
Trainingsbetreuung Ski-Alpin – Objektivierung der Technikanalyse¹

Peter Spitzenpfeil & Ulrich Hartmann

Technische Universität München

Fachgebiet für Theorie und Praxis der Sportarten

1 Problem

Im Gegensatz zu vielen anderen Sportarten (Leichtathletik, Tennis, Gerätturnen, etc.) gestaltet sich die Technikanalyse im alpinen Skirennlauf auf Grund der örtlichen Gegebenheiten (Entfernung zum Athleten, Geschwindigkeit, Sicht, etc.) meist schwierig. Um detailliertere Informationen (kinematische und dynamische Daten) während der Fahrt zu erhalten sind aufwändige Methoden erforderlich (Müller, 1982; Mester, 1988; Nachbauer, 1986; Raschner et al., 1997). So wird z.B. die von Mester entwickelte „Skimesbinding“ seit vielen Jahren erfolgreich bei der trainingswissenschaftlichen Betreuung der deutschen Ski-Nationalmannschaft eingesetzt. Des Weiteren werden in unterschiedlichen Arbeitsgruppen seit einigen Jahren verschiedene Messsohlen-Systeme zur Erfassung der plantaren Druckverhältnisse im Skischuh verwendet (Schaff & Hauser, 1987; Raschner et al., 1999).

Auch im Projekt „trainings- und wettkampfbegleitende Maßnahmen im alpinen Skirennlauf“ werden seit 2001 Druckmesssohlen zur Objektivierung der Technikanalyse im Trainingseinsatz genutzt. Im Folgenden soll dieses Verfahren dargestellt und die trainingspraktischen Einsatzmöglichkeiten verdeutlicht werden.

2 Methode

Verwendet wird ein Messsystem der Firma Paromed- Medizintechnik GmbH zur Bestimmung des plantaren Sohlendrucks. Es besteht aus einem Paar Messsohlen, die über ein Kabel mit dem Datenlogger verbunden sind. Der Datalogger speichert die Messwerte auf einer handelsüblichen PCMCIA-Speicherkarte. Die verwendeten Messsohlen sind mit 24 Hydrozellen bestückt und werden wie Einlagen in die Schuhe gelegt. Das Messprinzip beruht auf der Anwendung der Weatherstone'schen Messbrücke, nach der sich der Temperatureinfluss neutralisiert, da er auf den Mess- und Vergleichswiderstand gleich wirkt. Aufgrund der Bauart sind die Sensoren gegenüber äußeren Einflüssen wie Magnetfeldern abgeschirmt. Neben den senkrecht wirkenden Kräften können derartige Rezeptoren auch wirkende Scherbelastungen aufnehmen. Für die Anwendung in der Trainingspraxis steht

¹ VF 0407/16/04/2004

die qualitative Auswertung der Daten im Vordergrund. Abbildung 1 stellt die Messsohlen und die Lage bzw. Größe der Sensoren dar.

Der Datalogger (Abbildung 2) mit einer Größe von 178 x 96 x 58 mm und einem Gewicht von 570 g speichert die Sohlendaten mit einem Messfehler von +/- 2 % auf die Speicherkarte. Ein externer NiCd Akku versorgt den Logger mit Strom, für den eine Ausgangsspannung von 5 V und eine Eingangsspannung von 8,4-9,6 V angegeben wird. Die Aufzeichnung von Videobildern synchron zu den durchgeführten Messungen wird mit einer digitalen Videokamera vorgenommen, um die Bilder später in einem Rechner verwerten zu können.



Abb. 1: Position der Sensoren auf den Messsohlen

Abb. 2: Datenlogger



Abb. 3: Athletin beim Anlegen und mit angelegter Messtechnik.

Um die Videobilder mit den Messdaten synchronisieren zu können, wird entweder ein Triggersignal (Lampe) oder eine eindeutig zuzuordnende Aktion (z.B. Sprung) verwendet. Die Auswertung und Rückmeldung der einzelnen Messungen erfolgt mit Hilfe der Software AD-Graph, die eine simultane Darstellung der Druckdaten und des Videobildes ermöglicht. Durch die einfache Handhabung des Messsohlensystems ist ein relativ flexibler Einsatz im Trainingsbetrieb möglich (Abbildung 3).

3 Ergebnis

Anhand der folgenden Beschreibung soll exemplarisch der Einsatz des Sohlensystems zu trainingsbegleitenden Untersuchungszwecken dargestellt werden. Zeitpunkt dieser Messung im Saisonverlauf war die Nachsaison, im Mittelpunkt der Maßnahme am Stilfser Joch stand das Training der Belastungsverteilung in Kurven im freien Fahren und bei spezifischen Übungen. Durchgeführt wurden diese Messungen von zwei Personen, die erste war für die Messung mit den Sohlen verantwortlich, die zweite nahm jede Messfahrt mit einer Videokamera auf. Für die spätere Synchronisation der Messdaten und des Videobildes ist eine exakte Zusammenarbeit der beiden Positionen erforderlich. Da die Athleten die sensible Messtechnik auf dem Rücken tragen, ist zur Handhabung und Bedienung eine ständige Begleitung während der einzelnen Fahrten nötig. Die Videoposition bleibt ständig besetzt, um einen schnellen Ablauf der Messungen zu gewährleisten.

Die Ergebnisdarstellung sollte so anschaulich wie möglich sein. Deshalb werden die Resultate der Messungen des plantaren Sohlendruckes in einer Form ausgewertet, die den Läufern und Trainern einen schnellen und einfachen Zugang zu den Ergebnissen gestattet. Dies ermöglicht die zum Paromed-System gehörige Software AD-Graph, in der die Messwerte und das Video synchronisiert und abgespielt werden können. Daneben können durch dieses Programm Makros erstellt werden, um die Messwerte zur weiteren Analyse in neuen Ansichten zusammenzufassen. So wurde in diesem Fall die Sohlenansicht als Makro ausgeführt, in dem die Verteilung des Drucks in verschiedenen anatomischen Bereichen abgelesen werden kann. So lassen sich Schlüsse bezüglich der Verteilung des Drucks innen/außen und vorne/hinten ziehen.

Die folgenden Abbildungen geben Messergebnisse unterschiedlicher Läuferinnen aus dem A-Kader der Nationalmannschaft wieder. Die Graphiken sollen als exemplarische Momentaufnahme dienen.

In der Abbildung 4 sieht man in der oberen Kurve die Verteilung des Drucks auf das linke (blau) und rechte (rot) Bein. Links unten ist die Fahraufnahme der Läuferin und rechts unten der momentane Sohlendruck, zusammengefasst in sieben relevante Bereiche des

Vor- Mittelfußes und der Ferse, abgebildet. Im mittleren Bereich wird die aktuelle prozentuale Belastungsverteilung zwischen dem linken und dem rechten Bein angegeben.

Im Rahmen des Techniktrainings sollte vor allem die Verteilung der Gewichtsbelastung auf beide Ski während der Kurvenfahrt trainiert werden. Die Athletinnen absolvierten jeweils drei Fahrten mit den Messsohlen.

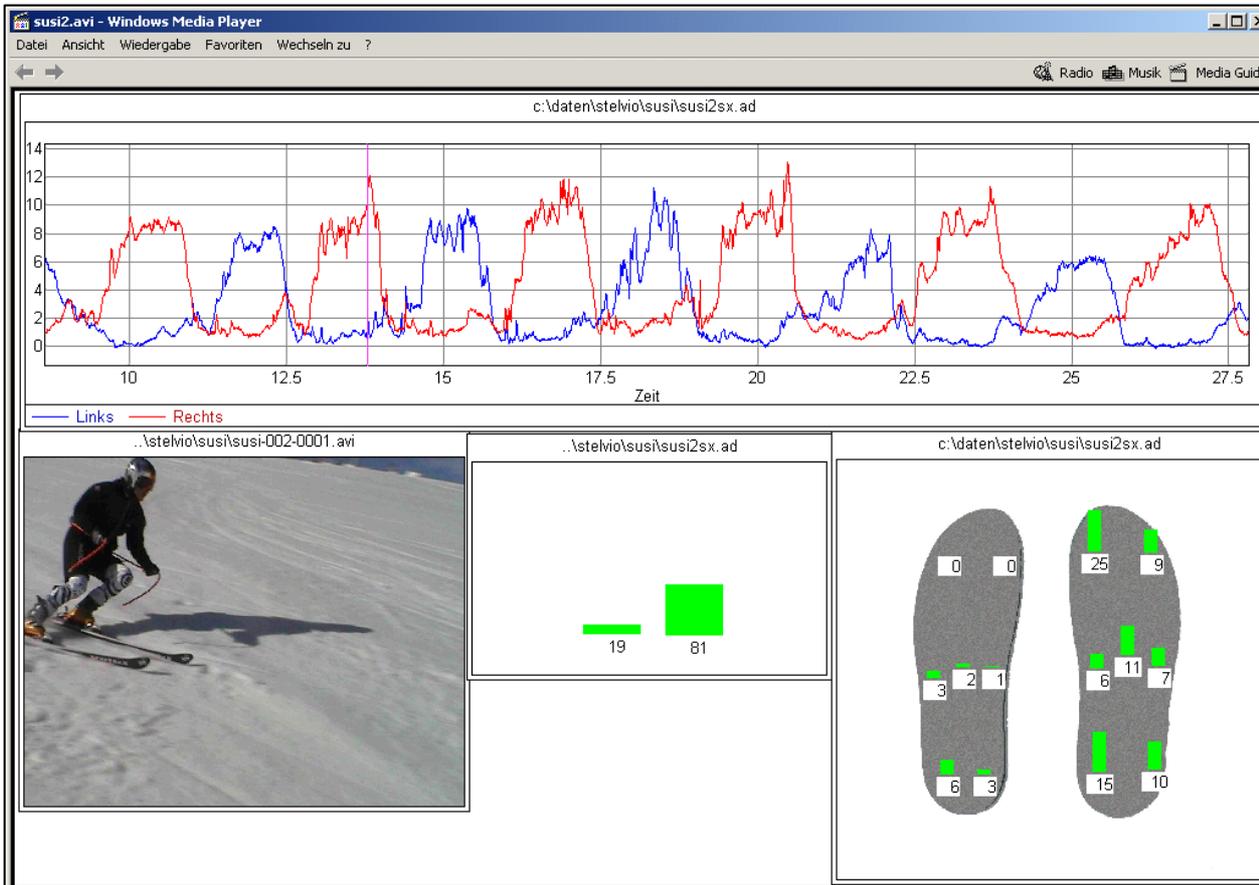


Abb. 4: Messung der Druckverhältnisse an der Fußsohle im Techniktraining bei einer Übung zur Verbesserung der beidbeinigen Fahrweise (Seil s. Pfeil). Die roten Kreise zeigen die Schwungwechselphase in der eine Mitbelastung des Innenbeins zu erkennen ist.

In Abbildung 4 ist zu erkennen, dass durch die Verwendung des Seils im Bereich des Schwungwechsels eine gleichmäßigere Belastungsverteilung als in Abbildung 5, beim Fahren ohne Seil, erreicht wird.



Abb. 5 Messung der Druckverhältnisse an der Fußsohle im freien Fahren ohne Zusatzaufgabe.

Im Rahmen des Techniktrainings wurde auf Grundlage der Messungen gezielt das Einnehmen bestimmter Körperpositionen trainiert, um eine bessere Belastungsverteilung zu erzielen. Des Weiteren wurden erneut Messungen durchgeführt, um das Ergebnis des Trainings zu kontrollieren. Es hat sich gezeigt, dass es sich hierbei um gravierende Technikumstellungen handelt, die gerade von älteren Athleten nur schwer umsetzbar sind. Das System der Messsohlen wurde dabei als sehr hilfreiches Kontrollinstrumentarium angesehen.

4 Diskussion

Die Veränderung des Materials hin zu stark taillierten Skiern hat in den letzten Jahren nicht nur im Freizeitbereich sondern vor allem im Rennlauf zu einer Veränderung der Fahrtechnik geführt. Standen früher Merkmale wie „Außenskielastung“ und „Vertikalbewegung“ im Vordergrund sind heute Technikparameter wie „beidbeiniges Fahren“ und „ständiger Bodenkontakt“ gefragt. Vor allem die „beidbeinige Belastung“ - möglichst über den gesamten Schwungverlauf - hat sich in vielen Leistungsbereichen als Technikkriterium etabliert. Gründe liegen hier vor allem in der Mechanik des Materials das durch gleiches Belasten von Innen- und Außenski die geringste Bremswirkung entfaltet. Zudem ist

aus energetisch-ökonomischen Gesichtspunkten eine Verteilung der hohen Kräfte auf beide Beine anzustreben.

Sowohl für den Trainer (Außensicht) als auch für den Athleten (Innensicht) ist diese beidbeinige Fahrweise nur schwer zu erkennen bzw. zu analysieren. Aus diesem Grund ist die objektive Erfassung der tatsächlichen Belastungsverteilung sehr hilfreich. Wichtig ist dabei die Verknüpfung der dynamischen Daten mit den Videoaufzeichnungen, um eine Verbindung von Aktion und Effekt herstellen zu können. Ältere Athleten, die noch hauptsächlich die traditionellen Technik trainierten, sind im Rahmen des Umlernprozesses besonders auf objektive Rückmeldungen von außen angewiesen, da ihre Aufmerksamkeit während der Fahrt auf andere Dinge (Kurs, Gelände, Körperposition etc.) gerichtet ist.

In der konkreten Trainingsarbeit können somit nicht nur die individuellen Fahrleistungen im Wettkampftraining analysiert werden, sondern vor allem auch die Wirksamkeit von Trainingsübungen und Technikanweisungen. Während des ständigen Optimierens der Bewegungstechnik kann so, neben der Fahrzeit, ein weiterer Kontrollparameter aus dem Bereich der Motorik erfasst werden.

5 Zusammenfassung

Die Untersuchungen mit den Messsohlen haben sich als gute Ergänzung zu den bereits in den vergangenen Jahren erfolgreich eingesetzten Systemen der Skimessbindung und der computergestützten Videoanalyse etabliert. Es können nun auch Analysen während der Fahrt mit dem jeweils eigenen Material der Athleten durchgeführt werden. Das Parotec-System hat zudem den Vorteil, dass es relativ schnell angelegt werden kann und die Läufer kaum beeinträchtigt. Die Auswertung ist mit der Synchronisation des Videobildes zwar nicht im Sinne einer Sofortinformation verfügbar, es hat sich jedoch gezeigt, dass die Athleten auch eine Analyse, z.B. am Nachmittag im Rahmen einer Trainingsbesprechung, noch gut umsetzen können.

6 Literatur

- Mester, J. (1988). *Diagnostik von Wahrnehmung und Koordination im Sport*. Schorndorf: Hofmann.
- Müller, E. (1982). *Biomechanische Analysen alpiner Skilauftechniken*. Innsbruck: Inn-Verlag.
- Nachbauer, E. (1986). *Fahrlinie und Belastungsverlauf bei Torlauf und Riesentorlauf*. Dissertation. Universität Innsbruck.
- Raschner, C., Müller, E. & Schwammeder, H. (1997). Kinematik and kinetic analysis of slalom turns as a basis for development of specific training methods to improve

- strength and endurance. In E. Müller, H. Schwammedi, E. Kornexl & C. Raschner (eds.), *Science and Skiing* (S. 251-261). London: E & FN Spon.
- Raschner, C., Schieffermüller, C., Zallinger, G. Hofer, E., Müller, E. & Brunner, F. (2001). Carving Turns versus Traditional Parallel Turns – a Comparative Biomechanical Analysis. In E. Müller, H. Schwammedi, C. Raschner, S. Lindinger & E. Kornexl (eds.), *Science and Skiing II*. (S. 203-217). Hamburg: Dr. Kovac.
- Schaff, P. & Hauser, W. (1987). Druckverteilungsmessungen am menschlichen Unterschenkel in Skischuhen. *Sportverletzungen – Sportschaden*, 3, 118-129.

