



Wettkampfvorbereitung aus der Sicht der Skitechniker

Matthias Scherge

ARTIKELINFORMATION

Stichworte:

Reibung
Wachs
Skipräparation

KURZFASSUNG

Die Wettkampfvorbereitung, die eine eingehende Analyse der äußeren Bedingungen, die Präparation der Ski sowie das nachfolgende Testen umfasst, ist ein aufwändiger Prozess, der Präzision erfordert und zugleich ein kräftezehrender Vorgang ist. Von den Technikern werden Fingerspitzengefühl aber auch Wissen aus Meteorologie, Physik und Chemie verlangt. Eine weitere Schwierigkeit ist der Zeitdruck, eine große Anzahl von Ski auf den Punkt fertig zu bekommen. Was hilft sind Routine und Teamarbeit, aber auch das Verständnis der ablaufenden tribologischen Vorgänge.

© Team Snowstorm

1. Einführung

Der Biathlonwettkampf der Damen startet heute um 14.30 Uhr. Es ist erst 7 Uhr, aber die ersten Skitechniker der Wachsfirmen sind bereits bei der Arbeit. Nachdem das Wetter und die Schneequalität begutachtet sind, geht es an das Wachsen der Ski. Gegen 9 Uhr sind die Ski fertig und die Techniker wechseln Kittel und Schürze gegen den Laufanzug. Zuerst werden auf einem Hang die Ski auf ihre Gleitfähigkeit hin untersucht. Dazu wird eine geeignete Gleitstrecke abgesteckt und die Zeit jedes Laufs gemessen. Hier zeigt sich, welcher Ski heute der schnellste ist. Da Geschwindigkeit nicht alles ist, sondern auch, wie sich der Ski am Fuß verhält, werden nun alle Testski im Stadion gefahren, um das Laufgefühl zu bewerten. Erst dann gibt es eine Note, die sich aus Gleitzeit und Fahrgefühl zusammensetzt. Diese Note und die Einschätzung der Schnee- und Umweltverhältnisse findet sich auf der Empfehlung wieder, die die Wachsfirmen den Skiteams zur Verfügung stellt.

Mit dieser Information ausgerüstet, beginnen nun die Teamtechniker mit dem Wachsen der Wettkampfski. Zuerst werden die Ski gereinigt, damit Wachsreste entfernt werden. Dann erfolgt der Aufbau der Wachsschichten, der mit dem Aufbringen des Grundwachses beginnt und mit dem Speedfinish endet. Der letzte Schritt ist immer das Bürsten der Ski, damit die feinen Schliffstrukturen, die mit Wachs zugesetzt sind, wieder freigelegt werden. Nach dem Wachsen und dem Testen ist es nun 12.30 Uhr. Die Zeit vor dem Rennen wird nun noch von den Athleten genutzt, um ihren Topski auszuwählen. Dieser Vorgang muss 1 Stunde vor dem Rennen abgeschlossen sein, da nun die Ski gestempelt und wachstechnisch nicht mehr verändert werden dürfen.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Problematik der Skitests, mit der Messung der Reibung und der Bewertung der Ski.

2. Ergebnisse

2.1 Analyse der äußeren Bedingungen

Wie sieht Wettkampfschnee aus?

Schnee ist aus mikroskopischer Sicht ein Gemenge aus Millionen einzelner Eiskristalle. Kurz nachdem Neuschnee gefallen ist, klumpen die einzelnen Flocken zusammen und bilden nach einigen Tagen kleine Eiskörner. Diese Körner sind teilweise kugelförmig und haben Durchmesser wie die Dicke eines Haares. Die meisten Wettkämpfe erfolgen auf einer Mischung aus Natur- und Kunstschnee. Die Schneekanonen können keine Schneeflocken erzeugen, sondern schießen kleine Tropfen in die Kälte aus denen dann Eiskörner kristallisieren. Deswegen ist künstlicher Schnee sehr dicht. Das Geheimnis des Gleitens auf Schnee und Eis ist ein nanometerdünner Wasserfilm auf der Oberfläche der Eiskristalle. Bild 1 links zeigt Wettkampfschnee bei einer Temperatur von -10°C . Die Körner haben einen mittleren Durchmesser von $100\ \mu\text{m}$. Rechts sieht man Mikroskoparbeiten in der Skihalle, die Grundlagencharakter hatten und nicht der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung dienten.



Bild 1: Wettkampfschnee, Oberhof 2009, Kullekurve. Schneemikroskopie in der Skihalle Oberhof.

Meteorologie und Streckenverhältnisse

Zur Bewertung der Wetterverhältnisse bedienen sich die Techniker in der Regel der im Internet zugänglichen Quellen, wie z.B. www.yr.no, einer norwegischen Seite. Da in Wettkampfstätten, die sich in der Regel in den Bergen befinden, das Wetter schnell wechseln kann, sind diese Vorhersagen zum Teil sehr ungenau. Dieser Einfluss war besonders bei der Vorbereitung der Paralympics im russischen Krasnaja Poljana, oder genauer im Skigebiet von Esto Sadok, zu spüren. Im Kaukasus, nahe am Schwarzen Meer, änderte sich das Wetter derart schnell und drastisch, dass mit den herkömmlichen Vorhersagen wenig anzufangen war. Daher entschloss sich das Team Snowstorm mit Hilfe von Hochleistungsrechnern das globale Wettermodell, welches mit einer Maschenweite von 25 km arbeitet, auf eine Maschenweite von nur 1 km zu reduzieren, um exakt für den Stadionbereich Laura das Wetter mit 72 stündiger Vorhersage zu bestimmen. Mit den Wettervorhersagen wurden das Paralympische Team Nordisch sowie der Deutsche Skiverband versorgt. Die Generalprobe erfolgte zum Biathlonweltcup 2014 in Oberhof.

Trotz genauer Vorhersage gibt es aber noch lokale Fehlerquellen, die durch die Beschaffenheit des Geländes, die Wettkampfzeit oder lokale Temperaturen und Feuchten verursacht werden. Bild 2 unterstreicht das am Beispiel des Skistadions Oberhof. Hier wurden an mehreren Stellen der Rennstrecke Schneeproben genommen, Temperaturen und Feuchten gemessen und die Messstellen mittels GPS in ein Streckenmodell eingepasst. Auf Grund der späten Startzeit (15.30 Uhr) waren nur noch einige Teile der Strecke direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt, was man deutlich an den Werten für Schneetemperatur und Schneefeuchte sieht. Bei einer Wettkampfdauer von ca. 2 Stunden war klar, dass die Bedingungen sich zügig ändern würden. Differenzen in der Schneetemperatur von 5°C stellen eine große Herausforderung bei der Wachsauswahl dar. Die Differenzen in der Schneefeuchte erfordern ein Reagieren hinsichtlich der Schliftstruktur. Die Entscheidung bezüglich der Präparationsstrategie sollte also immer erst nach eingehender Beurteilung der lokalen Verhältnisse erfolgen.

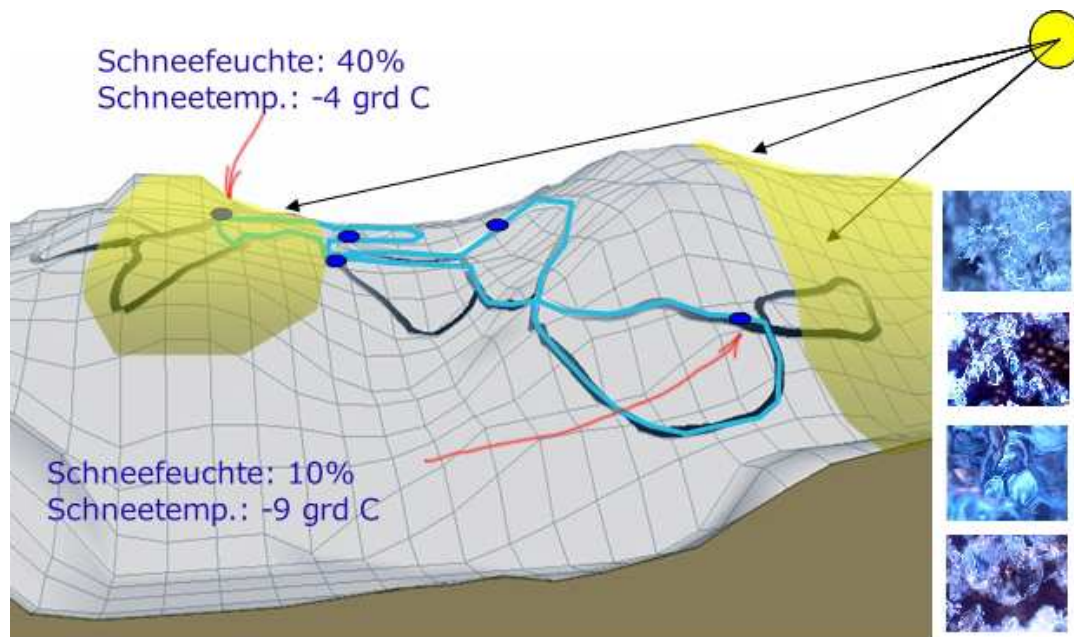


Bild 2: Streckenverlauf, Sonneneinstrahlung, Schneetemperatur, Schneefeuchte und Schneestruktur an ausgewählten Punkten des Skistadions Oberhof.

2.2 Gleittests

Gleittests erfolgen in unmittelbarer Nähe zur Laufstrecke oder auf der Strecke. Zur Bewertung der Ski fährt ein Testläufer eine abgesteckte Strecke mehrfach hinab, ohne durch Veränderung der Körperhaltung Messfehler einzuschleppen. Bei jedem Lauf wird die Fahrzeit gemessen und dokumentiert. Bei diesen Tests wird die Reihenfolge der Ski variiert, um Routineeffekte zu vermeiden. Idealerweise sollte ein Gleittest nicht von dem Techniker durchgeführt werden, der die Ski gewachst hat. Je kürzer die Gleitstrecke ist, desto gleichmäßiger – mit Bezug auf die Körperhaltung – wird der Tester fahren. Allerdings sind bei kurzer Strecke auch die Zeitdifferenzen sehr klein, was die Auswertung erschwert. Bei langen Gleitstrecken gilt das Gegenteil.



Bild 3: a) Skitechniker mit vorbereiteten Ski im Stadionbereich. b) Paartests zur Bestimmung von Unterschieden im Gleitverhalten der einzelnen Ski. c) Wechsel der Ski. d) Gleittest auf definierter Strecke.

Um das Gleitverhalten weiter zu testen, begeben sich die Skitechniker als Paar auf die Strecke. Das parallele Gleiten, welches in Bild 3b) gezeigt ist, erlaubt das Aufspüren von Nuancen. Sehr oft fassen sich die Techniker während des parallelen Gleitens an den Händen, um kleinste Geschwindigkeitsunterschiede zu fühlen. Damit man sicher geht, dass der Vorteil nicht nur subjektiv war, werden die Ski über Kreuz getauscht, siehe Bild 3c).

2.3 Modelltests

Da Skitests mit erheblichem Aufwand verbunden sind, gibt es Ansätze, mit Modelltests Zeit zu sparen. Einer dieser Ansätze nutzt einen Vierkant als Gleitkörper. Der Gleitkörper besteht aus Metall und ist auf seinen 4 Seitenflächen mit Skibelag beklebt. Jede der Seiten wird mit Skiwachs behandelt und steht für einen Gleittest,

der von 2 Skitechnikern durchgeführt wird, zur Verfügung. An einem Hang lässt der obere Techniker den Gleitkörper laufen und der untere Techniker nimmt die Zeit. Nach 4 Läufen sind alle Wachse geprüft.



Bild 4: Gleittest mit Probekörper.

2.4 Mikrotribometrie

Ein Mikrotribometer ist ein Messgerät, mit dem man kleinste Reibungskräfte messen kann. Anstelle des Schneekorns kommt eine kleine Siliziumkugel zum Einsatz. Auf der Oberfläche der Siliziumkugel befindet sich eine ähnlich dicke Wasserschicht wie auf einem Schneekorn bei -10°C [1]. Die Kugel wird mit einer gewissen Kraft auf den gewachsenen Skibelag gedrückt. Diese Kraft muss so gewählt werden, dass der entstehende Druck dem Druck eines gesamten Skis auf eine Schneeoberfläche entspricht. Mit Hilfe eines Antriebs kann die Kugel über den Skibelag bewegt werden. Die Kugel selbst ist mit einem Kraftsensor verbunden, der den Widerstand beim Gleiten über den Skibelag detektiert. Je größer der Widerstand ist, desto größer muss die Reibung sein. Mit diesem Ansatz können zwei Eigenschaften des Skibelags getestet werden. Zum einen „spürt“ die Kugel mit ihrer Wasserschicht den Grad der Hydrophobie des Skiwachses. Wenn die Wasserabstoßung groß ist, bildet die Wasserschicht nur einen schwachen Kapillarhals mit dem Skibelag, was zu geringer Reibung führt. Weiterhin pflügt die Kugel durch den oberflächennahen Bereich des Skibelags und ist so in der Lage, die Wachs-Polymerschicht [2] zu charakterisieren.

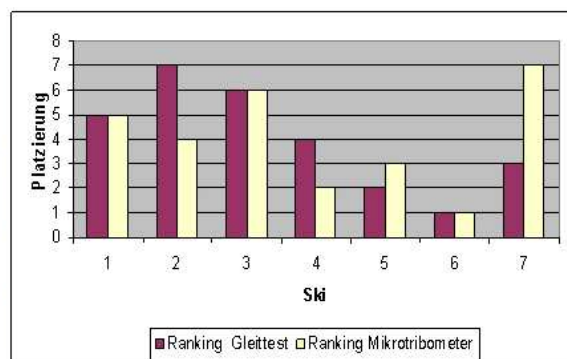
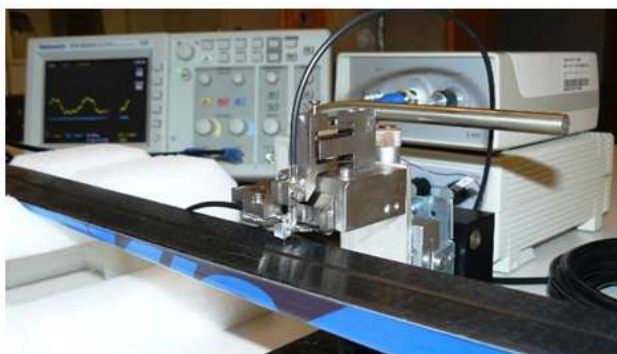


Bild 5: Links: Messung mit einem Mikrotribometer. Rechts: Vergleich der Ergebnisse von Mikrotribometermessung und Gleittest.

Mit dem erläuterten Verfahren wurden 7 Paar unterschiedlich präparierter Ski getestet. Bei jeder Messung wurde die Reibkraft gemessen, so dass eine Platzierung der Ski möglich wurde, siehe Bild 5 rechts. Danach wurden die Ski dem Gleittest unterzogen und die Fahrzeiten bestimmt, was ebenfalls zu einer Platzierung führte. Bis auf Ski Nummer 2 und 7 war es möglich, mit dem Mikrotribometer die Tendenzen in den Gleiteigenschaften der Ski aufzuzeigen. Die Abweichungen in der Platzierung weisen darauf hin, dass der Reibungseffekt noch von anderen Einflüssen, wie. z.B. die Skispannung, beeinflusst werden kann.

3. Zusammenfassung

Skitests sind eine notwendige Voraussetzung für den Erfolg im Rennsport. Den Tests vorauslaufen sollten intensive Analysen der äußeren Bedingungen wie Temperatur, Feuchte, Geländeprofil aber vor allem auch der Eigenschaften des Schnees. Die Analysen sollten an möglichst vielen Punkten der Strecke erfolgen, um lokale Unterschiede zu erfassen. Die Unterstützung der Feldtests durch Laboruntersuchungen ist empfehlenswert, da dadurch unter konstanten Bedingungen eine große Anzahl von Varianten getestet und damit eine Vorauswahl möglich ist, die die Anzahl und Dauer der Feldtests reduzieren kann.

Quellen

- [1] Scherge, M., Gorb, S.N., Biological Micro- and Nanotribology, Springer Verlag, 2001.
- [2] Scherge, M. Wachs oder kein Wachs – Das ist hier die Frage, *Gliding* 1(2016) 1-3.

Danksagung: Vielen Dank an Dr. Reinhard Groß, Peter Schlickerieder und Uwe Hanss für ihre Anregungen und Korrekturen!