

2. Mechanik

2.1 Grundgrößen der Mechanik und Newton'sche Axiome

Die Grundgrößen der Mechanik sind:

- ▶ Zeit: mit Formelzeichen t und der SI-Einheit *Sekunde* [1s]
- ▶ Länge: mit Formelzeichen s und SI-Einheit *Meter* [1m]
- ▶ Masse: mit Formelzeichen m und SI-Einheit *Kilogramm* [kg]

Um alle Vorgänge in der Mechanik zu verstehen, ist es sehr hilfreich, die drei Newton'schen Axiome zu kennen. Diese drei Regeln bilden die Grundlage der Mechanik.

1) Trägheitsgesetz: „Ein kräftefreier Körper bewegt sich geradlinig mit konstanter Geschwindigkeit oder in Ruhe.“

Das bedeutet, dass ein Körper, auf den keine Kräfte wirken (z.B. eine Kugel wird nicht angestoßen) oder auf den Kräfte wirken, die sich ausgleichen (z.B. man gibt gleich stark Gas wie man bremst), in dem Zustand bleibt, in dem er gerade ist. Also bleibt die Kugel liegen und das Auto fährt gleich schnell weiter.

2) Aktionsgesetz: „Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der Kraft proportional und geschieht in die Richtung, in die die Kraft wirkt.“

Das wird ausgedrückt mit der Formel „Kraft ist gleich Masse mal Beschleunigung oder ($F = m * a$)“ Das zweite Newton'sche Gesetz bedeutet, dass die Bewegungsänderung von der einwirkenden Kraft abhängt. Eine Kugel rollt in die Richtung, in die man sie anstoßt und stoßt man sie stärker an, rollt sie schneller.

3) Reaktionsgesetz: „Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus, so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A.“

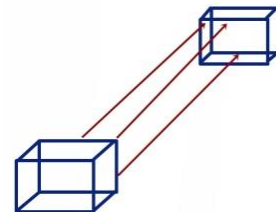
Ein Beispiel dafür ist ein Affe, der an einem Seil hängt, das über eine Rolle auf der anderen Seite mit einem gleich großen Gewicht verbunden ist. Was passiert, wenn der Affe am Seil hoch oder hinunterklettert? Affe und Gewicht bleiben immer auf derselben Höhe. Wenn der Affe am Seil und somit am Gewicht zieht, dann zieht das Gewicht mit der gleichen Kraft an ihm. Somit bewegen sich Affe und Gewicht immer gleich schnell nach oben bzw. unten.

Wieso kann dann aber ein Pferd eine Kutsche ziehen, wenn die Kutsche doch mit der gleichen Kraft zurückziehen sollte? Das Pferd ist durch die Reibung mit der Erde verbunden. Wenn das Pferd losgeht, dann bewegen sich Kutsche und Pferd in die eine Richtung und die Erde in die andere Richtung. Weil die Masse der Erde so groß ist, merkt man nichts davon.

Ein Objekt alleine kann seine Geschwindigkeit nicht ändern. Im Weltraum müsste man, um sich zu bewegen, seine Sachen in die Gegenrichtung wegwerfen. Dadurch entfernt man sich von den Sachen, der gemeinsame Schwerpunkt bleibt jedoch gleich.

2.2 Translation

Translation nennt man eine geradlinige Bewegung. Die einfachste Art von Bewegung ist die unbeschleunigte oder auch gleichförmige Bewegung.



Die Geschwindigkeit ist ein Vektor, dieser hat einen Betrag und eine Richtung. Nur wenn beides gleichbleibt, spricht man von einer unbeschleunigten Bewegung (z.B. Auto muss gleich schnell und gerade fahren). Befindet man sich innerhalb einer solchen unbeschleunigten Bewegung (Inertialsystem), verlaufen alle Experimente normal (klassisches Relativitätsprinzip).

Beschleunigte Bewegungen hingegen sind absolut. Es gibt gleichmäßig beschleunigte (freier Fall) und ungleichmäßig beschleunigte Bewegungen (Autofahren). Um die Beschleunigung zu messen, braucht man keinen Bezugspunkt.

Translation Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit

Die Durchschnittsgeschwindigkeit lässt sich mit der Formel $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ berechnen. Delta (Δ) steht für die Differenz zwischen Zeitpunkt 1 und einem Zeitpunkt 2. Δs steht also für den zurückgelegten Weg und Δt für die vergangene Zeit. Angeben kann man die Geschwindigkeit entweder in „Kilometer pro Stunde“ oder in „Meter pro Sekunde“. 1m/s entspricht 3,6 km/h. Umgekehrt ist 1 km/h 0,277 m/s.

Beispiel: in 10 Minuten wurden 1000 m zurückgelegt: 6 km/h

$$\begin{aligned} 10 \text{ Minuten} &= 10 * 60 \text{ Sekunden} = 600 \text{ Sekunden} \\ \frac{1000 \text{ m}}{600 \text{ s}} &= 1,66 \rightarrow 1,66 * 3,6 = 6 \text{ km/h} \end{aligned}$$

Um die Momentangeschwindigkeit zu berechnen, verringert man Delta s und Delta t immer weiter, bis es keine Differenz (Strecke), sondern ein Punkt ist. Man kann es sich vorstellen wie eine unglaublich kurze Zeit, in der man die Durchschnittsgeschwindigkeit ausrechnet. Das entspricht mathematisch der 1. Ableitung einer Zeit-Weg Funktion.

Gleichmäßig und ungleichmäßig beschleunigte Bewegung

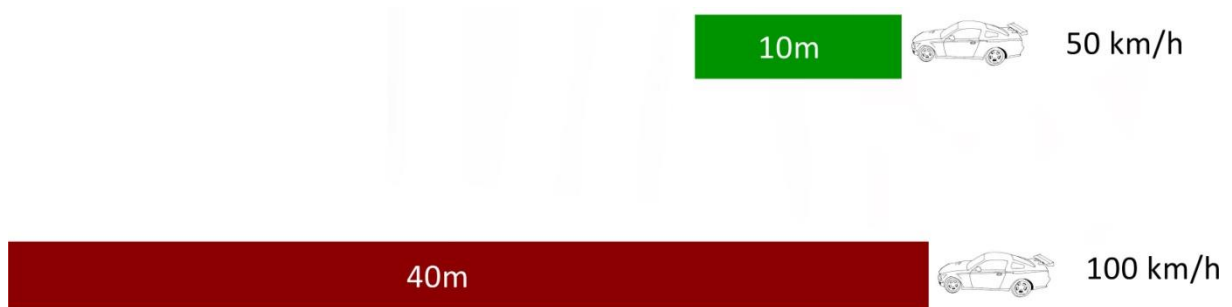
Unter einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung versteht man, dass die Geschwindigkeitsänderung pro Zeit gleichbleibt (z.B. freier Fall im Vakuum). Auf der Erde nimmt beim freien Fall die Geschwindigkeit jede Sekunde um ungefähr 10 m/s zu. Das wird geschrieben als 10 (m/s)/s oder 10 m/s².

Man berechnet die Beschleunigung mithilfe der Formel $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

Die Geschwindigkeit einer beschleunigten Bewegung kann man ausrechnen mit der Formel $v = a * t$.

In Alltag spricht man vom Beschleunigen und vom Bremsen, in der Physik ist jede Geschwindigkeitsänderung eine Beschleunigung. Man spricht von positiver und negativer Beschleunigung. Die Strecke die z.B. ein Auto zum Stehenbleiben benötigt ist die Strecke der negativen Beschleunigung (im Alltag sagen wir dazu Bremsweg).

Doppelte Geschwindigkeit bedeutet 4-facher Bremsweg. Der Bremsweg wächst mit dem Quadrat der Zeit.



Man berechnet den Bremsweg (s) mit folgender Formel: $s = \frac{v^2}{2a}$. Um die Bremsverzögerung (a) auszurechnen, muss man die Gleichung nur umformen: $a = \frac{v^2}{2s}$

Bei einer normalen Bremsung beim Autofahren kommt aber noch eine Reaktionszeit dazu. Diese wird oft mit 1 Sekunde angenommen. Um den gesamten Bremsweg zu berechnen, muss man den Weg, den das Auto in dieser Sekunde zurücklegt, dazurechnen.