Keine Physik ohne Messung!

Endergebnis = (Zahlenwert ± Unsicherheit) × Einheit

Direkte Messung: (1 Messgröße)	Mittelwert	Standardabweichung
Indirekte Messung: (Funktion von Messgrößen)	Mittelwert in Funktion eingesetzt	fortgepflanzter Fehler

Zahlenangaben auf signifikante Stellen runden!

1D-Kinematik: Bewegungsmathematik & -diagramme

$$\boxed{s(t) \quad \curvearrowright \quad v(t) = \dot{s}(t) \quad \curvearrowright \quad a(t) = \dot{v}(t) = \ddot{s}(t)}$$

$$\boxed{a(t) \quad \curvearrowright \quad v(t) = \int_0^t d\tau\, a(\tau) \quad \curvearrowright \quad s(t) = \int_0^t d\tau\, v(\tau)}$$

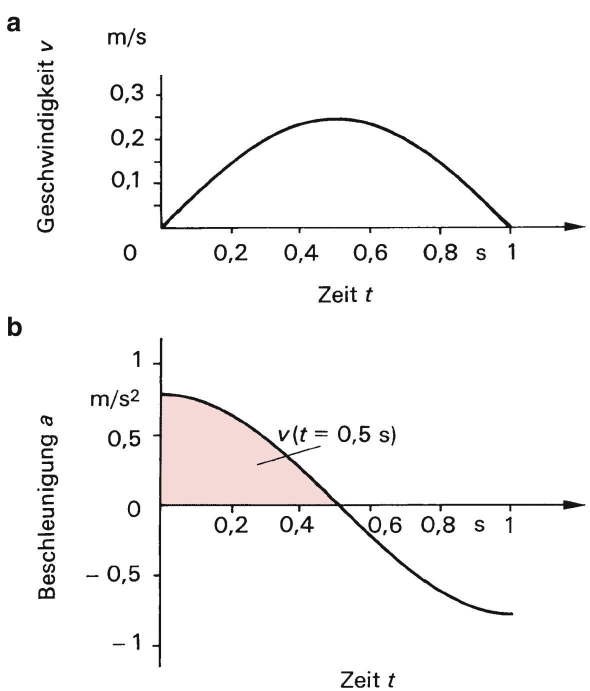


Abb. 2.5 Beschleunigte Bewegung (Beispiel 2.2-2). **a** Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm, **b** Beschleunigung-Zeit-Diagramm

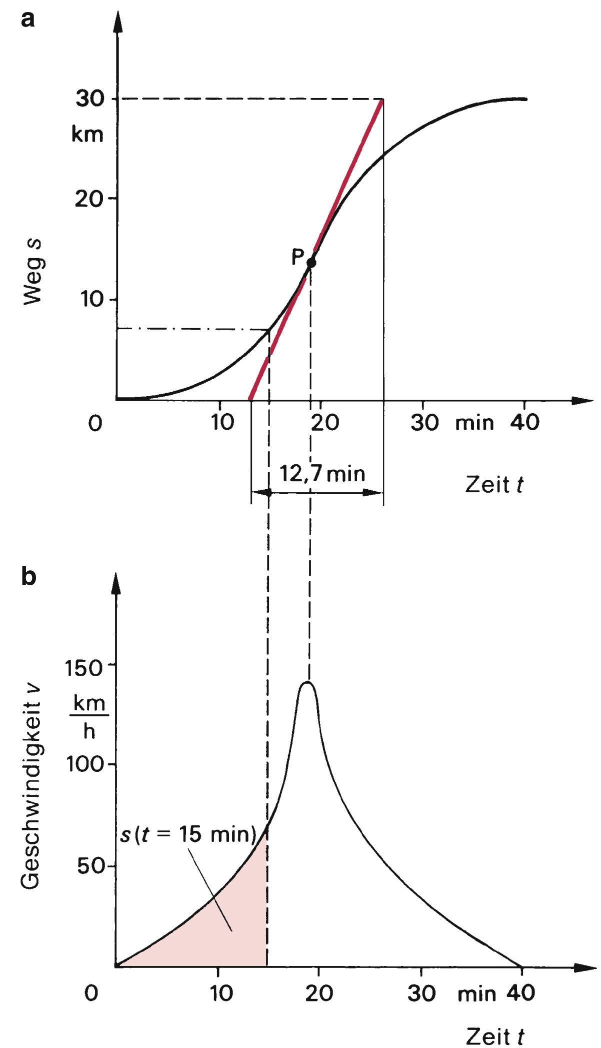


Abb. 2.4 Bewegung mit ungleichförmiger Geschwindigkeit (Beispiel 2.2-1). **a** Weg-Zeit-Diagramm, **b** Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm

Einfache Bewegungen

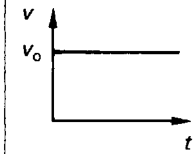
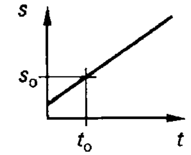
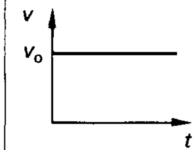
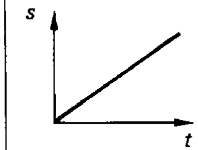
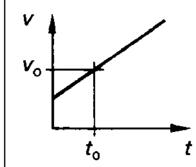
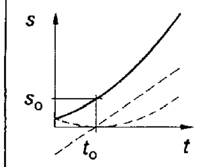
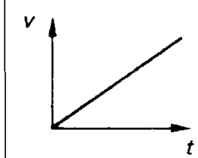
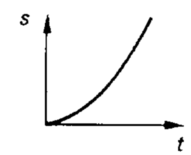
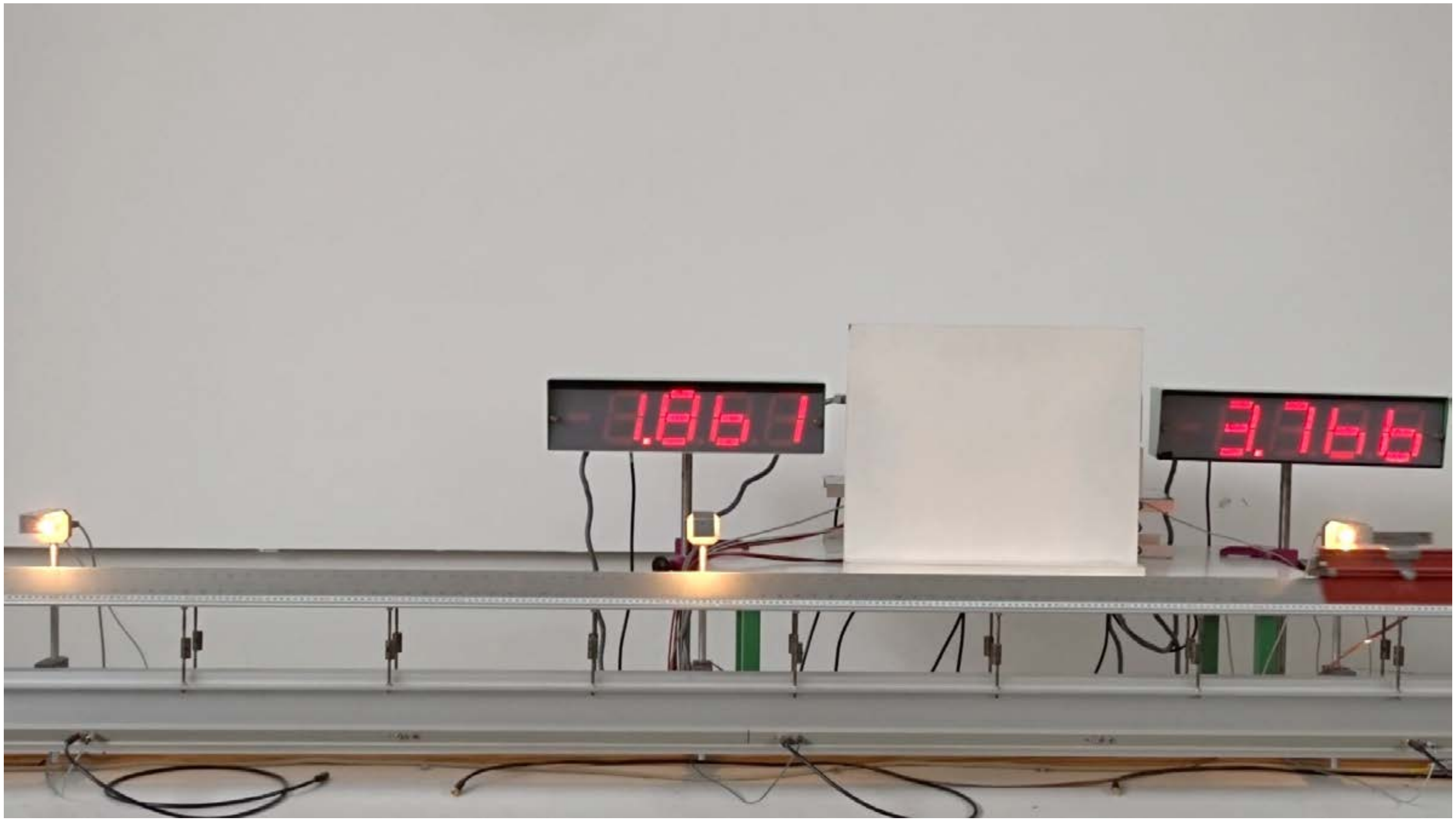
	Beschleu-nigung	Anfangsbe-dingungen	Geschwindigkeit	Ort	v, t-Diagramm	s, t-Diagramm
Definition	a	s_0, v_0	$v(t) = v_0 + \int_{t_0}^{t} a(\tau)\,\mathrm{d}\tau$	$s(t) = s_0 + \int_{t_0}^{t} v(\tau)\,\mathrm{d}\tau$		
gleichmäßige Geschwindigkeit	$a = 0$	$s = s_0$ zur Zeit $t = t_0$	$v = v_0$	$s = s_0 + v_0(t - t_0)$		
		$s = 0$ zur Zeit $t = 0$	$v = v_0$	$s = v_0 t$		
gleichmäßige Beschleunigung	$a = a_0$	$s = s_0$ $v = v_0$ zur Zeit $t = t_0$	$v = v_0 + a_0(t - t_0)$	$s = s_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2} a_0 (t - t_0)^2$		
		$s = 0$ $v = 0$ zur Zeit $t = 0$	$v = a_0 t$ $v = \sqrt{2 a_0 s}$	$s = \frac{1}{2} a_0 t^2$ $s = \frac{v^2}{2 a_0}$		

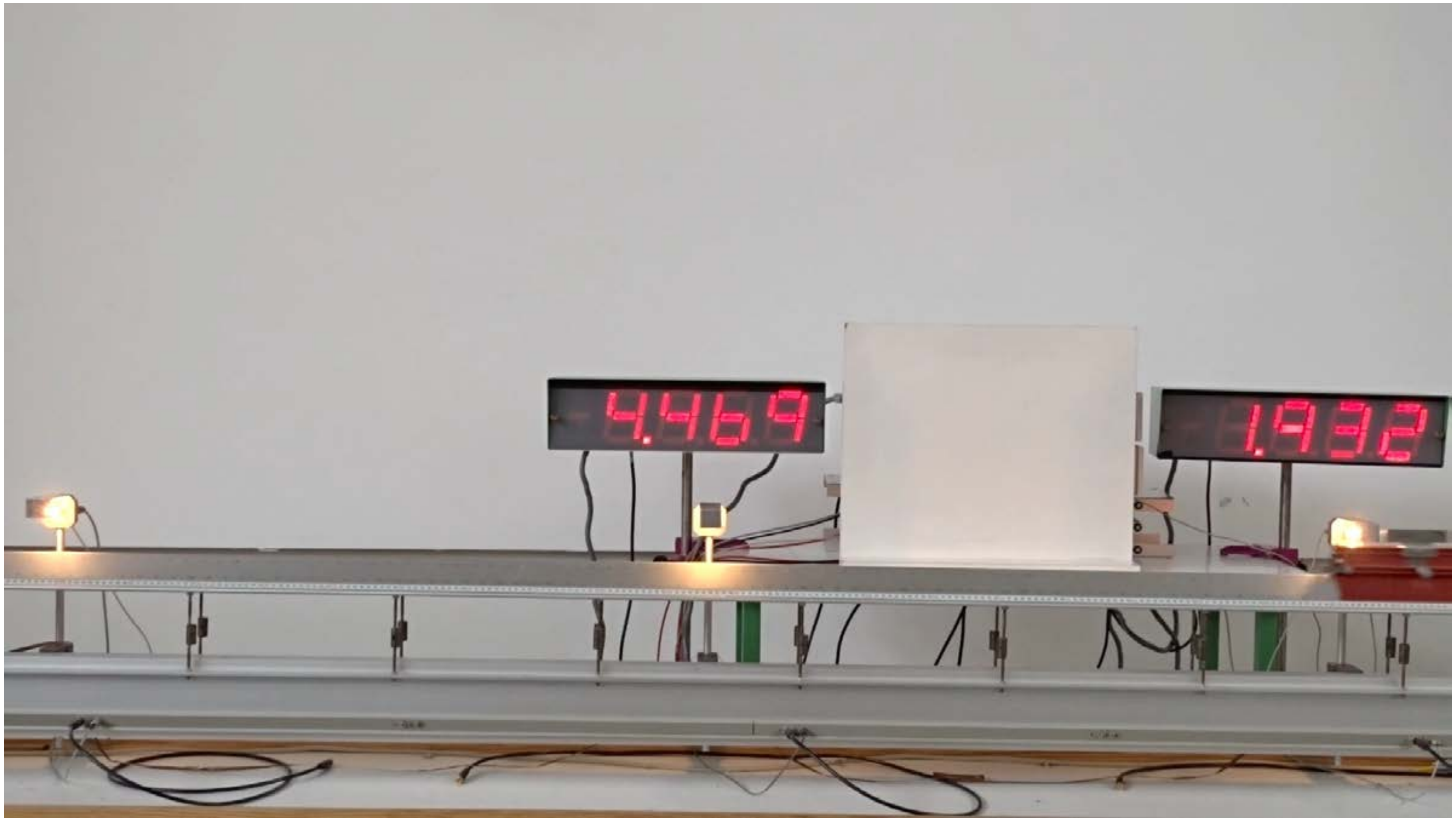
Abb. 2.6 Translationsbewegung

1D, gleichförmig



$$\frac{t_2}{t_1} = 2$$

1D, gleichmäßig beschleunigt



$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{2} - 1$$

Quizfrage 1

Ein Massenpunkt bewegt sich auf der Bahnkurve:
$s(t) = s_0 \cos(\omega_0 t)$.
Mit welcher Beschleunigung?

A. $a(t) = s_0 \omega_0^2 \cos(\omega_0 t)$

B. $a(t) = -s_0 \omega_0^2 \sin(\omega_0 t)$

C. $a(t) = s_0 \omega_0^2 \sin(\omega_0 t)$

D. $a(t) = -s_0 \omega_0^2 \cos(\omega_0 t)$

Quizfrage 2

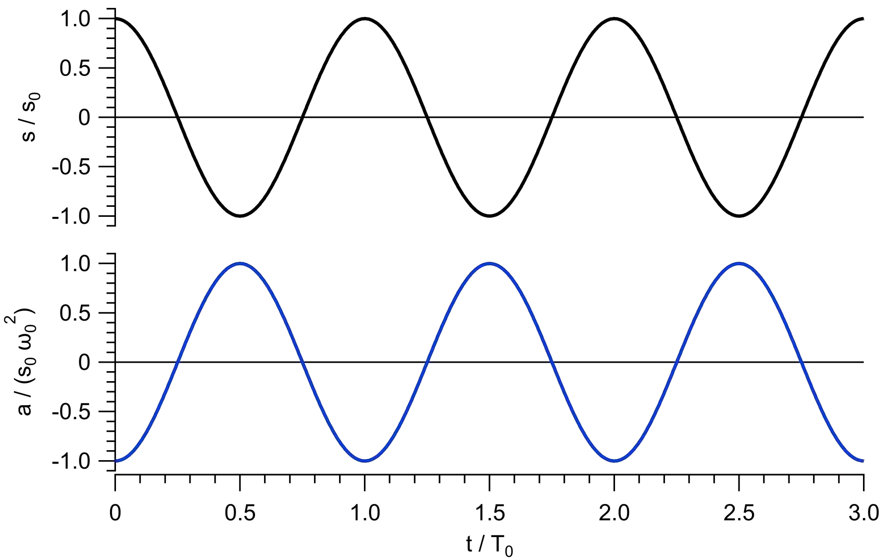
Ein Punkt bewegt sich mit der Geschwindigkeit:
$v(t) = v_0\, \mathrm{e}^{-\alpha\, t}$.
Auf welcher Bahnkurve?

A. $s(t) = -v_0\, \alpha\, \mathrm{e}^{-\alpha\, t}$

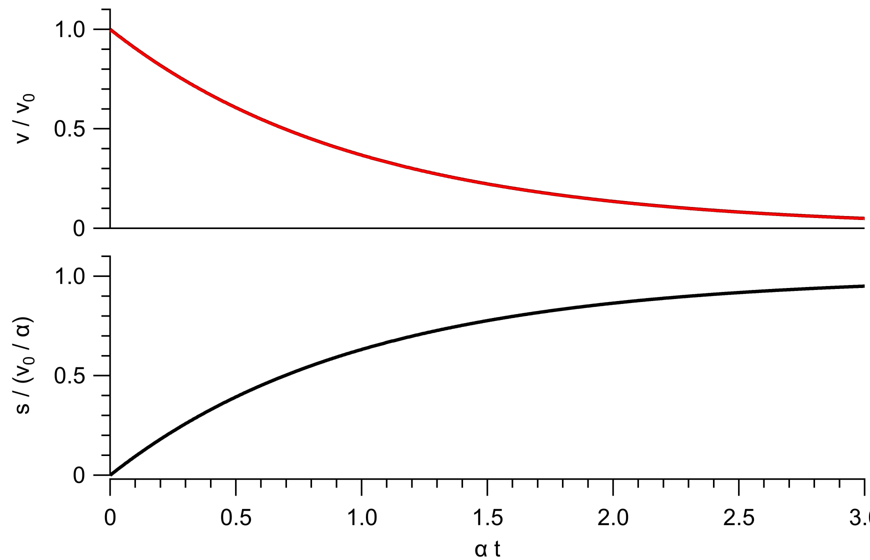
B. $s(t) = C - v_0\, \mathrm{e}^{-\alpha\, t}$

C. $s(t) = C + \dfrac{v_0}{\alpha}\, \mathrm{e}^{-\alpha\, t}$

D. $s(t) = C - \dfrac{v_0}{\alpha}\, \mathrm{e}^{-\alpha\, t}$

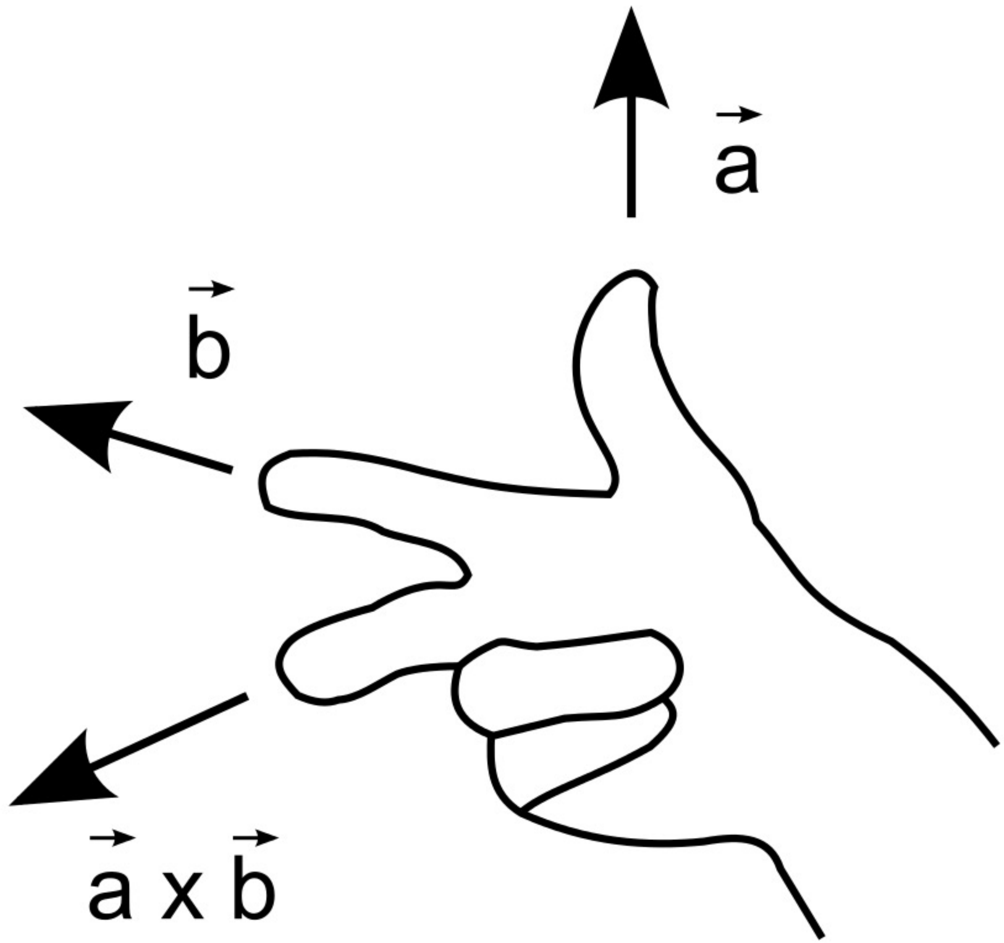


1.0
0.5
0
-0.5
-1.0
s / s_0
$a / (s_0\, \omega_0^2)$
0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
t / T_0



1.0
0.5
0
v / v_0
$s / (v_0 / \alpha)$
0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
$\alpha\, t$

Rechte-Hand-Regel



de.wikipedia.org/wiki/Drei-Finger-Regel

Quizfrage 3

Die Vektoren $\vec{a}$ und $\vec{b}$ liegen in der x-y-Ebene. Kann $\vec{a}$ denselben Betrag wie $\vec{b}$ haben, aber verschiedene Komponenten?

A. Ja

B. Nein

Quizfrage 4

Gilt $\vec{a} \cdot \left(\vec{b} \cdot \vec{c}\right) = \left(\vec{a} \cdot \vec{b}\right) \cdot \vec{c}$ allgemein?

A. Ja

B. Nein

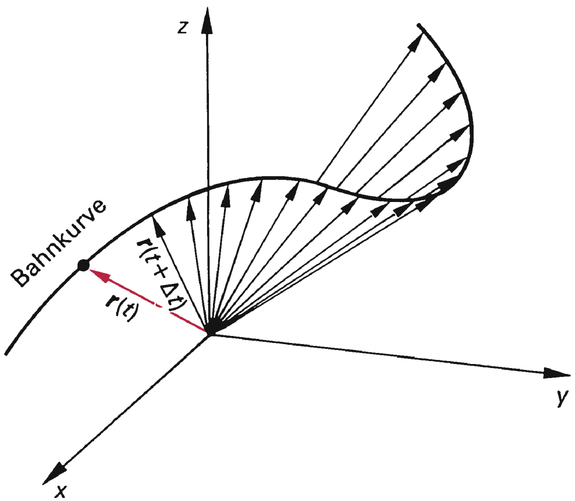


Abb. 2.8 Ortsvektor und Bahnkurve. x, y, z Raumkoordinaten, t Zeit

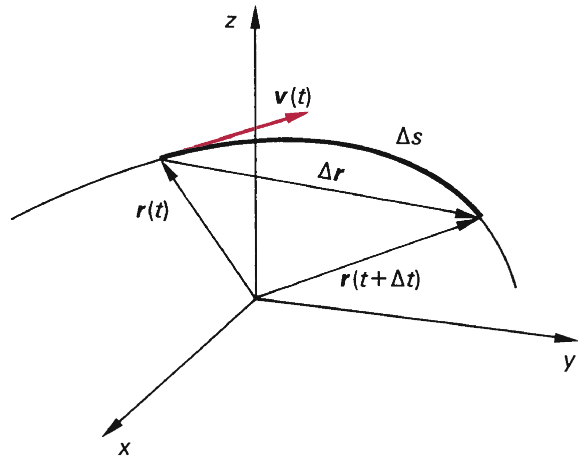


Abb. 2.9 Zur Definition des Geschwindigkeitsvektors $\boldsymbol{v}$. x, y, z Raumkoordinaten, t Zeit, s Weg, $\boldsymbol{r}$ Ortsvektor

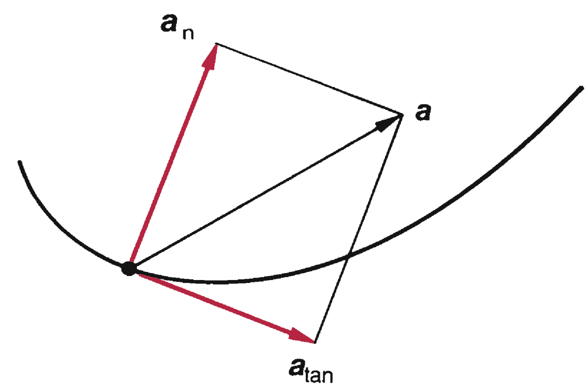
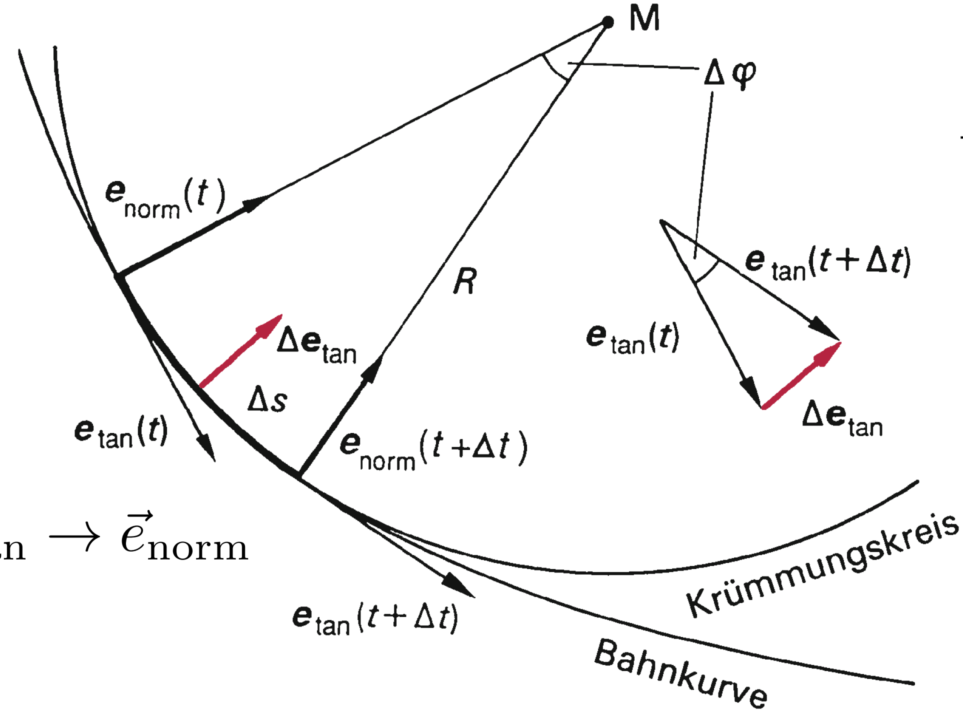


Abb. 2.10 Tangential- und Normalkomponenten des Beschleunigungsvektors



$$\frac{|\Delta\vec{e}_{\text{tan}}|}{|\vec{e}_{\text{tan}}|} \approx \frac{|\Delta s|}{R}$$

Richtung von $\dot{\vec{e}}_{\text{tan}} \to \vec{e}_{\text{norm}}$

Abb. 2.11 Zur Bestimmung des Differenzialquotienten $\mathrm{d}\boldsymbol{e}_{\text{tan}}/\mathrm{d}t$

Betrag von $\dot{\vec{e}}_{\text{tan}} \approx \left|\frac{\Delta\vec{e}_{\text{tan}}}{\Delta t}\right| \approx \left|\frac{\Delta s}{\Delta t\, R}\right| \to \frac{v}{R} \qquad \Longrightarrow \qquad \boxed{\dot{\vec{e}}_{\text{tan}} = \frac{v}{R}\,\vec{e}_{\text{norm}}}$

Quizfrage 5

Wie zielen Sie mit einer Armbrust auf einen fallenden Apfel (Pfeil und Apfel lösen sich im selben Moment)?

A. Genau auf den Apfel.

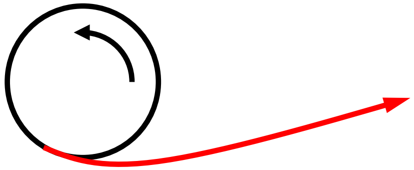
B. Über den Apfel.

C. Unter den Apfel.

Quizfrage 6

Ein Funken löst sich vom Rand einer schnell rotierenden Schleifscheibe. Wie sieht seine Flugbahn aus?

A.



B.