

FILTERGLÄSER

Seminar kompakt

Mittwoch, 16. Januar 2019

Was ist Transmission?

2

Dipl.-Ing. (FH) Olaf Schmidt-Kiy, Leiter der Meisterschule der Fielmann Akademie Schloss Plön

Wie wirkt UV- und blaues Licht?

4

Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Grein, Leiter Wissenschaft der Fielmann Akademie Schloss Plön/Technische Hochschule Lübeck

WAS IST TRANSMISSION?

*Dipl.-Ing. (FH) Olaf Schmidt-Kiy, Leiter der Meisterschule der Fielmann Akademie
Schloss Plön*

Filtergläser werden in der Augenoptik häufig durch eine Farbbezeichnung und die Tönung beschrieben, zum Beispiel „Grün 75%“. Alternativ werden Markennamen oder Kombinationen aus Buchstaben und Ziffern verwendet, zum Beispiel „Sport“ oder „F540“. Allen diesen Bezeichnungen ist gemein, dass sie manche Eigenschaften des Filters nicht erkennen lassen.

Um die Eigenschaften eines Filterglases einschätzen zu können, ist die Betrachtung und Interpretation der Transmissionskurve des Filters unumgänglich. Die Transmissionskurve eines Filterglases gibt Aufschluss über die Lichttransmission und darüber, ob ein Filter eine kontraststeigernde Wirkung haben kann, wie gut er ultraviolette Strahlung absorbiert oder ob er für den Straßenverkehr zugelassen ist.

Der Lichttransmissionsgrad eines Filterglases kann mittels Integralrechnung berechnet werden. In diese Kenngröße fließen das Tageslichtspektrum, die Hellempfindlichkeit der retinalen Zapfen sowie die Lichtdurchlässigkeit des Filters für jede Lichtwellenlänge ein. Die Berechnung ist aufwendig, wird aber herstellerseitig ohnehin durchgeführt.

Für die Einschätzung der Straßenverkehrstauglichkeit ist der „relative visuelle Schwächungskoeffizient (Q-Wert)“ ausschlaggebend. Der relative visuelle Schwächungskoeffizient darf beispielsweise zwischen 560 nm und 650 nm für keine Wellenlänge niedriger als $0,2 \cdot \text{Lichttransmissionsgrad}$ sein. Für Wellenlängen kleiner 560 nm gelten andere Q-Werte. Die Einhaltung der Q-Werte sichert die Erkennung von Signallichtern, die für die Zulassung eines

Filters zur Nutzung im Straßenverkehr erforderlich ist. Die Kenngrößen stehen dem Augenoptiker zur Verfügung.

Zusammen mit den Kenngrößen bietet die Transmissionskurve eines Filters dem Augenoptiker die Möglichkeit, verschiedene Filter zu vergleichen und für den individuellen Kunden das optimale Filterglas zu finden.

Nachfahrbrillen

In der Werbung tauchen regelmäßig so genannte Nachfahrbrillen mit blauabschwächenden Filtergläsern auf, die neben dem Schutz vor Blendung durch Scheinwerfer entgegenkommender Fahrzeuge auch ein deutlicheres und kontrastreicheres Sehen bei Nacht und in der Dämmerung versprechen. Der versprochene Blendschutz funktioniert selbstverständlich, weil der Filter die Helligkeit reduziert. Eine Verbesserung der Sehschärfe und die Erhöhung des Kontrasts dagegen sind bei niedrigen Helligkeiten nicht zu erzielen.

Im Zuge der Anpassung des Auges an abnehmende Helligkeit sinkt die Sehschärfe merklich. Studien zeigen eine Visusminderung in der Dämmerung um bis zu sechs Visusstufen. Ein Filter schwächt das Licht weiter ab und die Sehschärfe ist noch ein wenig schlechter als ohne Filter.

Die Steigerung des Farbkontrasts mit Blauabschwächern funktioniert nur im Tagessehen: Die Leuchtdichte ist so hoch, dass die durch den Filter reduzierte Helligkeit durch Adaptation wieder ausgeglichen werden kann. Das ist in der Dämmerung nicht der Fall. Das Farbsehen ist stark

eingeschränkt. Farben erscheinen sehr schwach und es können viel weniger Farbtöne unterschieden werden als bei hellem Tageslicht.

Ein Blauabschwächer reduziert vor allem den Blauanteil des Lichts. Bei niedrigen Helligkeiten führt das zu einer schlechteren Erkennbarkeit für blaue Farben. Ein unbeleuchteter Radfahrer mit blauer Kleidung wird deshalb mit der Nachtfahrbrille schlechter erkannt als ohne die Brille.

Blauabschwächende Filter bewirken am Tag einen subjektiven Helligkeitszuwachs. Bei diesem handelt es sich jedoch um eine optische Täuschung. Der scheinbare Helligkeitszuwachs bleibt auch in der Dämmerung erhalten. Das schafft eine trügerische Sicherheit, weil der Benutzer der Brille den falschen Eindruck hat, besser zu sehen.

WIE WIRKT UV- UND BLAULICHT?

Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Grein, Leiter Wissenschaft der Fielmann Akademie Schloss Plön/Technische Hochschule Lübeck

Sehen ist zwangsläufig mit dem Einfallen von elektromagnetischer Strahlung ins Auge verbunden. Es gilt: Je kurzwelliger die Strahlung, desto höher die Energie, die bei der Absorption umgesetzt wird. Dabei kann es mit steigender Energie zu Schäden in den absorbierenden Geweben kommen. Folglich besitzen aus dem relevanten elektromagnetischen Spektrum das sichtbare Blau und die daran angrenzende UV-Strahlung das höchste Schädigungspotential.

Die UV-Strahlung wird in drei Bereiche unterteilt: Das kurzwellige UV-C, das durch die Erdatmosphäre absorbiert wird, das mittelwellige UV-B und das langwellige UV-A. Die UV-Anteile, die am Erdboden ankommen, können akut zu massiven Hautschäden, dem Sonnenbrand, führen. Langfristig steigt das Risiko für Hautkrebs. Bei welcher Dosis ein Sonnenbrand entsteht, hängt sehr stark vom Hauttyp ab. Blonde und rothaarige Menschen sind am meisten gefährdet. Die UV-Belastung ist in den Sommermonaten

am höchsten und kann über den UV-Index eingestuft werden. Die UV-Belastung steigt, wenn die Umgebung UV-Strahlung zusätzlich reflektiert. Insbesondere im Schnee und auf dem Wasser ist das der Fall.

Am Auge sind die Lidhaut, die Bindehaut und die Hornhaut besonders durch UV-B-Strahlung gefährdet. Es kann zur Keratitis photoelectrica kommen, der sogenannten Schneeblindheit. Dabei wird das Hornhautepithel so stark geschädigt, dass es zu Epithelaufbrüchen kommt, die extrem schmerzhaft sind und zu massiver Lichtempfindlichkeit führen. Der Lidspaltfleck (Pinguecula) und das Flügelfell (Pterygium) sind Beispiele für UV bedingte Bindehautschäden. UV-A Strahlung wird vorwiegend in der Augenlinse absorbiert und kann dort einen grauen Star auslösen. Die Netzhaut wird durch die Augenlinse vor UV-Strahlung geschützt. Allerdings besteht bei Kleinkindern eine Resttransmission für UV-Strahlung. Etwa acht Prozent des UV-A kommen auf

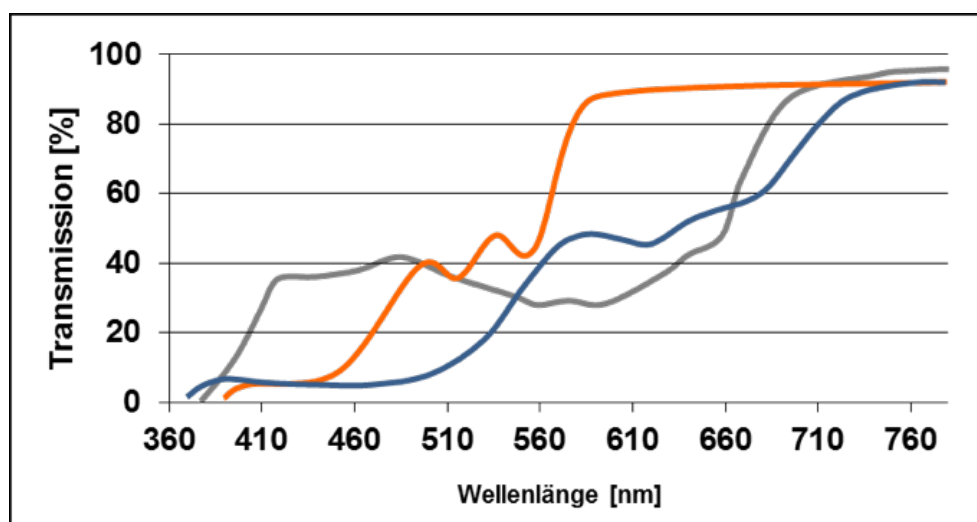


Abb. 1: Transmissionskurven unterschiedlicher Filtergläser: Graufilter (graue Kurve) mit hoher Transmission im blauen Bereich, nicht selektiver Blaufilter (blaue Kurve) mit nur geringer Transmission im gesamten Blaubereich bis 500 nm und selektiver Blaufilter (orange Kurve) mit erhöhter Transmission bereits ab 460 nm.

der Netzhaut an und können Schäden erzeugen. Deshalb ist auch bei Kleinkindern eine Sonnenbrille in entsprechenden Umgebungsbedingungen wichtig.

Für die Netzhaut ist im Erwachsenenalter keine UV-Belastung mehr gegeben. Allerdings ist auch das sichtbare blaue Licht so energiereich, dass photochemische Schäden entstehen können. Dabei entstehen im Netzhautgewebe freie Radikale, das sind Atome oder Moleküle, die ungepaarte Elektronen auf der Außenschale besitzen. Durch Reaktion mit umgebenden Zellen entstehen oxidative Schäden. Besonders betroffen von diesen Schäden ist das retinale Pigmentepithel (RPE). Die dort vorliegenden Zellen haben wichtige Aufgaben bei der Entsorgung von Stoffwechsellüll aus den lichtempfindlichen Rezeptoren. Der verbrauchte Sehfärbstoff wird mit Hilfe der RPE-Zellen regeneriert. Reste dieses Prozesses (A2E) lagern sich zusammen und bilden Ansammlungen von Lipofuscin. Im Laufe des Lebens akkumulieren diese Müllhalden aus Zellschutt. Das blaue Licht im Bereich um 415 bis 455 nm wird insbesondere von Lipofuscin absorbiert. Bei der Blaulichtabsorption im Lipofuscin kommt es zu Autofluoreszenz und zur Bildung von freien Radikalen. Diese Vorgänge stehen im Verdacht, die Bildung der altersabhängigen Makuladegeneration zu fördern.

Einen natürlichen Schutz gegen Blaulicht im Bereich der Makula bilden die Pigmente Lutein und Zeaxanthin. Sie sind vor den lichtempfindlichen Rezeptoren der Netzhaut angeordnet und wirken wie eine innere Sonnenbrille. Allerdings lässt die Konzentration dieser Substanzen im Laufe des Lebens nach. Durch gesunde Ernährung mit viel grünem Gemüse kann die Konzentration des Makulapigments nachweislich erhöht werden.

Auch die natürliche Augenlinse, die sich im Laufe des Lebens leicht gelblich eintrübt, bietet einen gewissen Blaulichtschutz. Nach einer Katarakt-Operation mit Implantation

einer klaren Intraokularlinse entfällt dieser natürliche Schutz. Besonders in diesen Fällen empfiehlt sich Sonnenschutz mit Blaulichtreduktion durch geeignete Brillengläser, wie Blauabschwächer.

Blaues Licht ist aber auch wichtig, um den Tag-Nacht-Rhythmus des Körpers zu steuern. Spezialisierte Ganglienzellen der Netzhaut werden durch blaues Licht insbesondere im Bereich von 440 bis 480 nm stimuliert. Sie schwächen die Melatoninbildung im Gehirn, was Ermüdung tagsüber unterdrückt.

Eine komplette Absorption von Blaulicht durch Filtergläser hätte zwar einen protektiven Effekt für die Netzhaut, jedoch auch eine Störung des Tag-Nacht-Rhythmus zur Folge. Selektive Blaufilter, die kurzwelliges Blau unter 450 nm absorbieren, jedoch genügend langwelliges Blau ab 460 nm durchlassen, erfüllen beide Anforderungen: Sie schützen vor Blaulichtschäden ohne den Tag-Nacht-Rhythmus zu beeinträchtigen (Abb. 1).

Die Risiken von Blaulicht werden seit der Einführung von LED-Lampen intensiv diskutiert. LEDs emittieren konstruktionsbedingt besonders viel Blaulicht. Die Empfindlichkeit für photochemische Netzhautschäden und der Blue-Peak bei LEDs haben beide im Spektralbereichbereich um 435 nm ihr Maximum. Trotz einiger Indizien und Studien an Zellkulturen ist bis heute jedoch unklar, ob die üblicherweise vorhandenen Strahlungsbelastungen unter LED-Beleuchtung oder an LED-Monitoren tatsächlich zu einer Netzhautschädigung führen können.

Unstrittig ist in jedem Falle, dass UV-Schutz Schäden an den verschiedenen Geweben des Sehorgans verhindern kann. Sonnenschutzgläser sollten daher in jedem Fall bis 400 nm keine Transmission aufweisen. Aufgrund der Transmissionseigenschaften der Augenmedien muss bei hoher UV-Belastung insbesondere bei Kleinkindern auf eine Sonnenbrille geachtet werden.