

# Experimentelle biomechanische Untersuchung über den Aufsatzsprung beim Wasserspringen

Autor(en): **Nigg, Benno**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **30 (1973)**

Heft 11

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-994888>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Experimentelle biomechanische Untersuchungen über den Aufsatzsprung beim Wasserspringen

von Benno Nigg, Jost Hegner und Jürg Wartenweiler

## 1. Problemstellen

In der vorliegenden Arbeit wurde der Aufsatzsprung beim Wasserspringen mit Hilfe experimenteller Methoden der Biomechanik an verschiedenen guten Athleten untersucht. Aus diesen Messungen sollen dem Springer wie auch dem Trainer Hinweise für die Ausnützung der Brettschwingung und die Körperstellung in den verschiedenen Bewegungsphasen erwachsen.

## 2. Methode

Die Untersuchungen wurden mittels Filmanalyse durchgeführt. Es wurde die Position der Brettspitze in Funktion der Zeit und der Winkel  $\beta$  zwischen Ober- und Unterschenkel gemessen:

- der Winkel  $\beta_1$  zur Zeit des ersten Brettkontaktes nach dem Aufsatzsprung  $t''$  und
- der Winkel  $\beta_2$  zur Zeit der tiefsten Brettstellung  $t_{\min}$ .

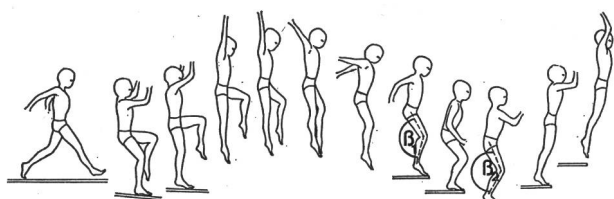


Fig. 1 Skizze zur Illustration der gemessenen Winkel.

Es standen 3 Versuchsgruppen zur Verfügung:

Gruppe A: Weltklassenspringer, zum Beispiel Dibiasi, Cagnotto, Giron, Wagstaff und andere.

Gruppe B: mittelmässige Springer, die ein einfaches Wettkampfprogramm beherrschen.

Gruppe C: Anfänger, die an der Grundschule des Wasserspringens arbeiten.

Die Filme der Gruppe A wurden bei internationalen Wettkämpfen 1968 und 1972 in Bozen gedreht.

## 3. Resultate und Diskussion

### 3.1 Die Kurven der Brettspitzen

Fig. 2, 3 und 4 zeigen die vertikale Brettposition in Funktion der Zeit. Dabei bedeuten die verschiedenen Zeitsymbole:

- $t'$  der Springer verlässt das Brett zum Aufsatzsprung
- $t''$  der Springer landet nach dem Aufsatzsprung wieder auf dem Brett
- $t_1$  die Brettspitze läuft durch den Nullpunkt der Vertikalen (abwärts) nach dem Aufsatzsprung
- $t_{\min}$  die Brettspitze befindet sich im tiefsten Punkt
- $t_2$  Die Brettspitze läuft durch den Nullpunkt der Vertikalen (aufwärts) während der Absprungphase
- $t^*$  der Springer verlässt das Brett

Im Idealfall sollten die Zeitpunkte  $t''$  und  $t_1$  beziehungsweise  $t^*$  und  $t_2$  sehr nahe beieinanderliegen.

Anhand dieser Diagramme von je einem typischen Vertreter der entsprechenden Gruppen können folgende Bemerkungen gemacht werden:

- a) Das Wiederauftreffen auf dem Sprungbrett nach dem Aufsatzsprung zur Zeit  $t''$  sollte nach theoretischen Überlegungen (Hörler Lit. 3) knapp oberhalb der Ruhelage des unbelasteten Brettes stattfinden. Dadurch wird der Energieverlust beim Landen ein Minimum. Es zeigt sich, dass von Weltklassenspringern dieser Landepunkt sehr gut getroffen wird. Bei Anfängern treten hier sehr oft Fehler auf. So landet zum Beispiel der Springer bei Fig. 4 noch in der Aufwärtsbewegung des Brettes. Er muss also einen Teil seiner Energie, die er durch seinen Aufsatzsprung gewonnen hat, benutzen, um das Brett zu bremsen und in die Abwärtsbewegung zu bringen. Dementsprechend wird dann das Brett weniger durchgebogen. Und dies bewirkt, dass der Springer vom Brett weniger Energie zurückgewinnen kann und damit weniger hoch springt.
- b) Die drei ausgewählten Beispiele sind von verschiedenen Sprungarten. Die numerischen Resultate können somit nur teilweise miteinander verglichen werden, vor allem nur dann, wenn sie typische Erscheinungen für alle Springer der entsprechenden Gruppe beinhalten.

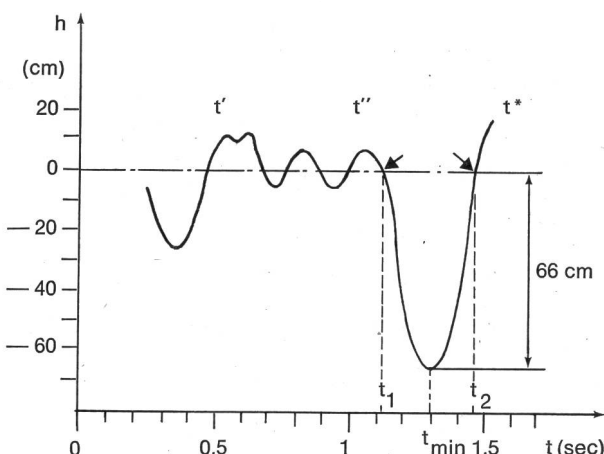


Fig. 2 Diagramm der Brettspitze für einen Sprung einer Versuchsperson der Gruppe A.

Es handelt sich bei diesem Beispiel um einen Sprung von Dibiasi. 5333

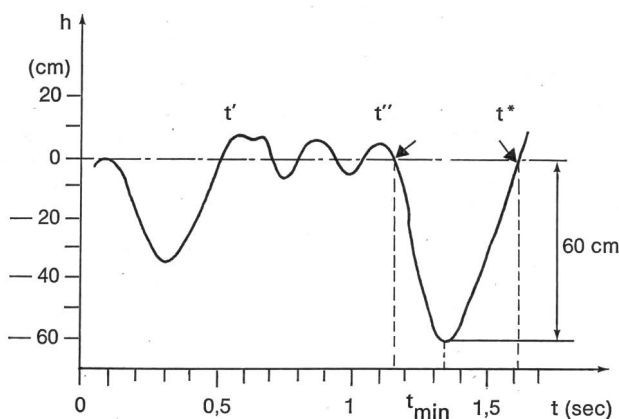


Fig. 3 Diagramm der Brettspitze für einen Sprung einer Versuchsperson der Gruppe B.

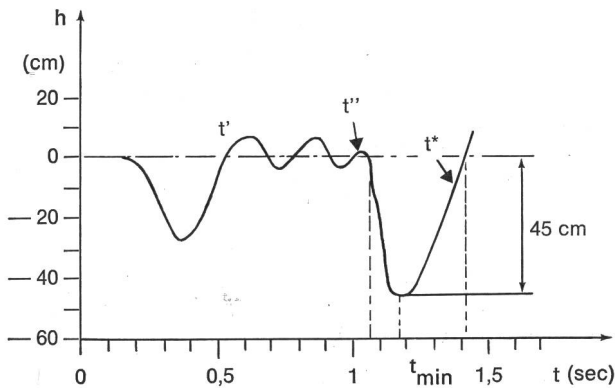


Fig. 4 Diagramm der Brettspitze für einen Sprung einer Versuchsperson der Gruppe C.

c) Es fällt weiter auf, dass der Kurvenverlauf zwischen  $t_1$  und  $t_2$  bei den drei untersuchten Gruppen typische Unterschiede aufweist. In Tabelle 1 ist das Verhältnis der Zeitdauer der Abwärtsbewegung des Brettes zur Zeitdauer der Aufwärtsbewegung für die drei Gruppen zusammengestellt.

	Mittelwert Gruppe A	Mittelwert Gruppe B	Mittelwert Gruppe C
$\frac{\Delta t_{\text{abwärts}}}{\Delta t_{\text{aufwärts}}} = \frac{t_{\text{min}} - t_1}{t_2 - t_{\text{min}}}$	1,7	0,8	0,6

Tabelle 1 Typische Unterschiede in der Zeitdauer der Abwärts- und Aufwärtsbewegung des Brettes bei den verschiedenen Gruppen.

Die Weltklassespringer brauchen also für die Abwärtsbewegung des Brettes bedeutend mehr Zeit als für die Aufwärtsbewegung, die mittleren Springer und die Anfänger hingegen brauchen für die Abwärtsbewegung weniger Zeit als für die Aufwärtsbewegung.

Anders formuliert: die Geschwindigkeit des Brettes ist bei einem Weltklassespringer in der Aufwärtsrichtung grösser als in der Abwärtsrichtung.

d) Eine Analyse der verschiedenen Brettkurven zeigt weiter, dass die Kurven der Sprünge der Weltklassespringer unten breiter sind, als die der übrigen untersuchten Springer.

e) Hier zeigt sich eine Anwendungsmöglichkeit für den Trainer. Mit Hilfe der Filmanalyse oder der Gummifadengoniometrie (eine in unserem Laboratorium entwickelte elektronische Messmethode) kann für jeden Sprung und Springer dieses charakteristische Diagramm der Brettspitze aufgenommen werden. Dabei muss darauf tendiert werden, dass der Athlet so springt, dass der abwärts verlaufende Teil der Kurve flacher als der aufwärts verlaufende Teil wird. Diese Kontrolle während des Trainings kann mit der Gummifadengoniometrie als Sofortinformation gewonnen werden.

### 3.2 Die Stellung der Beine nach dem Aufsatssprung

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, wurde der Winkel  $\beta$  zwischen dem Ober- und Unterschenkel zu verschiedenen Zeitpunkten gemessen:

- der Winkel  $\beta_1$  zur Zeit des ersten Brettkontaktes nach dem Aufsatssprung ( $t'$ ) und
- der Winkel  $\beta_2$  zur Zeit der tiefsten Brettstellung ( $t_{\text{min}}$ ).

In Tabelle 2 sind die Mittelwerte dieser Winkel für die verschiedenen Gruppen zusammengestellt. Gleichzeitig sind auch die jeweiligen Extremwerte der verschiedenen Gruppen angegeben, um eine Idee der Grössenordnung der Streuung der Resultate zu vermitteln.

Gruppe	Winkel						
	$\bar{\beta}_1$ (Grad)	$\beta_1 \text{ max}$ (Grad)	$\beta_1 \text{ min}$ (Grad)	$\bar{\beta}_2$ (Grad)	$\beta_2 \text{ max}$ (Grad)	$\beta_2 \text{ min}$ (Grad)	$\bar{\beta}_2 - \bar{\beta}_1$ (Grad)
A	110	121	97	129	144	119	19
B	108	115	97	137	153	118	29
C	127	131	121	142	147	134	15

Tabelle 2 Zusammenstellung der wichtigsten Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel nach dem Aufsatssprung.

$\beta_{\text{max}}$  = maximaler individueller Winkelwert in der untersuchten Gruppe.  
 $\beta_{\text{min}}$  = minimaler individueller Winkelwert in der untersuchten Gruppe.

Dazu sind folgende Bemerkungen notwendig:

- Entgegen der weitverbreiteten Ansicht sind die Beine beim Auftreffen auf das Brett nach dem Aufsatssprung nicht gestreckt sondern gebeugt. Aufgrund der Resultate der Weltklassespringer kann ein mittlerer Winkel von  $110^\circ$  als ideal angenommen werden.
- Anfänger haben die Knie beim Landen nach dem Aufsatssprung weniger stark gebeugt als die Weltklassespringer.
- Im tiefsten Punkt des Brettes – zur Zeit  $t_{\text{min}}$  – sind, ebenfalls entgegen der weitverbreiteten Annahme, die Beine nicht durchgestreckt, sondern der mittlere Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel beträgt bei Weltklassespringern  $129^\circ$ .

### Literaturverzeichnis

- Bergmaier G.: Biomechanik des Wasserspringens. Diplomarbeit an der ETH Zürich 1970.
- Hegner J.: Wasserspringen. Ausnützung der Brettschwingung von verschiedenen guten Springern. Diplomarbeit an der ETH Zürich 1972.
- Hörler E.: Überlegungen zum Aufsatssprung beim Wasserspringen. Nigg B.: Laboratorium für Biomechanik der ETH Zürich.