

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

**Band:** 31 (1974)

**Heft:** 6

**Artikel:** Biomechanische Messungen beim Speerwerfen

**Autor:** Nigg, B. / Roethlin, K. / Wartenweiler, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-994958>

### **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>**

# Biomechanische Messungen beim Speerwerfen

B. Nigg, K. Roethlin und J. Wartenweiler

## 1. Einleitung

Anhand einer grossen Anzahl von Filmaufnahmen (97 Würfe) mit Wurfweiten zwischen 45 und 86 Metern wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der ETH Zürich von K. Roethlin nach Gesetzmässigkeiten beim Speerwerfen gesucht, die für Trainer und Athleten Hinweise für die technische Trainingsgestaltung des äusserst komplexen Bewegungsablaufes geben können. Es wurden insbesondere die Zusammenhänge zwischen dem Anstellwinkel, dem Flugbahnwinkel, der Abwurfgeschwindigkeit, der Länge des letzten Schrittes und der Wurfweite untersucht.

Neben diesen erwähnten und gemessenen Grössen haben natürlich auch andere Grössen einen Einfluss auf die Wurfweite. Sie wurden jedoch im Rahmen der oben erwähnten Diplomarbeit nicht untersucht und sollen Inhalt weiterer Forschungsarbeit sein.

## 2. Methode

### 2.1. Symbole

- $\alpha$  = Anstellwinkel des Speeres bezüglich der Horizontalen im Moment des Abwurfes
- $\vartheta$  = Winkel der Tangente an die Flugbahn beim Abwurf
- $v$  = Abwurfgeschwindigkeit
- $L$  = Länge des letzten Schrittes beim Abwurf
- $w_i$  = Wurfweite des  $i$ -ten Wurfes
- $w_{max}$  = persönliche Bestleistung eines Werfers

### 2.2. Filmaufnahmen

Sämtliche Würfe wurden bei nationalen und internationalen Wettkämpfen mit einer Filmkamera (Bolex) mit der Frequenz 50 Bilder/Sekunde aufgenommen. Die Kamera wurde senkrecht zur Bildebene im Abstand von rund 40 m aufgestellt. Die Auswertung der Filme erfolgte mit Hilfe eines konventionellen Filmanalysers.

### 2.3. Versuchspersonen und Wettkämpfe

Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung der gefilmten Athleten.

Name	Land	Symbol	$w_{max}$
Glasauer	BRD	●	80,88 m
Maync	CH	●	80,30 m
Reber	CH	●	71,52 m
Schwarz	CH	●	64,86 m
Steiner	CH	△	69,38 m
Struse	BRD	□	
von Wartburg	CH	■	82,74 m
Weiss	CH	■	65,50 m
Wolferrmann	BRD	▲	90,48 m
andere		○	

Tabelle 1: Zusammenstellung einiger Daten der Versuchspersonen.

### 2.4. Fehler der Resultate

Da bei nationalen Anlässen nur der beste Wurf eines Werfers gemessen wird, mussten die übrigen Würfe geschätzt werden. Dies sollte jedoch auf rund 2 m genau möglich sein.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die möglichen Fehler.

Messgrösse	absoluter Fehler	relativer Fehler
Anstellwinkel $\alpha$	0,5 Grad	1 %
Abwurfwinkel $\vartheta$	0,5 Grad	1 %
letzter Schritt $L$	0,1 m	3 %
Abwurfgeschwindigkeit $v$	5 m/s	15 %
Wurfweite $w$	2 m	3 %

Tabelle 2: Übersicht über die möglichen Fehler.

## 3. Resultate und Diskussion

### 3.1. Abwurf- und Anstellwinkel

In Figur 1 ist der Zusammenhang zwischen der Differenz des Anstell- und des Abwurfwinkels  $\alpha - \vartheta$  und der Wurfweite aufgetragen. (siehe Fig. 1 nächste Seite)

Das Diagramm zeigt, dass bei den guten Werfern diese Differenz  $\alpha - \vartheta$  gegen Null strebt, während bei den schlechten Werfern teilweise recht grosse Differenzen festgestellt wurden. Die gemessenen Werte weisen darauf hin, dass für optimale Wurfweiten der Unterschied zwischen Anstellwinkel und Abwurfwinkel möglichst klein sein sollte, das heisst dass der Speer in der Abwurf tangente liegen sollte. Dieses Resultat deckt sich mit Kressenbrock<sup>1</sup>, Nett<sup>3</sup> und Schmolinsky<sup>5</sup>, die ihre theoretischen Aussagen mit Überlegungen über den Luftwiderstand begründen.

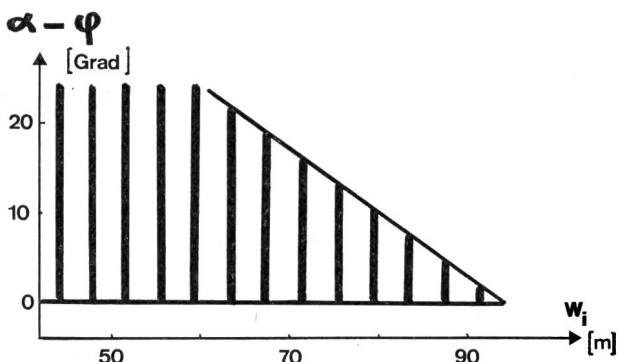


Fig. 2: Schematische Darstellung von Fig. 1

Diese Feststellung ist sehr gut aus Figur 2 ersichtlich, wo alle Messpunkte sich innerhalb der schraffierten Fläche befinden. Die Tatsache, dass alle Messwerte grösser als Null sind bedeutet, dass  $\alpha \geq \vartheta$  das heisst dass bei allen gemessenen Würfen der Anstellwinkel grösser gleich dem Abwurfwinkel war. Das heisst, die Speerstellung bezüglich der Horizontalen ist oft zu steil, aber selten zu flach.

Dabei ist selbstverständlich zu beachten, dass diese Winkel-differenz nur eine Komponente ist, die leistungsbestimmend auf die Wurfweite wirkt.

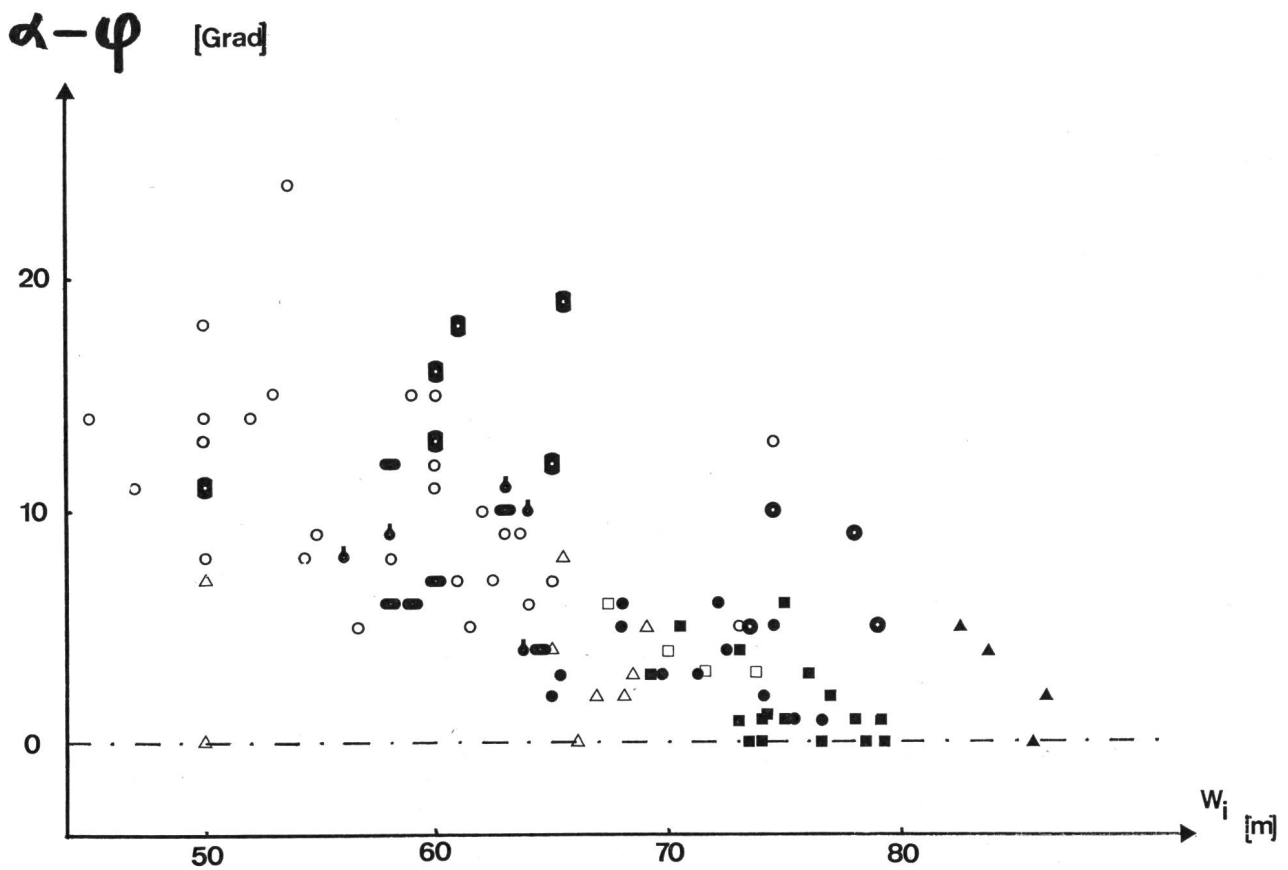


Fig. 1: Differenz zwischen Anstellwinkel und Abwurfwinkel  $\alpha - \vartheta$  in Funktion der Wurfweite  $w_i$ .

### 3.2. Der Abwurfwinkel

Figur 3 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Abwurfwinkel und der Wurfweite.

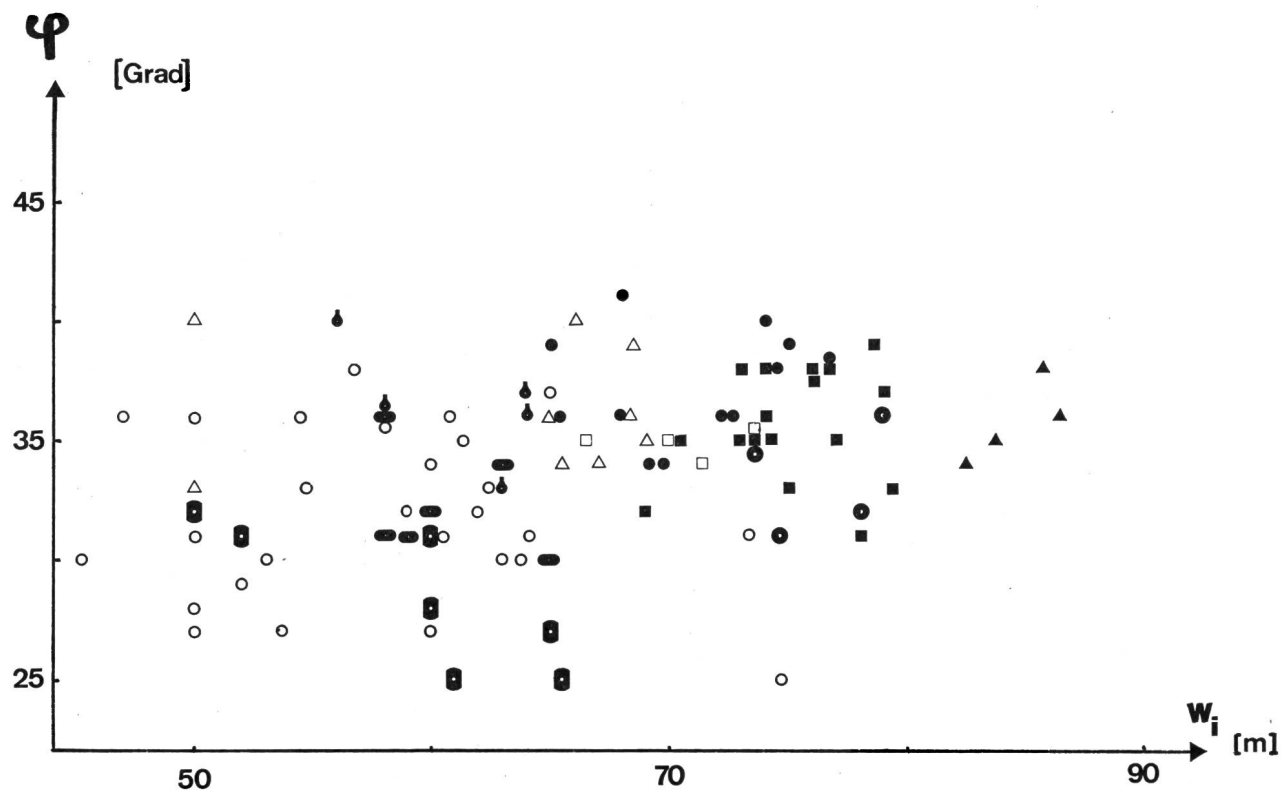


Fig. 3: Zusammenhang zwischen dem Abwurfwinkel  $\vartheta$  und der Wurfweite  $w_i$ .

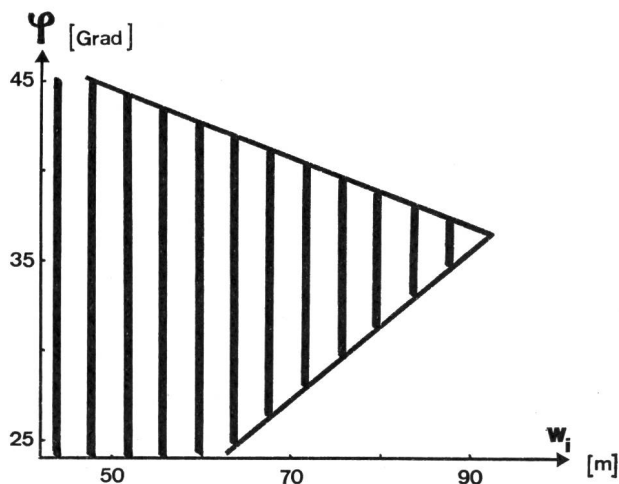


Fig. 4: Schematische Darstellung von Fig. 3

Wie Fig. 3 zeigt und wie aus der schematischen Darstellung dieses Diagrammes in Figur 4 ersichtlich ist, scheint der optimale Abwurfwinkel zwischen 33 und 39 Grad zu liegen. Die beiden besten gemessenen Athleten, Wolfermann und von Wartburg haben für den *Abwurfwinkel* einen persönlichen Mittelwert von 36 Grad.

Es muss dabei jedoch berücksichtigt werden, dass dieser optimale Abwurfwinkel unter anderem auch von den momentanen Windverhältnissen abhängig sein kann.

Es ist weiter interessant, die persönlichen Mittelwerte des Abwurfwinkels und vor allem die Streuung dieser Abwurfwinkel zu studieren.

Name	$\bar{\vartheta}$ (Grad)	$\vartheta_{\min}$ (Grad)	$\vartheta_{\max}$ (Grad)	$\Delta\vartheta$ (Grad)	n	s <sup>2</sup> (Grad <sup>2</sup> )
Glasauer	34	31	36	5	4	6,0
Maync	37	34	41	7	12	5,2
Reber	36	33	40	7	5	6,5
Schwarz	32	30	36	6	6	5,2
Steiner	36	33	40	7	9	7,4
Struse	35	34	35	1	4	0,3
von Wartburg	36	31	39	8	17	4,6
Weiss	28	25	32	7	7	8,8
Wolfermann	36	34	38	4	4	3,0

Tabelle 3: Zusammenstellung der wichtigsten Grössen bezüglich des Abwurfwinkels. (n = Anzahl der Versuche und s<sup>2</sup> bedeutet die Streuung.)

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, haben die beiden besten Werfer der Untersuchung, Wolfermann und von Wartburg, zusammen mit Struse auch die kleinste Streuung beim Abwurfwinkel. Dies könnte ein Hinweis auf die Stilsicherheit dieser Werfer sein, wobei allerdings wegen der kleinen Anzahl der Versuche (n) keine bindenden Schlüsse gezogen werden können.

#### 4. Praktische Hinweise für Trainer und Athleten

Aufgrund der beschriebenen Messungen können für Training und Wettkampf folgende Schlüsse gezogen werden:

- Der *Speer* soll *beim Abwurf* möglichst *in der Flugbahn* liegen. Grosse Differenzen zwischen Anstell- und Abwurfwinkel sind nicht günstig.
- Die *Speerstellung* beim Abwurf ist *oft zu steil*, aber nur selten zu flach.
- Der optimale Abwurfwinkel liegt zwischen 33 und 39 Grad. Weltklassewerfer wie Wolfermann und von Wartburg haben einen mittleren Abwurfwinkel von 36 Grad.
- Grosse Streuungen im Abwurfwinkel können auf Stilsicherheiten hinweisen.

Die übrigen Auswertungen (Geschwindigkeit und letzter Schritt) ergaben noch keine schlüssigen Resultate. Sie sollen Objekt weiterer Studien sein.

#### Mesures biomécaniques lors du lancement du javelot (résumé)

A l'aide d'analyses par le film, les auteurs de ce travail ont étudié diverses grandeurs biomécaniques de grande importance dans cette discipline, soient l'angulation du javelot au départ du jet, l'angulation de la trajectoire, la vitesse de départ, la longueur du dernier pas, la longueur du jet. 97 lanceurs furent étudiés, dont certains empruntés à des lanceurs de classe mondiale. De cette étude sont ressortis les éléments d'intérêt pratique suivants:

- Les lanceurs de classe mondiale ont une angulation du javelot au départ du lancer qui est relativement constante, aux alentours de 36°.
- Pour des performances optimales, la différence entre les angles au départ du jet et l'angle de la trajectoire du jet devrait être la plus petite possible, c'est-à-dire qu'au départ du jet, le javelot devrait se trouver sur la tangente de la trajectoire.
- L'erreur la plus fréquente réside dans la position trop obtuse (rarement trop aiguë) du javelot lors du lancer.

Aucune conclusion importante ne ressort de l'étude de la vitesse de départ, de la longueur du dernier pas. Il est à signaler qu'en plus des grandeurs biomécaniques étudiées, lors du lancement du javelot, d'autres éléments de la biomécanique sont également importants.

#### Literaturverzeichnis

- Kerssenbrock, K.: Probleme der Speerführung, Berlin. Die Lehre der Leichtathletik, Nr. 39, 1972.
- Linder, E.: Sprung und Wurf, Schorndorf, 1967.
- Nett, T.: Die Technik bei Stoss und Wurf, Bartels & Wernitz, Berlin 1967.
- Nigg, B.: Biomechanik, Ausgewählte Kapitel, Vorlesungsmanuskript ETH Zürich 1973.
- Schmolinsky, G.: Leichtathletik, Berlin 1971.