

## **Katharina Fischer**

(1. Preisträgerin Kategorie Poster)

# Erfassung von Sequencing und Timing von Skatingbewegungen im Skilanglauf<sup>1</sup>

## **Summary**

**Purpose:** The thesis describes individual movement variations for the free technique in cross-country skiing could be detected with the help of inertial sensors. As a result, is the assessment of the different phase lengths and ranking of key positions.

**Basic procedures:** This is an exploratory analysis of incidence. Starting from the technique model and typical fault patterns different movement variants to progress by study participant.

**Main findings:** The chronological order of the motion events changed, which contradicts the theory of sequencing. The relative timing reveals a significant deviation for different movement types.

## **Zusammenfassung**

**Untersuchungsziel:** Die Arbeit befasst sich mit der Erfassung von zeitlichen Verläufen einzelner Bewegungsvariationen der 1-1 Skatingtechnik im Skilanglauf mit Hilfe von Inertialsensoren. Im Ergebnis steht die Beurteilung der unterschiedlichen Phasenlängen und Reihung der Schlüsselpositionen.

---

<sup>1</sup> Betreuerin der Arbeit ist Prof. Dr. Maren Witt, Institut für Allgemeine Bewegungs- und Trainingswissenschaften, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig

Methode: Es handelt sich um eine explorative Einfallanalyse. Ausgehend vom Technikleitbild und typischen Fehlerbildern werden vom Probanden verschiedene Bewegungsvarianten durchgeführt.

Ergebnis: Die chronologische Reihenfolge der Bewegungsereignisse veränderte sich, was der Theorie des Sequencing widerspricht. Das relative Timing zeigt für verschiedene Bewegungsvarianten signifikante Abweichungen.

**Schlagworte:** Inertialsensoren, Skilanglauf, Sequencing und Timing

## 1. Problemstellung

In Ausdauersportarten nimmt Techniktraining eine besondere Stellung ein. Die Erfassung von Bewegungsparametern muss über eine längere Zeit erfolgen und die Rückmeldung sollte möglichst während der Bewegung stattfinden. Seit einiger Zeit werden zur Datenerfassung Inertialsensoren eingesetzt (Ganter, Krüger, Andexer, Witte & Edelmann-Nusser, 2010; Garwin, 2003; Kerner, 2009) und mit der dazugehörigen Software, auf der Grundlage spezifischer Körpermodelle, die erfassten Bewegungen visualisiert. Dabei haben Voruntersuchungen (Polenz, 2014) gezeigt, dass mit diesen Sensoren relevante Schlüsselpositionen der Skatingtechnik im Skilanglauf detektiert werden können.

Kurz (1998) und Lindinger (2006) konnten in ihren Arbeiten nachweisen, dass sich unter dem Einfluss der Geschwindigkeit im Skilanglauf Veränderungen der zeitlichen Dauer von Bewegungsabschnitten zeigen. Die Reihung der Schlüsselereignisse ändert sich jedoch nicht und auch die zeitliche Relation der Phasen bleibt erhalten. Clauß (2012) stellte mit Hilfe der Bildanalyse fest, dass anhand dieser zeitlichen Merkmale Bewegungsfehler beschrieben werden können. Unklar ist, ob dies auch unter Nutzung der Inertialsensoren möglich ist.

## 2. Fragestellung

Deshalb wurde in einer explorativen Studie ausgehend vom Technikleitbild die Bewegungsausführung in Richtung der Hauptbewegungsfehler (Zeit und Amplitude des Einsatzes der Extremitäten) variiert und die zeitliche Koordination der Teilbewegungen in der 1-1-Skatingtechnik erfasst. Es wird erwartet, dass es aufgrund der Bewegungsvariationen

- i) zu einer veränderten Reihenfolge der Schlüsselpositionen in einem Zyklus und
- ii) zu einer Veränderung der zeitlichen Relation einzelner Phasen der 1-1 Skatingtechnik kommt.

### 3. Untersuchungsmethoden

Es handelt sich hierbei um eine Einzelfallstudie als Vorarbeit für ein Projekt mit explorativem Charakter. Der Proband (m., Teilnehmer Juniorenweltmeisterschaft Skilanglauf) führte ausgehend vom Technikleitbild (TLB) und typischen Fehlerbildern die Bewegungsvarianten gestreckte Arme (GA), kurze Arme (KA), Armschwung bis zur Hüfte (AvH), langer Armschwung (AL), gestreckte Beine (BG), starke Beinbeugung (BA), kurze Arme und hohe Frequenz (KAF) und synchroner Arm- und Beinabdruck (BVA) aus. Die Datenerfassung erfolgte mit dem MVN-System BIOMECH 3D-Inertialmesssystem der Firma Xsens (17 Sensoren, 120 Hz, Roetenberg, Luinge & Slycke, 2013). Die Auswertung erfolgt über die Software des Inertialmesssystems Xsens MVN Studio 3.3. Zur Phasenerkennung (Stock Setzen und Lösen, Skiroller Setzen und Lösen, Beginn Gleitbeinextension) und zur Erstellung der Zyklusdiagramme wurde das Modell von Polenz (2014) genutzt. Die Bewertung erfolgte anhand der absoluten und relativen Phasenlänge von Doppelstockschub (DSS), Gleitbeinextension (GBE), Beinabstoßflexion (BAF), Beinabstoßextension (BAE) jeweils für die linke und rechte Seite.

### 4. Ergebnis und Diskussion

Die Erkennung aller Ereignisse war mit dem Algorithmus nach Polenz (2014) problemlos möglich. Der Vergleich von linker und rechter Körperseite ergab keine signifikanten Unterschiede.

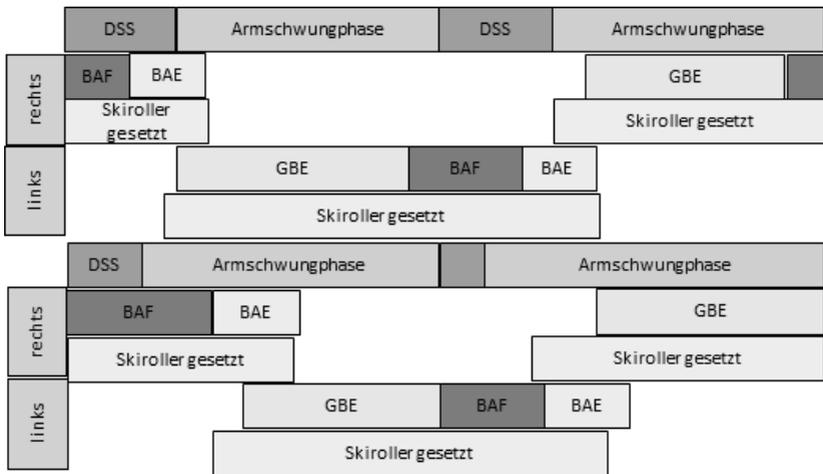


Abb. 1. Vergleich der Zyklusdiagramme der 1-1 Skatingtechnik für das Technikleitbild (TLB, oben) und eine starke Beinbeugung (BA)

In Abbildung 1 ist exemplarisch ein Zyklusdiagramm der 1-1 Skatingtechnik TLB und BA dargestellt. Wenn man den Beginn der einzelnen Phasen betrachtet, kann daraus geschlossen werden, dass es eine zeitliche Verschiebung gibt. Die Phasenlängen in den einzelnen Techniken sind unterschiedlich. In dem gewählten Beispiel verschiebt sich der Beginn der Phase BAF vom Ende des Zyklus beim TLB auf den Beginn des Zyklus bei BA. Das widerspricht der Theorie des Sequencing.

Das relative Timing zeigte für die Bewegungsvarianten in den Parametern DSS, BAF und BAE signifikante Abweichungen, die GBE war in allen Bewegungsvarianten unverändert (Tab. 1). Ebenso wird auch die Timing Theorie abgelehnt.

Tab. 1. Phasendauer bei verschiedenen Bewegungsvariationen

Varianten/ Phasen	DSSr	DSSI	GBEr	GBEI	BAFr	BAFI	BAEr	BAEI
TLB MW (%)	14,6	15,4	30,1	30,0	15,8	14,0	9,8	10,1
GA MW (%)	14,7	13,0	29,8	28,3	21,6	15,3	9,0	8,0
KA MW (%)	11,8	10,7	30,5	29,6	17,5	18,5	8,5	10,8
AvH MW (%)	13,2	12,1	30,6	31,4	14,5	14,7	11,4	11,8
AL MW (%)	14,2	15,7	30,5	32,8	13,8	14,8	8,3	8,3
BG MW (%)	15,7	15,5	31,0	39,3	14,7	14,4	8,8	8,7
BA MW (%)	16,3	16,2	31,3	33,7	17,2	10,0	13,4	9,1
KAF MW (%)	21,2	19,8	34,9	31,0	22,9	24,0	17,7	16,6
BVA MW (%)	12,7	14,8	32,3	33,6	14,3	13,2	8,7	7,7
MW (%)	14,9	14,8	31,2	32,2	16,9	15,4	10,7	10,1
STABW (%)	3,6	3,8	4,3	7,6	4,9	4,2	3,3	3,1
Kruskal - Wallis Test (Sig. >0,05)	0,013 (s.)	0,040 (s.)	0,112 (n.s.)	0,281 (n.s.)	0,040 (s.)	0,007 (s.)	0,001 (s.)	0,001 (s.)

## 5. Ausblick

Mit Hilfe der Einzelfallstudie konnte gezeigt werden, dass sich Bewegungsvariationen mit Hilfe von Inertialsensoren erfassen lassen und Parameter des Sequencings bzw. Timings für ein Feedbacktraining eingesetzt werden können.

nen. Die Untersuchungsergebnisse müssen in einem nächsten Schritt für eine größere Gruppe bestätigt werden.

## Literatur

Clauß, M. (2012). *Biomechanische Explikationen zu den Skating-Skilanglauftechniken und deren Computersimulation für das Sporttechniktraining*. Dissertation, Universität Leipzig.

Ganter, N., Krüger, A., Andexer, V., Witte, K & Edelmann-Nusser, J. (2011). Pilotstudie zum Einsatz eines Ganzkörperinertialmesssystems für die Analyse der Drehstoß-technik im Kugelstoßen. In D. Link & J. Wiemeyer (Hrsg.), *Sportinformatik trifft Sporttechnologie* (Schriften der deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, 217, S. 245–249). Hamburg: Feldhaus, Ed. Czwalina.

Garwin, W. (2003). Technikanalyse im Hochleistungssport. Eine Untersuchung des Vor-hand-Überkopf-Smash mittels Accelerometrie von nationalen und internationalen Spitzenspielern im Badminton. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge* 44 (2), 143–151.

Kerner, S. (2009). *Der Einsatz von Beschleunigungssensoren im sportlichen Gehen zur Identifikation von charakteristischen Bewegungsparametern*. Diplomarbeit, Universität Magdeburg.

Kurz, H. (1999). *Bewegungstechnik und Bewegungskoordination im Skilauf. Produkt- und Prozessorientierte Analysen der Skatingtechnik*. München: Nordic Verlag.

Lindinger, S. (2006). *Biomechanische Analysen von Skatingtechniken im Skilanglauf*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.

Polenz, C. (2014). *Eine explorative Untersuchung zur Bestimmung des Potentials von Inertialsensoren für eine qualitative Bewegungsanalyse im Skilanglauf. Grundlage für eine sensorbasierte Messplatzentwicklung*. Masterarbeit, Universität Leipzig.

Roetenberg, D., Luinge, H. & Slycke, P. (2013). Xsens MVN: Full 6DOF Human Motion Tracking Using Miniature Inertial Sensors. *Xsens Technologies* 13 (3), 1-9. Zugriff am 26.08.2015 unter [www.xsens.com/images/stories/PDF/MVN\\_white\\_paper.pdf](http://www.xsens.com/images/stories/PDF/MVN_white_paper.pdf)

## Verfasserin

**Fischer, Katharina**, Institut für Allgemeine Bewegungs- und Trainingswissenschaften, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig