



Technikanalyse und -bewertung am Beispiel Drehstoß Männer

Joschua Deckert, Georg Langen, Uwe Wenzel

EINLEITUNG

Die sportliche Technik ist ein relevanter Faktor im Wurf/Stoß. Bisher wurden technische Lösungen einzelner Top-Athlet*innen als allgemeine Orientierungsgrundlage genutzt. Aufgrund von unterschiedlichen Voraussetzungen von Athlet*innen ist die Orientierung an Individualtechniken (z.B. am Weltrekordhalter) aber nur bedingt zielführend (Sperling & Deckert, 2020). Stattdessen braucht es ein technisches Anforderungsprofil, das aus einem breiten Spektrum an technischen Lösungen abgeleitet und dadurch interindividuell nutzbar ist. Die Grundlage eines technischen Anforderungsprofils ist die umfassende Beschreibung von Schlüsselpositionen im Bewegungsverlauf anhand biomechanischer Parameter. Für die effektive praktische Anwendung eines solchen Profils ist eine Reduktion der beschreibenden Einzelparameter entscheidend. Das Ziel dieser Untersuchung war es daher, ein objektives geschlechts-, disziplin- und technikspezifisches Anforderungsprofil zu erstellen, das leistungsrelevante Parameter zu Bewegungskomponenten aus dem praktischen Sprachgebrauch zusammenfasst. Exemplarisch werden die Ergebnisse für den Drehstoß der Männer präsentiert.

METHODEN

Die Datengrundlage dieser Untersuchung bilden Videoaufnahmen (50 bzw. 100 Hz, mind. 720x576 Pixel) gültiger Drehstöße mit einer 7,26 kg Kugel bei nationalen und internationalen Leichtathletikwettkämpfen im Zeitraum von Februar 2006 bis Mai 2023. Dabei standen zwei synchronisierte Kameras orthogonal zueinander und nahmen den Wettkampfvorgang aus der Seit- und Rückperspektive auf. Es wurden ausschließlich Rechtshänder mit dem jeweils weitesten Versuch betrachtet.

Tab.1 Beschreibung der Stichprobe

Anzahl Kugelstoßer	Geschlecht	MW Alter [Jahre]
98	männlich	25,07 ± 3,74
MW Stoßweite [m]	Maximum Stoßweite [m]	Minimum Stoßweite [m]
19,27 ± 1,58	22,15	14,90



Abb.1 Schlüsselpositionen P1 - P5 für die Drehstoßtechnik

Im Rahmen einer 3D-Bewegungsanalyse wurde ein 16-Segmente Körpermodell in Anlehnung an Hanavan (1964) manuell erfasst und um die Mittelpunkte von Kopf und Kugel erweitert. Alle Punkte wurden jeweils in fünf Schlüsselpositionen der Bewegung (P1 - P5; siehe Abb. 1) und die Kugel im gesamten Verlauf erfasst. Anhand der Raumkoordinaten wurden 204 biomechanische Parameter berechnet. Leistungsrelevante Parameter wurden durch eine Zusammenhangsprüfung zur Stoßweite (Spearman; $r \geq 0,2$; $n = 29$) identifiziert und mittels einer Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation (Kaiser-Meyer-Olkin = 0,583; Bartlett's Test auf Sphärizität $p < 0,001$) unterschiedlichen Komponenten zugeordnet. Für jede Komponente wurde ein multiples Regressionsmodell (abhängige Variable: Stoßweite) erstellt und die Güte des Gesamtmodells (Einschluss aller Komponenten) eingeschätzt. Für die Technikbewertung in der Praxis kann die individuelle Technik auf den besten berechneten Wert einer Komponente (100 %) relativiert werden.

ERGEBNISSE

Durch visuelle Inspektion des Scree Plots (Cattell, 1966) wurden folgende Komponenten ausgewählt: Eingang, Übergang Ringmitte und Ausstoß (Abb. 2). Die Stoßweite kann durch das Gesamtmodell statistisch signifikant geschätzt werden ($p < 0,001$; $R^2 = 0,40$; adjustiertes $R^2 = 0,34$; RMSE = 1,21).

3. Ausstoß

Weg Kugel SSB - LK [3a]
 Differenz z-Koordinate Kugel SSB - LK [3b]
 Zeitdauer SSB - LK [3c]
Stoßweite =
 $[3a]*7,07+[3b]*(-3,07)+[3c]*(-39,18)+13,37$

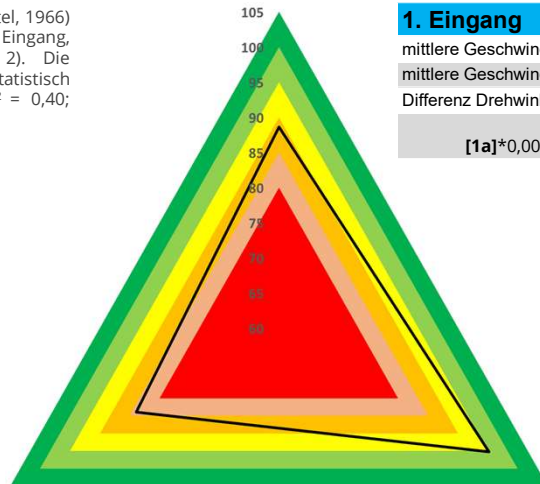


Abb.2 Netzdiagramm mit Beispieleintrag

1. Eingang

mittlere Geschwindigkeit Schulterachse LR - LL [1a]
 mittlere Geschwindigkeit Hüftachse LR - LL [1b]
 Differenz Drehwinkel Schulterachse LR - LL [1c]
Stoßweite =
 $[1a]*0,003+[1b]*0,003+[1c]*0,01+14,97$

2. Übergang Ringmitte

Zeitdauer LL - SDB [2a]
 Differenz y-Koordinate Kugel LL - SDB [2b]
 x-Koordinate KSP bei SDB [2c]
 Differenz x-Koordinate Kugel LL - SDB [2d]
Stoßweite =
 $[2a]*(-7,28)+[2b]*0,93+[2c]*(-1,12)+[2d]*4,16+19,12$

DISKUSSION

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde ein objektives technisches Anforderungsprofil für die Drehstoßtechnik der Männer erstellt. Ausgehend von 204 biomechanischen Parametern konnten drei Komponenten mit insgesamt zehn leistungsrelevanten Parametern identifiziert werden. Das auf diesen drei Komponenten basierende Gesamtmodell kann 33,6 % der Gesamtvarianz aufklären und erlaubt die Vorhersage der Stoßweite mit einer mittleren Genauigkeit von 1,21 m. Dieses Modell kann damit im Sinne eines technischen Anforderungsprofils zur Technikbewertung angewendet werden. Die Darstellung als Netzdiagramm erlaubt eine schnelle Bewertung der individuellen Reserven. Eine Erweiterung des Modells um anthropometrische und konditionelle Faktoren könnte potenziell die Aufklärung der Stoßweite verbessern und wäre im Rahmen einer umfassenden "needs analysis" interessant. Für die Anwendung im Techniktraining wäre ein solches Gesamtmodell aber nicht praktikabel.

Cattell, R. B. (1966). The Scree Test For The Number Of Factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1(2), 245-276. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10
 Hanavan Jr., E.P., (1964). A Mathematical Model of the Human Body. Air Force Aerospace Medical Research Lab Wright-Patterson AFB, OH.
 Sperling, C., & Deckert, J. (2020). Kugelstoßen, als ob es keinen Lockdown gab. *Leichtathletiktraining*, 31(8), 4-13.