

# 1 Wiederholung: Gleichförmige Kreisbewegung

Für eine Kreisbewegung mit  $n$  Umläufen in der Zeit  $t$  gilt:

$$\text{Umlaufzeit } T = \frac{t}{n} \quad \text{und} \quad \text{Frequenz } f = \frac{1}{T} = \frac{n}{t} \quad (1.1)$$

Der in einem Zeitabschnitt  $\Delta t$  vom Radiusvektor überstrichene Winkel  $\Delta\varphi$  wird nicht in Grad sondern im Bogenmaß gemessen. Es gilt

$$\text{Winkelgeschwindigkeit } \omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (1.2)$$

Hat der Kreis den Radius  $r$  und wird in einem Zeitabschnitt  $\Delta t$  der Bogen  $\Delta s$  zurückgelegt, dann gilt:

$$\text{Bahngeschwindigkeit } v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta\varphi \cdot r}{\Delta t} = \omega r \quad (1.3)$$

Die Beschleunigung der gleichförmigen Kreisbewegung ist immer orthogonal zur Bahngeschwindigkeit und zeigt zum Zentrum des Kreises.

$$\text{Zentripetalbeschleunigung } a_z = \omega^2 r = \frac{v^2}{r} \quad \text{und} \quad \text{Zentripetalkraft } F_z = ma_z = m\omega^2 r = m \frac{v^2}{r} \quad (1.4)$$

## 1.1 Aufgaben zur Kreisbewegung

**A 1.1.** Der Rotor (Durchmesser 13 m) des Hubschraubers UH Tiger dreht sich im Flug 330-mal pro Minute um seine Achse.

- Bestimmen Sie die Frequenz  $f$ , Umlaufzeit  $T$  und die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Rotors.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Rotorspitzen und die darauf wirkende Beschleunigung.

**A 1.2.** Der Velaro E ist eine Weiterentwicklung des ICE 3 für Spanien. Seine Räder haben im Neuzustand einen Durchmesser von 920 mm. Die Räder können bis 840 mm abgefahren werden. Die Höchstgeschwindigkeit des Velaro E beträgt 350 km/h.

- Berechnen Sie Umlaufzeit und Frequenz der Räder bei Höchstgeschwindigkeit und nagelneuen Rädern.
- Bestimmen Sie die Winkelgeschwindigkeit des Rades.
- An einem der neuen Räder ist ein Stück mit der Masse  $m = 50$  g abgeplatzt. Diskutieren Sie, welche Kräfte auf das Rad dadurch wirken.

**A 1.3.** Die Erde dreht sich, bezogen auf den Sternenhimmel, in 23 h 56 min 4 s einmal um die eigene Achse. Diese Zeit bezeichnet man als Sternentag. Der Radius der Erde beträgt ca. 6370 km.

- Bestimmen Sie für die Rotation der Erde um ihre Achse die Frequenz  $f$  und die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ .
- Vergleichen Sie die durch die Erddrehung verursachte Geschwindigkeit und Zentripetalbeschleunigung für einen Menschen am Äquator und in Stade (Breitengrad  $56^\circ 36' \text{ N}$ ).
- Begründen Sie, weshalb ein Mensch am Äquator schwerer wäre, wenn sich die Erde nicht drehen würde. Betrachten Sie die Situation auch quantitativ.
- Berechnen Sie die Länge eines Sternentages, wenn ein Körper am Äquator scheinbar schwerelos wäre.

**A 1.4.** Ein Satellit bewegt sich auf einer Kreisbahn von Ost nach West in 200 km Höhe über dem Äquator um die Erde. Der Umfang der Erde am Äquator beträgt 40 076,6 km. Der Ortsfaktor in 200 km Höhe beträgt  $9,22 \text{ m/s}^2$ .

- Zeigen Sie, dass der Bahnradius des Satelliten etwa 6578 km beträgt.
- Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit und Umlaufzeit bezogen auf die Erde für den Satelliten! Berücksichtigen Sie nicht die Eigendrehung der Erde.
- Vergleichen Sie Winkelgeschwindigkeit und Umlaufzeit des Satelliten mit Berücksichtigung und ohne Berücksichtigung der Eigendrehung der Erde.
- Begründen Sie, warum Satelliten meistens in östlicher Richtung gestartet werden.