



Photo: Köthe

# Untersuchungen zur Bewegungsvariabilität bei Mehrfachsalt mit Mehrfachschrauben im Wasserspringen und ihr Einfluss auf die Bewegungsqualität

Thomas Köthe, Niklas Noth & Tobias Munk

## EINLEITUNG

Für hohe und höchste Bewertungen von den Sprungrichtern müssen auch die schwierigsten Sprünge möglichst senkrecht und ohne viele Spritzer eingetaucht werden. Diese Bewegungsaufgabe steht ganz am Ende der Bewegungsausführung der Sprünge. Eine funktionale Bewegungsvariabilität<sup>1</sup> gestattet die Regulation innerhalb eines Sprunges. Sie ist für ein hochwertiges Wettkampfergebnis nötig. Andernfalls ist eine präzise auf den Sprung abzielende Differenzierung der Anfangsparameter für die Flugphase (Sprunghöhe und Drehimpuls) erforderlich, das perfekte Eintauchresultat zu erreichen. Daraus ergibt sich die Fragestellung, ob bei den schwierigsten Mehrfachsalto mit Mehrfachschrauben Regulation im Sprung möglich, d.h. funktionale Bewegungsvariabilität nachweisbar ist. Diese Fragestellung hat weitreichende trainingsmethodische Implikationen. Für Salto sprünge mit geringerem Schwierigkeitsgrad wurde die funktionale Bewegungsvariabilität bereits nachgewiesen<sup>2</sup>. Sprünge mit Mehrfachsalto und Mehrfachschrauben haben sich in den letzten Olympiazyklen<sup>3</sup> rasant entwickelt. Eine tiefergehende Analyse des Regulationsverhaltens wird erstmalig für diese Sprünge angestellt.

## METHODEN

### Biomechanische Analyse der Flugphase

Die Analysen der Sprünge erfolgte mittels der Fluganalyse für Wasserspringen. Daraus wurde die Zeitstruktur (siehe Abb. 1) extrahiert und für weitere statistische Analysen aufbereitet. Im Projekt wurde für sechs unterschiedliche Sprünge die Bewegungsvariabilität untersucht, von denen hier beispielhaft der 2 ½ Salto vorwärts gehechtet mit dreifacher Schraube im Turmspringen der Herren dargestellt werden soll.

### Statistische Analyse

In die Analyse wurden Sprünge (n=26) von Springern der internationalen Spitzenklasse im Zeitraum von 2011 bis 2023 bei hochwertigen internationalen Wettkämpfen aufgenommen. Der Nachweis für funktionale Bewegungsvariabilität wird anhand inverser Korrelationen zwischen benachbarten Bewegungsphasen des Sprunges erbracht.

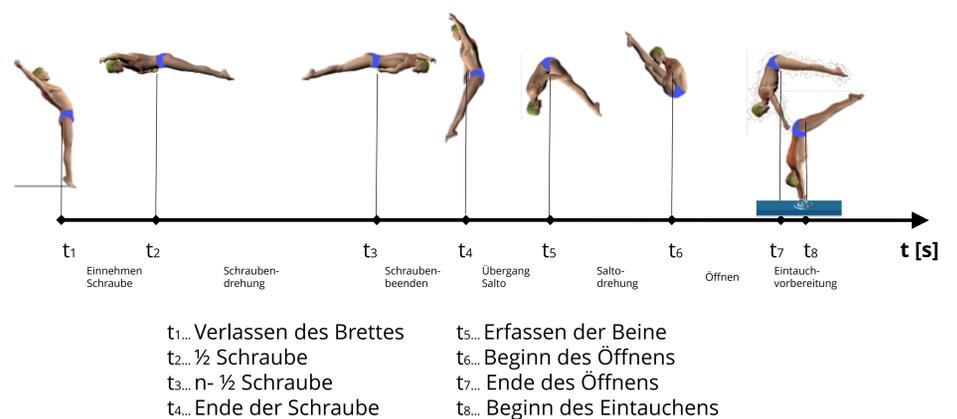


Abb. 1: Zeitstruktur eines Mehrfachsalto mit Mehrfachschraube (Prinzipskizze: 5355 D, KH 3m)

## ERGEBNISSE

Alle Variablen weisen ein metrisches Skalenniveau auf, weshalb wurden die Berechnungen des Korrelationskoeffizienten nach Pearson durchgeführt wurden. Für die Untersuchungen sind jeweils nur die Korrelationen zwischen benachbarten Bewegungsabschnitten von Interesse. Die hochsignifikanten Korrelationskoeffizienten zwischen der "Phase des Beendens der Schraube von ½ Schraube vor Ende bis Ende der Schraubendrehung" und der Phase "Phase von Ende der Schraubendrehung bis Einnehmen der Hechte" sowie der "Phase des Öffnens von Beginn des Öffnens bis Erreichen des 90°-Hüftwinkels" und der "Phase des Aussteuerns von 90°-Hüftwinkel bis zur ersten Wasserberührung" sind negativ und werden als Nachweis für die funktionelle Variabilität bei diesem Sprung interpretiert.

Tab. 1. Deskriptivstatistik

	t2-t1	t3-t2	t4-t3	t5-t4	t6-t5	t7-t6	t8-t7
N	26	26	26	26	26	26	26
Fehlend	0	0	0	0	0	0	0
Mittelwert	0.386	0.555	0.203	0.113	0.130	0.112	0.198
Median	0.380	0.560	0.200	0.120	0.120	0.120	0.200
Standardabweichung	0.0270	0.0413	0.0281	0.0339	0.0658	0.0311	0.0471
Minimum	0.320	0.480	0.160	0.0200	0.0400	0.0400	0.0800
Maximum	0.440	0.620	0.300	0.200	0.260	0.160	0.300
Shapiro-Wilk W	0.925	0.937	0.823	0.913	0.947	0.905	0.962
Shapiro-Wilk p	0.061	0.116	< .001	0.031	0.193	0.021	0.428

Tab. 2. Korrelationsmatrix

	t2-t1	t3-t2	t4-t3	t5-t4	t6-t5	t7-t6	t8-t7
t2-t1	—						
t3-t2	0.098	—					
t4-t3	0.079	0.068	—				
t5-t4	-0.354	-0.081	-0.799 ***	—			
t6-t5	-0.487 *	-0.654 ***	-0.164	0.369	—		
t7-t6	-0.088	0.130	-0.152	0.200	0.129	—	
t8-t7	0.188	-0.121	0.139	-0.391 *	-0.312	-0.823 ***	—

Anmerkung. \* p < .05, \*\* p < .01, \*\*\* p < .001

## DISKUSSION und AUSBLICK

Insgesamt kann festgestellt werden, dass bei den untersuchten Mehrfachsalto sprünge mit Mehrfachschrauben durch das Vorhandensein hochsignifikanter inverser Korrelationskoeffizienten der Nachweis der funktionalen Variabilität erfolgte.

Der Nachweis der funktionalen Variabilität während der Flugphase verweist auf die hohe Relevanz der Anwendung der Methoden des Regulationstrainings für das Erreichen einer hohen Zuverlässigkeit und Qualität der untersuchten Sprünge.

Die Erkenntnisse sollten für die künftige Verbesserung des Trainingssystems im Wasserspringen als eigenständiger Bestandteil der wissenschaftlichen Unterstützungsleistungen (WUL) in Form individueller Variabilitätsprofile Eingang finden. Zudem sind sie auch für das Gesamtverständnis im langfristigen Leistungsaufbau der Wasserspringer wertvoll.



- Carson, H. J., Collins, D., & Richards, J. (2013). Intra-individual movement variability during skill transitions: A useful marker? *European Journal of Sport Science*, 14(4), 327–336.
- Semmler, R. (1999). *Funktionelle Variabilität sportlicher Bewegungen bei besonderer Berücksichtigung von Wahrnehmungen*. Sport u. Buch Strauß.
- Köthe, T., & Noth, N. (2021). *Olympiazklusanalyse 2021 Wasserspringen*. Leipzig: IAT.