



FORMELSAMMLUNG

LUFTFAHRT

Ein Backflip mit Motorrad ist ja schon knifflig genug, aber nichts gegen einen Rückwärtssalto mit einem Fahrrad. Unser Physiker* erklärt, wieso.

Wenn man raten müsste, welcher der abgebildeten Backflips schwieriger durchzuführen ist, würde man intuitiv wohl auf den mit Motorrad tippen. Es ist jedoch ein in der Praxis gut überprüftes, verblüffendes Faktum, dass der Backflip mit dem Fahrrad deutlich komplexer ist. Warum?

Einerseits verzeiht das Motorrad wegen seiner längeren Federwege und der breiteren Reifen bei der Landung mehr Ungenauigkeiten. Es gibt aber einen noch triftigeren Grund, und der führt uns zum Drehimpuls und somit zur Formel des Monats.

Der Drehimpuls (L) ist das Produkt aus der Drehmasse (J) und der Winkelgeschwindigkeit (ω): $L = J\omega$. Die Winkelgeschwindigkeit gibt an, um wie viel Grad pro Sekunde sich ein Objekt dreht. Die Drehmasse (das Trägheitsmoment) gibt an, wie schwer es ist, einen Gegenstand in Drehung zu versetzen oder abzubremesen. Um den Backflip zu verstehen, muss man nun drei Dinge wissen.

1. Der Gesamtdrehimpuls (L_{ges}) kann sich aus mehreren Teilimpulsen zusammensetzen. In unserem Fall ist es sinnvoll, jeweils die Drehimpulse der beiden Räder und den des gesamten Motorbikes inklusive Fahrer zu nehmen.

2. Das gesamte Motorrad dreht sich in die eine Richtung (am Foto gegen den Uhrzeigersinn), die Räder in die Gegenrichtung. In Formeln stellt man eine gegenläufige Drehung durch ein negatives Vorzeichen dar.

3. Sind Bike und Fahrer erst einmal in der Luft, können sie sich von nichts mehr abstoßen, somit ist der Gesamtdrehimpuls konstant.

Setzen wir diese drei Punkte formelmäßig zusammen:

$$L_{ges} = L_{\text{Bike+Fahrer}} + (-L_{\text{Vorderrad}}) + (-L_{\text{Hinterrad}}) = \text{konstant}$$

Der Backflip läuft nun so ab: Man nimmt Anlauf und leitet, solange man noch am Boden ist, mit Kopf und Oberkörper die Rückwärtsdrehung ein – man verändert den Drehimpuls. Ist man erst mal in der Luft, geht das nicht mehr, weil der Gesamtdrehimpuls dann ja konstant ist. In der Luft kommt der Vorteil des Motorrads ins Spiel: Man kann Gas geben oder umgekehrt eines oder beide Räder bremsen. Sehen wir uns das Gasgeben formelmäßig an:

$$L_{ges} = \uparrow L_{\text{Bike+Fahrer}} + (-L_{\text{Vorderrad}}) + (-\downarrow L_{\text{Hinterrad}}) = \text{konstant}$$

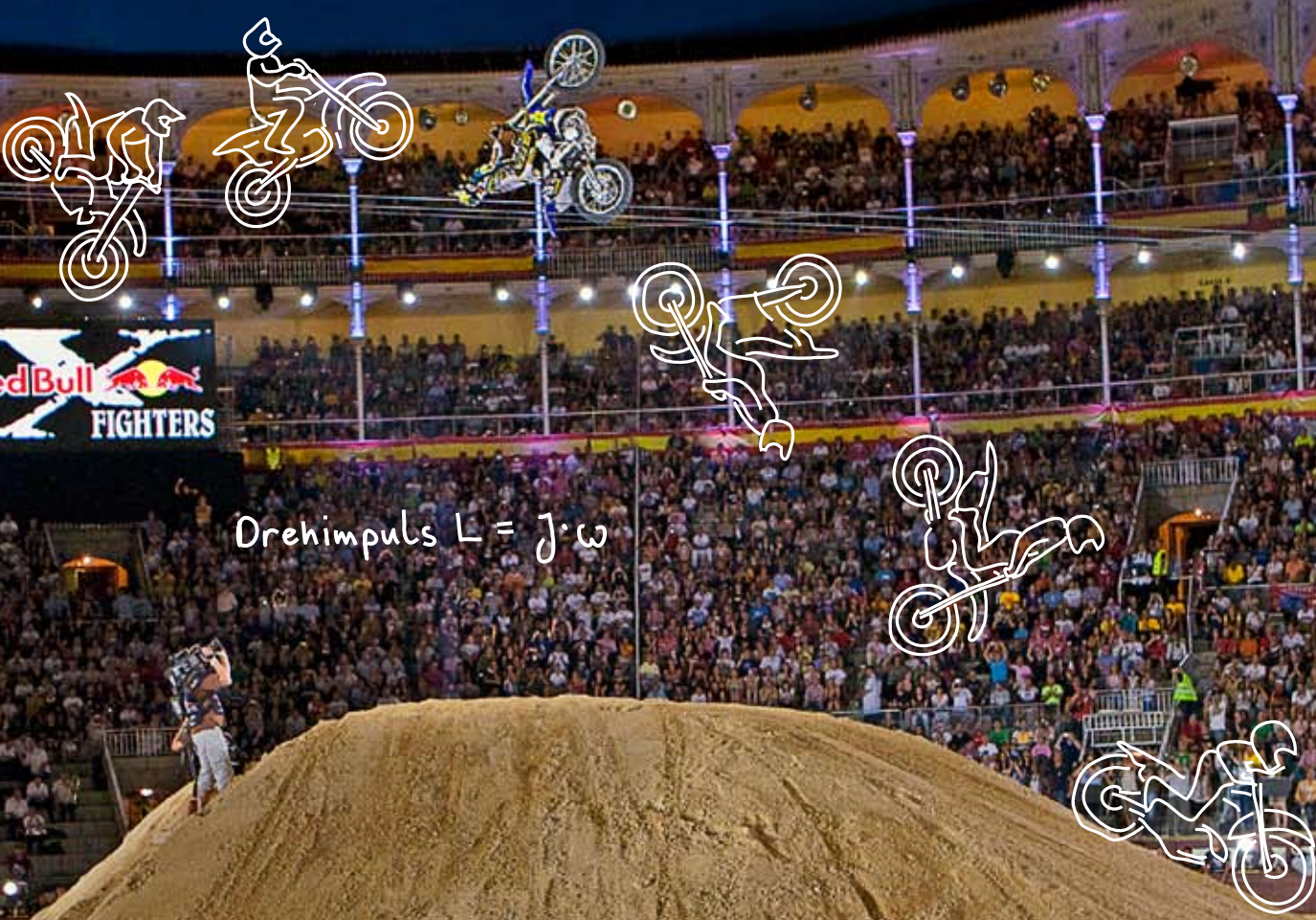
Hierbei erhöht sich die Winkelgeschwindigkeit des Hinterrades, und sein Drehimpuls steigt. Das ist in der Formel durch den Pfeil nach oben angedeutet. Weil der Drehimpuls des Hinterrades negativ ist, der Gesamtimpuls jedoch gleich bleiben muss, muss sich daher das gesamte Bike mit Fahrer schneller drehen – die Physik zwingt es dazu. Wenn umgekehrt eines oder beide Räder gebremst werden, dann würde das Bike langsamer rotieren. Auf diese Weise kann man mit dem Motorrad noch in der Luft quasi ein Feintuning durchführen – und das geht beim Fahrrad eben nicht.

* Mag. DDr. Martin Apolin, 45, promovierter Physiker und Sportwissenschaftler, arbeitet als AHS-Lehrer (Physik, Sportkunde) und Lektor an der Fakultät für Physik in Wien und ist mehrfacher Buchautor.

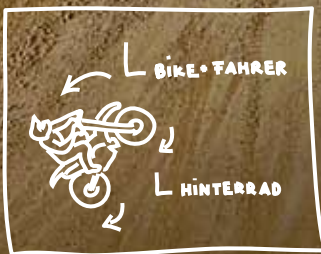


BILDER: CHRISTIAN PONDELLA/RED BULL PHOTOFILES, MARV WATSON/RED BULL PHOTOFILES, ILLUSTRATION: MANDY FISCHER

Der Backflip: BMXer Ryan Guettler (li.) dreht einen einfachen, Red Bull X-Fighter Cameron Sinclair in der Madrider Plaza de Toros de las Ventas gleich einen doppelten.

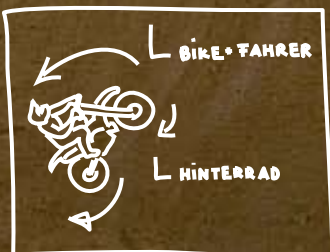


Drehimpuls $L = J \cdot \omega$



ANSANGSSITUATION:

$$L_{\text{GES.}} = L_{\text{BIKE-FAHRER}} + (-L_{\text{VORDERRAD}}) + (-L_{\text{HINTERRAD}})$$



→ Wird das Hinterrad beschleunigt, beschleunigt sich auch die Drehung des gesamten Bikes.

$$L_{\text{GES.}} = \uparrow L_{\text{BIKE-FAHRER}} + (-L_{\text{VORDERRAD}}) + (\uparrow L_{\text{HINTERRAD}})$$