Fortbildungslehrgang

Staatlich geprüfter Techniker

Auszug aus dem Lernmaterial

Naturwissenschaft

Definition:

Die Geschwindigkeit v eines gleichförmig bewegten Körpers ist der Quotient aus Wegabschnitt Δs pro Zeitabschnitt Δt.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$[v] = \frac{[\Delta s]}{[\Delta t]} = \frac{m}{s} = ms^{-1}$$

mit:

Wegabschnitt: $\Delta s = s_2 - s_1$

Zeitabschnitt: $\Delta t = t_2 - t_1$

Ist die Anfangskoordinate des Wegabschnitts s_1 und des Zeitabschnitts t_1 gleich Null, dann ergibt sich hieraus:

$$v = \frac{s}{t}$$

Die Geschwindigkeit ist eine physikalische Größe, die nur durch ihren Betrag und ihren Richtungssinn eindeutig beschrieben werden kann. Sie ist daher ein Vektor und unterliegt den Gesetzmäßigkeiten der Vektoren.

In der Definition zur Geschwindigkeit steht der Ausdruck „gleichförmig bewegter Körper". Hierzu muss gesagt werden, dass die Bewegung eines Körpers eine räumliche und/oder zeitliche Ordnung haben kann.

Als räumliche Ordnung wird die Bewegungsbahn eines Körpers bezeichnet, die entweder gradlinig oder krummlinig sein kann. Bewegt sich ein Körper gradlinig, bedeutet es, dass er den Weg zwischen zwei Punkten A und B gerade und auf kürzestem Weg zurücklegt (Abbildung 43 ①).

Bewegt sich ein Körper krummlinig, bedeutet es, dass der gewählte Weg zwischen zwei Punkten nicht der kürzeste ist. Der Körper bewegt sich in Kurven oder Ecken (Abbildung 43 ②).

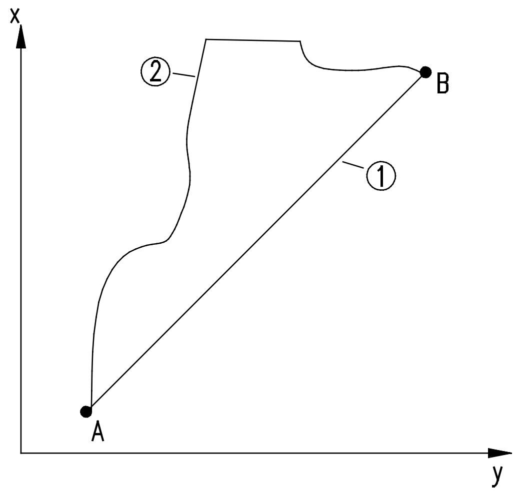


Abbildung 43 Gradlinige und krummlinige Bewegungen von Körpern

Als zeitliche Ordnung wird der Bewegungszustand des Körpers bezeichnet, der entweder gleichförmig oder ungleichförmig sein kann.

Die gleichförmige Bewegung eines Körpers bedeutet, dass sich die Geschwindigkeit, mit der sich ein Körper bewegt, nicht ändert, sie bleibt konstant.

Die ungleichförmige Bewegung eines Körpers bedeutet, dass sich die Geschwindigkeit, mit der sich ein Körper bewegt, vergrößert oder verringert. Der Körper wird beschleunigt oder gebremst.

Die gleichförmige und ungleichförmige Bewegung eines Körpers kann in einem Weg-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm veranschaulicht werden (Abbildung 44). Das Diagramm ist ein rechtwinkliges Koordinatensystem, in dem auf der x-Achse die Zeit t und auf der y-Achse der Weg s bzw. die Geschwindigkeit v aufgetragen ist.

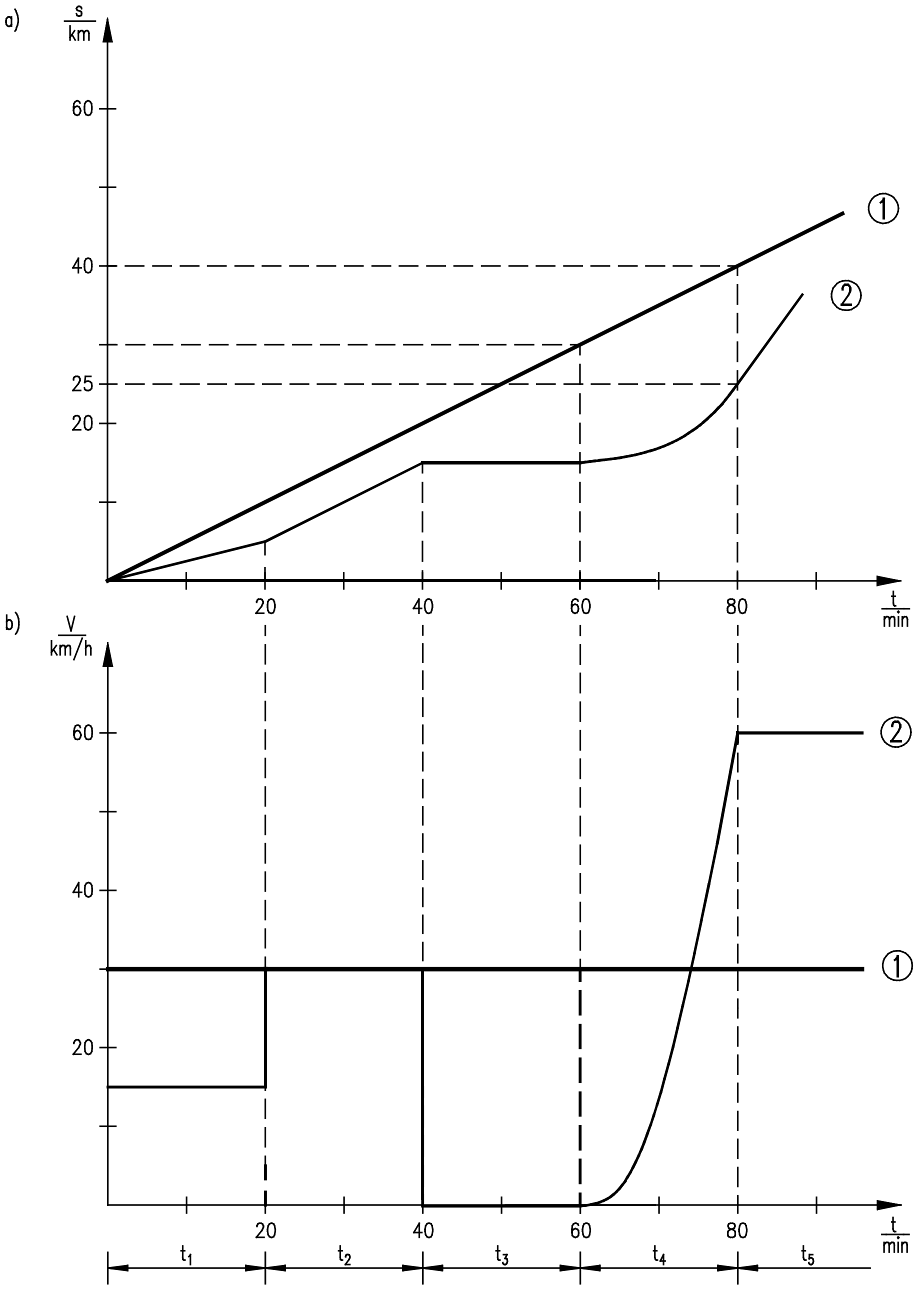


Abbildung 44 a) Weg-Zeit-Diagramm b) Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm (idealisierte Darstellung)

Definition:

Die Geschwindigkeit ist die Steigung der Kurve in einem Weg-Zeit-Diagramm. Ist die Steigung über einen Zeitraum konstant, so ist die Geschwindigkeit über diesen Zeitraum ebenfalls konstant, sie ist gleichförmig.

Ist die Steigung über einen Zeitraum nicht konstant, so ist die Geschwindigkeit über diesen Zeitraum ebenfalls nicht konstant, sie ist ungleichförmig.

Kurve 1: Gleichförmige Bewegung (vgl. Abbildung 44)

In der veranschaulichten Zeitspanne von $\Delta t = 80$ min bewegt sich der Körper eine Wegstrecke von $\Delta s = 40$ km (Abbildung 44a). Die Bewegung ist in dem Weg-Zeit-Diagramm als Gerade dargestellt. Die Steigung ist über die gesamte Zeit konstant. Die Steigung der Kurve aus dem Weg-Zeit-Diagramm wird im Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm veranschaulicht (siehe Abbildung 44b). Ist die Bewegung des Körpers gleichförmig, so wird die Geschwindigkeit als Gerade abgetragen, die parallel zur Zeitachse verläuft.

In dem gezeigten Beispiel bewegt sich der Körper im betrachteten Zeitraum von 80 min alle 10 min um 5 km weiter. Die Steigung ist somit in jedem Punkt gleich. Damit ist auch die Geschwindigkeit zu jedem Zeitpunkt gleich (v = 30 km/h).

Kurve 2: Ungleichförmige Bewegung (vgl. Abbildung 44)

Entlang einer definierten Zeitspanne ($\Delta t = 80$ min) bewegt sich der Körper eine Wegstrecke von 25 km. Die Bewegung ist in dem Weg-Zeit-Diagramm dargestellt. Die Steigung der Kurve ist aber nicht zu jedem Zeitpunkt konstant.

Die Steigung aus dem Weg-Zeit-Diagramm wird wieder im Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm dargestellt (Abbildung 44b). Zur Zeit der größten Steigung im Weg-Zeit-Diagramm ist die Geschwindigkeit am Größten (t_5). Zur Zeit der kleinsten Steigung ist auch die Geschwindigkeit am kleinsten (t_1). Ist die Steigung gleich Null, dann ist auch die Geschwindigkeit Null (t_3). Bei ungleichförmigen Bewegungen muss die abgetragene Geschwindigkeit keine Gerade ergeben (t_4).

Abbildung 45 zeigt nochmals ein Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm. Die Geschwindigkeit ist im Bereich von t = 0 s bis t = 5 s gleichförmig, da sie parallel zur Zeitachse verläuft (v ist konstant). Der Inhalt des Rechtecks zwischen den Achsen und den parallelen Geraden ergibt formal $v \cdot t$. Dieses Produkt entspricht auch wegen $s = v \cdot t$ der zurückgelegten Wegstrecke s.

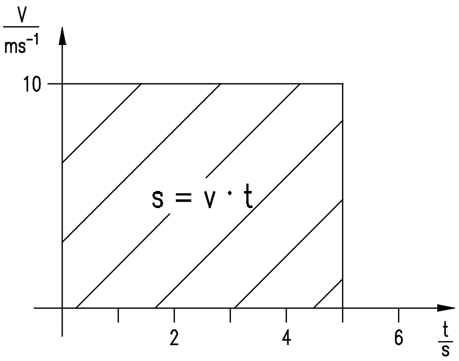


Abbildung 45 v-t-Diagramm

Hieraus wird geschlossen: Der zu errechnende Flächeninhalt unterhalb der Geschwindigkeitslinie lässt sich physikalisch deuten als die Wegstrecke s, die bis zu einer Zeit t mit der Geschwindigkeit v durchlaufen wurde.

$$A \mathrel{\hat{=}} v \cdot t$$

$$A \mathrel{\hat{=}} 10\,\frac{m}{s} \cdot 5\,s$$

$$\underline{A \mathrel{\hat{=}} 50\,m} \quad \Rightarrow \quad s = 50\,m$$

Lehrbeispiel 1

Ein Förderband mit einer Länge von 32 m befördert eine Kiste mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit von 2 m/s.

Wie viel Zeit benötigt die Kiste für den Transport auf dem Band?

Lösung

Gegeben: $s = 32\ \text{m}$

$v = 2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Gesucht: t

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v} \quad \text{mit } t_1 = 0 \quad \text{und} \quad s_1 = 0 \quad \Rightarrow$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{32\ \text{m s}}{2\ \text{m}}$$

$$\underline{\underline{t = 16\ \text{s}}}$$

Allgemein legt ein Körper in gleichen Zeitabschnitten unterschiedliche Wegstrecken zurück. Wird bei einer ungleichförmigen Bewegung eines Körpers eine Wegstrecke pro Zeitabschnitt gemessen, so ergibt der Quotient aus beiden die mittlere Geschwindigkeit v. Werden die Geschwindigkeiten des Körpers entlang der Strecke immer wieder gemessen, so stellt man unterschiedliche Momentangeschwindigkeiten fest.

Lehrbeispiel 2

Ein Zug verlässt den Bahnhof um 7.32 Uhr. An seinem Zielbahnhof, der 97 km entfernt ist, kommt er um 8.45 Uhr an.

Mit welcher durchschnittlichen Geschwindigkeit war der Zug unterwegs?

Lösung

Gegeben: $s = 97$ km

$t_1 = 7.32$ Uhr

$t_2 = 8.45$ Uhr

Gesucht: v

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\Delta s = s \qquad \Delta t = t_2 - t_1 = 8\ \text{h}\ 45\ \text{min} - 7\ \text{h}\ 32\ \text{min} = 73\ \text{min}$$

$$v = \frac{s}{t_2 - t_1} = \frac{97\ \text{km}}{73\ \text{min}} \cdot \frac{60\ \text{min}}{1\ \text{h}}$$

$$\underline{\underline{v = 79{,}7\ \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$$

Lehrbeispiel 3

Zwei Fahrzeuge fahren vom gleichen Ort aus in gleicher Richtung. Fahrzeug 1 fährt mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von $v_1 = 80$ km/h und Fahrzeug 2 mit einer Geschwindigkeit von $v_2 = 90$ km/h. Fahrer 1 startet seine Reise um 12.15 Uhr und Fahrer 2 um 12.30 Uhr.

3.1 Welche Wegstrecke haben beide Fahrzeuge um 12.45 Uhr zurückgelegt?

3.2 Nach welcher Zeit hat Fahrzeug zwei das erste eingeholt und welche Wegstrecke haben sie dabei zurückgelegt?

Lösung

Gegeben:

$$s_0 = 0 \text{ km}$$
$$v_1 = 80 \text{ km h}^{-1}$$
$$v_2 = 90 \text{ km h}^{-1}$$
$$t_1 = 12 \text{ h } 15 \text{ min}$$
$$t_2 = 12 \text{ h } 30 \text{ min}$$

Lehrbeispiel 3.1

Gesucht: $\Delta s_1;\ \Delta s_2$

bei $t_a = 12 \text{ h } 45 \text{ min}$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \Delta s = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta t_1 = t_a - t_1 = 12 \text{ h } 45 \text{ min} - 12 \text{ h } 15 \text{ min}$$

$$\underline{\Delta t_1 = 30 \text{ min}}$$

$$\Delta t_2 = t_a - t_2 = 12 \text{ h } 45 \text{ min} - 12 \text{ h } 30 \text{ min}$$

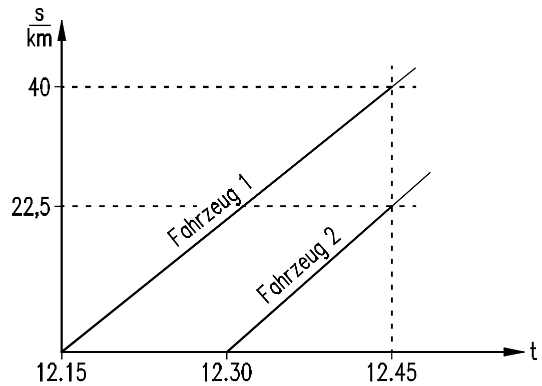
$$\underline{\Delta t_2 = 15 \text{ min}}$$

$$\Delta s_1 = v_1 \cdot \Delta t_1 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 30 \text{ min} \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$\underline{\underline{\Delta s_1 = 40 \text{ km}}}$$

$$\Delta s_2 = v_2 \cdot \Delta t_2 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 15 \text{ min} \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$$

$$\underline{\underline{\Delta s_2 = 22{,}5 \text{ km}}}$$



Lehrbeispiel 3.2

Gesucht: t_b; s_b

Beide Fahrzeuge haben im Moment des Überholens dieselbe Strecke gefahren. Fahrzeug 1 benötigte für diese Strecke die Zeit von t + 15 min und Fahrzeug 2 die Zeit t.

Fahrzeug 1: $s_{b\,1} = v_1(t_b + t_{15})$

Fahrzeug 2: $s_{b\,2} = v_2 \cdot t_b$

$$
\begin{aligned}
s_{b\,1} &= s_{b\,2} = s_b \\
v_1 \cdot (t_b + t_{15}) &= v_2 \cdot t_b \\
v_1 \cdot t_b + v_1 \cdot t_{15} &= v_2 \cdot t_b \\
v_1 \cdot t_{15} &= v_2 \cdot t_b - v_1 \cdot t_b \\
v_1 \cdot t_{15} &= t_b \cdot (v_2 - v_1) \\
\frac{v_1 \cdot t_{15}}{v_2 - v_1} &= t_b
\end{aligned}
$$

$$\Rightarrow \quad t_b = \frac{80\ \text{km/h} \cdot 15\ \text{min}}{90\ \text{km/h} - 80\ \text{km/h}}$$

$$\underline{\underline{t_b = 120\ \text{min} = 2\ \text{h}}}$$

$$s_{b\,1} = 80\ \text{km/h} \cdot (120\ \text{min} + 15\ \text{min}) \cdot \frac{1\ \text{h}}{60\ \text{min}}$$

$$s_{b\,1} = \underline{\underline{s_b = 180\ \text{km}}}$$

$$s_{b\,2} = 90\ \text{km/h} \cdot 2\ \text{h}$$

$$s_{b\,2} = \underline{\underline{s_b = 180\ \text{km}}}$$

Hinweis: Zeichnerische Ergebnisüberprüfung!

Umfangsgeschwindigkeit

Die **Umfangsgeschwindigkeit v** ist ein Sonderfall für die Geschwindigkeit. Sie gibt an, wie schnell sich ein Punkt gleichförmig auf einer Kreisbahn bewegt. Um diesen Begriff zu beschreiben, muss zuerst die physikalische Größe der **Drehzahl n** definiert werden.

Definition:

Die Drehzahl n (Drehfrequenz) gibt an, wie viel volle Umdrehungen u ein Körper um seine Achse in einem definierten Zeitabschnitt t vollbracht hat.

$$n = \frac{u}{t}$$

$$[n] = \frac{1}{s}$$