

## Kinematik

---

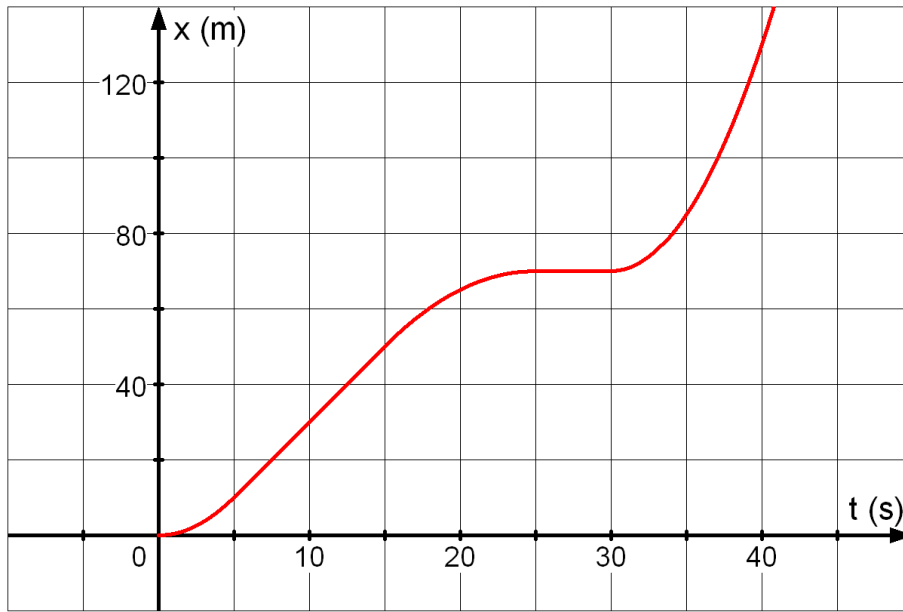
---

### 1. Zeit-Ort-Diagramm geradliniger Bewegungen

---

Bewegt sich ein Körper geradlinig, dann kann mit einem Zeit-Ort-Diagramm dargestellt werden, in welcher Entfernung  $x(t)$  von einem Bezugspunkt sich ein Körper zur Zeit  $t$  jeweils befindet.

Beispiel 1 : Bewegung eines Autos auf einer Straße



t (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
x (m)	0	10	30	50	65	70	70	85	130

---

## 2. Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit

---

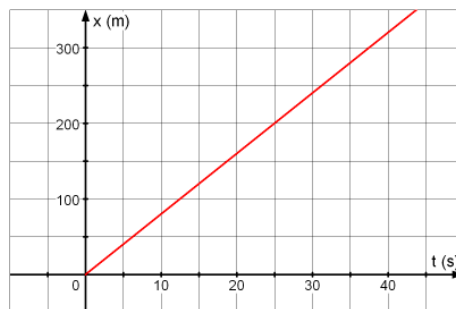
Ein Körper bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v$ , wenn der zurückgelegte Weg  $\Delta x$  proportional zur Bewegungsdauer  $\Delta t$  ist.

Die Geschwindigkeit  $v$  ist dann gegeben durch  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  mit  $[v] = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Das t-x-Diagramm einer Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit ist eine Gerade.

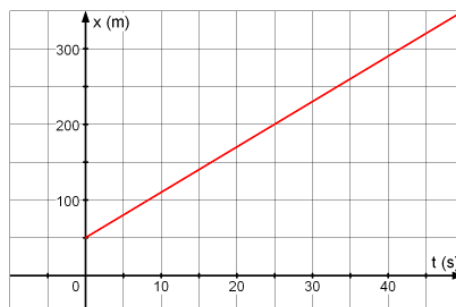
Die Geschwindigkeit ist gleich der Steigung dieser Geraden.

Beispiel 2 :



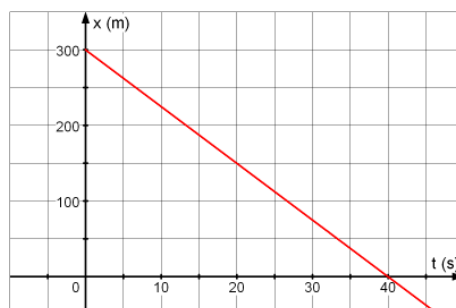
Für die Entfernung  $x(t)$  vom Bezugspunkt zur Zeit  $t$  gilt  $x(t) = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t$ .

Beispiel 3 :



Für die Entfernung  $x(t)$  vom Bezugspunkt zur Zeit  $t$  gilt  $x(t) = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t + 50 \text{ m}$ .

Beispiel 4 :



Für die Entfernung  $x(t)$  vom Bezugspunkt zur Zeit  $t$  gilt  $x(t) = -7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t + 300 \text{ m}$ .

Allgemein gilt für den Ort  $x(t)$  eines Körpers, der sich mit der konstanten Geschwindigkeit  $v$  bewegt

$$x = x(t) = v \cdot t + x_0$$

$x_0$  die Entfernung vom Bezugspunkt zur Zeit  $t = 0$ .

---

### 3. Mittlere Geschwindigkeit und Momentangeschwindigkeit

---

Bewegt sich ein Körper nicht mit konstanter Geschwindigkeit

und

befindet er sich zur Zeit  $t_1$  in der Entfernung  $x_1$  vom Bezugspunkt

und

zur Zeit  $t_2$  in der Entfernung  $x_2$ ,

dann heißt

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

die mittlere Geschwindigkeit  $\bar{v}$  des Körpers im Zeitintervall  $[t_1; t_2]$ .

Für das Beispiel 1 ergeben sich folgende mittlere Geschwindigkeiten

$[t_1; t_2]$	$[0s; 5s]$	$[5s; 10s]$	$[10s; 15s]$	$[15s; 20s]$	$[20s; 25s]$	$[25s; 30s]$	$[30s; 35s]$	$[35s; 40s]$
$\bar{v}$	$2 \frac{m}{s}$	$4 \frac{m}{s}$	$4 \frac{m}{s}$	$3 \frac{m}{s}$	$1 \frac{m}{s}$	$0 \frac{m}{s}$	$3 \frac{m}{s}$	$9 \frac{m}{s}$

Die mittlere Geschwindigkeit in sehr kleinem Zeitintervall  $[t; t + \Delta t]$  nennt man die Momentangeschwindigkeit des Körpers  $v(t)$  zu Zeit  $t$ .

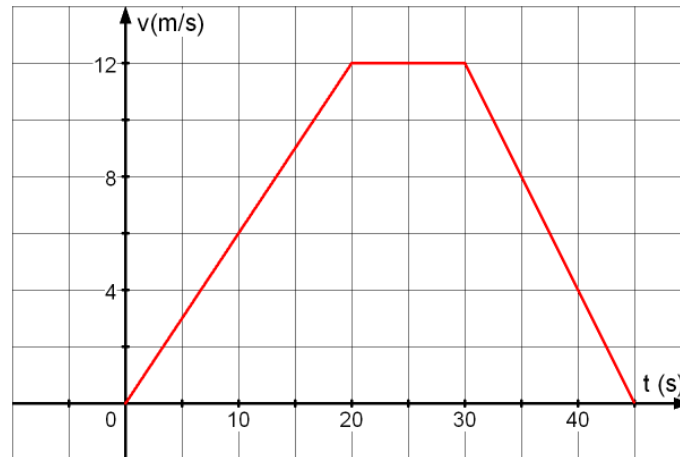
---

#### 4. Das Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm

---

Bewegt sich ein Körper mit veränderlicher Momentangeschwindigkeit, dann kann mit einem Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm dargestellt werden, welche Geschwindigkeit  $v(t)$  zur Zeit  $t$  der Körper jeweils hat.

Beispiel 5 :



t (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
v (m/s)	0	3	6	9	12	12	12	8	4	0

Die Fläche unter dem t-v-Diagramm misst den zurückgelegten Weg.

Also gilt

$$\Delta x = \frac{1}{2} \cdot (45 \text{ s} + 10 \text{ s}) \cdot 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 330 \text{ m}$$

---

## 5. Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

---

Ändert sich die Momentangeschwindigkeit eines Körpers, dann sagt man, dass der Körper beschleunigt wird.

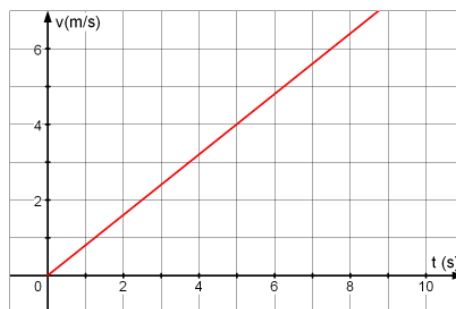
Ein Körper bewegt sich mit konstanter Beschleunigung  $a$ , wenn die Geschwindigkeitsänderung  $\Delta v$  proportional zur Beschleunigungszeit  $\Delta t$  ist.

Die Beschleunigung  $a$  ist dann gegeben durch  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  mit  $[a] = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Das t-v-Diagramm einer Bewegung mit konstanter Beschleunigung ist eine Gerade.

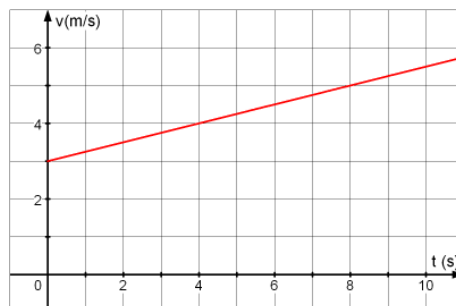
Die Beschleunigung ist gleich der Steigung dieser Geraden.

Beispiel 6 :



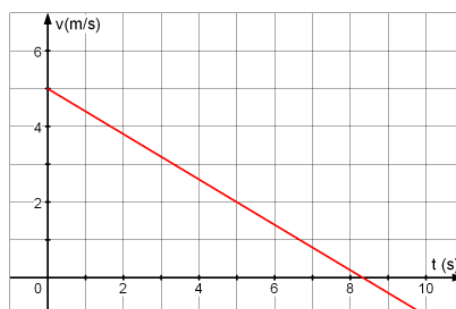
Für die Momentangeschwindigkeit  $v(t)$  zur Zeit  $t$  gilt  $v(t) = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t$ .

Beispiel 7 :



Für die Momentangeschwindigkeit  $v(t)$  zur Zeit  $t$  gilt  $v(t) = 0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t + 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Beispiel 8 :



Für die Momentangeschwindigkeit  $v(t)$  zur Zeit  $t$  gilt  $v(t) = -0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t + 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Für die Momentangeschwindigkeit  $v(t)$  eines Körpers, der mit der konstanten Beschleunigung  $a$  seine Geschwindigkeit ändert gilt

$$v = v(t) = a \cdot t + v_0$$

$v_0$  ist die Geschwindigkeit des Körpers zur Zeit  $t = 0$ .

Erhöht ein Körper in der Zeit  $t$  seine Geschwindigkeit  $v_0$  mit der Beschleunigung  $a$  auf die Geschwindigkeit  $v = a \cdot t + v_0$ ,

dann gilt für die mittlere Geschwindigkeit  $\bar{v}$  in diesem Zeitintervall

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2} = \frac{v_0 + a \cdot t + v_0}{2} = \frac{a \cdot t + 2v_0}{2} = \frac{1}{2} a \cdot t + v_0$$

Für den im Zeitintervall  $[0; t]$  zurückgelegten Weg gilt dann

$$x = \bar{v} \cdot t = \left(\frac{1}{2} a \cdot t + v_0\right) \cdot t = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$$

Bewegt sich ein Körper zur Zeit  $t = 0$  mit der Geschwindigkeit  $v_0$  am Bezugspunkt vorbei und ändert sich seine Geschwindigkeit mit der Beschleunigung  $a$ ,

dann gilt für seinen Ort zur Zeit  $t$

$$x = x(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t$$

$$\text{Weiter gilt } \bar{v} = \frac{v + v_0}{2} \Rightarrow v + v_0 = 2 \cdot \bar{v} \text{ und } v - v_0 = a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$\text{und damit } x = \bar{v} \cdot t = \frac{v + v_0}{2} \cdot \frac{v - v_0}{a} \Rightarrow 2ax = v^2 - v_0^2$$

Beschleunigt ein Körper auf einer Strecke der Länge  $x$  von der der Geschwindigkeit  $v_0$  auf die Geschwindigkeit  $v$  und ist  $a$  die Beschleunigung, dann gilt

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

## Aufgaben

---

---

1. Ein Auto beschleunigt gleichmäßig in 6,0 s von 0 auf  $45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

Welchen Weg hat es in dieser Zeit zurückgelegt?

---

2. Eine Rakete beschleunigt in 2,5 min die Geschwindigkeit von  $3,0 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  auf  $8,0 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ .

Wie groß ist die Beschleunigung und welchen Weg legt die Rakete in dieser Zeit zurück ?

---

3. Die Beschleunigung des ICE-Höchstgeschwindigkeitszuges der Deutschen Bahn kann bis zu  $1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  erreichen.

a) Nach welcher Zeit würde danach der Zug seine Höchstgeschwindigkeit von  $350 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  erreichen?

b) Welche Strecke hat er dann zurückgelegt ?

c) Der Zug komme danach auf der Strecke von 3500 m aus der Höchstgeschwindigkeit zum Stillstand.

Berechne die Bremsbeschleunigung und die Bremszeit.

---

4. Ein Auto fährt mit  $45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Plötzlich taucht in 30 m Entfernung ein Hindernis auf und der Fahrer führt nach einer Reaktionszeit von 0,8 s eine Vollbremsung durch.

a) Das Auto kommt genau vor dem Hindernis zum Stehen.

Bestimme die Bremsbeschleunigung

b) Das gleiche Auto kommt mit  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  in dieselbe Situation.

Mit welcher Geschwindigkeit prallt es auf das Hindernis ?

---

5. Ein PKW fährt mit einer Geschwindigkeit von  $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , als der Fahrer in 65 m Entfernung ein Hindernis bewirkt und nach einer Reaktionszeit von 0,80 s mit  $-6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  bremst.

a) Kommt das Fahrzeug rechtzeitig zum Stillstand ?

b) Zeichne das t-v- und das t-x-Diagramm.

---

6. Ein Auto erhöht seine Geschwindigkeit gleichmäßig in 10 s von  $120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf  $150 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .



Berechne die Beschleunigung und den während der Beschleunigung zurückgelegten Weg,

---

7. In einem Stau stehen zwei Autos in einem Kopfabstand von 6,0 m.

Beim Auflösen des Staus fährt das erste Auto mit einer Beschleunigung von  $2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  an, das zweite folgt 2,0 s später mit der gleichen Beschleunigung.

- Welchen Kopfabstand haben beide Autos nach 10 s ?
  - Mit welcher Beschleunigung müsste der zweite anfahren, damit es zu diesem Zeitpunkt bereits neben dem ersten Auto Kopf an Kopf fährt ?
- 

8. Ein Radfahrer fährt 40 s mit der gleichbleibenden Geschwindigkeit von  $18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Dann beschleunigt er in 20 s auf  $28,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

Diese behält er 1 Minute bei und bremst dann innerhalb 40 s zum Stillstand ab.

- Welche Strecke legt er beim Beschleunigen zurück ?
  - Wie groß ist die Bremsbeschleunigung ?
  - Wie groß ist die gesamt zurückgelegte Strecke ?
- 

9. Das Bild zeigt das t-v-Diagramm der Bewegung eines Rangierloks.

- Bestimme die Beschleunigungen in den einzelnen Bewegungsabschnitten.
- Welchen Weg legt die Lok in den ersten 10 s zurück ?

