

Beschichtungen für optische Ausrüstungsgegenstände (Beschlagfreiheit / Eisfreiheit)

Kerstin Witte, Jürgen Edelmann-Nusser (Projektleiter) & Martin Hofmann

Universität Magdeburg, Institut für Sportwissenschaft

Problem und Zielstellung

In den Wintersportarten wie Bob bzw. Rennrodeln tritt häufig das Problem auf, dass die Visiere der Helme beschlagen und bei niedrigen Außentemperaturen vereisen. Ziel dieser Studie war es, diese Beschlagsbildung an optischen Ausrüstungsgegenständen zu verhindern, indem das Wirken von Antibeschlagmitteln und Beschichtungen unter verschiedenen Bedingungen erprobt wurde. Hierfür standen verschiedene Mittel zur Verfügung, wobei ein Antibeschlagmittel und zwei Antihafmittel laut Hersteller auf nanotechnologischer Basis wirken. Diesen Mitteln wurde besonderes Augenmerk gewidmet, da davon ausgegangen wird, dass sie besonders geeignet sind die hydrophoben Eigenschaften des Visiers zu verbessern. Die Untersuchungen erfolgten auf der Grundlage von verschiedenen empirischen Tests, indem wettkampfspezifische Anforderungen der relevanten Sportarten (Rodeln und Bobfahren) simuliert wurden.

Methode

Anhand von objektiven und subjektiven Bewertungskriterien wurden verschiedene Antibeschlagmittel auf Helmvisieren im direkten Vergleich untereinander getestet. Um einen Querschnitt der im Handel erhältlichen Antibeschlagmittel zu erreichen, wurden zwölf verschiedene flüssige Beschichtungsmittel verschiedener Hersteller auf ihre Wirkung untersucht (siehe Tab. 1). Unter den zwölf Mitteln befand sich ein Aerosol, das nach Herstellerangaben auf Nanotechnologie basiert (Produktnummer 1). Die Produktnummern 2 und 3 wurden als Konkurrenzprodukte von der Fa. Holmenkol zur Verfügung gestellt, die neun weiteren Mittel wurden frei im Handel erworben. Dabei erstreckte sich die Auswahl der Mittel 4 – 12 vom Bereich der Medizin über den Bereich der Freizeit bis zum Gebiet der Putzmittel.

Die Tests wurden mit vier männlichen und weiblichen Probanden mit Rennrodelhelmen und Motorradintegralhelmen (Ähnlichkeit zu Bobhelmen) durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten in vier unterschiedlichen Feldtests mit verschiedenen klimatischen Bedingungen (siehe Tab. 2).

Das Präparieren der Visierhälften erfolgte nach den Herstellerangaben auf den Antibeschlagmitteln. Nach der Erwärmung setzten sich die Probanden die Helme auf und simulierten die körperliche Beanspruchung einer Anschubphase beim Bob- bzw. Rennrodelrennen.

Tab. 1: *Überblick über die im Test verwendeten Antibeschlagmittel*

Produktnummer	Produktbezeichnung
1	Holmenkol No Fog+ Clean (basierend auf Nanotechnologie)
2	Konkurrenzprodukt (von Holmenkol zur Verfügung gestellt)
3	Konkurrenzprodukt (von Holmenkol zur Verfügung gestellt)
4	Sonax Motorrad Antibeschlag Spray
5	Glasklar Glas- und Scheibenreiniger mit Antibeschlag
6	Louis Procycle Motorrad AntiFog
7	Klar Pilot Fluidsoft
8	Sonax Antibeschlagspray
9	Sigmapharm Ultra Stop Antifog Agent
10	Mizzy PIP- Pressure Indicator Spray
11	Spirex Voco
12	BCL AG Glasklar Konzentrat

Tab. 2: *Übersicht der Testorte und den dazugehörigen äußeren Bedingungen*

Test-Nr.	Testort	Temperatur in °C	Luftfeuchtigkeit in %
1	Senftenberg (Schneehalle)	-2	82
2	Schierke/Harz (600 m ü.d.M.)	3	78
3	Magdeburg	-1,5 / -5	70
4	Magdeburg	-5	50

Direkt im Anschluss an die Beanspruchung wurde das Visier fotografiert und die Versuchspersonen beurteilten die Sichtverhältnisse durch das Visier auf einer Skala von 0 bis 20, wobei „0“ vollständige und „20“ keine Sichtbeeinträchtigung beschreibt. Diese Skala ist ebenfalls in fünf äquidistante Abschnitte unterteilt. Nach der Einschätzung durch die Probanden erfolgte die komplette Reinigung des Visiers mit anschließender Neupräparation mit den weiteren Antibeschlagmitteln. Die Prozedur wurde so oft wiederholt, bis alle Mittel gegeneinander durch die Probanden beurteilt werden konnten. Die Auswertung der Fotos erfolgte auf der Basis des Notensystems quasi-objektiv von einer unbeteiligten Person, wobei die Note 5 für die beste Sicht vergeben wurde.

Im Rahmen von Test 1 testeten die Probanden die Aerosole nach einer vorher festgelegten Reihenfolge. Infolge der Bewertung durch die Versuchspersonen kristallisierten sich die vier besten Mittel heraus, die noch einmal im direkten Vergleich

gegeneinander und nur mit den Rennrodelhelmen getestet wurden. Beim Test 2 (Schierke) wechselten die Witterungsverhältnisse von Schneefall zu Schneeregen bzw. Regen und Sturm. Die Versuchsdurchführung erfolgte mit drei Probanden und den sechs besten Produkten des ersten Tests. Es kamen bei den Probanden 2 und 3 Rodelhelme zum Einsatz, während der Proband 1 einen Motorradintegralhelm benutzte. Es wurden alle Mittel im direkten Vergleich miteinander getestet. Test 3 wurde gleichfalls unter realen Witterungsbedingungen in Magdeburg durchgeführt. Die Außentemperaturen lagen bei -5°C bzw. beim Probanden 3 bei $-1,5^{\circ}\text{C}$. Die Helmtypverteilung erfolgte identisch zur zweiten Untersuchung. Der Ablauf der Versuchsreihe wurde beim Test 4 in Magdeburg beibehalten, allerdings testeten nur zwei Probanden den Integralhelm (Proband 1) bzw. den Rodelhelm (Proband 2). Dabei erhielt der Proband 1 den Rodelhelm und der Proband 2 den Integralhelm.

Die Auswertung beruht auf dem Rankingverfahren und für die Tests 2 - 4 zusätzlich auf dem Dominanzpaarvergleich. Durch das wiederholte Durchführen eines Tests bzw. die wiederholte Befragung und die Bildung der Mittelwerte wird die Objektivität der Tests erhöht. Die Dominanzpaarvergleiche sind einfache Urteilsaufgaben, bei denen der Urteiler aufgefordert wird anzugeben, bei welchen von zwei Objekten das untersuchte Merkmal stärker ausgeprägt ist bzw. welches Objekt bezüglich des Merkmals „dominiert“ (Bortz, 1984, S. 95). Anhand dieses Merkmals beurteilt die Testperson ein Mittel besser oder schlechter als das andere. Daraus folgend werden die subjektiven Eindrücke anhand der Skala (0 bis 20) gegenübergestellt und verglichen. Aus den Summen der subjektiven Eindrücke der Probanden und der Fotobenotungen werden die Mittelwerte berechnet, welche die Basis des Rankingverfahrens darstellen. Anhand der Mittelwerte ist eine indirekte Rangordnung aufzustellen. Diese führt zur Angabe darüber, wie häufig jedes Objekt den übrigen Objekten vorgezogen wird (Bortz, 1984, S. 95). Das Mittel mit dem höchsten subjektiven Schätzungs-Wert bzw. Notenwert ist das beste Mittel im jeweiligen Test. Es folgt das Mittel mit den zweitbesten Werten bis zum Mittel mit den schlechtesten Werten. Im Test 1 erhält man so ein Ranking von eins bis zwölf und bei den zwei folgenden Tests von eins bis sechs. Durch die identische Anzahl von Werten bei jedem Aerosol in den Tests mit sechs Antibeschlagmitteln kann zusätzlich zu jedem Ranking ein Dominanzpaarvergleich mit Punktevergabe durchgeführt werden. Dabei werden die Mittel in Form einer Matrix gegeneinander verglichen. Ist ein Mittel besser als das andere, erhält es drei Punkte. Sind beide identisch, wird ein Punkt vergeben und ist es schlechter als das direkte Vergleichsmittel, erhält es null Punkte. Im Anschluss werden die Summen der Probanden addiert und anhand dieser Summen wird gleichfalls ein Ranking erstellt.

Der Zusammenhang zwischen der subjektiven Eindrucksanalyse und der quasi-objektiven Bestimmung der Sichtqualität wurde mit Hilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Tests 1 können der Tab. 3 entnommen werden. Es zeigt sich, dass sich die Mittel 1, 4, 6, 7, 8, 9 für die drei weiteren Testreihen qualifizieren.

Tab. 3: *Testergebnisse der verschiedenen Antibeschlagmittel von Test 1 Senftenberg (fett dargestellt sind die weiter verwendeten Mittel)*

Ranking	Subjektiver Eindruck		Foto	
1.	Mittel 7	18,36	Mittel 7	4,17
2.	Mittel 1	16,87	Mittel 6	4,17
3.	Mittel 4	16,57	Mittel 9	3,75
4.	Mittel 6	16,38	Mittel 1	3,50
5.	Mittel 3	16,15	Mittel 8	3,25
6.	Mittel 8	15,75	Mittel 2	3,25
7.	Mittel 5	15,75	Mittel 5	3,25
8.	Mittel 2	14,90	Mittel 3	2,75
9.	Mittel 9	14,13	Mittel 11	2,75
10.	Mittel 11	9,73	Mittel 4	2,71
11.	Mittel 10	7,43	Mittel 10	1,75
12.	Mittel 12	6,95	Mittel 12	1,75

Auf der Basis aller vier Tests ist festzustellen, dass das Mittel 7 den besten Anti-beschlagschutz bietet (Abb. 1). Es ist in den ersten drei Feldtests (Senftenberg, Schierke und Magdeburg) bei der subjektiven Beurteilung durch die Probanden das beste Aerosol. Auch beim vierten Test liegt es nur ganz knapp auf dem zweiten Platz. Dahinter folgt eindeutig das Mittel 6, das sich nach der Selektion als zweitbestes Mittel herauskristallisiert. Die Mittel 4, 8, 9 liegen eng beieinander und teilen sich die Plätze drei bis fünf. Grundlage für diese Beurteilung bieten ebenfalls die Tests 2 - 4, da sich dort jedes Mittel im direkten Vergleich bewähren musste. Auch die zusammengefassten Notenbewertungen geben in Abb. 2 einen Aufschluss über die besten Produkte im Test. Mittel 6 und Mittel 7 rangieren auch hier vor den Vergleichsmitteln. Mittel 1 ist auch hier das schlechteste Mittel.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass die verwendeten Methodiken (subjektive Eindrucksanalyse durch die Probanden und die quasi-objektive Beurteilung der Visiere auf der Basis einer Fotoanalyse) sinnvoll sind. Der signifikante Korrelationskoeffizient beträgt 0,57 und kennzeichnet somit einen mittleren Zusammenhang zwischen beiden Untersuchungsmethodiken.

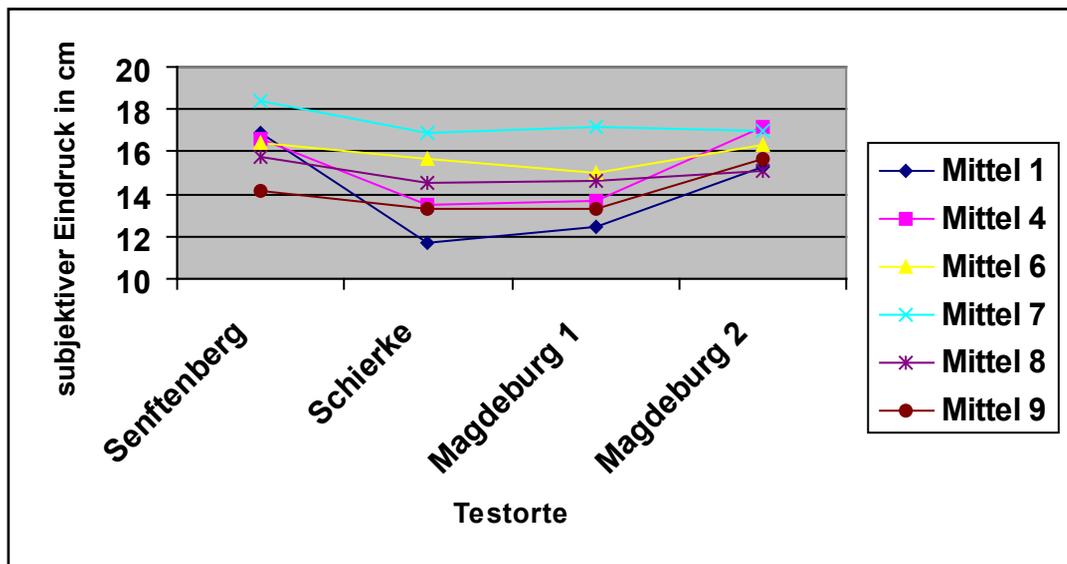


Abb. 1: Übersicht der subjektiven Eindrücke der Tests 1 - 4

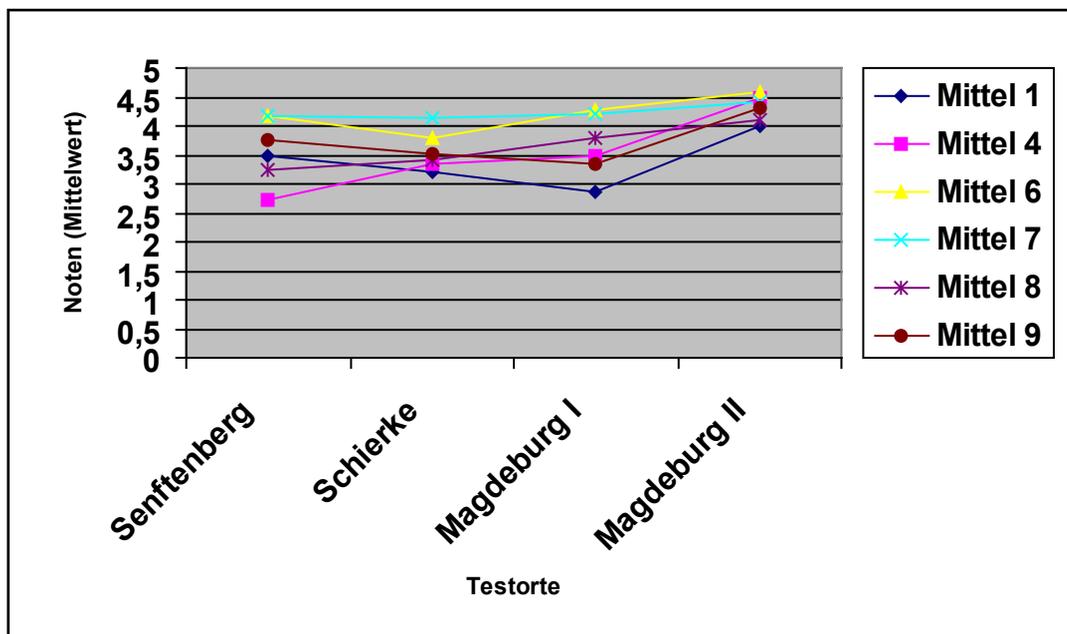


Abb. 2: Übersicht über die Notenbewertungen (quai-objektive Methode) der Tests 1 - 4

Diskussion und Zusammenfassung

Die sehr gute Wirkung des Mittels 7 kann mit dem im Unterschied zu den anderen Mitteln höheren Tensidgehalt begründet werden. Weiterhin sind Mittel 7 und Mittel 6 die alleinigen Antibeschlagmittel in der Untersuchung, die eine gelförmige Konsistenz aufweisen. Damit lässt sich vermutlich eine dickere und vollständigere Schicht auf das Visier auftragen. Das schlechteste Mittel nach der Selektion ist das Mittel 1. Der Hauptbestandteil beschränkt sich auch bei diesem Mittel auf eine wässrige Tensidlösung.

Die restlichen vier Mittel unterscheiden sich zwar in ihren Eigenschaften wie Geruch und Entzündlichkeit, basieren aber alle auf dem Prinzip „Tensid“. Die Unterschiede der Eigenschaften resultieren beispielsweise aus der Zugabe von Lösungsmitteln und Alkoholen. Die Mittel 7 und 6 enthalten eine hohe Konzentration an Lösungsmitteln, was sich für den Sportler durch einen starken chemischen Geruch auszeichnet. In Bezug auf die Handhabbarkeit der Mittel im Schneesport fällt dieser Aspekt negativ auf und eventuell sollte auf Mittel zurückgegriffen werden, die keine hohen Lösungsmittelkonzentrationen beinhalten. Das Mittel 9 ist geruchsneutral und zusammenfassend bietet es einen guten Antibeschlagschutz.

Bei den unbelüfteten Rodelhelmen wiegt dieser Aspekt besonders stark und es sollte bei diesem Helmtyp darauf geachtet werden, neutral riechende Antibeschlagmittel zu verwenden um Nebenwirkungen wie Schwindel oder Übelkeit zu vermeiden.

Bezüglich der generellen Aussage von Herstellern, dass Antibeschlagmittel (hier Mittel 1 und Konkurrenzprodukte 2 und 3), welche auf Nanotechnologie basieren, für die Behandlung von optischen Ausrüstungsgegenständen besonders geeignet sind, kann in Bezug auf Visiere für die Helme im Rodel- und Bobsport nicht bestätigt werden

Literatur

Bortz, J. (1984). *Lehrbuch der Statistik* (2. Aufl.). Berlin: Springer Verlag.