

Wer die Wahl hat, hat die Qual – Wie wirken (Farb-)Filter beim Schneesport?

Gutes Sehen ist Voraussetzung für sicheres und erfolgreiches Sporttreiben. Die Wahrnehmungsleistung gerade beim Schneesport kann durch (Farb-)Filter-Einsatz optimiert werden.

Sehsystem für Skisport von zentraler Bedeutung

Nur selten wird man alpine Skifahrer oder Snowboarder ohne eine Sport- oder Sonnenbrille (bzw. Skibrille) antreffen, zu groß sind die spürbaren Beeinträchtigungen durch Fahrtwind und Blendung – jedoch wird von Sportlern nur selten ein Zusammenhang zwischen gutem Sehen und Sportausübung hergestellt. In vielen Sportarten ist reaktives und vorausschauendes Handeln auf der Basis von Informationen, die über die Augen aufgenommen werden, von Bedeutung. Outdoor-Sportarten, wie Skifahren, sind ohne Kontrolle durch das Sehsystem (Beobachtung der Fahrspur, Erkennen von Gefahrenstellen und Gefahrensituationen auf der Piste etc.) gar nicht oder nur sehr eingeschränkt auszuüben. Plötzlich wechselnde Schnee- oder Lichtverhältnisse sowie kontrastarme Sichtbedingungen (wie bei Nebel, bei Schneefall oder in der Dämmerung) stellen sehr hohe Anforderungen an die visuelle Leistungsfähigkeit und die Aufmerksamkeit. Neben einer sicheren Fahrtechnik ist deshalb gutes Sehen beim Skifahren eine wichtige Voraussetzung, um frühzeitig Gefahrenstellen und -situationen zu erkennen und Fahrfehler zu vermeiden. Neben optischer Korrektur beim Sport kann die Wahrnehmungsleistung gerade beim Schneesport zusätzlich durch (Farb-)Filter-Einsatz optimiert werden. (Quelle: Jendrusch & Lingelbach)

Blauabschwächer können Wahrnehmungsleistung verbessern

Optimale Sehleistung und Kontrastwahrnehmung sind im Schneesport leistungsbeeinflussend und dienen der Unfallverhütung. Der Skifahrer muss z. B. Bodenunebenheiten oder schwierige Pistenverhältnisse auch bei hoher Fahrgeschwindigkeit rechtzeitig erkennen, um skifahrerisch richtig reagieren zu können. Heutzutage haben sich im Ski-/Schneebrillenmarkt „Blauabschwächer“ als kontrastverstärkende Filter durchgesetzt. Graufilter werden als Sonnen-/Blendenschutzfilter bei starker Helligkeit eingesetzt. Die Blauabschwächer können bei ungünstigen, kontrastarmen Sichtverhältnissen die Wahrnehmungsleistung verbessern. Sogenannte „Blueblocker“, die den Blauanteil des Spektrums vollständig eliminieren, sind trotz ihrer kontraststeigernden Wirkung für den Sport aber nicht zu empfehlen, da das visuelle System offensichtlich etwas Blauinformation, besonders im Peripheren Sehen, benötigt.

Kontraststeigerung von Blueblockern

Gernot Jendrusch & Bernd Lingelbach erläutern im folgenden Artikel, wie optimale Filter eine Kontraststeigerung von Blueblockern erreichen, und die Blauinformation dabei trotzdem erhalten bleibt (Vorabauszug aus *FdSnow* 37).

Diese Pressemappe und printfähiges Bildmaterial finden Sie auf unserem Presseserver:
Link: www.ski-online.de/presse
Zugang: [presse/presse](#)
Pfad: 01_DSV_Freizeitsport/Aktuelle Pressemeldung/DSV-Pressekonferenz_021210_Sicher ...

Zu folgenden Skisportthemen erhalten Sie Informationen (Fotos, Texte) über den DSV-Presseserver:

- Sicherheit im Skisport
- Service
- Ausrüstung
- Umwelt- & Naturschutz
- Skigeschichte
- Skitouren & Hochgebirge
- Sport & Schule
- DSV nordic aktiv
- DSV-Skiversicherungen
- Rechtswesen
- Ausbildung
- Sportmedizin
- Seniorensport
- Skijugend
- DSV-Wettkampferien
- Skisport mit Behinderung



Optimaler Schutz für
Wintersportler mit den
DSV-Skiversicherungen!

Mehr Informationen finden Sie unter
www.ski-online.de/DSVaktiv

Wer die Wahl hat, hat die Qual – Wie wirken (Farb-)Filter beim Schneesport?

Blauanteil im natürlichen Spektrum sollte für optimales Ski- und Snowboardfahren reduziert werden.
Gernot Jendrusch & Bernd Lingelbach

Zusammenfassung: Optimale Sehleistung und Kontrastwahrnehmung sind im Schneesport leistungsbeeinflussend und dienen der Unfallverhütung. Der Skifahrer muss z.B. Bodenunebenheiten wie Buckel oder Mulden oder schwierige Pistenverhältnisse auch bei hoher Fahrgeschwindigkeit rechtzeitig erkennen, um skifahrerisch richtig reagieren zu können. Heutzutage haben sich im Ski-/Schneebrillenmarkt „Blauabschwächer“ (sog. Blueattenuator) als kontrastverstärkende Filter durchgesetzt. Graufilter werden als Sonnen-/Blendschutzfilter bei starker Helligkeit eingesetzt. Die Blauabschwächer können bei ungünstigen, kontrastarmen Sichtverhältnissen (hoher Blaulichtanteil, Nebel, Dämmerung, diffuses Licht etc.) die Wahrnehmungsleistung verbessern, da sie den – unter den o.g. Bedingungen sehr hohen – Blauanteil des Lichtes („Streulicht“) reduzieren. Sog. „Blueblocker“, die den Blauanteil des Spektrums vollständig eliminieren, sind trotz ihrer kontraststeigernden Wirkung für den Sport aber nicht zu empfehlen, da das visuelle System offensichtlich etwas Blauinformation, besonders im Peripheren Sehen, benötigt. Optimale Filter (wie hier vorgestellt) zeigen die Kontraststeigerung von Blueblockern, aber die Blauinformation bleibt trotzdem erhalten. Das Ergebnis ist ein kontrastreicher, brillanter und trotzdem weitgehend farbneutraler Seheindruck.

Abstract: The need to visually recognize irregularities in the terrain, such as hummocks or hollows, is necessary for the skier/snowboarder to react appropriately. The state of the art is to use blue attenuator filters or grey filters as sunglasses. But without knowledge of the spectra, e.g., the surface of the slope, it is impossible to choose (or develop) an optimal filter. We measured the spectra of snow under various conditions. These data served as a base to define the optimal kind of filter suitable for skiing. The studies showed that the high amount of blue scattered light should be reduced for skiers generally – particularly with unfavorable conditions such as overcast skies, twilight, diffuse light, fog, and snowfall, because then the blue scattered light additionally reduces the contrast. „Blue attenuators“ or other filters that work in a similar way reduce the amount of blue light. These filters have low transmission in the short-wave range and a steeper increase in transmission in the long-wave range; red colors are accentuated. „Blue blockers,“ which filter out blue light completely, are rather unsuitable to skiing since they restrict the necessary perception of blue in peripheral sight. The optimal kind of filter, which is presented here, has the advantage of a blue blocker (enhancement of contrast sensitivity) but without complete loss of blue information.

Einleitung

Nur selten wird man auf alpinen Skipisten Skifahrer oder Snowboarder ohne eine Sport- oder Sonnenbrille (bzw. Skibrille) antreffen. Denn zu groß sind die spürbaren Beeinträchtigungen durch Fahrtwind und Blendung. Jedoch wird von den Sportlern nur selten ein Zusammenhang zwischen gutem Sehen und der Sportausübung hergestellt.

Gutes Sehen ist wesentliche Voraussetzung für sicheres und erfolgreiches Sporttreiben. In vielen Sportarten ist reaktives und antizipatives (d. h. „vorausschauendes“) Handeln auf der Basis von Informationen, die über die Augen aufgenommen werden, von Bedeutung (Jendrusch/Ehrenstein, 2008). Outdoor-Sportarten, wie z. B. Skifahren, sind ohne Kontrolle durch das Sehsystem (Beobachtung der Fahrspur, Erkennen von Gefahrenstellen und Gefahrensituationen auf der Piste etc.) gar nicht oder nur sehr eingeschränkt auszuüben. Plötzlich wechselnde Schnee- oder Lichtverhältnisse sowie kontrastarme Sichtbedingungen (wie z. B. bei Nebel, bei Schneefall oder in der Dämmerung) stellen sehr hohe Anforderungen an die visuelle Leistungsfähigkeit und die Aufmerksamkeit. Neben einer sicheren Fahrtechnik ist deshalb gutes Sehen beim Skifahren eine wichtige Voraussetzung, um frühzeitig Gefahrenstellen und -situationen zu erkennen und Fahrfehler zu vermeiden (Senner et al., 1999; Jendrusch et al., 1999; Jendrusch, 2010).

Eine aktuelle Bestandsaufnahme zur Fehlsichtigkeit im Sport zeigt, dass 32,2 % der 3.819 befragten (beim Sport verunfallten) Sportler im Alltag eine Sehhilfe tragen – 26,4 % tragen eine Fernkorrektur (Fernbrille):

51,6 %, Kontaktlinsen: 27,7 %, Gleitsichtbrille: 20,7 %). 34,3 % der im Alltag „Fernkorrigierten“ verwendeten keine Sehhilfe beim Sport: 49,9 % der Sportler, die im Alltag mit Fernbrille korrigiert waren, verwendeten keine Korrektur bei Ausübung ihrer Sportart; gleiches galt für 34,8 % der Gleitsichtbrillenträger. 95,0 % der Kontaktlinsenträger verwendeten ihre „Linsen“ auch beim Sport (Jendrusch et al., 2010).

Neben optimaler optischer Korrektur beim Sport kann die Wahrnehmungsleistung gerade beim Schneesport zusätzlich auch durch (Farb-)Filter-Einsatz optimiert werden.

Die Farbe von Schnee

Welche Farbe hat eigentlich der Schnee? Physikalisch gesehen ist die Farbe von Schnee eher Blau als Weiß. Aber Schnee wird immer als Weiß wahrgenommen. Der Schnee reflektiert das Himmelslicht. Im Spektrum des blauen Himmelslichts konzentriert sich die meiste Energie natürlich im (kurzwelligen) blauen Bereich, also in den Wellenlängen von 380 nm bis etwa 500 nm (Abb. 1a). Es ist also kein Wunder, dass auch im Spektrum von Schnee die höchsten Werte im blauen Bereich gefunden werden (Abb. 1b). Durch den hohen relativen Blauanteil des Lichtes („Streulicht“) werden Informationen „maskiert“ bzw. reduziert. In einer natürlichen Umgebung werden alle Farben in Richtung Blau verschoben. Die Farben werden entsättigt. Ein blauabschwächender Filter macht diesen Vorgang rückgängig. Farben werden wieder gesättigt. Heutzutage haben sich „Blauabschwächer“ (sog. Blueattenuator) als kontrastverstärkende Filter im Schneesport durch-

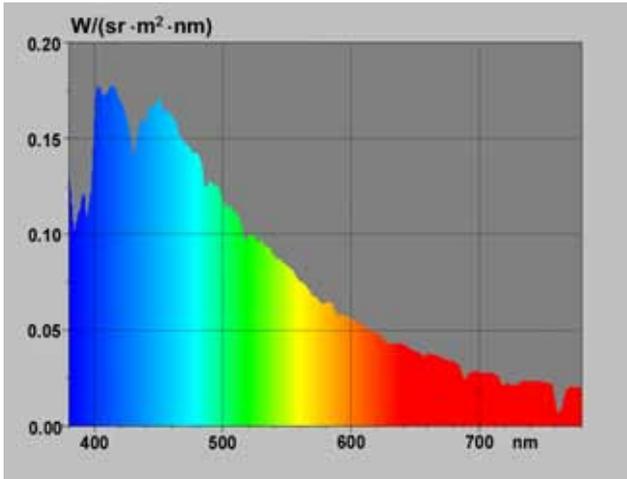


Abb.1a: Spektrale Strahlungsleistungsdichte des Himmelsblau.

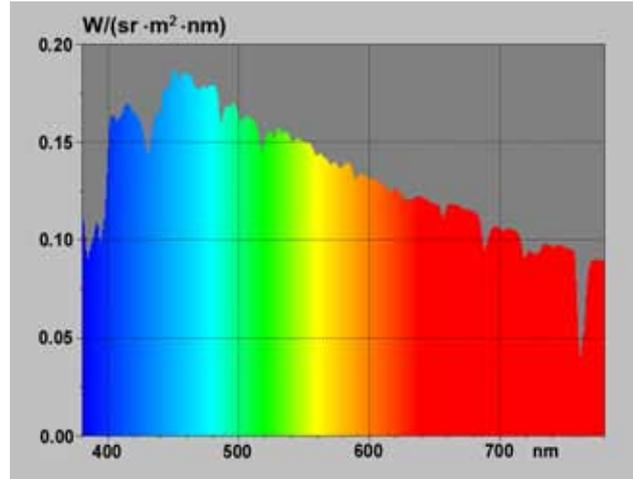


Abb.1b: Spektrale Strahlungsleistungsdichte von Schnee.

gesetzt (Kinney et al., 1983; Yap, 1984; Rieger, 1992; Lingelbach, 1995; Lingelbach/Jendrusch, 2005).

Diese Blauabschwächer können beim Skisport, bei ungünstigen, kontrastarmen Sichtverhältnissen (hoher Blaulichtanteil, Nebel, Dämmerung, diffuses Licht etc.) die Wahrnehmungsleistung verbessern, da sie den – unter den o. g. Bedingungen sehr hohen – Blauanteil des Lichtes („Streulicht“) reduzieren (vgl. Abb. 4).

Blueattenuator wirken im Schnee Kontrast verstärkend. Das optische System des Auges zeigt eine gewaltige chromatische Aberration (Abb. 2). Jede Farbe hat ihren eigenen Focus: kurzwelliges blaues Licht wird im dioptrischen Apparat stärker gebrochen als langwelliges rotes Licht, d.h. Blau wird vor der Netzhaut fokussiert und Rot dahinter (Abb. 2). Der Unterschied zwischen Rot und Blau beträgt bis zu ca. 3 Dioptrien. Normalerweise wird auf Gelb akkommodiert („scharf gestellt“). Wenn ein weißes Objekt (z. B. die Schneeoberfläche) anvisiert wird, dann breitet sich zusätzlich ein blauer Schleier („blauer Vorhang“) auf der Netzhaut aus und setzt den Kontrast herab.

Sogenannte „Blueblocker“ (Kantenfilter; Abb. 4), die den Blauanteil des Spektrums vollständig eliminieren, sind – trotz ihrer kontraststeigernden Wirkung – für den Sport aber nicht zu empfehlen, da das visuelle System offensichtlich etwas Blauinformation, besonders im Peripheren Sehen, benötigt. Das Periphere Sehen ist gerade im Sport sehr wichtig, z. B. für die Orientierung

im Raum, die Gleichgewichtsregulation und die Bewegungswahrnehmung.

Physiologische Aspekte

In der Netzhaut gibt es für das Tagessehen drei verschiedene Rezeptortypen. Sie werden S-, M- oder L-Zapfen genannt entsprechend den Bereichen, in denen sie Licht absorbieren (Abb. 3). S steht für Short-, M für Middle- und L für Long-Wavelength. Einfacher, aber nicht ganz richtig, wird auch R, G und B verwendet. R steht für Rot, G für Grün und B für Blau. Die verschiedenen Rezeptorenarten sind nicht gleichmäßig über die Netzhaut verteilt. Die Fovea („Stelle des schärfsten Sehens“) ist „blaublind“. Die Rezeptoren zeigen eine ausgedehnte Breitbandcharakteristik. Zum Beispiel kann der Grün-Rezeptor Licht von ca. 420 bis ca. 650 nm aufnehmen und wird doch immer nur die gleiche Information weitergeben, nämlich dass er Licht eingefangen hat (Abb. 3). Sowohl der Rot- als auch der Grün-Rezeptor reagieren auf kurzwelliges Licht. Dadurch wird der Kontrast herabgesetzt, denn Unterschiede in Objekten werden nur erkannt, wenn die Belichtungen der Rezeptoren hinreichend unterschiedlich sind. Blaues Streulicht stört also beim Farbkontrast.

Optimale Filter für den Schneesport (vgl. Abb. 5) reduzieren den Blauanteil so, dass R- und G-Rezeptoren das Blau gar nicht mehr mitkriegen (Lingelbach/Jendrusch, 2005). Trotzdem bleibt die Blauinformation er-

Chromatische Aberration

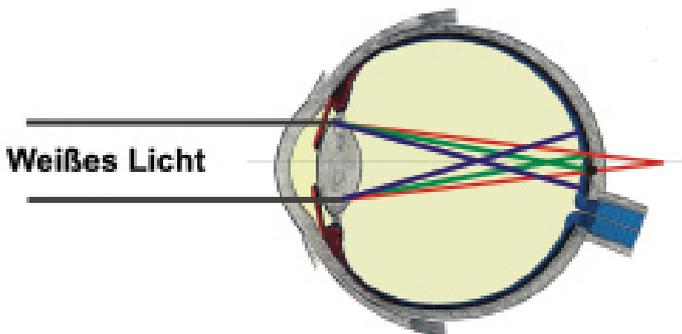


Abb.2: Chromatische Aberration.

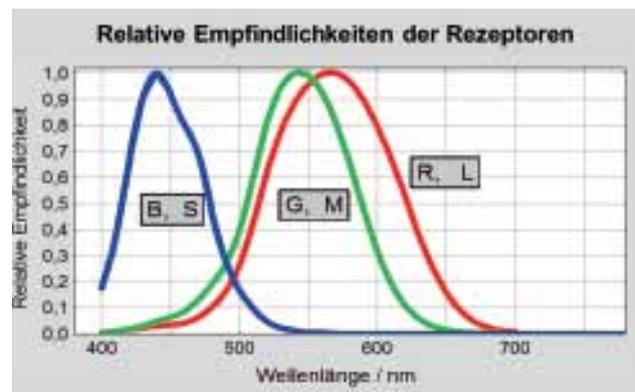


Abb.3: Relative Empfindlichkeit der Short- (Blau), Middle- (Grün) und Long-Wavelength- (Rot) Cones. Unterhalb von 420 nm ist die Empfindlichkeit der M- und L-Zapfen nahe bei Null.

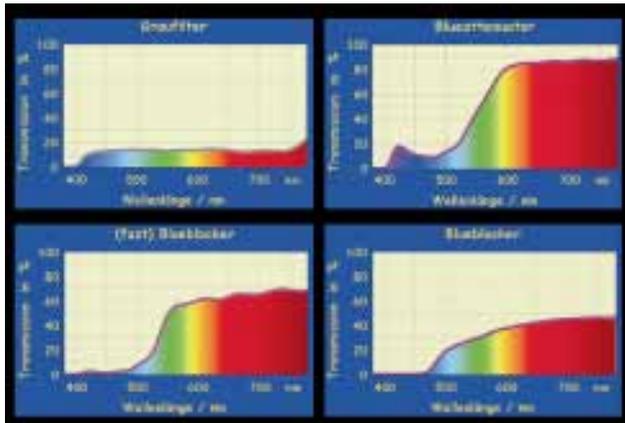


Abb.4: Transmissionskurven verschiedener Filtertypen
 Die Messung der Transmissionskurven eines Brillenglases/Filters ermittelt die Lichtdurchlässigkeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Durch einen Graufilter werden alle Farben gleichmäßig abgedunkelt (geringe Transmission über alle Wellenlängen). Wie auch bei den anderen gezeigten Filtern wird UV-Licht (unter 400 nm) komplett herausgefiltert. Blueattenuator oder „Blauabschwächer“ lassen vergleichsweise wenig Blau, dafür aber mehr Grün, Gelb und Rot durch. Sie heben die warmen Farben hervor und verstärken das Kontrastempfinden (optimal zum Skifahren). Blueblocker filtern den Blauanteil heraus und heben Grün, Gelb und Rot hervor. Sie verstärken die Kontraste, können aber das im Sport wichtige periphere Sehen beeinträchtigen.

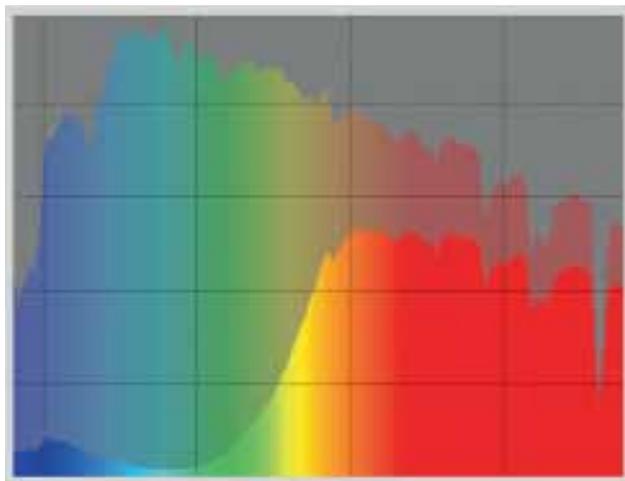


Abb. 5: Transmissionskurve eines optimalen Skibrillenfilters (ohne Skalenangabe, Lingelbach/Jendrusch, 2005). Im Hintergrund die spektrale Strahlungsleistungsdichte von Schnee.

halten, da die Blaurezeptoren selbst bis herab zu ca. 380 nm Licht absorbieren können. Diese Filter sind deshalb farbneutraler als Blueattenuator bzw. Blueblocker. Gleichzeitig wird mit ihnen aber eine enorme Kontraststeigerung wahrgenommen. Das Standardfiltermaterial im Skisport ist ein Polycarbonat. Da Skibrillen in hohem Maße der UV-Strahlung ausgesetzt sind, muss ihnen ein UV-Absorber zugesetzt werden. Andernfalls würde der Kunststoff bald eine Gelbtönung erhalten. Standardmäßig eliminiert der UV-Absorber heute alle Strahlung unterhalb 400 nm. Die spektrale Transmission der Filter ist bis 400 nm gleich Null (Abb. 4).

Neben dem rein physikalischen Effekt der Streulichtreduzierung wird die subjektiv erlebte „kontraststeigernde“ bzw. aufhellende Wirkung der Blueattenuator

sowie besonders der Blueblocker aber auch dadurch verursacht, dass die o. g. Filter die Wahrnehmung in den „Gelb-Bereich“ des Wellenlängenspektrums verlagern. In diesem – normalerweise für das Tagessehen typischen – Bereich ist das Farbunterscheidungsvermögen besonders hoch. Das Gehirn verbindet mit einem hohen Gelbanteil „erfahrungsgemäß“ optimale Wahrnehmungsbedingungen und Helligkeit. Aus der Farbverschiebung durch den Filter resultiert somit auch der subjektive Eindruck einer „Aufhellung“ und „Kontrastverstärkung“, obwohl aufgrund der Lichtabsorption durch den Filter (im Vergleich ohne Filterglas) etwas weniger Licht auf die Netzhaut gelangt.

Diskussion/Fazit

Grundsätzlich sollte der hohe Blauanteil im natürlichen Spektrum für optimales Ski- und Snowboardfahren reduziert werden. Blauabschwächer reduzieren das blaue Licht und Rottöne werden hervorgehoben. Blueblocker, die den Blauanteil des Spektrums total eliminieren, sind allerdings nicht zu empfehlen, da das visuelle System offensichtlich etwas Blauinformation, besonders im peripheren Sehen, braucht – auch für die Gleichgewichtsregulation/Bewegungskoordination. Optimale Filter (wie wir sie entwickelt haben; Lingelbach/Jendrusch, 2005) zeigen die Kontraststeigerung von Blueblockern, aber die Blauinformation bleibt trotzdem erhalten. Das Ergebnis ist ein kontrastreicher, brillanter und trotzdem weitgehend farbneutraler Seheindruck.

Ferner zeigt die nach wie vor hohe Quote von fehlsichtig bzw. unkorrigiert Sporttreibenden, dass vermehrt Aufklärungsarbeit zum Zusammenhang zwischen der Sehleistung, der Sicherheit beim Sport und der sportlichen Leistung notwendig ist.

Dass ca. 50 % der Sportler, die im Alltag mit Fernbrille korrigiert sind, bei Ausübung ihrer Sportart keine Korrektur verwenden (gleiches gilt für ca. 35 % der Gleitsichtbrillenträger), wohingegen 95,0 % der Kontaktlinsträger ihre „Linsen“ auch beim Sport nutzen, hat für den Ski-/Schneesport zweierlei Konsequenzen: Zum einen sind sicherlich für fehlsichtige Skisportler die Kontaktlinsen schon aufgrund ihrer „Kombinierbarkeit“ mit Sport-/Skibrille oder Skigoggle) in der Regel die optimale Korrekturmethode. Zum anderen wissen viele (Ski-)Sportler, die Kontaktlinsen ablehnen, anscheinend (noch) nicht, dass auch (stärker) gebogene Sportbrillen heute optisch korrigiert werden können.

Bei fehlsichtigen Sportlern gehören die optisch korrigierende Sportbrille bzw. die (Sport-)Kontaktlinsen, letztere bei Freiluftsportarten wie Skifahren oder Radfahren in Kombination mit einer Sportbrille (UV-Schutz; Farbfilterwirkung), so selbstverständlich zur Ausrüstung wie Sportschuhe, Sportbekleidung oder Protektoren.

Diese „Einsicht“ – manchmal leider auch erst durch schmerzliche Selbsterfahrung z. B. nach einem Sportunfall – muss durch eine konzeptionelle und organisierte Aufklärungsarbeit zur „Notwendigkeit guten Sehens beim (Schnee-)Sport“ durch verantwortungsbewusste Sportoptiker und Sportophthalmologen sowie Sportwissenschaftler und Sportmediziner sowie die Sportfachverbände zum Sportler weiter getragen werden. Die Arbeitsgemeinschaft Sicherheit im Sport (ASiS) hat sich genau diese Themen auf die Fahne geschrieben.

Mit ihrer aktuellen Initiative „Gutes Sehen im Sport“ versucht sie beim Endverbraucher (dem Sportler) aber auch bei Trainern und Sportfunktionären sowie bei (Sport-)Optikern und (Sport-)Ophthalmologen Aufklärungsarbeit zu leisten.

Verfasser

Jendrusch, Gernot, Dr. rer. nat.
Lehrstuhl für Sportmedizin und Sporternährung,
Ruhr-Universität Bochum
Overbergstr. 19
D-44780 Bochum
Gernot.Jendrusch@rub.de

Lingelbach, Bernd, Prof. Dr. rer. nat.
Institut für Augenoptik Aalen (Leinroden)
Untere Gasse 17
D-73453 Abtsgmünd
ifaa@leinroden.de

Literatur

- Jendrusch, G. (2008): Leistungen des visuellen Systems im Sport. In: Zeitschrift für Praktische Augenheilkunde & Augenärztliche Fortbildung (ZPA) 29 (2008) 6, S. 239-247
- Jendrusch, G./Ehrenstein, W.H. (2008): Antizipatives Sehverhalten: Experimentelle Zugänge und sportwissenschaftliche Perspektiven. In: Zeitschrift für Praktische Augenheilkunde & Augenärztliche Fortbildung (ZPA) 29 (2008) 10, S. 419-427
- Jendrusch, G./Schulz, D./Henke, T./Lingelbach, B./Platen, P. (2010): Im „Blindflug“ über die Piste. DOZ Optometrie & Fashion 65 (2010) 3, S. 30-33
- Jendrusch, G./Senner, V./Schaff, P./Heck, H. (1999): Vision – An Essential Factor for Safety in Skiing: Visual Acuity, Stereoscopic Depth Perception, Effect of Colored Lenses. In: Johnson, R.J. (Ed.): Skiing Trauma and Safety: 12th Volume, ASTM STP 1345. ASTM International, West Conshohocken, PA 1999, Vol. 12, pp. 23-34
- Kinney, J.A.S./Luria, S.M./Schlichting, C.L./Neri, D.F. (1983): The perception of depth contours with yellow goggles. In: Perception 12 (1983), p. 363-366
- Lingelbach, B. (1995): Kontrastverstärkende Filter. In: DOZ Deutsche Optiker Zeitschrift (1995) 8, S. 20-28
- Lingelbach, B./Jendrusch, G. (2005): Contrast Enhancing Filters in Ski Sports. In: Journal of ASTM International 2 (2005) 1, pp. 1-8
- Rieger, G. (1992): Improvement of contrast sensitivity with yellow filter glasses. In: Canadian Journal of Ophthalmology 27 (1992) 3, p. 137-138
- Yap, M. (1984): The effect of a yellow filter on contrast sensitivity. In: Ophthalmic & physiological optics 4 (1984) 3, p. 227-232