

Theoretische Grundlagen

Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundwissens zum Thema: Turnen: Boden (Salto vorwärts)

Körperachsen

Rotationen des menschlichen Körpers lassen sich durch Drehungen um drei Achsen beschreiben; die Körperlängsachse, die Körperbreitenachse und die Körpertiefenachse (vgl. Abb. 1). Die Achsen stehen senkrecht aufeinander und gehen alle durch den Körperschwerpunkt (KSP).

Jede beliebige Rotation lässt sich als Überlagerung von Rotationen um die drei Körperachsen beschreiben.

Der Salto ist eine Rotation um die Körperbreitenachse. Ein Rad entspricht einer Rotation um die Körpertiefenachse. Eine Pirouette im Eiskunstlaufen ist eine Rotation um die Körperlängsachse.

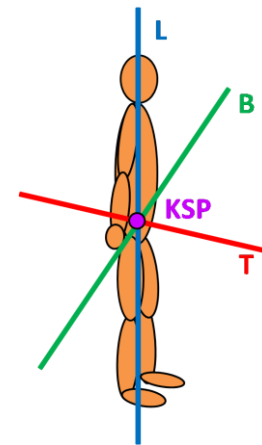


Abb. 1: Längen-, Breiten- und Tiefenachse des Körpers

Drehimpuls

Der Bewegungszustand der Rotation eines Körpers wird durch den Drehimpuls L charakterisiert. Der Drehimpuls ist das Produkt aus dem Trägheitsmoment θ (auch Massenträgheitsmoment genannt) der sich drehenden Masse m und der Winkelgeschwindigkeit ω . L und ω können auch als vektorielle Größen aufgefasst werden, da sie in eine Richtung zeigen.

$$\vec{L} = \theta \cdot \vec{\omega}$$

Das Trägheitsmoment θ ist im Falle eines Massenpunktes gleich dem Produkt aus der Masse m und dem Quadrat des Abstands r zur Drehachse.

$$\theta = m \cdot r^2$$

Die Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ ergibt sich, analog zur Geschwindigkeit, aus dem überstrichenen Winkel $\Delta\varphi$ pro Zeit Δt :

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

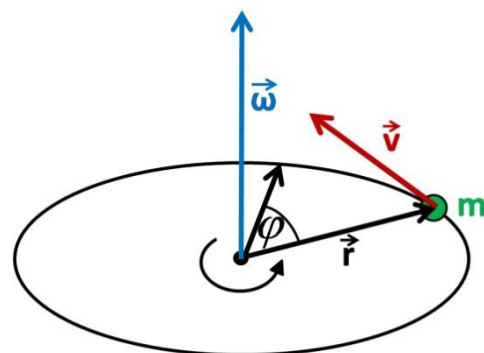


Abb. 2: Drehimpuls und Winkelgeschwindigkeit

Aufgrund des Zusammenhangs $\vec{L} = \theta \cdot \vec{\omega}$ kann durch eine Änderung des Trägheitsmoments θ die Winkelgeschwindigkeit variiert werden. Eine Verkleinerung von θ führt zu einer

Vergrößerung von $\vec{\omega}$, eine Vergrößerung von θ führt umgekehrt zu einer Verkleinerung von $\vec{\omega}$.

Das Trägheitsmoment lässt sich nur über den Radius variieren, denn die Masse des Turners ist konstant. θ wird umso kleiner, je näher der Turner seine Masse an die Drehachse bewegt und umso größer, je weiter er sie von der Drehachse entfernt.

In Abb. 3 sind Trägheitsmomente für unterschiedliche Körperhaltungen dargestellt. Verglichen mit der Körperlängsachse ist das Trägheitsmoment um die Körperbreitenachse in gehockter Position viermal und in gestreckter Position zwölfmal so groß.

Beim Salto wird das Trägheitsmoment während des Flugs verändert. Zunächst wird durch Anhocken der Beine das Trägheitsmoment verkleinert, um die Winkelgeschwindigkeit zu erhöhen. Vor der Landung wird der Körper wieder gestreckt, um die Winkelgeschwindigkeit zu verkleinern und eine sichere Landung einzuleiten.

So können, wenn durch Verkleinerung des Trägheitsmoments die Winkelgeschwindigkeit groß genug wird, auch doppelte oder dreifache Salti gesprungen werden (vgl. beispielsweise auch Pirouetten beim Eiskunstlaufen).

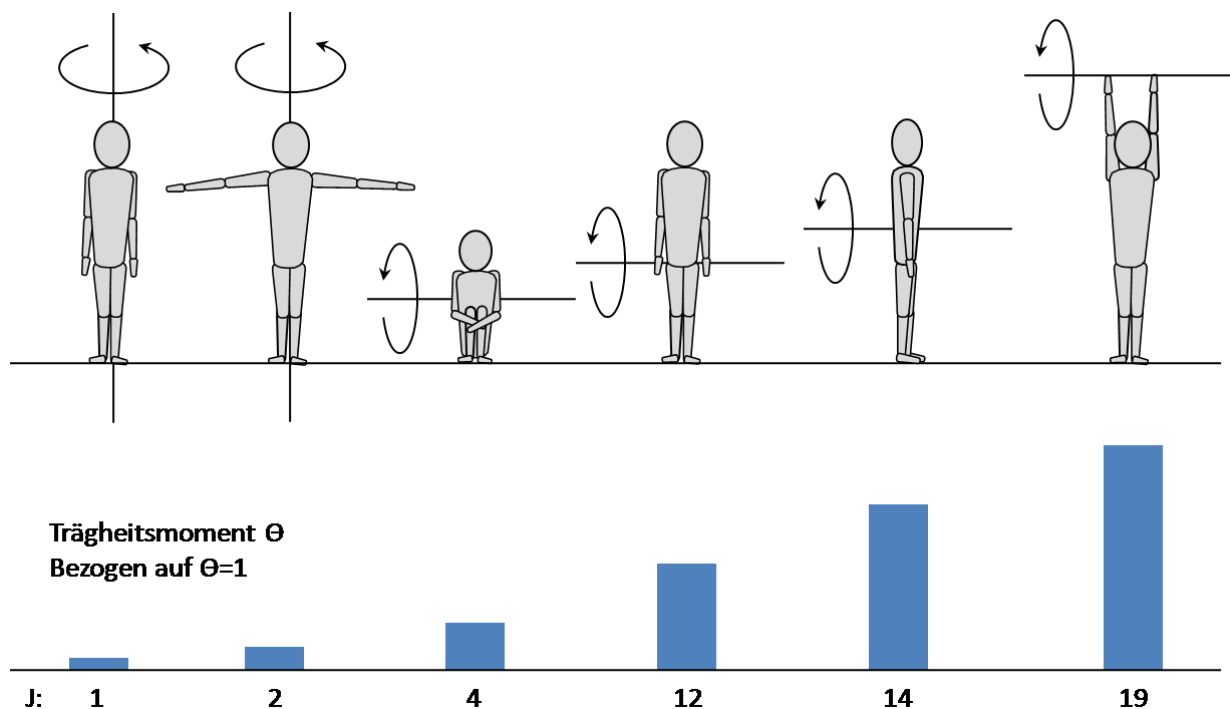


Abb. 3: Trägheitsmomente bei verschiedenen Körperhaltungen (mod. nach Bäumler, G. & Schneider, K., 1981)

Drehimpulserhaltung

In einem abgeschlossenen System gilt die Drehimpulserhaltung; nachdem ein Turner abgesprungen ist, kann er den Gesamtdrehimpuls nicht mehr verändern. Sein Drehimpuls kann erst wieder geändert werden, wenn er Kontakt zum Boden hat (eine äußere Kraft einwirkt).

Zentrischer und exzentrischer Stoß

Man unterscheidet zwischen Stößen, bei denen die Wirkungslinie der Kraft durch den KSP eines Körpers führt (zentrisch) und Stößen, bei denen diese am KSP vorbeiführt (exzentrisch).

Ein zentrischer Stoß führt zu einer Translation in Richtung des Kraftstoßes. Bei einem exzentrischen Stoß kommt es zu einer Rotation. Ist die Drehachse dabei frei, wie beim Salto, kommt es zusätzlich zu einer Translation.

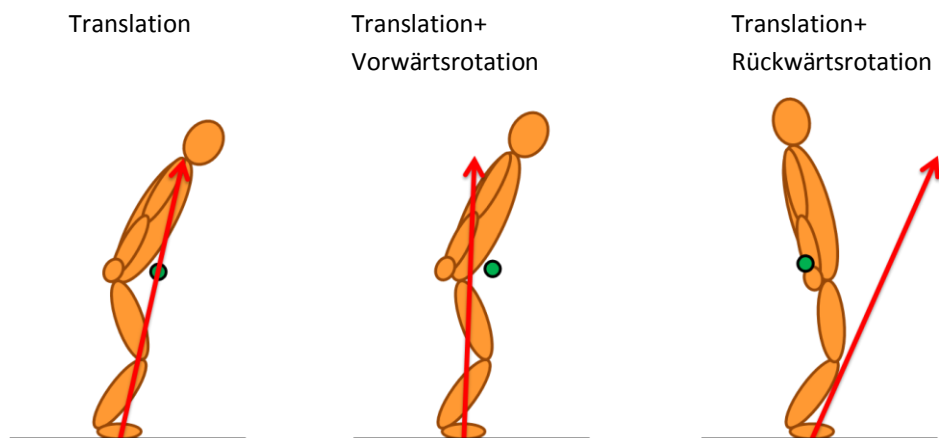


Abb. 4: Zentrische und exzentrische Stöße beim Turnen

Der Absprung zum Salto vorwärts stellt einen exzentrischen Stoß dar, bei dem die Kraftwirkungslinie hinter dem KSP liegt.



Abb. 5: Veranschaulichung eines zentrischen und exzentrischen Stoßes mit einem Ball

Die zwei verschiedenen Stöße lassen sich leicht mit einem Volleyball veranschaulichen. Wird der Ball zentral getroffen, so fliegt er ohne Rotation. Wird der Ball seitlich getroffen, so rotiert er während der Flugphase (vgl. Abb. 5).

Weitere Inhalte

Rotation und Translation

Translation

Unter Translation versteht man eine Bewegung, bei der sich alle Punkte eines Körpers um dieselbe Streckenlänge auf parallelen Bahnen fortbewegen (geradlinig oder gekrümmt).

Bewegungsbeispiele: 100m-Lauf, Ski fahren, Bob fahren, Paragleiten,...

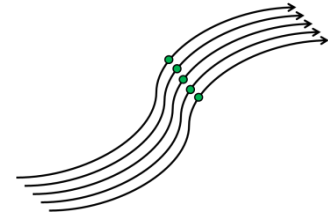


Abb. 6: Translation

Rotation

Unter Rotation versteht man eine Bewegung, bei der alle Punkte eines Körpers in gleicher Zeit gleiche Winkel (α) durchstreichen.

Bewegungsbeispiele: Riesenfelge, Pirouette, ...

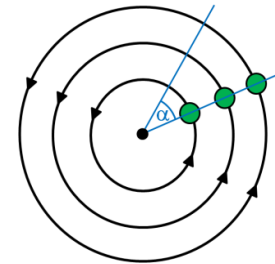


Abb. 7: Rotation

Überlagerung von Translation und Rotation

Die meisten sportlichen Bewegungen setzen sich aus translatorischen und rotatorischen Elementen zusammen. Ein Beispiel hierfür ist die Flugrolle, neben der Rotation um die Breitenachse findet zugleich ein translatorischer Raumgewinn statt.

Eine Rotation besitzt eine freie Drehachse, sobald auf den Körper keine Drehmomente wirken. Dies ist der Fall wenn sich ein Turner in der Luft, ohne Bodenberührung, befindet. Freie Drehachsen gehen immer durch den KSP.