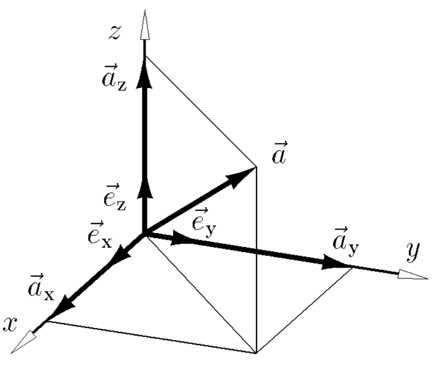
1.2 Bewegung in zwei und drei Dimensionen

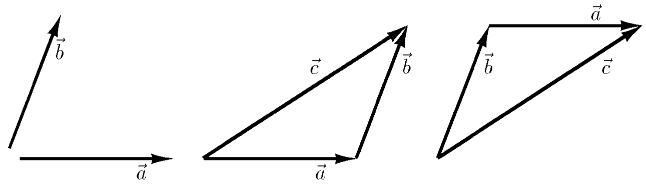
1.2.1 Exkurs rechnen mit Vektoren (I)

- Schreibweise

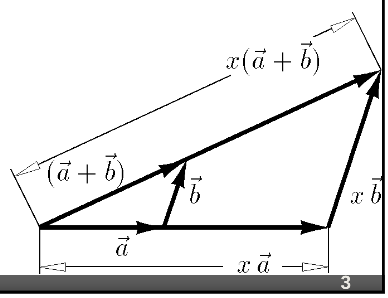


- Betrag / "Länge"

- Addition



- Multiplikation mit Skalar

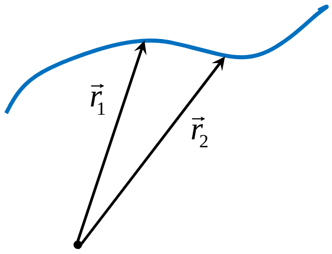


- ***x, v, a*** sind gerichtete Größen

  => genauer $\vec{x}$, $\vec{v}$, $\vec{a}$;

- Beispiel: Senkrechter Wurf nach oben

1.2.2 Kinematik mit Vektoren



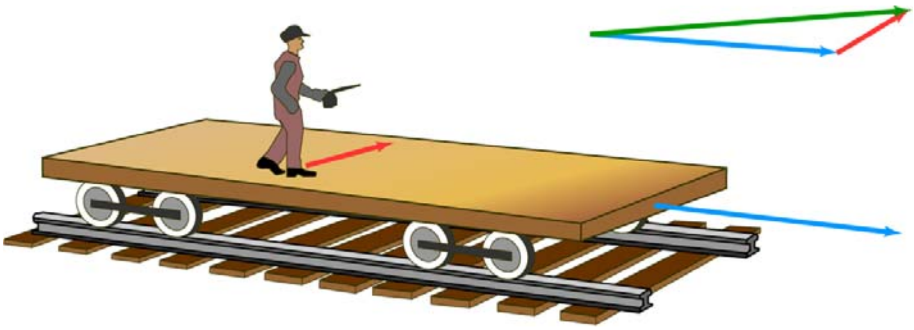
Zerlegung in Komponenten - „einfach Komponenten differenzieren“

(! nur im kart. Koordinatensystem !)

Beschleunigung:

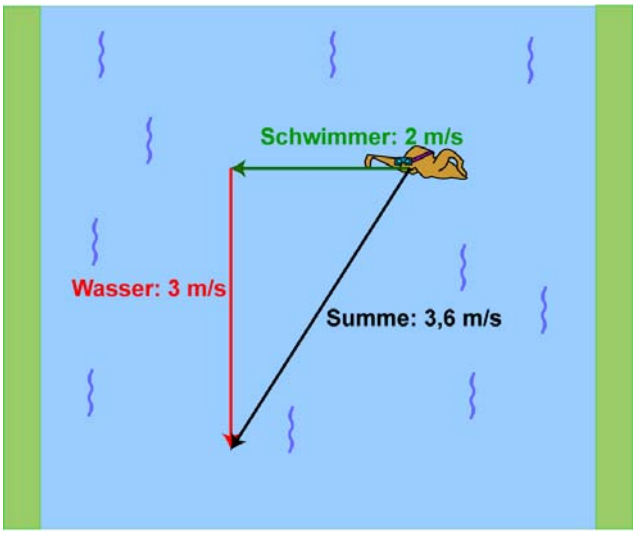
(Zerlegung in Komponenten)

1.2.3 Superpositionsprinzip

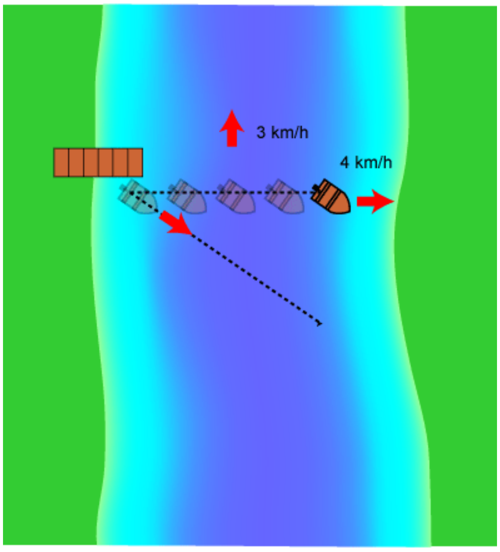


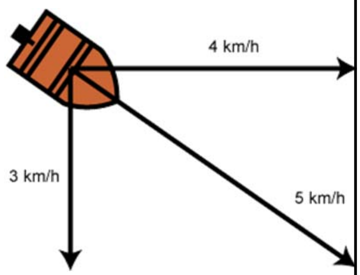
- Bewegungsabläufe lassen zusammengesetzt aus Teilbewegungen beschreiben

- Superpositionsprinzip – Addition von Geschwindigkeiten

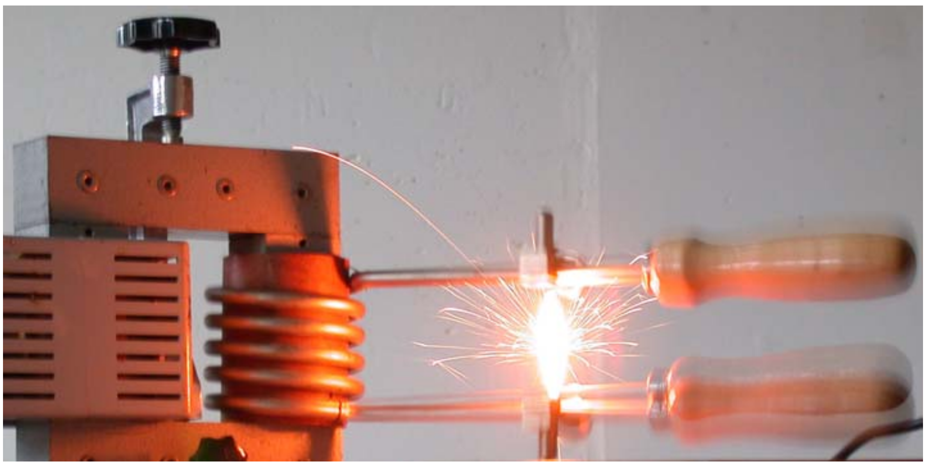


- Superpositionsprinzip – Addition von Geschwindigkeiten

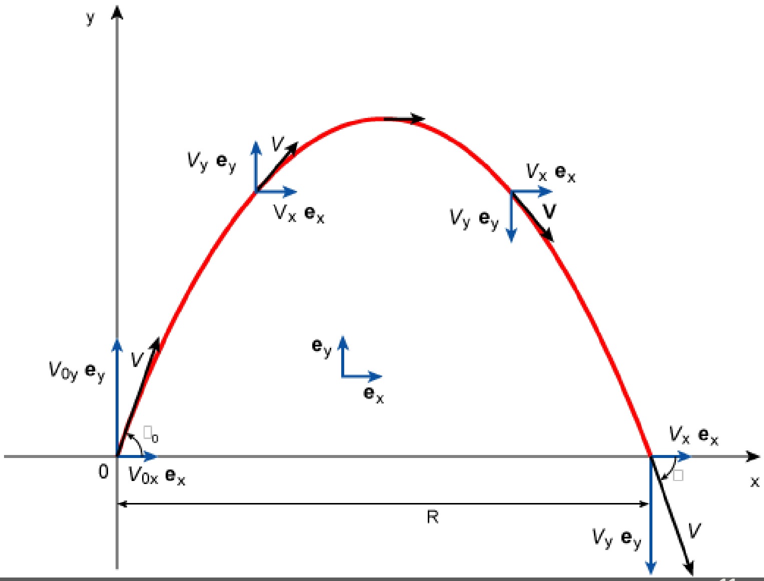




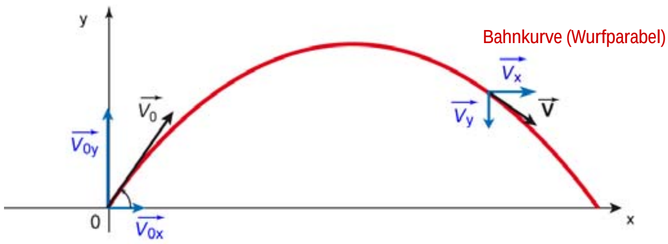
- Superpositionsprinzip – der schiefe Wurf



- Superpositionsprinzip – der schiefe Wurf

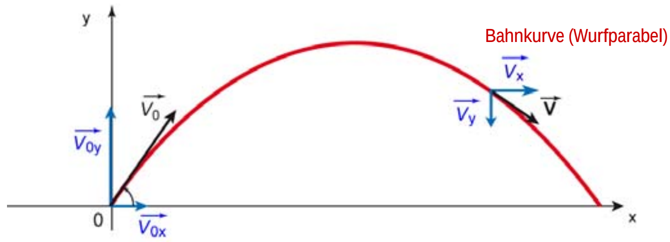


- Superpositionsprinzip – der schiefe Wurf



$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \\ 0 \end{pmatrix};$$

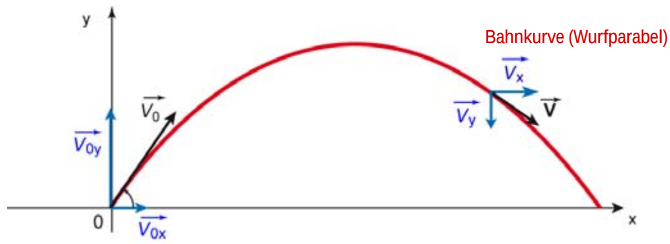
- Superpositionsprinzip – der schiefe Wurf



$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \\ 0 \end{pmatrix};$$

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} v_{0x} \\ v_{0y} - gt \\ 0 \end{pmatrix};$$

- Superpositionsprinzip – der schiefe Wurf



$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \\ 0 \end{pmatrix};$$

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} v_{0x} \\ v_{0y} - gt \\ 0 \end{pmatrix};$$

$$\vec{r} = \begin{pmatrix} v_{0x} \cdot t \\ v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix};$$

- Der schiefe Wurf

a) Bahnkurve

- Der schiefe Wurf

b) Steighöhe

- Der schiefe Wurf

c) Wurfweite

- Der schiefe Wurf

d) Maximale Wurfweite

- Der schiefe Wurf

d) Maximale Wurfweite

$$x_w \text{ maximal für: } \sin(2\varphi_m) = 1$$

$$2\varphi_m = \frac{\pi}{2}$$

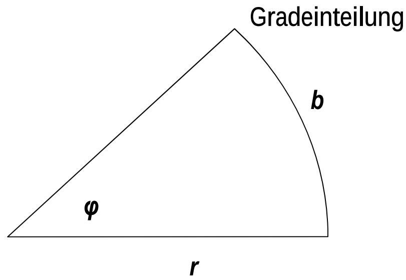
$$\boxed{\varphi_m = \frac{\pi}{4} = 45°}$$

1.2.4 Kinematik der Kreisbewegung

- Beispiele: Kurvenfahrt mit dem Auto, Volksfest, Erdbahn, Mondbahn

1.2.4 Kinematik der Kreisbewegung

- Winkel



$$\varphi = \frac{b}{r}$$

[φ]: Radiant (rad)

$$\text{Bogenmaß} = \frac{\text{Länge } b \text{ des Kreisbogens}}{\text{Länge } r \text{ des Radius}} \text{ rad}$$

1.2.4 Kinematik der Kreisbewegung

- Winkel

Umfang eines Kreises: $b = 2\pi r \rightarrow$

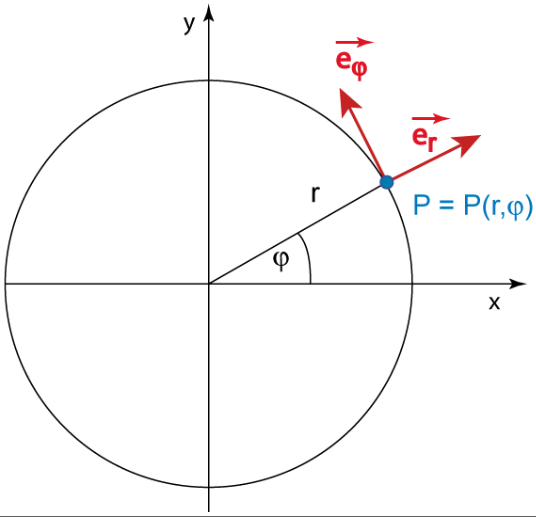
360° im Gradmaß entsprechen 2π im Bogenmaß

$$\frac{\varphi\,\text{(in Grad)}}{360°} = \frac{\varphi\,\text{(in Bogenmaß)}}{2\pi}$$

$$\text{Einheit des Bogenmaßes}: \frac{\varphi°}{360°} = \frac{1\,\text{rad}}{2\pi}$$

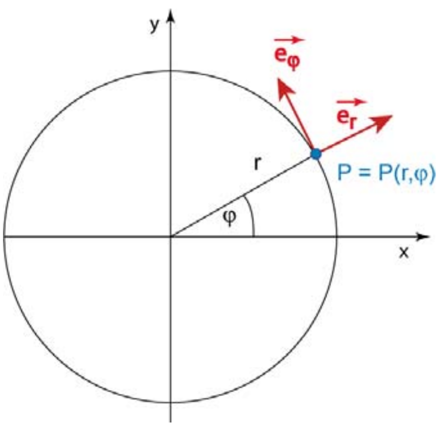
$$1\,\text{Radiant} \mathrel{\hat{=}} \frac{360°}{2\pi} = 57{,}3°$$

- Exkurs: Ebene Polarkoordinaten



1.2.4 Kinematik der Kreisbewegung

- Beschreibung der Kreisbewegung in Polarkoordinaten

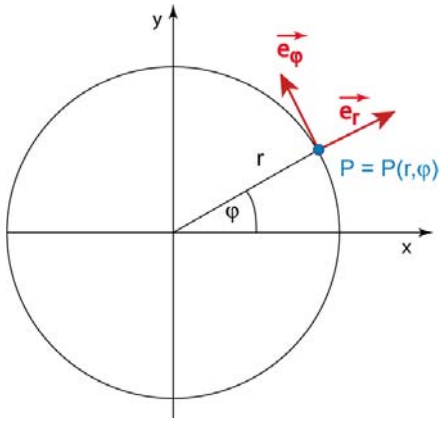


$r = konst.;$

$\varphi = \varphi(t);$

1.2.4 Kinematik der Kreisbewegung

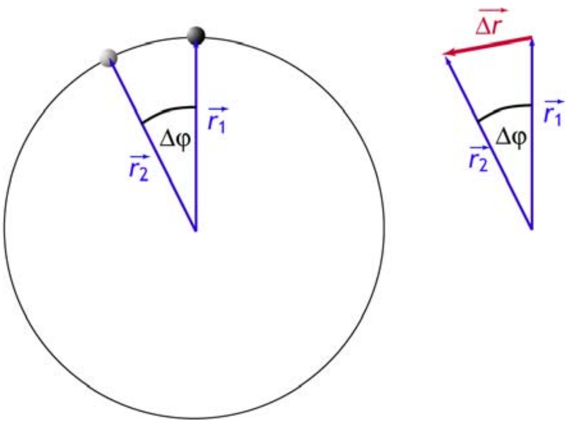
- Beschreibung der Kreisbewegung in Polarkoordinaten



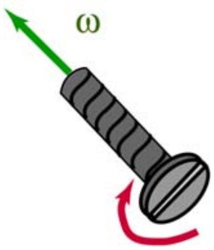
$$r = konst.;$$
$$\varphi = \varphi(t);$$

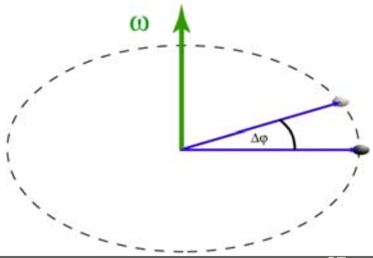
$$x(t) = r \cdot \cos\varphi(t);$$
$$y(t) = r \cdot \sin\varphi(t);$$

- Kreisbewegung - Geschwindigkeit



- Kreisbewegung – Winkelgeschwindigkeit
  - Definition:
  - für ω konst:
  - genauer: ω ist Vektor



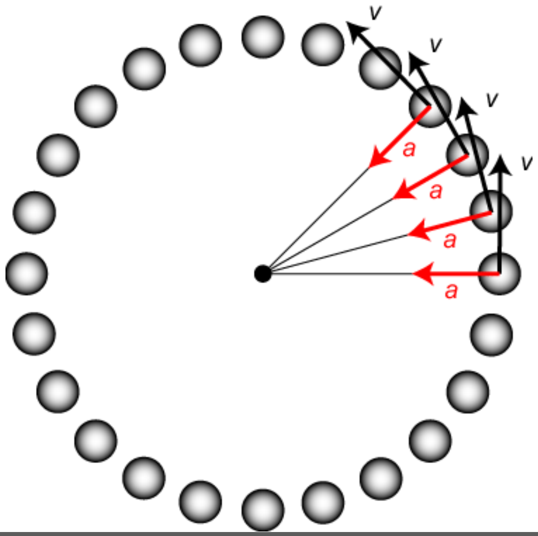


- Kreisbewegung
  - Geschwindigkeit & Winkelgeschwindigkeit:
  - Spezialfall: ω konst; ***v konst. :***

- Kreisbewegung
  - Geschwindigkeit & Winkelgeschwindigkeit: $v = |\vec{v}| = \omega \cdot r;$
  - Spezialfall: ω konst; v ***konst. :***

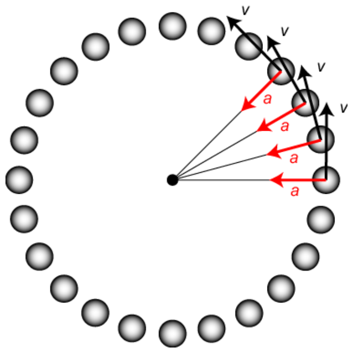
$$\omega = \frac{2\pi}{T};$$
$$v_x = -r \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi_0);$$
$$v_y = r \cdot \omega \cdot \cos(\omega t + \varphi_0);$$

- Kreisbewegung - Beschleunigung



- Kreisbewegung - Beschleunigung

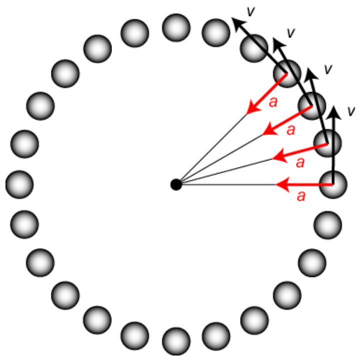
$$\boxed{\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}}$$



Spezialfall gleichförmige Kreisbewegung:

- Kreisbewegung - Beschleunigung

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}$$



Spezialfall gleichförmige Kreisbewegung:

$$\boxed{\vec{a} = r \cdot \omega^2 \cdot (-\vec{e}_r) = \frac{v_t^2}{r}(-\vec{e}_r)}$$

$$\boxed{|\vec{a}| = a = r \cdot \omega^2 = \frac{v_t^2}{r};}$$

Radialbeschleunigung,
Zentripedalbeschleunigung,
Zentralbeschleunigung

- Allgemein