



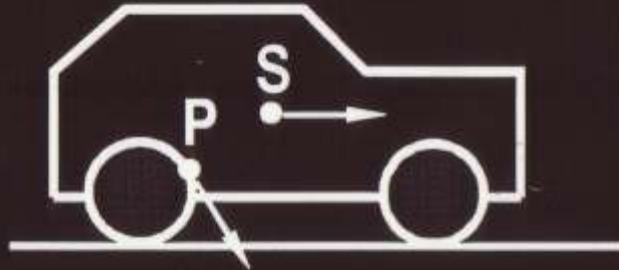
Diethard Thieme
Skripte
zur Baumechanik

Kinematik

BM 24

Teil IV: Kinematik (Bewegungslehre ohne Kräftewirkung)

1 Bewegung eines Massenpunktes auf gerader Bahn



Punkt S = geradlinige Bewegung
Punkt P = Radlinie

Die Bewegungen der Punkte eines Körpers
können verschieden sein.

Spez. Pkt.: Schwerpunkt S = Massenpunkt
(wenn man sich die Masse des Körpers im
Schwerpunkt konzentriert denkt)

Beschleunigung $a = dv / dt$, $v = \int a dt$

Geschwindigkeit $v = ds / dt$, $s = \int v dt$

1.1 Gleichförmige Bewegung

Bewegungsgleichungen

$$a = 0; \quad v_k = \text{konst (gegeben)}; \quad v_k = s/t$$

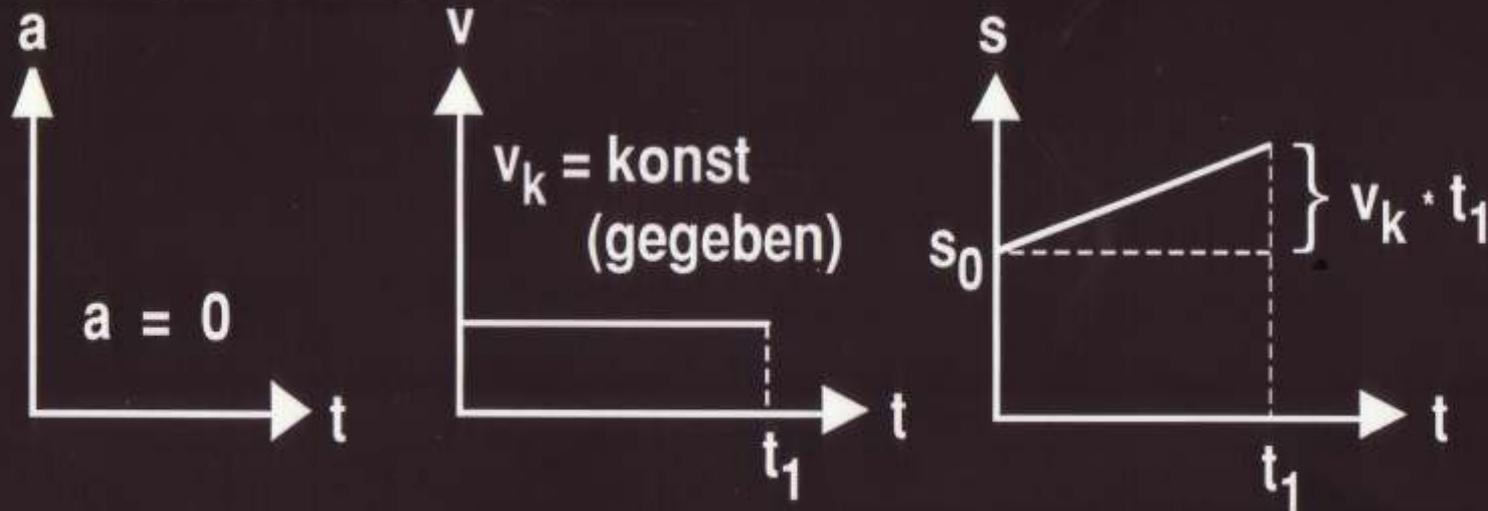
$$s = \int v_k dt = v_k \cdot t + C$$

Anfangsbedingung zur Bestimmung der Konstanten C

z.B. $t = 0, s = s_0, C = s_0 \rightarrow$ $s = v_k \cdot t + s_0$

s_0 = der vor Beginn der Bewegung bereits zurückgelegte Weg

Bewegungsdiagramme



1.2 Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Bewegungsgleichungen

$$a = \text{konst (gegeben) ; } v = \int a \, dt = a \cdot t + C_1$$

Anfangsbedingung zur Bestimmung der Konstanten C_1

z.B. $t = 0, v = v_0, C_1 = v_0$; $v = a t + v_0$

Bevor der Körper mit a beschleunigt wird, soll er bereits eine Anfangsgeschwindigkeit v_0 haben.

$$s = \int v \, dt = a t^2 / 2 + v_0 t + C_2$$

Anfangsbedingung zur Bestimmung der Konstanten C_2

z.B. $t = 0, s = s_0, C_2 = s_0$

Bevor die Messung des Weges s beginnt, soll der Körper bereits einen Weg s_0 zurückgelegt haben.

$$s = a t^2 / 2 + v_0 t + s_0$$

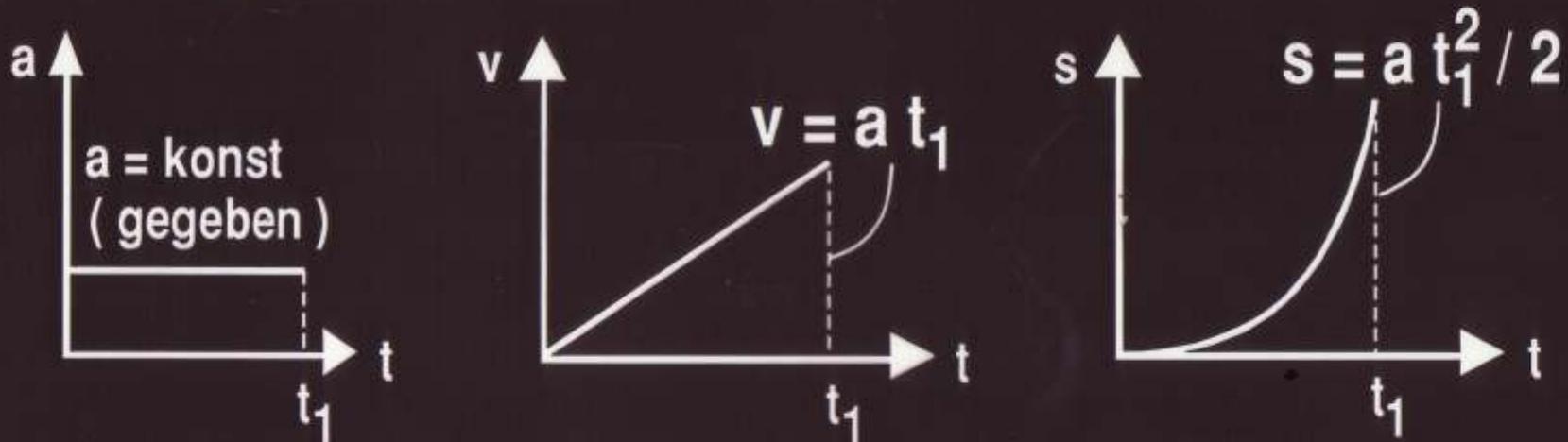
Sonderfall 1

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung aus dem Stand heraus

$a = \text{konst}$ (gegeben) ; $v_0 = 0$, $s_0 = 0$

$$v = a t, \quad s = a t^2 / 2 = v t / 2 = v^2 / 2 a, \quad v = \sqrt{2 a s}$$

Bewegungsdiagramme



Sonderfall 2

Gleichmäßig verzögerte Bewegung

(Ursache der Verzögerung: negative Beschleunigung z. B. Bremsen)

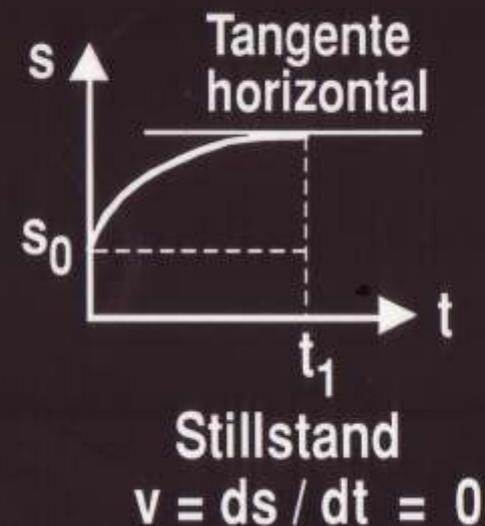
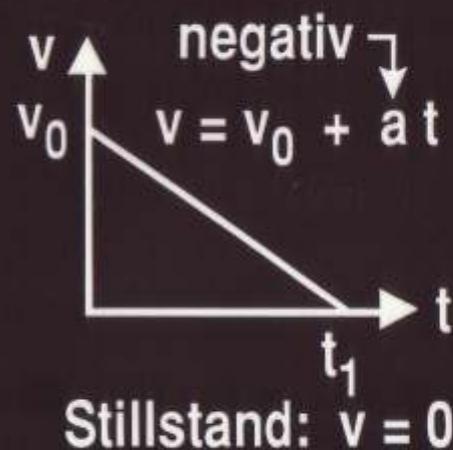
$a = \text{konst}$ (negativ gegeben) , $v_0 =$ Geschwindigkeit des Körpers

$$v = v_0 + a t \quad (a = \text{negativ})$$

$s_0 =$ zurückgelegter Weg vor Beginn des Bremsens

$$s = v_0 t + a t^2 / 2 + s_0$$

Bewegungsdiagramme



Beispiel

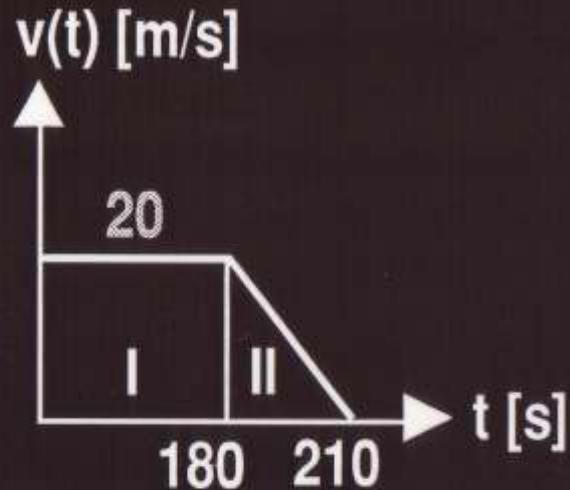
Ein Fahrzeug fährt drei Minuten mit konstanter Geschwindigkeit von 72 km/h.

Danach wird es so abgebremst, dass es innerhalb von 30 s zum Stillstand kommt (Anfangsweg $s_0 = 0$)

Ges.: a. Bewegungsgleichungen $a(t)$, $v(t)$, $s(t)$ und die zugehörigen Bewegungsdiagramme

b. Wie groß ist der insgesamt zurückgelegte Weg ?

Für jeden Bereich beginnt die Zählung mit $t = 0$



Bereich I

$$0 \leq t \leq 180$$

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

Bereich II

$$0 \leq t \leq 30$$

Gleichung der Geraden

$$v = c t + d$$

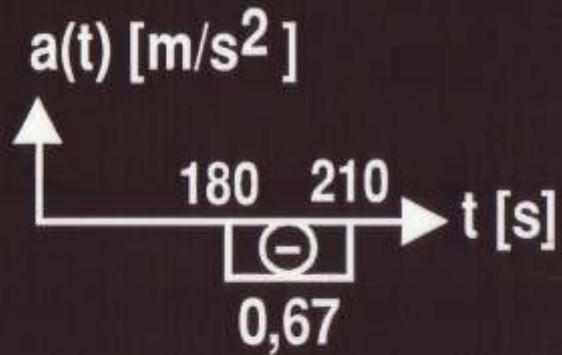
$$t=0, v=20 \rightarrow d=20$$

$$t=30, v=0$$

$$\rightarrow 0 = c \cdot 30 + 20$$

$$\rightarrow c = -2/3$$

$$v = -2t/3 + 20$$



Bereich I
 $0 \leq t \leq 180$

$$a = dv / dt = 0$$

Bereich II
 $0 \leq t \leq 30$

$$a = dv / dt = - 2/3$$

Bereich I

$$0 \leq t \leq 180$$

$$s = \int v \, dt = \int 20 \, dt$$

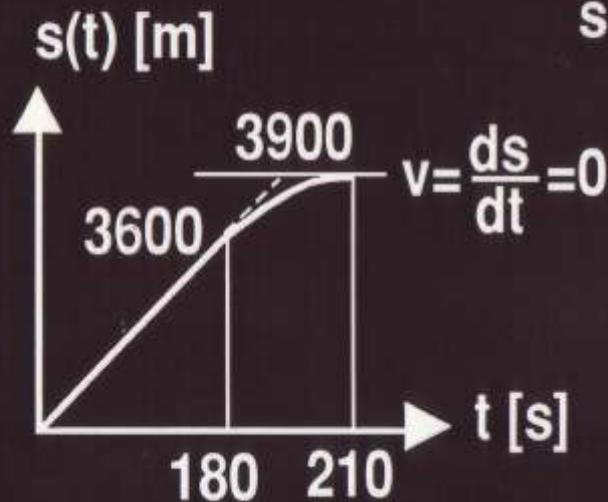
$$s = 20 t + C$$

$$t=0, s=0 \rightarrow C=0$$

$$s = 20 t$$

$$s(t=180) = 20 \cdot 180$$

$$s = 3600 \text{ m}$$



Bereich II

$$0 \leq t \leq 30$$

$$s = \int v \, dt = \int (-2t/3 + 20) \, dt$$

$$s = -t^2/3 + 20 t + C$$

$$t = 0, s = 3600 \rightarrow C = 3600$$

$$s = -t^2/3 + 20t + 3600$$

$$s = s_{\text{ges}} = s(t=30)$$

$$s = -300 + 600 + 3600 = 3900 \text{ m}$$

(Inhalt des v-Diagr)