

Zeitschrift: Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen

Band: 29 (1972)

Heft: 11

Artikel: Hochsprungmodell

Autor: Hörler, Elisabeth

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-994799>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Hochsprungmodell

Elsbeth Hörler, dipl. Phys. ETH
 (Turnen und Sport, Prof. Dr. J. Wartenweiler, ETH Zürich)

Es wird die mögliche Sprunghöhe in Abhängigkeit der Körpergrösse für geometrisch ähnliche Körper untersucht.

Zusammenfassung der Hauptresultate

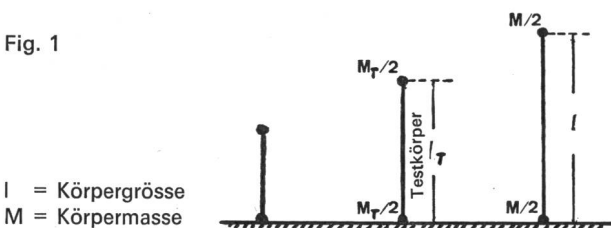
Für geometrisch ähnliche Körper

- sinkt die mögliche Schwerpunkterhöhung beim Sprung mit steigender Körpergrösse;
- gibt es eine Körpergrösse, die von lebensfähigen Wesen nicht überschritten werden kann;
- gibt es für den Hochsprung eine optimale Körpergrösse.

Modell

Die menschlichen Körper werden auf Körper mit zwei Massenpunkten abgebildet (Fig. 1). Einer dieser Körper wird zum Testkörper erklärt.

Fig. 1



l = Körpergrösse
 M = Körpermasse

Vereinfachungen und Annahmen:

- Es wird nur der vertikale Sprung ohne Anlauf und ohne Ausholen betrachtet. Die oben angegebenen Resultate gelten jedoch für jede Sprungart.
- Die Abstosskraft und die Zusammenziehkraft eines Körpers seien konstant und gleich gross.
- Ein Körper könne sich – bei genügend Zeit – bis in seinen Schwerpunkt zusammenziehen. Da beim sportlichen Hochsprung die Hochsprunghöhe etwa gleich der höchsten Höhe des Schwerpunktes über dem Boden ist, ist diese Annahme berechtigt.
- Die Schwerpunktsverschiebung vor dem Absprung sei ein Achtel der Körpergrösse. Nach Fig. 2 entspricht dies ungefähr der Wirklichkeit. (Der Unterschied zwischen der Körpergrösse vor dem Absprung (Zehenstand) und der umgangssprachlichen Körpergrösse wird vernachlässigt.)

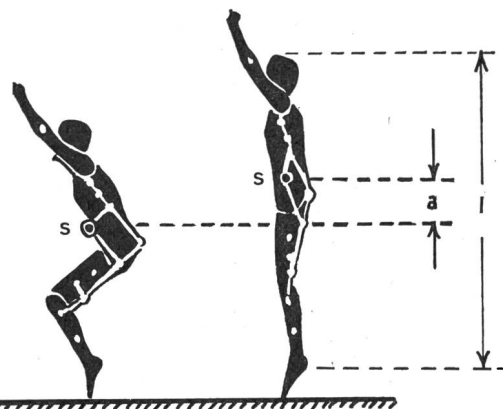


Fig. 2 *

s = Schwerpunkt

a = Schwerpunktsverschiebung vor dem Absprung

* Siehe: Ein Schwerpunktmodell, Jugend + Sport, Februar 1971

$$a = \frac{l}{8}$$

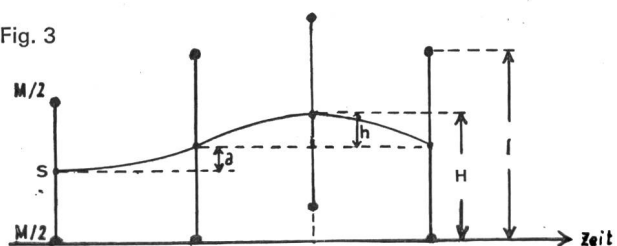
1

Es müssen zwei Fälle unterschieden werden:

- Der Körper habe genügend Zeit, sich während der Flugphase ganz zusammenzuziehen.
- Der Körper habe nicht genügend Zeit, sich während der Flugphase ganz zusammenzuziehen.

Hochsprunghöhe, falls der Körper genügend Zeit hat, sich während der Flugphase ganz zusammenzuziehen

Fig. 3



h = Verschiebung des Schwerpunktes während der Flugphase
 H = Hochsprunghöhe

Nach Fig. 3 gilt für die Hochsprunghöhe

$$H = h + \frac{l}{2} \quad 2$$

Der Energiesatz lautet (mit ①)

$$\frac{l}{8}(K - G) = Gh \quad 3$$

K = Muskelkraft
G = Körpergewicht

Der Ausdruck links des Gleichheitszeichens in ③ bedeutet die Arbeit während der Abstossphase, der Ausdruck rechts die potentielle Energie bei höchster Schwerpunktlage. Aus ③ erhält man für die Schwerpunktsverschiebung während der Flugphase

$$h = \frac{l}{8} \left(\frac{K}{G} - 1 \right) \quad 4$$

Aus ① und ④ folgt, dass die totale Schwerpunktsverschiebung $a + h$ für die Modellkörper von der Körpergröße unabhängig ist.

Für Körper geometrisch ähnlicher Form gilt

$$K = \left(\frac{l}{l_T} \right)^2 K_T \quad 5$$

$$G = \left(\frac{l}{l_T} \right)^3 G_T \quad 6$$

(Der Index T steht für den Testkörper.) ⑤ und ⑥ drücken aus, dass die Kraft proportional zum Muskelquerschnitt, das Gewicht proportional zum Volumen wächst. ⑤ und ⑥ in ④ eingesetzt ergibt

$$h = \frac{1}{8} \left(l_T \frac{K_T}{G_T} - l \right) \quad 7$$

⑦ zeigt, dass die mögliche Schwerpunktsverschiebung während der Flugphase mit steigender Körpergröße abnimmt und dass es eine Grenzgröße gibt, bei deren Überschreitung ein Wesen nicht mehr springen, d. h. sich kaum noch auf den Beinen halten kann.

Für die Hochsprunghöhe erhält man aus ⑦ und ②

$$H = \frac{1}{8} \left(l_T \frac{K_T}{G_T} + 3l \right) \quad 8$$

Um eine Ahnung über die Größenordnung von h und H (in Abhängigkeit von l) zu bekommen, wird ein Testkörper mit den Daten

$$l_T = 1.6 \text{ m} \quad 9$$

$$h_T = 0.3 \text{ m} \quad 10$$

betrachtet. ⑨ und ⑩ in ④ oder ⑦ eingesetzt ergibt

$$\frac{K_T}{G_T} = 2.5 \quad 11$$

Mit ⑨ und ⑩ erhält man anstelle von ⑦ und ⑧

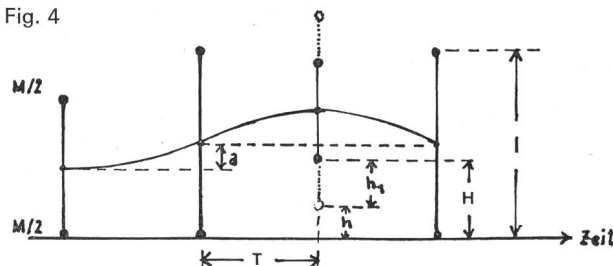
$$h = \frac{1}{2} - \frac{l}{8} \quad 12$$

$$H = \frac{1}{2} + \frac{3l}{8} \quad 13$$

(h , H und l in Metern.) ⑫ und ⑬ sind in Fig. 5 dargestellt. (Die Grenzgröße im Modellbereich – für zum Testkörper mit den Eigenschaften ⑨ und ⑩ geometrisch ähnliche Körper – ist also vier Meter.)

Hochsprunghöhe, falls der Körper nicht genügend Zeit hat, sich während der Flugphase ganz zusammenzuziehen

Fig. 4



h_1 = die durch das Zusammenziehen gewonnene Höhe
 T = halbe Flugzeit

Nach Fig. 4 gilt für die Hochsprunghöhe

$$H = h + h_1 \quad 14$$

h ist durch ⑦ gegeben, h_1 wird mit Hilfe der Steigzeit T , die für das Zusammenziehen zur Verfügung steht, berechnet:

$$h = \frac{gT^2}{2} \quad 15$$

Analog zu ⑮ gilt mit ⑤ und ⑥

$$h_1 = \frac{K - G/2}{M} T^2 = g \left(\frac{K_T l_T}{G_T l} - 1 \right) T^2 \quad 16$$

Der Faktor vor T^2 in ⑮ ist die halbe Beschleunigung des unteren Massenpunktes im mitbewegten Koordinatensystem. Durch Elimination von T^2 aus ⑮ und ⑯ erhält man mit ⑦

$$h = \frac{1}{8} \left(\frac{K_T}{G_T} l_T - l \right) \left(2 \frac{K_T l_T}{G_T l} - 1 \right) \quad 17$$

Aus ⑭ und ⑮ folgt für die Sprunghöhe

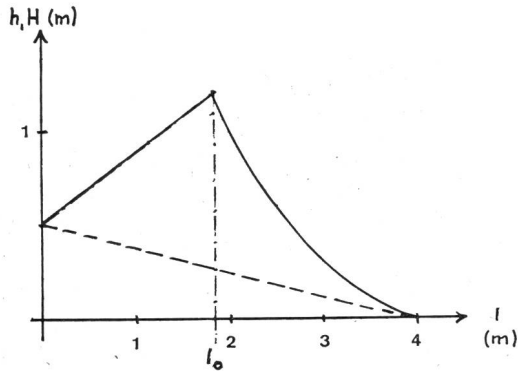
$$H = \frac{K_T l_T}{4 G_T} \left(\frac{K_T l_T}{G_T l} - 1 \right) \quad 18$$

Für zum Testkörper mit den Eigenschaften ⑨ und ⑩ geometrisch ähnliche Körper wird daraus

$$H = \frac{l}{4} - l \quad 19$$

(H und l in Metern.) ⑰ ist in Fig. 5 dargestellt.

Fig. 5



- Schwerpunktsverschiebung während der Flugphase in Funktion der Körpergrösse (11)
- Sprunghöhe in Funktion der Körpergrösse (13 und 19)
- $l_0 =$ optimale Körpergrösse

Für den Hochsprung gibt es also – bei geometrisch ähnlichen Körpern – eine optimale Körpergrösse.

Vorliegende Betrachtung macht plausibel, dass gute Hochspringer im allgemeinen gross, jedoch nicht extrem gross sind.

Résumé

(Voir aussi no 4/1971, page 94)

On détermine la hauteur du saut en fonction de la taille chez des créatures semblables du point de vue géométrique.

En tenant compte du fait que la force musculaire agrandit à la deuxième – le poids du corps à la troisième puissance de la taille, on obtient

- les grandes créatures ne sont pas capable de lever leur centre de gravité aussi haut que les petites,
- il y a une limite de taille qui n'est pas dépassée par des viables créatures,
- pour le saut sportif, il y a une taille optimale.

Überlegungen und Experimente zu verschiedenen Hochsprungtests

B. Nigg, dipl. Phys. ETH

J. Waser, Ing. Techn. HTL

Laboratorium für Biomechanik der ETH Zürich

Leitung: Prof. Dr. J. Wartenweiler

1. Allgemeine Bemerkungen

Aus der Praxis ist bekannt, dass im Training oft Sprungtests benützt werden, die eine Beurteilung des Sprungvermögens eines Athleten erlauben sollen.

Man weiss jedoch auch, dass diese Testresultate sehr oft nicht mit den Wettkampfergebnissen korrelieren, das heisst, dass oft Athleten mit schlechten Testleistungen gute Wettkampfergebnisse erzielen und umgekehrt.

Diese Diskrepanz zwischen Test- und Wettkampfleistung veranlasste uns, in unserem Biomechaniklaboratorium nach neuen Sprungtestmethoden zu suchen, die eine bessere Korrelation mit den Wettkampfleistungen aufweisen sollten. Wir beschränkten uns dabei auf Messungen mit einem Teil des schweizerischen Hochsprungkaders in der Meinung, dass beim Hochsprung die sogenannte «Sprungkraft» bei gegebener technischer Fertigkeit der am stärksten leistungsbestimmende Faktor ist, im Gegensatz z. B. zum Weitsprung, wo der Einfluss auf die Leistung bedeutend stärker durch die Anlaufgeschwindigkeit als durch die «Sprungkraft» bestimmt wird.

Die Suche nach solchen Leistungstests ist international schon seit einiger Zeit im Gang ^{1, 3, 5, 8 und 9}. Bei all diesen Test-

reihen zeigt es sich, dass die Korrelation zwischen Test- und Wettkampfleistung meist sehr schlecht ist.

2. Methode

2.1 Grundlagen

Fig. 1 zeigt das zeitliche Verhalten der Vertikalkomponente der Reaktionskraft am Boden bei einem Standsprung mit einer Ausholbewegung. Die Fläche $F = \int (F_1 + F_2 - F_3) dt$ ist dabei ein Mass für die vertikale Schwerpunktsverschiebung h während des Sprunges ⁴. Nach ⁷ gilt für diese Schwerpunktsverschiebung:

$$h = \frac{F^2}{m^2 \cdot 2 \cdot g}$$

wobei h = vertikale Schwerpunktsverschiebung während des Sprunges

$F = \int (F_1 + F_2 - F_3) dt$. Die Fläche F entspricht der Impulsänderung, welche die VP erfährt

m = Masse der VP

g = Erdbeschleunigung

$G = m \cdot g$ = Gewicht der VP

K_z = Vertikalkomponente der Reaktionskraft