

## Kinematik

In der Kinematik werden die Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung definiert. Sie sagt noch nichts darüber aus, ob sich ein Körper in dieser Weise bewegen kann. In der Dynamik wird diese Frage beantwortet.

### Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit eines Punktes wird definiert als der Vektor

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

Dabei ist  $\Delta \vec{x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$  die Differenz von zwei Ortsvektoren zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Die Geschwindigkeit ist daher abhängig von der Wahl des Bezugssystems. Das Zeitintervall  $\Delta t = t_2 - t_1$  lässt man dabei gegen Null konvergieren. Dabei ist  $\vec{x}_1$  der Ortsvektor des Punktes zum früheren Zeitpunkt  $t_1$  und  $\vec{x}_2$  der Ortsvektor des Punktes zum späteren Zeitpunkt  $t_2$ .

### Alltagsbegriff Tempo

Die Geschwindigkeit darf nicht verwechselt werden mit dem in der Alltagssprache verwendeten Geschwindigkeitsbegriff den wir hier zur Unterscheidung „Tempo“ nennen wollen. Tempo wird im Alltag nur für Relativgeschwindigkeiten von Körpern verwendet (z.B. Auto relativ zur Straße) es ist keine vektorielle Größe und es ist immer positiv. Zur Ermittlung des Tempos bedarf es keines Bezugssystems. Da es sich um die Relativbewegung von zwei Körpern handelt, wird der eine Punkt durch den einen Körper festgelegt und der andere Punkt durch den anderen Körper. Die Länge der Strecke zwischen beiden Körpern  $L_2$  zum späteren Zeitpunkt minus die Länge der Strecke zum früheren Zeitpunkt  $L_1$  ohne Berücksichtigung des Vorzeichens ergibt den zurückgelegten Weg. Die Längen sind unabhängig vom Bezugssystem messbar, da sie sich jeweils auf denselben Zeitpunkt aber unterschiedliche Körper beziehen. Im Alltag argumentiert man in der Regel ohne Bezugssysteme und diskutiert nur Größen, die in allen Bezugssystemen gleich sind.

Betrachtet man den einen Körper als Bezugssystem, dann entspricht das Tempo dem Betrag der Geschwindigkeit in der o.g. Definition. Das Bezugssystem an einen der Körper zu heften, ist besonders dann üblich, wenn der Körper (näherungsweise) ein Inertialsystem aufspannt (z.B. Straße).

### Beschleunigung

Die Beschleunigung eines Punktes wird definiert als der Vektor

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Dabei ist  $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$  die Differenz von zwei Geschwindigkeiten zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Das Zeitintervall  $\Delta t = t_2 - t_1$  lässt man dabei gegen Null konvergieren. Dabei ist  $\vec{v}_1$  die Geschwindigkeit des Punktes zum früheren Zeitpunkt  $t_1$  und  $\vec{v}_2$  die Geschwindigkeit des Punktes zum späteren Zeitpunkt  $t_2$ .

Die Beschleunigung ist grundsätzlich durchaus abhängig von der Wahl des Bezugssystems, sie ist aber in allen Inertialsystemen gleich. Da sie in allen Inertialsystemen gleich ist, ist sie für allgemeingültige physikalische Aussagen in Inertialsystemen geeignet. Daher baut Newtons zweites Axiom auf ihr auf.

### **Alltagsbegriff Tempoänderung**

Änderungen des im Alltag als „Geschwindigkeit“ bezeichneten Tempos sind keine Beschleunigungen im physikalischen Sinne. Die im Alltag als „Beschleunigung“ bezeichnete Zunahme des Tempos hat nicht direkt etwas mit der physikalischen Beschleunigung zu tun. Nur wenn die vektorielle Beschleunigung  $\vec{a}$  parallel zur vektoriellen Geschwindigkeit  $\vec{v}$  orientiert ist, ist der Betrag von  $\vec{a}$  das, was wir im Alltag mit „Beschleunigung“ meinen. Physikalische Beschleunigungen können jede beliebige Richtung zur Geschwindigkeit eines Körpers haben und damit Richtungsänderungen und Tempoänderungen und Kombinationen aus beidem beschreiben. Für die Formulierung von allgemeingültigen physikalischen Gesetzen sind Tempo und Tempoänderung nicht zu gebrauchen.