

Kreisel unter Einwirkung äußerer Kräfte. In Bild 1.56 ist ein Kreisel (rotierendes Rad) mit horizontal gelegener Drehachse dargestellt, der *nicht kräftefrei* ist, da er außerhalb seines Schwerpunktes S in O unterstützt ist. Unter der Wirkung der in S angreifenden Schwerkraft $\vec{F}$ kippt jedoch der Kreisel nicht nach unten ab, wie es bei fehlender Rotation der Fall wäre, sondern die Figurenachse weicht einer solchen Bewegung seitlich aus, indem sie sich horizontal mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω_P dreht. Diese Bewegung des Kreisels nennt man **Präzession**.

Die Präzessionsbewegung kommt dadurch zustande, daß die in S angreifende Schwerkraft $\vec{F}$ in bezug auf den Unterstützungspunkt O ein Drehmoment $\vec{M}$ erzeugt, das wegen (1.6.3./9) $\vec{M} = d\vec{L}/dt$ in der Zeit dt eine Änderung des Drehimpulses $d\vec{L} = \vec{M}dt$ hervorruft. Der Vektor $d\vec{L}$ hat dabei die Richtung von $\vec{M}$ und setzt sich mit $\vec{L}$ zum veränderten Drehimpuls $\vec{L}' = \vec{L} + d\vec{L}$ zusammen, in dessen Richtung sich die Kreiselachse immer wieder neu einstellt.

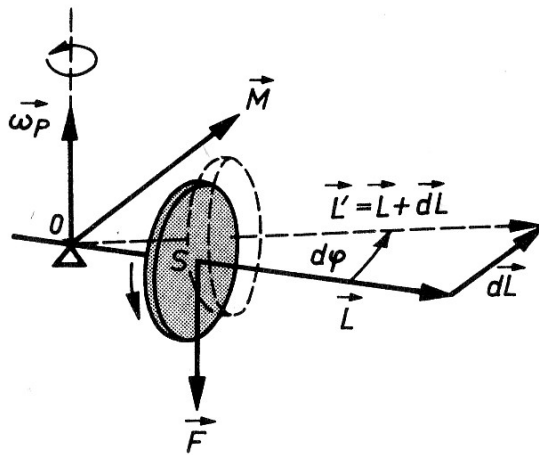


Bild 1.56. Bewegung eines außerhalb des Schwerpunktes unterstützten Kreisels (Präzession)

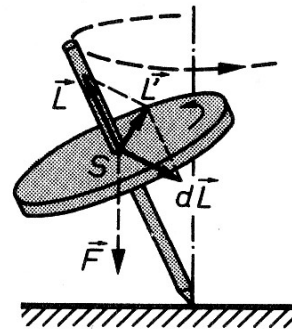


Bild 1.57. Präzession eines Kreisels

Die Winkelgeschwindigkeit der Präzession $\omega_P = d\varphi/dt$ kann wie folgt ermittelt werden: Der Betrag $|d\vec{L}|$ berechnet sich wegen seiner Kleinheit als Bogen eines Kreises mit dem Radius $|\vec{L}|$ zu $dL = L d\varphi$. Damit erhalten wir für den Betrag des wirkenden Drehmoments

$$M = \frac{dL}{dt} = L \frac{d\varphi}{dt} = L\omega_P, \quad (3)$$

woraus folgt

$$\omega_P = \frac{M}{L} = \frac{M}{J\omega} \quad (\text{Winkelgeschwindigkeit der Präzession}). \quad (4)$$

Dabei sind J das Trägheitsmoment des Kreisels bezüglich seiner Figurenachse und ω die Winkelgeschwindigkeit der Rotation des Kreisels um die Figurenachse. Der Kreisel präzediert also um so schneller, je langsamer er um seine Achse rotiert und je größer das einwirkende Drehmoment ist. Bei dem in Bild 1.57 dargestellten Kreisel, dessen Achse mit der Richtung der Schwerkraft $\vec{F} = mg$ den Winkel α einschließt und dessen Schwerpunkt vom Unterstützungspunkt den Abstand s hat, ist das wirksame Drehmoment von der Größe $M = mgs \sin \alpha$. Der Kreisel kippt nicht unter