetze beschreiben.
	Geschwindigkeit- Zeit- Gesetz : $v = a \cdot t$
	Weg- Zeit- Gesetz : $s = \frac{a \cdot t^2}{2}$

**Beispiel einer exakten Messreihe:**

$v$ [m/s]	6	12	15	24	30
$t$ [s]	2	4	5	8	10
$a = v/t$ [m/s <sup>2</sup> ]	3	3	3	3	3
$s = \frac{a \cdot t^2}{2}$ [m]	6	24	54	96	150



Zurück zur Ausgangsfrage.

Holger: „In 20s von 0 auf 180“.

Sven : „Ich brauche dafür 500m“.

Die Frage lautet: Welche Maschine hat die größte Beschleunigung?

Holger

gegeben:  $v = 180 \text{ km/h}$ ,  $t = 20\text{s}$       gesucht: Die Beschleunigung  $a$

$$v = 180 \text{ km/h} = 180000 \text{ m}/3600\text{s} = 50 \text{ m/s}$$

$$v = a \cdot t \quad \Rightarrow \quad a = \frac{v}{t} = \frac{50 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20\text{s}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Die Maschine von Holger besitzt ein Beschleunigungsvermögen von  $a = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Sven

gegeben:  $v = 180 \text{ km/h} = 50 \text{ m/s}$ ,  $s = 500 \text{ m}$       gesucht: Die Beschleunigung  $a$

$$(1) \quad v = a \cdot t \quad (2) \quad s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Das sind zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten.

Die Lösung erfolgt durch das Einsetzverfahren.

Gleichung (1) wird nach  $t$  umgestellt:  $t = \frac{v}{a}$

$$\text{eingesetzt in (2)} \Rightarrow s = \frac{a \cdot \left(\frac{v}{a}\right)^2}{2} \Rightarrow s = \frac{a \cdot \frac{v^2}{a^2}}{2} = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v^2}{2s}$$

Jetzt werden die Zahlenwerte eingesetzt.  $v = 50 \text{ m/s}$ ,  $s = 500 \text{ m}$

$$a = \frac{v^2}{2s} = \frac{\left(50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 500 \text{ m}} = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Die Maschine von Sven besitzt ein Beschleunigungsvermögen von  $a = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Damit sind die beiden Maschinen bezüglich der Beschleunigung gleichwertig.

Aufgaben:

01	Ein Rennwagen startet mit einer konstanten Beschleunigung von $a = 5 \text{ m/s}^2$ .
	a) Welche Geschwindigkeit wird nach 10 s erreicht? ( in m/s und km/h )
	b) Wie groß ist der in 10 s zurückgelegte Weg?
02	Mit zwei Motorrädern wird ein Beschleunigungstest gemacht. Motorrad Nr. 1 erreicht nach 10 s die Geschwindigkeit $v = 100 \text{ km/h}$ . Motorrad Nr. 2 braucht eine Beschleunigungsstrecke von 100 m um auf die Endgeschwindigkeit von 100 km/h zu kommen. Welches Motorrad erreicht die größten Beschleunigungswerte?
03	Zeichne ein v- t Diagramm der gleichmäßig beschleunigten Bewegung für $a = 5 \text{ m/s}^2$ . Lese daraus die Geschwindigkeit nach der 1. 2. 3. und 4. Sekunde ab.
04	Ein Flugzeug, das zunächst mit einer gleichbleibenden Geschwindigkeit von 160 m/s fliegt, beschleunigt 15 s lang mit $a = 6,5 \text{ m/s}^2$ . Welche Geschwindigkeit hat es dann?
05	Ein Motorrad erreicht bei konstanter Beschleunigung aus der Ruhe nach 45 m Weg die Geschwindigkeit 30 m/s. Wie lange braucht es, wie hoch ist die Beschleunigung?
06	Nach 3 Sekunden erreicht ein Fahrzeug die Geschwindigkeit 0,52 m/s. Wie groß ist der in 3 s zurückgelegte Weg?
07	Eine Radfahlerin startet gleichmäßig beschleunigt aus dem Stand. Nach 5 s hat sie 20 m zurückgelegt. Wie groß ist die Beschleunigung?
08	Ein Zug erreicht aus der Ruhe nach 10 s die Geschwindigkeit 5 m/s. Wie weit ist er gefahren?
09	Ein mit konstanter Beschleunigung anfahrender Wagen kommt in den ersten 12 s 133 m weit. Wie groß sind Beschleunigung und Geschwindigkeit nach 12 s?
10	Die Achterbahn „Colossos“ beschleunigt bei ungebremster Abfahrt in 3,9 s von 28,8 km/h auf 110,7 km/h.
	a) Wie groß ist die Beschleunigung (sie soll als konstant angenommen werden)?
	b) Wie lang ist der Beschleunigungsweg?
11	Ein Pfeil wird von der Sehne eines Bogens auf einer Strecke von 0,6 m beschleunigt. Er erreicht eine Geschwindigkeit von 60 m/s.
	a) Warum ist die Beschleunigung nicht konstant?
	b) Wie groß ist die mittlere, konstant angenommene Beschleunigung?
c) Wie lange dauert der Beschleunigungsvorgang?	
12	Ein Körper legt in der 1. Sekunde aus der Ruhe heraus 20 cm, in der 2. Sekunde 60 cm, in der 3. Sekunde 100 cm zurück.
	a) Skizzieren Sie ein s- t- Diagramm.
	b) Welche Bewegung liegt vor?
	c) Welche Geschwindigkeit hat der Körper nach 1s, 2s, 3s, 4s?
	d) Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit für den gesamten Weg?