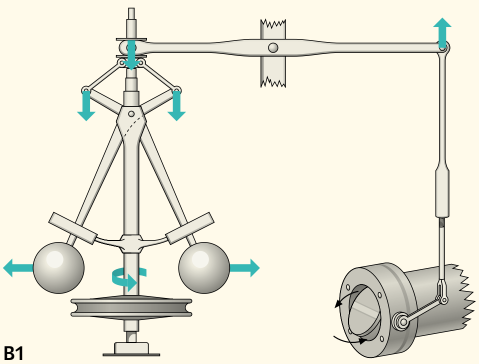
Kreisbewegungen in Technik und Verkehr

Fliehkraftregler **B4** zeigt einen sogenannten Fliehkraftregler, mit dem bereits James Watt und Matthew Boulton im 18. Jahrhundert die Drehgeschwindigkeit ihrer Dampfmaschinen gesteuert haben. Je größer die Drehgeschwindigkeit der Maschine und damit des Gestänges war, desto höher wurden die sich mitdrehenden Metallkugeln gehoben; wird eine bestimmte Drehgeschwindigkeit überschritten, so wird ein Ventil oder ein Schaltkontakt geöffnet, so dass die Drehgeschwindigkeit nicht noch weiter steigt (→ **B1**).



B1

Ein außenstehender Beobachter sieht, dass die beiden Metallkugeln an dem Gestänge eine Kreisbewegung vollführen; um zu verstehen, woher die dafür nötige Zentripetalkraft F_Z stammt, muss man eine Kräftezerlegung der Gewichtskraft vornehmen (→ **B5**).

Die Gewichtskraft F_G wird zerlegt in eine radiale Komponente F_r in Richtung des Mittelpunkts der Kreisbewegung und eine Komponente F_s in Richtung des Gestänges. Für eine stabile Kreisbewegung muss die Komponente F_r gerade die nötige Zentripetalkraft F_Z aufbringen. Aus dem Kräfteparallelogramm erhält man die Beziehung

$$F_r = F_G \cdot \tan \alpha$$

und mit der Bedingung, dass F_r gleich F_Z sein muss, ergibt sich

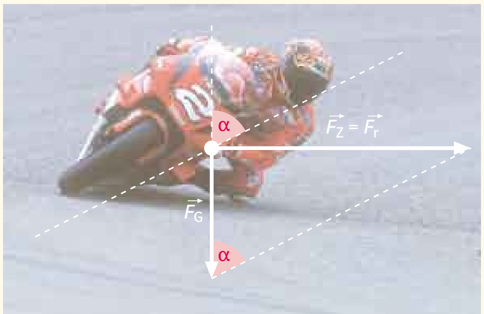
$$F_r = F_G \cdot \tan \alpha = m \cdot \omega^2 \cdot r = F_Z$$

Hier erkennt man, dass mit zunehmender Winkelgeschwindigkeit auch der Auslenkungswinkel größer wird. Allerdings muss für die Angabe des exakten Zusammenhangs zwischen ω und α noch berücksichtigt werden, dass sich auch der Radius der Kreisbahn mit dem Winkel α verändert.

Kurvenfahrt **B2** zeigt einen Motorradfahrer, der in extremer Schräglage eine Kurve durchfährt. Dabei neigt er sich um den Winkel α gegen die Vertikale.

B2

Die Schräglage bewirkt, dass eine Komponente der Gewichtskraft F_G die für die Kurvenfahrt nötige Zentripetalkraft F_z aufbringt (→ **B3**).



B3

Für die Radialkomponente F_r der Gewichtskraft gilt wieder

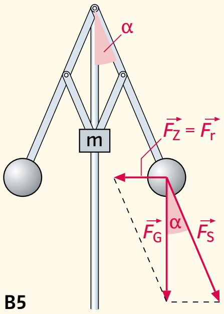
$$F_r = F_G \cdot \tan \alpha .$$

Diese Komponente muss genau die nötige Zentripetalkraft liefern. Damit erhält man als Bedingung für eine Kurvenfahrt mit Geschwindigkeit v und Radius r:

$$F_G \cdot \tan \alpha = m \cdot \frac{v^2}{r} \quad \text{bzw.} \quad g \cdot \tan \alpha = \frac{v^2}{r}$$

Man erkennt, dass bei höherer Geschwindigkeit auch der Neigungswinkel größer werden muss. Gefährlich wird das Kurvenfahren mit extremen Neigungswinkeln durch die zweite Komponente, die das Motorrad schräg auf die Straße drückt. Im Auflagepunkt ergibt sich hier eine Querkomponente, die zum Wegrutschen führt, wenn die Reibungskraft für das Haften auf dem Straßenbelag nicht groß genug ist.

B4 Fliehkraftregler



B5