

## Feintuning des Klappschlittschuhs: ausgewählte Ergebnisse

Stefan Panzer (Projektleiter), Udo Fries & Nicole Grützmacher

Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät

### Problem

Sprunghafte Leistungsverbesserungen im Sport sind oftmals bedingt durch ingenieurtechnische, innovative Entwicklungen, so z. B. die Einführung des Klappschlittschuhs beim Eisschnelllaufen (Panzer, 2004). Um von diesem potentiellen Leistungsvorteil zu profitieren, muss auf die innovative Technik umgestellt werden. Im Eisschnelllaufen wird zur Zeit über die Verschiebung des Drehpunktes beim Klappschlittschuh von 25 mm hinter der Fußspitze (-25 mm) zur Fußspitze (0 mm) nachgedacht. Dies soll einen positiven mechanischen Effekt (Katapult-Effekt) induzieren, der sich leistungsfördernd auswirken soll (Allinger & Motl, 2000). Studien, die einen Vergleich einer Vor- oder Rückverschiebung des Drehpunktes vornahmen, kamen jedoch zu uneinheitlichen Ergebnissen. So zeigten kinematische Analysen zum einen keine und zum anderen bedeutende Veränderungen bei einer Verschiebung des Drehpunktes in anteriore Richtung. Des Weiteren ergaben kinetische Betrachtungen sowohl keine Unterschiede als auch deutlich bessere Leistungen infolge einer Vor- bzw. Rückverlagerung des Drehpunktes (Allinger & Motl, 2000). Der daraus erwachsende Zwiespalt hinsichtlich der vorzunehmenden Drehpunkteinstellung spiegelt sich auch in der Praxis wider, wo man neben fixen Einstellungen auf Höhe des Metatarsal-Phalangeal-Gelenks (MPG) auch individuell unterschiedliche Einstellungen vorfindet. Ziel der vorliegenden Studie ist es, Effekte der Manipulation des Drehpunktes in anteriore Richtung beim Klappschlittschuh zu explizieren. Hier werden dynamische Parameter analysiert. Wenn die anteriore Verschiebung des Drehpunktes (-25 mm zu 0 mm) einen Katapulteffekt induziert, sollte dies zu einer Verbesserung der dynamischen Parameter führen (Arbeitshypothese).

### Methode

**Probanden:** An der hier dargestellten Untersuchung nahmen 4 Kadersportler (C- & B-Kader) der deutschen Eisschnelllaufgemeinschaft teil (2 weibliche, 2 männliche). Alle liefen schon den Klappschlittschuh seit mehr als 7 Jahren und sind seit mehr als 10 Jahren aktive Sportler im Eisschnelllauf.

**Aufgabe und Datenerfassung:** Die Sportler wurden instruiert, aus einer Oberkörpervorlage einen einbeinigen, submaximalen (submaximale Anforderungen haben eine höhere Validität auf langen Distanzen; Allinger & Motl, 2000) vertikalen Sprung ohne Ausholbewegung möglichst präzise auszuführen (60 % des individuellen Maximalwertes). Ein solches Versuchsarrangement dient der Simulation der aktiven Abdruckphase, „push-off“ im Eisschnelllaufen (siehe Abb. 1). Ein Brett mit einem variablen Drehpunkt, welches sich von hinter der Fußspitze (-25 mm) in anteriore Richtung zur Fußspitze (0 mm) verschieben ließ, wurde unter dem rechten Fuß fixiert (Allinger & Motl, 2000; [Induzierung eines Katapulteffektes]). Die Datener-

fassung und Versuchssteuerung erfolgten computergestützt mit einem dynamometrischen Schnellinformationssystem (integrierte Messplattform Firma Kistler, Typ 9286A; Software „Sprung HPVEE 5.0-1“). Als Ausgangsdaten zur Berechnung der Flughöhe, operationalisiert über die vertikale Körperschwerpunktverlagerung (KSP), wurden die Bodenreaktionskräfte herangezogen (Einzugsrate: 1000 Hz).



Abb. 1: Schematische Darstellung der Ausgangsposition beim Vertikalsprung mit Eisschnelllaufschuhen und des Absprungs mit überblendetem Kraft-Zeit-Verlauf.

**Versuchsablauf:** In einem Versuchsplan mit Messwiederholung wurden die Sportler aufgefordert, mit der Variante –25 mm 3 Blöcke mit je 5 Sprüngen zu realisieren. 24 Stunden später sollten die Sportler wieder 2 Blöcke mit je 5 Sprüngen mit der 0-mm-Variante ausführen. Vor jeder Einheit absolvierten die Sportler ein standardisiertes Aufwärmprogramm zur Verletzungsprophylaxe. Zwischen jedem Ausführungsversuch lag ein Intertrialintervall von 30 Sekunden, und nach jedem Block lag eine Pause von 30 Minuten, um Ermüdungseffekte zu reduzieren. Im jeweils ersten Block eines jeden Versuchstages bekamen die Sportler zur Kalibrierung ihres motorischen Systems Rückmeldung über das tatsächliche Bewegungsergebnis (Knowledge-of-Results; KR) erteilt. Die übrigen Versuchsblöcke blieben rückinformationsfrei (No-KR).

**Abhängige Variablen:** Die Quantifizierung der motorischen Ausführungsleistung im Sinne der Performanz erfolgte über den totalen Fehler „E“. Das Fehlermaß „E“ beinhaltet gleichzeitig Informationen über die Präzision und Konstanz der Bewegungsausführung. Als weitere abhängige Variable wird die physikalische Leistung betrachtet.

**Datenanalyse:** Die deskriptive und inferenzstatistische Analyse (t-Test; Varianzanalyse mit Messwiederholung) erfolgte mit der SPSS-PC Version 15.0. Zur Prüfung der Hypothesen wurde das Signifikanzniveau auf 5 % festgelegt.

## Ergebnisse

Es werden ausgewählte Ergebnisse dargestellt. Differenziert wird hier in eine Querschnittsanalyse, in der mittlere Daten dargestellt werden, und eine individuellen Analyse – der Betrachtung ausgewählter Einzelfälle.

### Ergebnisse der Querschnittsanalyse

In Abb. 2 sind die mittleren Fehlerwerte „E“ abgebildet.

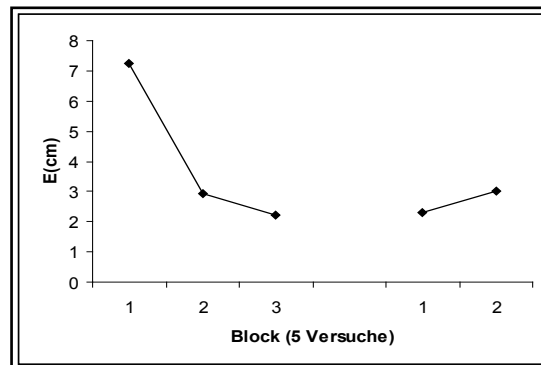


Abb. 2: Dargestellt sind die mittleren Fehlerwerte der Eisschnellläufer unter den beiden Varianten -25 mm und 0 mm.

Am ersten Versuchstag verbessern alle Sportler ihre motorische Ausführungsleistung unter der -25-mm-Variante,  $F(2,6) = 4.95$ ,  $p = .05$ ;  $\eta^2 = .62$ . Keine Leistungsverluste lassen sich am Versuchstag 2 unter der 0-mm-Variante beobachten  $F(1,3) = 1.29$ ,  $p > .05$ ;  $\eta^2 = .30$ . Auch der Vergleich vom letzten No-KR-Block am Tag 1 (Block 3) zum ersten No-KR-Block (Block 2) am Tag 2i zeigt keinen Unterschied in der motorischen Ausführungsleistung  $t(1,3) = .78$ ,  $p > .05$ ;  $d = .10$ . Es zeigt sich hier bei den Eisschnellläufern eine Transferleistung von der -25-mm-Variante zur 0-mm-Variante. Die Analyse der erbrachten mittleren Leistung in den beiden NO-KR-Tests unter der -25-mm-Variante verglichen mit der 0-mm-Variante zeigt keinen statistischen Unterschied,  $t(1,41) = .21$ ,  $p > .05$ ;  $d = .07$ . Im Mittel induziert die Verschiebung des Drehpunktes in anteriore Richtung keinen Leistungsgewinn und auch keinen Leistungsverlust.

### Ergebnisse der individuellen Analyse

Allinger und Motl (2000) beließen es allerdings bei einer Betrachtung von Mittelwerten. Eine offene Frage ist, ob einzelne Sportler von einer Verschiebung des Drehpunktes in anteriore Richtung profitieren könnten. Daher werden im Folgenden die Sprünge beider Drehpunkt-Bedingungen für jeden Sportler einzeln verglichen. Hierzu wurden diejenigen Kraft-Zeit-Verläufe der Eisschnellläufer herangezogen, in denen mit beiden Drehpunkteinstellungen die gleiche Höhe erzielt wurde. Die Kraft-Zeit-Kurven wurden anhand des Zeitpunktes superpositioniert, zu dem sich der Fuß von der Messplattform löste. In Abb. 3 sind die superpositionierten Kraft-Zeit-Verläufe eines Eisschnellläufers dargestellt, in denen mit beiden Drehpunkteinstellungen dieselbe Höhe von 9 cm erreicht wurde.

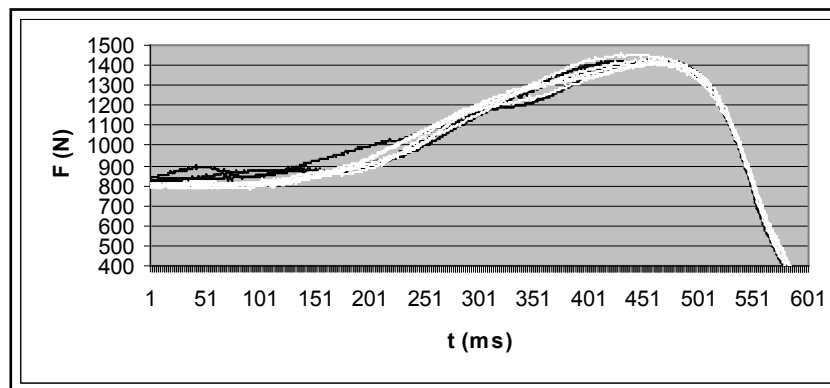


Abb. 3: Dargestellt sind die Kraft-Zeit-Verläufe eines Eisschnellläufers mit der -25-mm-Variante (weiß) und der 0-mm-Variante (schwarz).

Die deskriptive explorative Analyse der Verläufe zeigt keine Veränderungen der Kraft-Zeit-Verläufe bei der Absprungbewegung hinsichtlich der beiden Varianten.

### Diskussion und sportpraktische Implikationen

Ziel der angeführten Studien war die Untersuchung der Drehpunktoptimierung beim Klappschlittschuh. Hierzu wurde eine vertikale Absprungbewegung verwendet, die auch die „push-off-Phase“ beim Eisschnelllaufen simuliert (Allinger & Motl, 2000). Anzustreben war von den Sportler die möglichst exakte Realisierung einer submaximalen Sprunghöhe (60 % des individuellen Maximums). Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass weder im Mittel noch nach einer individuellen Betrachtung der Daten die Verschiebung des Drehpunktes in anteriore Richtung zu einer Veränderung des hier dargestellten Parameters (Leistung) führt. Der hypothetisch unterstellte Katapulteffekt durch die Verschiebung des Drehpunktes in anteriore Richtung bleibt aus. Zu empfehlen ist daher, keine Verschiebung des Drehpunktes vorzunehmen und es bei der individuell vom Sportler bevorzugten Einstellung zu belassen. Weitere Untersuchungen zu diesem Problemfeld erscheinen aber unerlässlich.

### Literatur

- Allinger, T. L. & Motl, R. W. (2000). Experimental vertical jump model used to evaluate the pivot location in klap speed skates. *Journal of applied biomechanics*, 16 (2), 142-156.
- Panzer, S. (2004). *Lernen und Umlernen einer komplexen großmotorischen sportlichen Bewegungsfertigkeit*. Lengerich u.a.: Pabst Science Publishers.