

Biomechanik – Was Sie schon immer wissen wollten

55719

Flavio Bessi

Biomechanische Größen der Rotation

Drehmoment (M)

Ein Drehmoment entsteht, wenn eine Kraft in einem bestimmten Abstand von einer Drehachse auf einen drehbar gelagerten Körper wirkt. Analog der Translationsbewegung, wo eine auf den Schwerpunkt eines Körpers gerichtete Kraft diesem eine Geschwindigkeit erteilt bzw. die Geschwindigkeit verändert, bewirkt bei Rotationsbewegungen das Drehmoment die Veränderung der Drehgeschwindigkeit. Das Drehmoment M ist definiert als Produkt aus der Kraft F und dem senkrecht zur Kraftwirkungslinie vorhandenem Abstand l von der Drehachse:

$$M = F \cdot l$$

So verursacht die am KSP des Reckturners angreifende Schwerkraft F ein Drehmoment M um die Breitenachse, das dem Turner eine Drehbewegung verleiht (Abb. 1, linke Grafik).

Im Fall eines Absprungs aus dem Stand oder aus der Bewegung, z. B. nach einem vorangegangenen Rondat, zum Temposalto oder Flick-Flack bewirkt die Bodenreaktionskraft, die in einer ausgewählten Position die in Abb. 1 (rechte Grafik) angegebene Richtung haben könnte, das dargestellte rückwärts drehende Moment M .

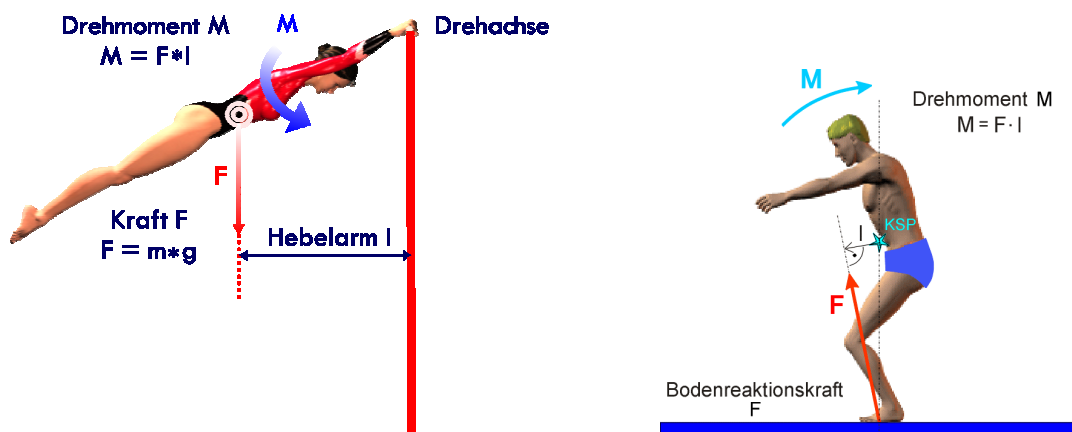


Abb. 1: Drehmomente um die Breitenachse

Drehwinkel (φ) und Drehwinkelgeschwindigkeit (ω)

Die Parameter Weg und Geschwindigkeit bei der Translation haben bei der Rotation die analogen Größen Winkel und Winkelgeschwindigkeit. Für die Rotation des gesamten Körpers werden im Weiteren die Größen Drehwinkel (φ) und Drehgeschwindigkeit (ω) verwendet.

Drehimpuls (L)

Während der Impuls $p = m * v$ für lineare Bewegungen (Translation) verwendet wird, ist der Drehimpuls L seine Entsprechung bei Rotationen. Der Drehimpuls drückt die „Quantität“ an Drehung aus und wird daher wie der lineare Impuls auch als *Bewegungsgröße* bezeichnet. Er ist das Produkt aus dem Massenträgheitsmoment J und der Drehgeschwindigkeit ω :

$$L = J * \omega$$

Alleine diese Formel lässt eine wichtige Tatsache erkennen:

Drehimpuls \neq Drehgeschwindigkeit

In der Praxis wird die Drehgeschwindigkeit oft als Synonym für den Drehimpuls verwendet und damit übersehen, dass für den Drehimpuls noch der Faktor Massenträgheitsmoment definiert ist. Daraus folgen dann mitunter Trugschlüsse hinsichtlich der Beeinflussbarkeit des Drehimpulses in Flugphasen.

Das Massenträgheitsmoment ist analog der Masse bei der Translation ein Maß für die Trägheit gegenüber einer Änderung des Bewegungszustandes.

Nun zur weiteren Erklärung des Faktors „Massenträgheitsmoment“.

Massenträgheitsmoment (J)

Das Massenträgheitsmoment ist die Größe des Widerstands, den ein rotierender Körper einer Änderung seiner Drehgeschwindigkeit entgegensetzt. In Abb. 2 kann der Zusammenhang zwischen der „Länge“ des Körpers und dem Widerstand betrachtet werden, den dieser gegen eine Drehbeschleunigung um die Breitenachse „leistet“.

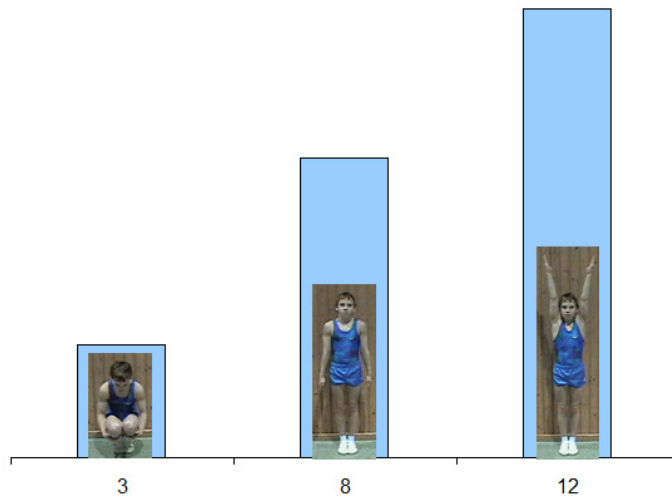


Abb. 2: Massenträgheitsmoment bei Drehungen um die Breitenachse BA

Techniken zur Auslösung von Längsachsendrehungen für Elemente mit Flugphase

Stützschraube

Diese wird in der Absprung- bzw. Abdruckphase durch Verdrehung des Körpers eingeleitet. Die stützfernen Körperteile werden vorgedreht. Durch diese Verdrehung (Twisten) des Körpers wirkt die Bodenreaktionskraft exzentrisch am KSP vorbei und verursacht einen Drehimpuls um die Längsachse. Dazu kommt, dass als Reaktion dieser Verdrehung die Füße in die der Schraubendrehung entgegen gesetzte Richtung drücken. Dies wiederum verursacht eine Bodenreaktionskraft, die in die gewünschte Schraubenrichtung wirkt.

Gegenwirkungsschraube (Hula-Schraube)

Teilmassen des Körpers werden auf angenäherten Kreisbahnen mit gleichem Richtungssinn um die Längsachse bewegt. Als Gegenwirkung entsteht eine Schraubendrehung des gesamten Körpers in entgegen gesetzter Richtung.

Die physikalischen Grundlagen bilden das Gegenwirkungsprinzip (actio et reactio) und der Satz von der Erhaltung des Drehimpulses. Die Hula-Schraube ist durch das typische Hüftkreisen in einer bestimmten Richtung gekennzeichnet wodurch sich im kräftefreien System (Flugphase) eine Drehbewegung des gesamten Körpers um die Längsachse in entgegen gesetzter Richtung einstellt. Der Längsdrehimpuls bezüglich des Gesamtkörpers ist gleich Null, aber der Körper vollführt eine Längsdrehung.

Impulsübertragungsschraube

Diese Technik entspricht unserem ästhetischen Empfinden und kann somit als die „sauberste“ bezeichnet werden. Dies liegt darin, dass eine nahezu vollständige Streckung

des Körpers während der Ausführung möglich ist. Der Turner kann sich zunächst auf den vertikalen Absprung konzentrieren. Somit kann er den Salto höher turnen und wird dadurch auch mehr Zeit in der Luft verbringen, was ihm wiederum die Möglichkeit eröffnet, mehr LAD während der Bewegung unter zu bringen. Darüber hinaus wirkt der plötzliche Drehbeginn spektakulär. Sie lässt sich allerdings nur anwenden, wenn der Körper beim Verlassen des Geräts einen großen Breitenachsendrehimpuls hat.

Der Turner besitzt beim Verlassen des Geräts ausschließlich die Drehung um die Breitenachse (Saltodrehung). Ein Teil dieses Drehimpulses wird beim so genannten Auskippen des Körpers auf die Längsachse übertragen und so beginnt der Turner um seine Längsachse zu drehen.

Kontakt

Telefon: 0761 / 2034525

Email: fb@sport.uni-freiburg.de

Homepage: www.turnlehre.de