Gliding 7(2021)35-38

Zum Einfluss der Körperhaltung auf die Geschwindigkeit im Schanzenanlauf

Matthias Scherge, Team Snowstorm, 76316 Malsch
Sepp Heumann, WSV Oberaudorf 1905 e. V., PF 11 11, 83076 Oberaudorf

Kurzfassung

Um die biomechanischen Einflüsse auf den Anlaufvorgang zu quantifizieren, wurde der Stiefel eines Testathleten mit einem Druckmesssystem ausgestattet. Eindrucksvoll konnte belegt werden, dass z.B. die X-Stellung der Beine zu Verkantung der Ski in der Spur und in deren Folge zu Geschwindigkeitseinbußen führt. Mit hochauflösender Videoanalysetechnik wurden die Biomechanikanalysen komplettiert und die augenblickliche Körperhaltung im Anlauf mit den Gleiteigenschaften korreliert.

Was wurde untersucht?

Dieser Artikel widmet sich der Wechselwirkung von Biomechanik und Tribologie und nutzt hierzu Analysen der Gewichtsverteilung sowie der hochaufgelösten Ermittlung der Gleitgeschwindigkeit.

Wie wurde untersucht?

Anlaufspur

Die Anlage beim WSV Oberaudorf verfügt über einen 45 m langen Anlauf mit Kunststoffspur ohne Schanzentisch und Aufsprunghügel. Somit konnte allein das Anfahrverhalten getestet werden. Als Gleitelemente sind Keramiknoppen im Abstand von ca. 5 cm in die Spur eingesetzt. Der Anlauf wurde für die Messungen nicht bewässert, es handelt sich also um trockene Reibung. Die Geschwindigkeitsmessung erfolgte durch 3 Lichtschranken mit einem System von Uwe Brechenmacher Datentechnik Hard- und Softwareentwicklung.

Biomechanische Analyse mittels Simi Aktisys

Die Motion Capture Technologie der Simi Reality Motion Systems GmbH ermöglichte die Erfassung und die biomechanische Analyse der Bewegungen des Athleten in der Anlaufspur. Simi Aktisys nutzt farbige LED-Marker, um permanente Messungen – z.B. der Anlaufgeschwindigkeit – zu ermöglichen. Die biomechanischen Bewegungsdaten wurde auf auf HD-Videos festgehalten.

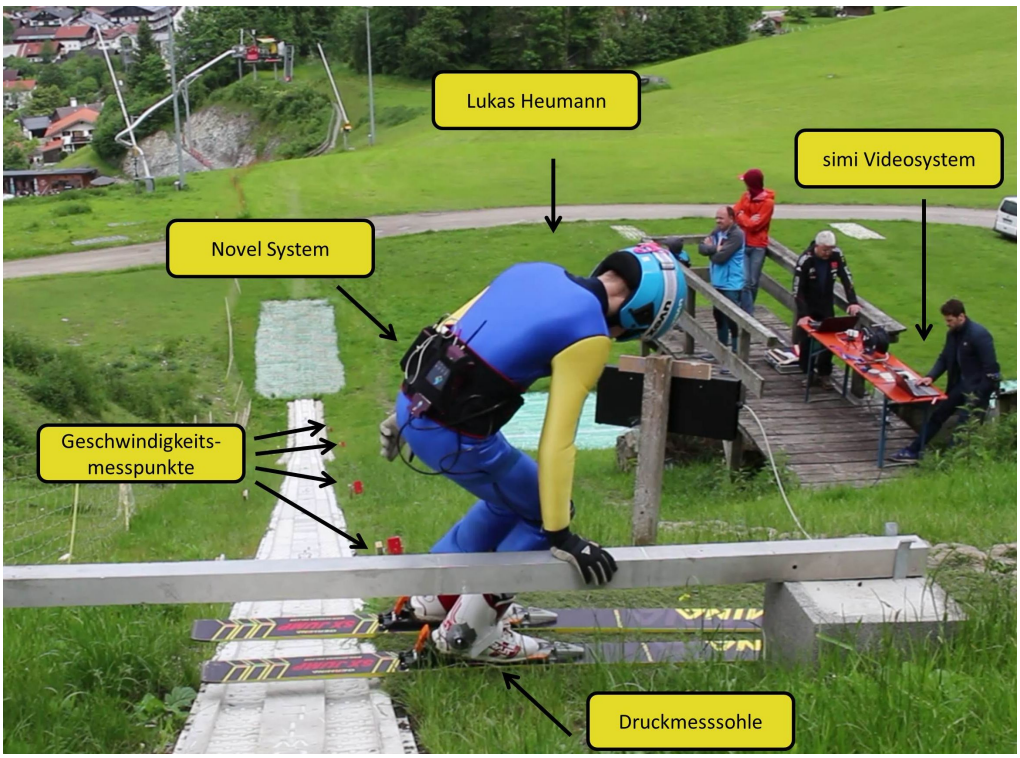

Abb. 1: Versuchsaufbau mit Kunststoffspur, Testathlet und eingesetzter Messtechnik.

Biomechanische Analyse mit sensorierter Einlegesohle
Um die Position des Athleten über dem Ski zu erfassen, wurde einer der beiden Stiefel mit einer Einlegesohle mit Drucksensoren (pedar, novel GmbH) bestückt. Die Sohle enthält 99 Sensoren und kann Drücke mit Abtastraten bis zu 200 Hz aufzeichnen. Mit dieser Aufzeichnungsfrequenz war es möglich, Druckverteilungsvideos während des Anlaufs aufzunehmen.

Gleittest
Alle Gleitversuche wurden vom Nachwuchssportler Lucas Heumann durchgeführt. Lucas hatte die Aufgabe, zuerst in der für seine Biomechanik normalen Position anzugleiten. Danach folgten Versuche mit erzwungener Vor- und Rücklage sowie O- und X-Stellung der Beine. Lucas zeigte eine angeborene leichte X-Stellung der Beine. Jeder Versuch wurde mehrfach wiederholt.

Ergebnisse

Haltungsanalysen
Bei den Haltungsanalysen kam sowohl die Video- als auch die Standanalyse zum Einsatz. Momentaufnahmen belegen die Veränderung der Körperwinkel als Folge der Lagevariation. Neben den Einflüssen von Vor- und Rücklage haben auch die O- und X-Stellung der Beine einen Einfluss auf die Körperwinkel. Die verschiedenen Haltungen lassen sich auch in der Druckverteilung im Stiefel erkennen. In Abb. 2 sieht man die Druckverteilung bei einer Haltung, die der Athlet als normal empfindet. Nach Korrektur der leichten angeborenen X-Beinhaltung konnte allerdings eine homogenere Druckverteilung und ein gewisser Einfluss auf die Gleitgeschwindigkeit festgestellt werden.

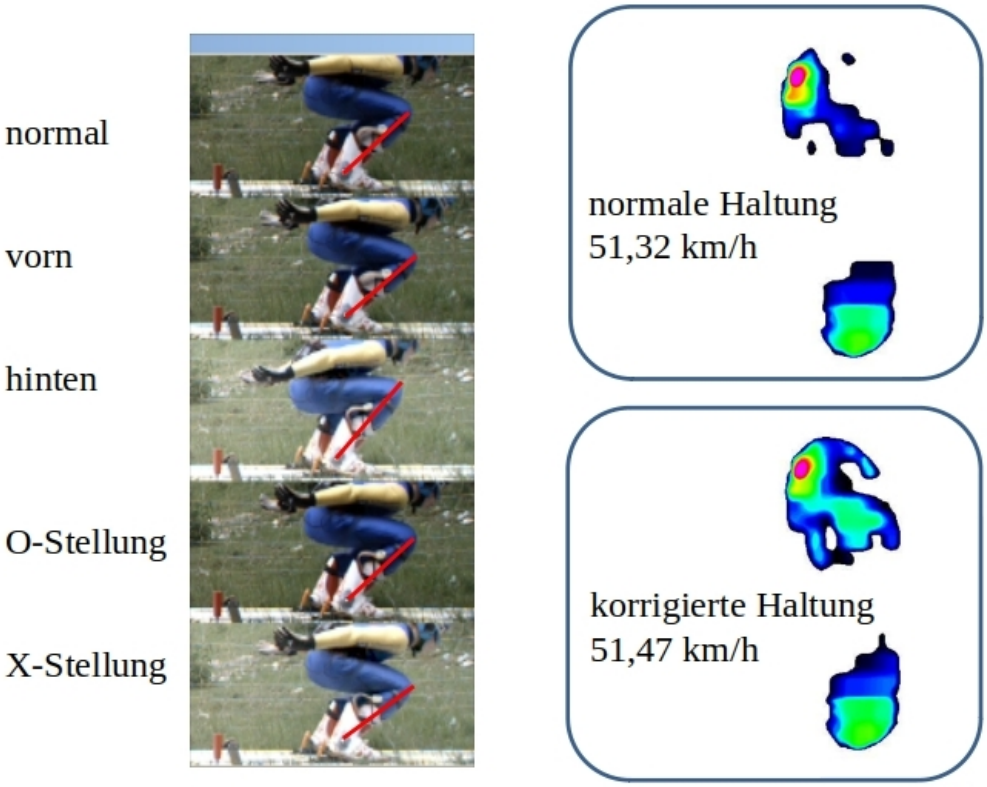

Abb. 2: Links: Haltungsanalysen per Videoschnappschuss. Rechts: Druckverteilung im Stiefel und Gleitgeschwindigkeit.

Video-Geschwindigkeitsanalysen
Mit der Videoanalyse wurden über eine Länge von 10 m die Gleitgeschwindigkeiten hochaufgelöst gemessen, siehe Abb. 3. Hierbei erzeugten die normale und die forcierte X-Beinstellung gleichmäßig ansteigende Gleitgeschwindigkeiten, während die anderen Beinstellungen zu Schwankungen der Geschwindigkeiten führten. Besonders deutlich wird das beim Versuch, die X-Stellung durch eine erzwungene O-Stellung auszugleichen. Ebenso schwankungsbehaftet sind die Vor- und Rücklage, wobei in Abb. 3 die grüne auf der roten Kurve liegt. Der Athlet vollführte Vor- und Rückbewegungen in seinem Bemühe, die geforderte Lage über dem Ski einzunehmen.

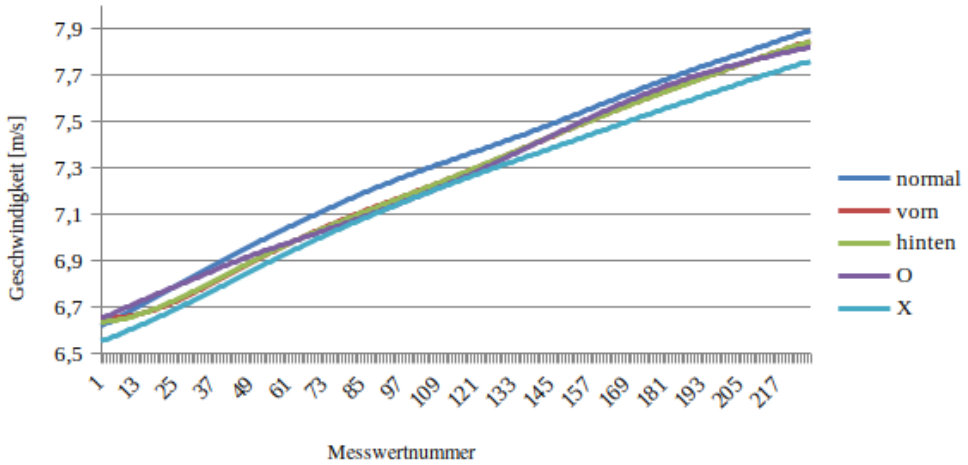

Abb. 3: Hochaufgelöste Geschwindigkeitsmessung auf einer Strecke von 10 m.

Diskussion

Die Diskussion dreht sich um den vermuteten Zusammenhang von Körperhaltung und Gleitgeschwindigkeit. Es konnte gezeigt werden, dass die Position des Athleten über dem Ski, die sich über die Druckverteilung im Stiefel auf den Ski überträgt, von signifikantem Einfluss auf die erreichte Geschwindigkeit ist.

Die Haltung des Athleten hat einen Einfluss auf das Dämpfungsverhalten des Skis [1]. Vor- und Rücklage wirken direkt auf den Ski und drücken ihn gegen die Gleitnoppen oder entlasten ihn. Die O- oder X-Stellung führt zur Verkantung der Ski und verändert somit auch das Schwingungsverhalten.

Bedingt können Defizite durch veränderte Beinhaltung korrigiert werden. Es hat sich aber gezeigt, dass derartige Versuche mit Beeinträchtigungen des gesamten Anlaufs einher gehen.

Ein weiteres Mittel, die Defizite zu verringern, ist die Anpassung der Stiefel durch individuell gefertigte Einlagen. Vor dem Anpassen der Einlagen sollten Ganganalysen mit hochauflösender Messtechnik erfolgen. Bei diesen Analysen werden neben Auffälligkeiten der Fußanatomie auch Besonderheiten in der Lastverteilung beim Gehen aufgedeckt.

Die dynamische Ermittlung der Lage des Körperschwerpunkts, z.B. bei Lageänderungen (Vor- und Rücklage, usw.), erlaubt die Erfassung der Wechselwirkung von Stiefel und Körperhaltung.

Derartige Tests können auch mit Skiern erfolgen und ermöglichen so auch die Analyse des Einflusses der Körperhaltung auf die Lastverteilung und den Skiern.

Danksagung

Ein herzlicher Dank der Autoren geht an Dr. Walter Hofer für Begutachtung, fachliche Hilfe und konstruktive Kritik. Weiterhin danken wir Lucas Heumann für die hervorragenden Anläufe und dem WSV Oberaudorf für die Bereitstellung der Anlage.

Über die Autoren

Matthias Scherge ist Professor für Tribologie. Das ist die Wissenschaft von Reibung, Verschleiß und Schmierung. Prof. Scherge leitet das Fraunhofer MikroTribologie Centrum, lehrt am Karlsruher Institut für Technologie und managed das Team Snowstorm. Darüber hinaus berät er das Nordic Paraski Team Deutschland sowie mehrere nationale und internationale Athleten in wissenschaftlich-technischen Fragen.

Sepp Heumann, ein ehemaliger aktiver Skispringer und mehrfacher Teilnehmer der Vierschanzentournee arbeitet als Trainer beim WSV Oberaudorf und ist dort für den Kinder- und Jugendbereich zuständig.

Quellen

[1] Matthias Scherge and Sepp Heumann. Die Anlaufgeschwindigkeit beim Skispringen. *Gliding*, 1:1–4, 2021.