

**Zeitschrift:** Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen

**Herausgeber:** Eidgenössische Turn- und Sportschule Magglingen

**Band:** 36 (1979)

**Heft:** 8

**Artikel:** Kinematographische Untersuchung zur Frage der Fussgelenksbelastung beim Fosbury-Flop

**Autor:** Knebel, Karl-Peter / Krahel, Hartmut

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-994587>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 06.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



## Kinematographische Untersuchung zur Frage der Fussgelenks- belastung beim Fosbury-Flop

Karl-Peter Knebel/Hartmut Krahel

### Zusammenfassung

Die Verfasser registrierten mit einer Hochfrequenzkamera (300 Bilder/sec) bei den Deutschen Meisterschaften 1975 insgesamt 108 Hochsprünge von Flop- und Straddlespringern und Springerrinnen der deutschen Spitzenklasse. Die Ergebnisse der Untersuchung ergaben den Nachweis bisher unbekannter Belastungsformen beim Flop-Absprung und sind Beleg für eine Reihe von Sportschäden und Beschwerden bei Hochspringern(-innen), deren Genese der Sportmedizin und der Sportpraxis bisher nicht geläufig waren. Die trainingsmethodischen Konsequenzen werden diskutiert.

Die gehäuften Fussbeschwerden von Flopspringerinnen – meist im medialen Anteil des Rückfusses – waren der Anlass, bei den Deutschen Meisterschaften in Frankfurt 1975 die Absprungbewegung beim Hochsprung hinsichtlich der Fussbelastung genauer zu untersuchen. Weil vorausgehende Versuche mit konventionellen Zeitlupenkameras nur unzulängliche Hinweise auf die Hauptbelastungszone des Fusses beim Absprung ergaben, wurde bei den DM 1975 eine 16-mm-Schnellbildkamera vom Typ LOCAM eingesetzt<sup>1</sup>.

Mit einer Geschwindigkeit von 300 Bilder/sec. konnten 108 Hochsprünge aus zwei verschiedenen Aufnahmerrichtungen (von vorn und von hinten jeweils parallel zur Lattenenebene) kinematographisch registriert werden (Abb. 1). Aufgenommen wurden die Sprünge von insgesamt 16 Männern und 12 Frauen. Dabei entfielen 26 registrierte Sprünge auf den Qualifikationswettkampf der Männer mit Sprungleistungen zwischen 1,94 bis 2,09 m, 42 Sprünge auf den Endkampf mit Leistungen von 1,99 m bis 2,15 m sowie 40 Registrierungen während des Endkampfes im Frauen-Hochsprung mit Sprungleistungen von 1,70 m bis 1,86 m.

Bei der Auswertung des Materials in der Orthopädischen Klinik der Universität Heidelberg konnten deutlich unphysiologische Belastungen, verursacht durch eine nicht achsengerechte Beanspruchung des Fusses, während des Brems- und Beschleunigungsstosses bei allen Flop-Springern und Springerinnen nachgewiesen werden. Ähnlich ungünstige Beanspruchungen konnten dagegen bei den Straddlespringern der Untersuchungsgruppe nicht beobachtet werden.

<sup>1</sup> Die Hochfrequenzaufnahmen wurden mit freundlicher Unterstützung des Instituts für Biomechanik im Sportinstitut der Universität Frankfurt (Leitung Prof. Dr. R. Ballreich) durchgeführt.

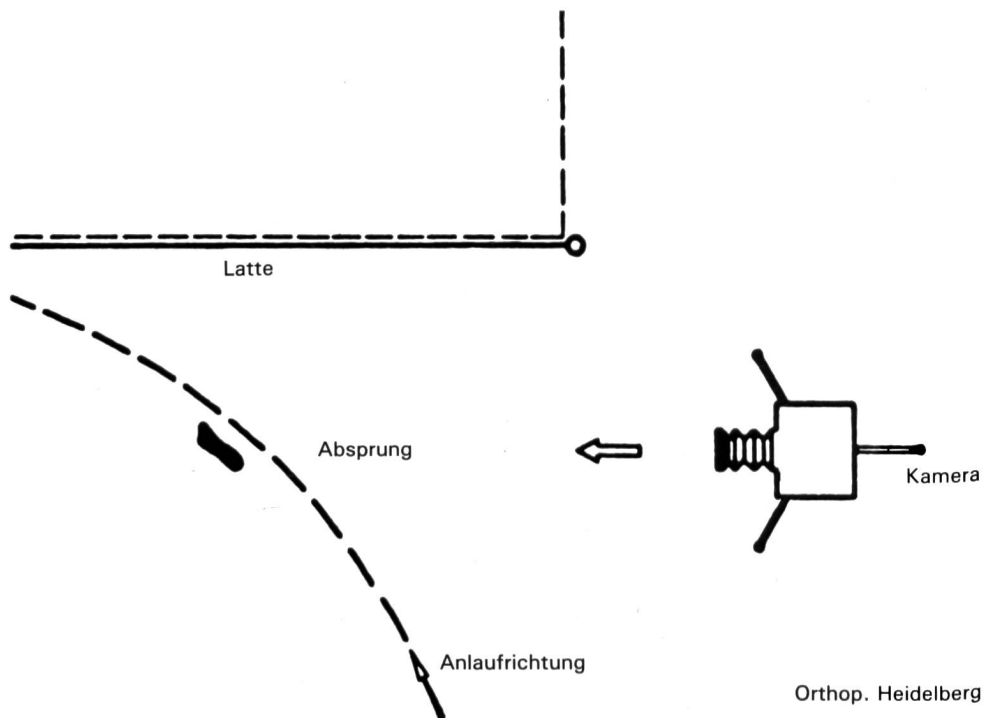


Abb. 1: Position der Schnellbildkamera parallel zur Latte in Höhe des Absprungs beim Flop.

### Bewegungsablauf und Beanspruchung beim Flop

Nach Auswertung des Bildmaterials kann der Bewegungsablauf und die Beanspruchung des Fusses in der Absprungsphase wie folgt beschrieben werden:

1. Der Absprungpunkt liegt je nach Anlaufgeschwindigkeit und Sprunghöhe zwischen zirka 70 cm bis 90 cm von der Latte entfernt. In der Einstemmphase bildet die Längsachse des Sprungfusses mit der Lattenenebene einen Winkel zwischen den Extremwerten 0° und 60°.
2. Im Augenblick des Aufsetzens der Ferse steht das obere Sprunggelenk in Mittelstellung bis zu eben beginnender Dorsalflexion (Abb. 2a).
3. Beim Einstemmen erfolgt der Fersenkontakt mit deutlicher Fussaussenrandbetonung, infolge des bogenförmigen Anlaufs beim Flop (Abb. 3a).
4. Beim Aufsetzen des Fusses entsteht ein Staucheffekt mit passiver Pronation der Ferse und zunehmender Plantarflexion im oberen Sprunggelenk.
5. Bei vollständigem Sohlenkontakt befindet sich der Fuss in Pronationsstellung (Abb. 2b/c und 3b/c).
6. Eine nach medial gerichtete Deformierung des Fusses – teilweise mit kurzem Abheben des lateralen Fussrandes – wird sichtbar. Dies ist umso auffälliger, je lattenparalleler der Fuss zum Absprung aufgesetzt wird und je ungeeigneter der Sprungschuh für den Flopabsprung ist (Abb. 2b/c und 3b/c).
7. Die Länge der Kontaktzeit (Stützphase) ist abhängig von der Technik.
8. Beim Beschleunigungsstoss verlässt die Ferse als erstes den Boden, wobei ein allmählicher Ausgleich der Rückfusspronation erfolgt (Abb. 2d und 3d).
9. Die Plantarflexion des Fusses bis zur Endstellung bei Mittelstellung im oberen Sprunggelenk erfolgt mit Betonung des medialen Fussrandes (Abb. 2b bis 2d).
10. Bei der Rotation des Körpers um die Unterschenkel längsachse ist ein passiver Adduktionseffekt auf den Vorfuss, bevor die Fussspitze den Boden verlässt, feststellbar. Bei einigen wenigen Springern drehte der Vorfuss mit den Spikes des Sprungschuhs im Kunststoffboden (Abb. 2d).
11. Nach dem Lösen vom Boden steht die Fusslängsachse in der endgültigen Flugstellung und zwar in mehr als 90° zur Aufsetzebene (Abb. 2e und 2f).

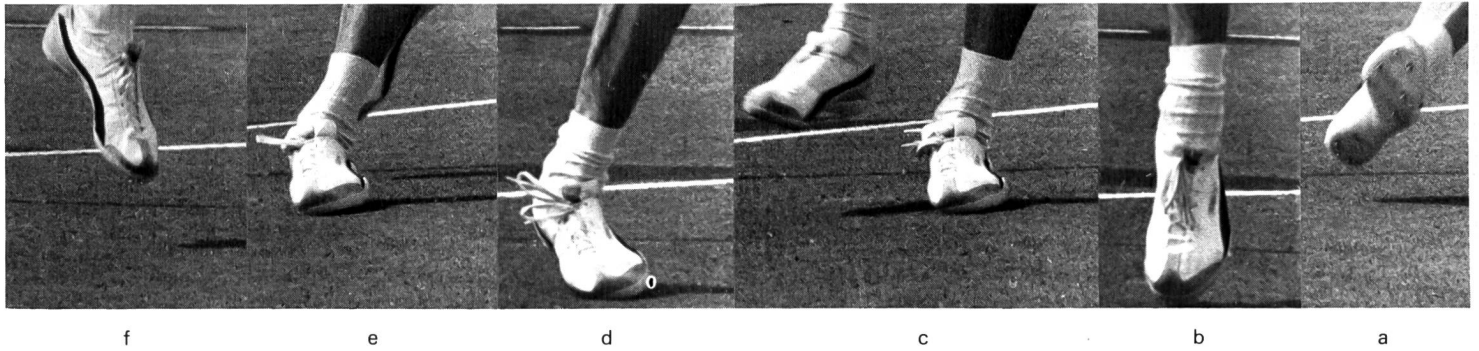


Abb. 2: Die Absprungphase beim Flop von vorn

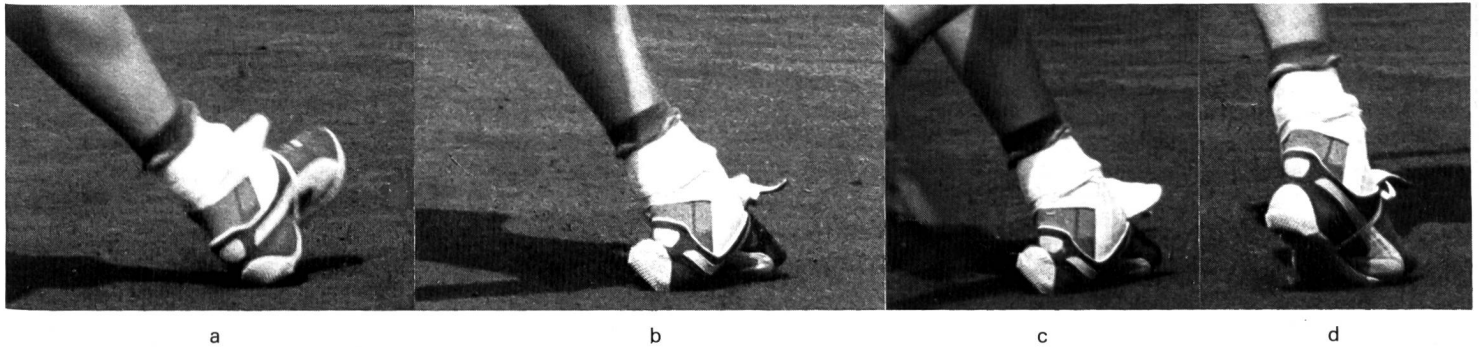


Abb. 3: Die Absprungphase beim Flop von hinten

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass der Sprungfuss beim Flop-Absprung nicht achsengerecht beansprucht wird. Die Auswertung der registrierten Sprünge ergab eine erhöhte Belastung des Längsgewölbes im Sinne unphysiologischer Stauch- und Scherkräfte in der Einstemm- und Abdruckphase, für die ausreichende muskuläre, ligamentäre oder ossäre Sicherungsstrukturen fehlen. Grösse und Richtung der achsenabweichenden Kräfte sind abhängig von der Grösse und Richtung des Brems- und Beschleunigungstosses.

Die beschriebenen Stauch- und Scherkräfte werden sich in erster Linie auf das Kahnbein (Os naviculare) auswirken müssen, das als Schlussstein des Längsgewölbes im Schnittpunkt der achsenabweichenden Kräfte liegt und das deshalb hinsichtlich einer Knorpel- und Knochenschädigung besonders exponiert ist (Abb. 4 und 5).

Das Beispiel einer Ermüdungsfraktur des Kahnbeins bei einer Olympiateilnehmerin im Hochsprung sowie bei einer Fünfkämpferin, die die Floptechnik bevorzugt und zwei weitere in der Universitätsklinik Freiburg bekannt gewordene Schädigungen der gleichen Genese zeigen an, dass beim Flopabsprung Belastungsphänomene auftreten, die bei einem mehrjährigen Trainingsprozess zu schweren Schädigungen der Knochensubstanz im Fuss führen, die die Funktionsfähigkeit des Fusses und damit die Gesundheit des Sportlers ernsthaft gefährden.

#### Trainingsmethodische Konsequenzen

Zur Vermeidung derartiger Schäden und zur Optimierung einer leistungsverbessernden Technik können wir aus den Untersuchungen folgende Konsequenzen ziehen:

1. Aufnahme einer speziellen Fussgymnastik zur Kräftigung der kleinen Fussmuskulatur und der Supinatoren in das Trainingsprogramm.
2. Korrektur der unphysiologischen Kraftrichtung.

zu 1

Eine spezielle Fussgymnastik zur Kräftigung ist in das Aufwärmprogramm zu integrieren und in jeder Trainingseinheit durchzuführen. Die «pflegerischen» Massnahmen sollten sich aber nicht nur auf die Kräftigung der Fussmuskeln beschränken. Die intensiven Lauf- und Sprungformen im Schnelligkeits- und reaktiven Krafttraining verlangen ebenso ausgleichende und entspannende Übungen für die Füsse. Zweckmässigerweise werden diese Übungen am Ende des Trainings durchgeführt. Bei vorliegenden Fusschwächen erhalten die kräftigenden und ausgleichenden gymnastischen Übungen eine besondere Bedeutung.

zu 2

Die Zeitlupenstudien zeigten, dass die unphysiologischen Scherkräfte umso wirksamer sind, je stärker der Fuss beim Einstemmen von der Anlaufrichtung abweicht. Die Längsachse des Fusses muss beim Aufsetzen des Absprungfusses in Anlaufrichtung, tangential zur Impulskurve, liegen. Im Techniktraining muss der Präzisierung des Absprungvorgangs verstärkt Beachtung geschenkt werden.

Die Schuhhersteller liefern seit einiger Zeit einen speziellen Sprungschuh für den Flop. Dieser Schuh besitzt gegenüber einem normalen Hochsprungschuh eine am inneren Fussrand vorge-

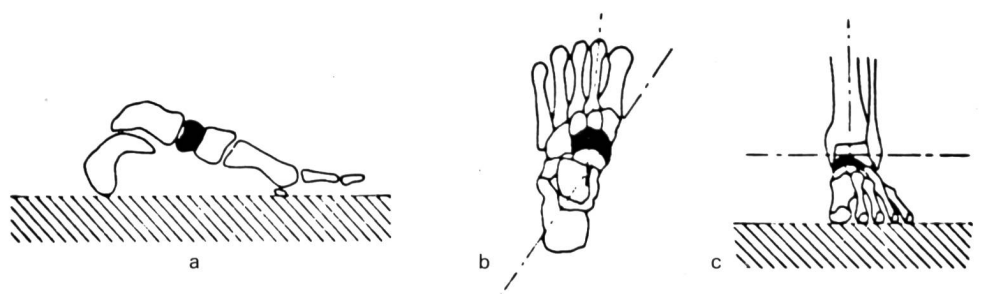


Abb. 4: Normalposition des Fusses (Kahnbein dunkel hervorgehoben)

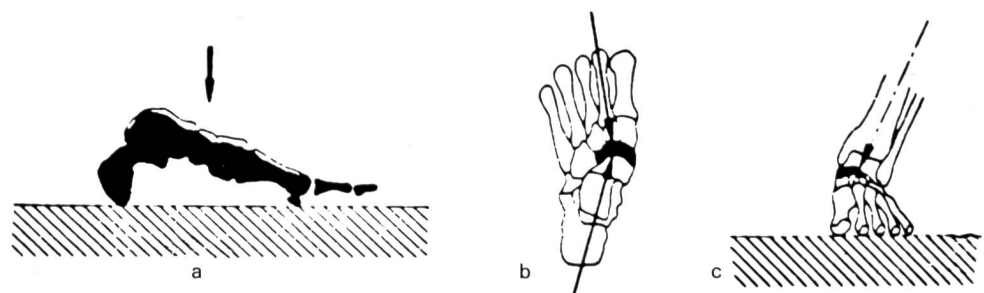
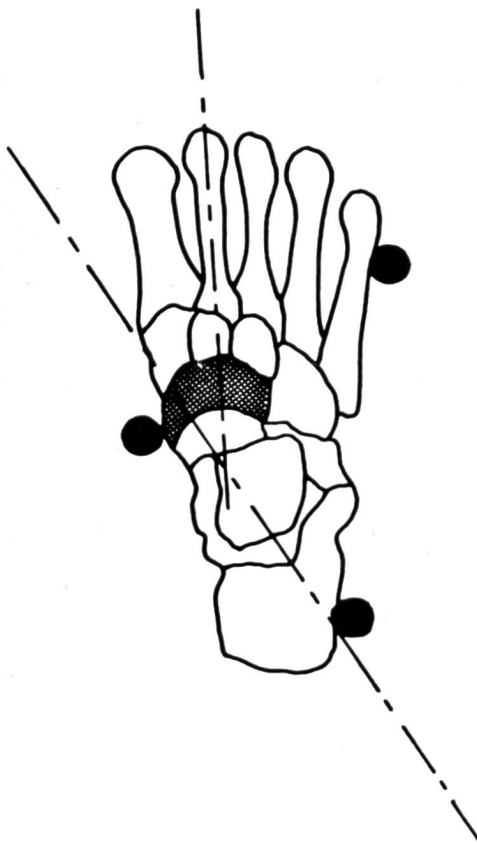


Abb. 5: Die Knick-Senkfussbelastung des Fusses in der Absprungphase beim Flop. Die besondere Belastung des Kahnbeins bei der beschriebenen Fussverformung ist erkennbar.

zogene Fersenkappe, um die nach medial gerichtete Deformierung auszugleichen. In den Bewegungsstudien ist erkennbar, dass diese Konstruktionsweise zwar noch nicht zufriedenstellend den Fuss bei falschem Aufsetzen abstützen kann, doch ist die Stützfunktion deutlich besser als bei Sprungschuhen mit normal konstruierter Fersenschale. In wie weit eine Sohlenerhöhung auf der Innenseite des Schuhs, wie theoretisch zu fordern, von den Springern toleriert wird, bleibt abzuwarten.



**Abb. 6:** Eine Stabilisierung des Sprungschuhs nach dem 3-Punkt-Prinzip wäre gemeinsam mit der Innenranderrhöhung theoretisch zu fordern, um der Knick-Senkfuß-Deformierung des Fußes in der Absprungphase vorzubeugen.

Um das Risiko der Schädigung während eines mehrjährigen Trainingsprozesses möglichst klein zu halten, sollte der Flopspringer einen speziellen Sprungschuh tragen. Vor allem im Anfängerbereich, wo die beschriebene Absprungtechnik noch nicht beherrscht wird, ist diese Forderung zu stellen.

Mit Hilfe individueller Fußbettung im Sprungschuh kann das weitere versucht werden, die auftretenden Fehlbelastungen beim Absprung zu verringern.

Wenngleich auch all diese Massnahmen zurzeit letztlich nur ein Kompromiss darstellen, so sollte doch auch in Zukunft in der Zusammenarbeit von Medizinern, Sportpädagogen und Schuhherstellern weiterhin versucht werden, vermeidbare unphysiologische Beanspruchungen aufzudecken, um den Sportler vor Gesundheitsschäden zu schützen. Die bisher bekannt gewordenen Kahnbeinfrakturen und die zahlreichen unklaren Fußbeschwerden der Flopspringer und -Springerinnen sind Mahnung genug, diese Zielsetzung konsequent zu verfolgen.

Dieser Aufsatz geht aus dem Konzept eines Vortrags hervor, der am 30. April 1978 bei der Süddeutschen Orthopädentagung in Baden-Baden gehalten wurde.

#### Verfasseranschrift:

Karl-Peter Knebel  
Diplom-Sportlehrer  
Bundestrainer Hochsprung-Frauen  
Sportinstitut der Universität  
Im Neuenheimer Feld 700  
6900 Heidelberg

Prof. Dr. Hartmut Krahle  
Mannschaftsarzt des DLV  
Orthopädische Klinik  
Schlierbach  
6900 Heidelberg

## Leichtathletikunfälle

K. Biener

### 1. Einleitung und Ziel

Auch in den leichtathletischen Disziplinen werden durch ständige Maximalbeanspruchungen und gelegentliche Überlastungen Schäden heraufbeschworen, die schon manchen Aktiven für immer um die Früchte seines Trainingsfleisses gebracht und als Dauerschäden zur endgültigen Aufgabe des Sporttreibens, ja zur Invalidität geführt haben. Die Anforderungen an den olympischen Hochleistungsathleten sind ungeheuer geworden. Das Herz macht noch mit – aber das Bindegewebe reißt.

Unfälle drohen dem Leichtathleten in vielen Formen. Um Einblick in die Varianz dieses Geschehens in der gegenwärtigen Sportsituation zu erhalten und daraus Präventionsgedanken zu entwickeln, haben wir 187 Unfälle in dieser Sportart analysiert.

### 2. Material und Statistik

Zur Verfügung standen uns 187 Dossiers als repräsentative 10 Prozent Stichprobe von insgesamt 1870 Leichtathletikunfällen. Diese Fälle stammten aus dem Material der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA). Bei den 187 Stichproben handelte es sich um 5 Prozent Frauen und um 95 Prozent Männer. Von den 178 Männern waren 36 Prozent unter zwanzig Jahre alt, 52 Prozent zwanzig bis neunundzwanzig Jahre und 12 Prozent über dreissig Jahre alt. Von den 9 Frauen hatten zwei Drittel das 20. Lebensjahr noch nicht erreicht, ein Drittel überschritten. Man kann also sagen, dass die Hälfte aller Leichtathletikunfälle vor dem 20. und nach dem 30. Altersjahr auftreten. Allerdings ist damit nichts über die wirkliche Inzidenz gesagt, da wir die Zahl der nicht verunfallten Sporttreibenden als Kontrollgruppe nicht kennen beziehungsweise die Dauer der effektiv geleisteten Sportstunden nicht ins Verhältnis setzen können.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Training und Wettkampf

Im Training waren 63 Prozent und im Wettkampf 37 Prozent aller von uns erfassten Unfälle zustande gekommen. Auch hier lässt sich er messen, dass die Trainingszeit ungleich länger ist als die eigentliche Wettkampfzeit und dadurch ein Unfallrisiko rein temporär grösser ist.