PHYSIK · MIROSLAV KLOSE

Der Salto

Nach wichtigen Toren sprang Miroslav Klose einen Salto vorwärts – zum ersten Mal nach seinem ersten Länderspieltor 2001. Im Oktober 2012, mit 34, hörte er damit auf. Wie hoch fliegt man bei einem Salto, wie schnell dreht man sich, und warum wird er mit dem Alter riskanter?

Was du brauchst
Für den Flug zählt nur die Schwerkraft (Luftwiderstand vernachlässigt, $g = 9{,}81\ m/s^2$). Der Körperschwerpunkt steigt nach dem Absprung, bis seine Geschwindigkeit nach oben null ist, und fällt dann genauso lange wieder.
Steigzeit = Fallzeit = $t/2$ · Höhe des Schwerpunkts über dem Absprung: $\mathbf{h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (t/2)^2 = g \cdot t^2 / 8}$ · Geschwindigkeit beim Aufkommen: $\mathbf{v = g \cdot t / 2}$

1. **Rechnen mit einem Beispielwert.** Angenommen, ein Salto dauert vom Absprung bis zur Landung $t = 0{,}6$ s. (Das ist ein Beispielwert, keine Messung von Klose.) Wie hoch steigt der Schwerpunkt? Mit welcher Geschwindigkeit kommt er wieder auf?

2. **Selbst messen.** Sucht ein Video eines Saltos (zum Beispiel einen Torjubel). Spielt es Bild für Bild ab und zählt die Bilder vom letzten Bodenkontakt bis zur Landung. Die Bildrate (Bilder pro Sekunde) steht in den Video-Infos; Fernsehbilder haben oft 25 oder 50.

VIDEO	BILDER IN DER LUFT	BILDRATE	FLUGZEIT T	HÖHE H

3. **Drehung.** Bei einem Salto dreht sich der Körper einmal ganz, also um 360°. Wie viel Grad pro Sekunde sind das bei 0,6 s Flugzeit? Warum muss man sich zusammenkauern, damit man rechtzeitig herumkommt?

4. **Die Landung.** Aus welcher Höhe müsste man einfach herunterfallen, um mit derselben Geschwindigkeit wie in Aufgabe 1 aufzukommen? Klose sagte 2012: *„Ehrlich gesagt will ich es nicht riskieren, weil ich 2014 noch dabei sein will."* Was wird bei einem Salto riskanter, wenn man älter und nach 90 Minuten müde ist?

Quellen: Ende des Saltos: Klose zu Reuters, 15.10.2012 (english.ahram.org.eg/News/55676.aspx, übersetzt) · erster Salto nach dem Länderspieltor 2001: en.wikipedia.org/wiki/Miroslav_Klose

Ola Mayor Redaktion · Grundlage: „Sechzehn. Miroslav Klose und seine WM-Tore", olamayor.com/de/story/miroslav-klose · Verzeichnet in der Deutschen Nationalbibliothek, urn:nbn:de:101:1-2611161546508.941179458148 · Freies Bildungsmaterial (OER) · Lizenz: CC BY 4.0 (creativecommons.org/licenses/by/4.0) · Erstellt mit KI-Unterstützung, redaktionell geprüft

FÜR LEHRKRÄFTE

Lösungen und Hinweise

AUFGABE	LÖSUNG
1	h = 9,81 · 0,6² / 8 = 9,81 · 0,36 / 8 ≈ **0,44 m**. v = 9,81 · 0,3 ≈ **2,9 m/s** (gut 10 km/h).
2	Flugzeit t = Bilder ÷ Bildrate (z. B. 15 Bilder bei 25 Bildern/s → 0,6 s). Die Messung ist auf etwa ein Bild genau (bei 25 Bildern/s ± 0,04 s); das sollte besprochen werden. Die Formel gilt, wenn der Schwerpunkt bei Absprung und Landung gleich hoch ist.
3	360° ÷ 0,6 s = **600° pro Sekunde**. Zusammenkauern verkleinert das Trägheitsmoment; bei gleichem Drehimpuls dreht man sich dann schneller (wie eine Eiskunstläuferin, die die Arme anzieht).
4	Aus h = v²/(2g) folgt dieselbe Höhe wie in Aufgabe 1, also **≈ 0,44 m**: Die Landung entspricht einem Sprung aus Kniehöhe – aber nach einer Drehung, mit schwerer Orientierung. Risiken: Muskeln und Gelenke ermüdet, Reaktion langsamer, Landung unkontrolliert; Verletzungen im Fuß- oder Kniegelenk. Klose nannte genau das Verletzungsrisiko als Grund.

Hinweise

Passt zu: Bewegungen (gleichmäßig beschleunigt, freier Fall), Drehbewegung. Dauer: 45–90 Minuten. Die Messung (Aufgabe 2) braucht ein Gerät, das Videos Bild für Bild abspielt. Die 0,6 s sind bewusst ein Beispielwert: Für Kloses Saltos gibt es keine veröffentlichte Messung.