

Mögliche Auswirkungen des sichtbaren Lichts auf die (Augen-) Gesundheit

Einfluss von Licht auf Augen und Wohlbefinden

Präventive Maßnahmen, zu denen der Schutz der Augen vor schädlichem Licht zählt, haben hohe Priorität bei der Bekämpfung der weltweit auftretenden Sehprobleme wie altersbedingte Makuladegeneration (AMD) und Katarakt. Nach Schätzungen sind weltweit mehr als 350 Millionen Menschen davon betroffen – eine Zahl, die sich in den kommenden 30 Jahren verdoppeln kann. Das Institut de la Vision in Paris und Essilor arbeiten verstärkt daran herauszufinden, welcher Teil des Lichts wie auf den Menschen wirkt.

chronisierung der inneren biologischen Uhr (u.a. Schlaf-/Wachrhythmus, Wahrnehmung, Gedächtnisleistung, Kreativität und Stimmungslage) eine entscheidende Rolle:

Das in den Ganglienzellen enthaltene Photopigment Melanopsin hat sein Absorptionsmaximum bei $480 \text{ nm} \pm 15 \text{ nm}$ (blau-türkises Licht) und hemmt die Me-

Das Sehen verändert sich

Lag die Lebenserwartung 1960 noch bei rund 70 Jahren, werden die Deutschen heute im Durchschnitt 80 Jahre alt. Dank der rasant fortschreitenden Entwicklung im medizinischen Bereich haben sich die Lebensbedingungen in den vergangenen Jahren verändert – wir leben im Durchschnitt länger und gesünder. Für unsere Augen stellt dies eine große Herausforderung dar, da sie evolutionsbiologisch für eine kürzere Lebensdauer ausgelegt sind. Zudem ist eine verstärkte Lichtexposition z. B. durch Straßenbeleuchtung, Leuchtreklame und Computer nur schwer zu vermeiden.

Aus diesen Gründen steigen unter anderem die am häufigsten auftretenden altersbedingten Augenleiden – Katarakt und AMD. Diese werden sich durch die zunehmend älter werdende Bevölkerung in den kommenden 30 Jahren zahlenmäßig etwa verdoppeln. In Deutschland werden heute bereits ca. 600.000 Katarakt-OPs pro Jahr durchgeführt und etwa 2 Mio. Menschen leiden an einer AMD.

»Gutes« Licht

Sichtbares Licht spielt eine entscheidende Rolle in unserem Alltag. Es ist wichtig für scharfes und klares Sehen sowie für die Wahrnehmung von Far-

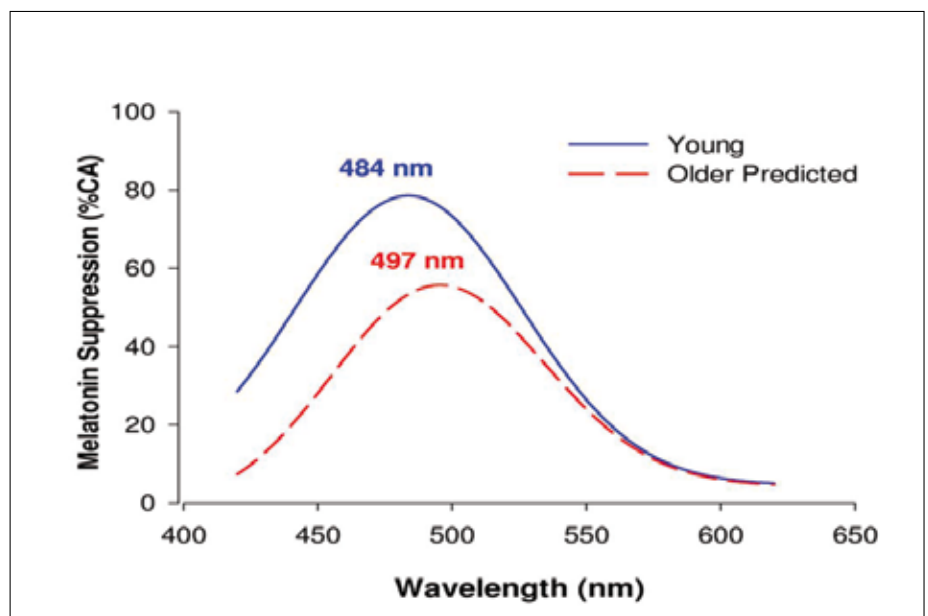


Abb. 1: Melanopsin hat sein Absorptionsmaximum bei $480 \text{ nm} \pm 15 \text{ nm}$ (= blau-türkises Licht) und hemmt die Melatoninproduktion. Melatonin wiederum ist ein schlafförderndes Hormon, das den Tag-Nacht-Rhythmus des menschlichen Körpers steuert. Fällt blau-türkises Licht auf die Netzhaut des Auges, hemmt dies die Melatoninproduktion. In der Dunkelheit dagegen wird sie angeregt. Quelle: Raymond P. Najjar, Christophe Chiquet Pette-ri Teikari, Pierre-Loïc Cornut, Bruno Claustrat, Philippe Denis, Howard M. Cooper Claude Gronfier, Aging of Non-Visual Spectral Sensitivity to Light in Humans: Compensatory Mechanisms? POLSONE, January 2014.

ben und Kontrasten. Darüber hinaus sind einige Bereiche des sichtbaren Spektrums wichtig für unsere Gesundheit: Die erst im Jahr 2002 auf der Netzhaut entdeckten melanopsinhaltenen Ganglienzellen, die als weiterer Photorezeptor identifiziert wurden, spielen für die Syn-



Maralen Busche, Nach ihrer Tätigkeit als Redakteurin beim Focus und Dozentin für Kontaktlinsenanpassung an der Handwerkskammer Dortmund ist die Augenoptikermeisterin seit 2009 Produktmanagerin bei der Essilor GmbH und zeichnet u.a. für das Crizal Veredelungsprogramm verantwortlich.

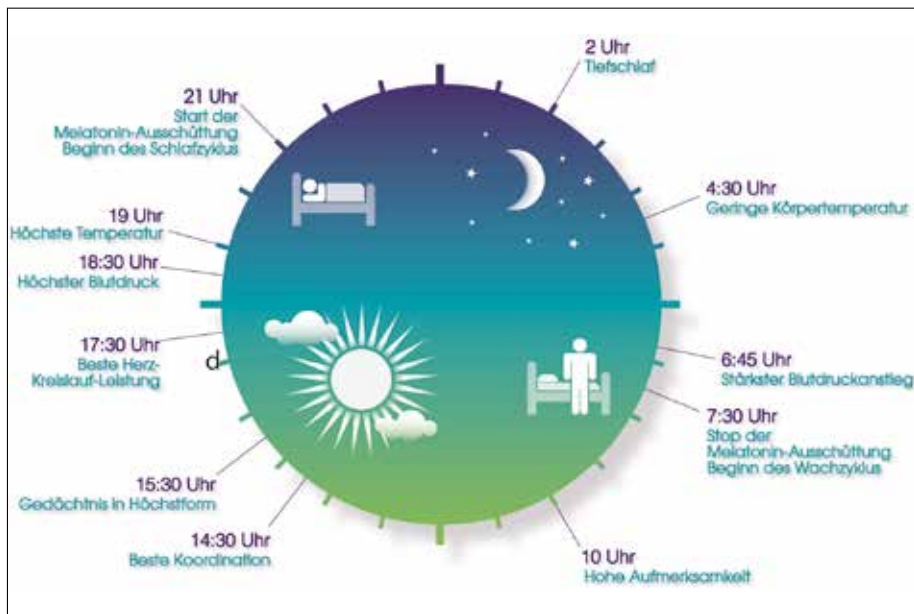


Abb. 2: Die Augen sind mitverantwortlich für die Steuerung der inneren biologischen Uhr.

latoninproduktion. Melatonin wiederum ist ein schlafförderndes Hormon, das den Tag-Nacht-Rhythmus des menschlichen Körpers steuert. Fällt blau-türkises Licht auf die Netzhaut, hemmt dies die Melatoninproduktion und wir sind wach. In der Dunkelheit dagegen wird sie angeregt, wir werden müde und können schlafen. Störungen des Biorhythmus z.B. durch zu wenig blau-türkises Licht (Jetlag, Nacharbeit, etc.) können Schlaf- und Aufmerksamkeitsstörungen bis hin zu Depressionen zur Folge haben.

Des Weiteren belegen zahlreiche Studien, dass die Pupillenkontraktion, die die Retina vor zu starker Lichteinwirkung schützt, abhängig von der Wellenlänge ist: Die anregende Wirkung erreicht ihr Maximum ebenfalls bei etwa 480 nm, dem Absorptions-Peak von Melanopsin. Das Vorhandensein von ausreichend blau-türkisem Licht (480 nm ± 15 nm) ist demnach für die Pupillenkontraktion und die Erhaltung unseres Wohlbefindens von Bedeutung.

»Böses« Licht

Licht kann aber auch zu krankhaften Veränderungen der Augen beitragen. Die Strahlen, denen wir täglich ausgesetzt sind, spielen eine entscheidende Rolle in der Entstehung von Augen-

krankheiten wie Katarakt und AMD: Alter, Nikotin, Ernährung und Umweltfaktoren wie längere Exposition gegenüber UV-Strahlung werden in der Literatur als Hauptrisikofaktoren für das Auftreten einer Alterskatarakt genannt. Neben UV-Strahlung kann auch sichtbares Licht die Augengesundheit gefährden. So kommen die epidemiologische Studien »Beaver Dam Eye Study« und die »Chesapeake Bay Study« zu dem Schluss, dass zu den AMD-Risikofaktoren neben Alter, genetischen Faktoren und Rauchen auch eine Exposition mit blauem Licht gehört.

2008 schloss sich Essilor mit dem Institut de la Vision Paris – eines der führenden Forschungszentren in Europa

im Bereich Augenerkrankungen und Sehen – zusammen, um ein hochentwickeltes Forschungsprogramm zur »Gesunderhaltung der Augen« zu initiieren. Innerhalb eines vierjährigen Forschungsprogrammes ist es gelungen, den Teil des sichtbaren Lichtspektrums zu identifizieren, der schädlich für bestimmte Zellen der Netzhaut ist und zur Entstehung einer AMD beitragen kann: das blau-violette Licht (435 nm ± 20 nm). Durchgeführte in vitro Versuche an Zellen des retinalen Pigmentepithels (RPE) zeigen, wie schädlich Strahlen in Abhängigkeit von ihrer Wellenlänge sind:

Für die am Institut de la Vision durchgeführten Versuche wurden Zellen des retinalen Pigmentepithels (RPE) mit dem fluoreszierenden Lipofuszin-Bestandteil A2E angereichert.

Lipofuszin wird häufig als Altersmarker oder -pigment bezeichnet. Es ist ein Stoffwechsel-Abfallprodukt, das sich besonders in Herzmuskel-, Leber- und Nervenzellen sowie im retinalen Pigmentepithel des Auges anreichert und vom Körper nicht abgebaut wird. Zusammen mit anderen Stoffwechsel-Abfallprodukten kann es Drusen bilden – ein typisches Anzeichen für die Entstehung einer AMD. Durch seine phototoxische Eigenschaft führt Lipofuszin zur Zerstörung der Zellen des RPE.

Die durchgeführten Versuche stellen ein adäquates in vitro Modell für die lichtbedingte Netzhautalterung dar: Die Anreicherung von Lipofuszin ist ein Hauptmerkmal des Alterns von RPE-

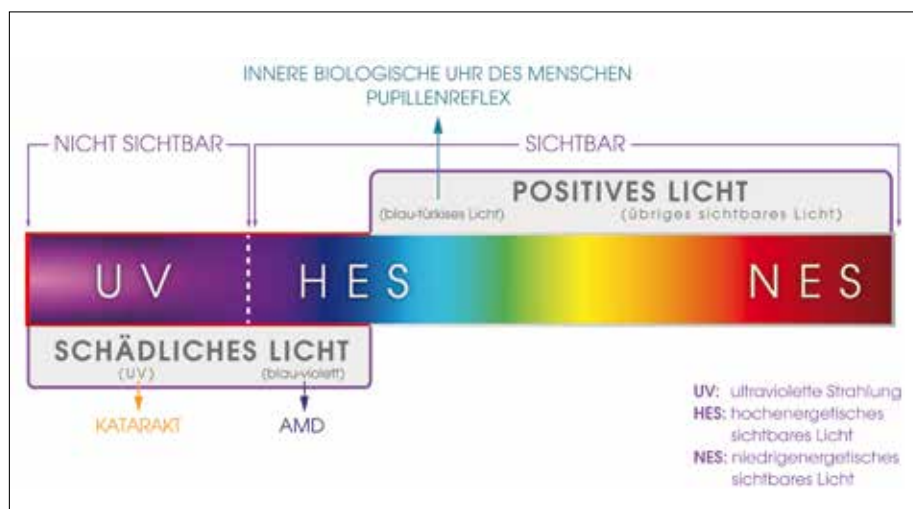


Abb. 3: Ein Teil des Spektrums ist für die Augen schädlich, der andere Teil unentbehrlich.



Zellen und A2E gilt als Farbbestandteil des Lipofuszin. Ein solches Modell zur Simulation der Schädigung durch Licht und Bestimmung der zugrunde liegenden Mechanismen ist weit verbreitet.

Versuchsaufbau:

- Mit A2E angereicherte RPE Zellen
- 18 Stunden Lichtexposition mit definierter Stärke (auf

die zur Netzhaut vordringende, natürliche Sonnenstrahlung eines 40 Jahre alten Auges genormt)

- 6 Stunden in Dunkelheit
- Mindestens 4 – 6 voneinander unabhängige Versuche für jedes Lichtband
- Exakte Kontrolle und Dokumentation

Bestrahlung:

- Speziell entwickelte LED-Beleuchtungseinrichtung
- Bestrahlungsstärke, die je nach Lichtband zwischen 0 und 10 mW/cm liegt
- 14 verschiedene Lichtbänder in 10 nm Schritten im blau-grünen Bereich (von 390 nm bis 520 nm)



Abb. 5: Crizal Previncia mit selektiver Filtertechnologie auf Vorder- und Rückseite zum Schutz des Auges vor schädlichen UV-Strahlen sowie blau-violetterm Licht. Gleichzeitig wird das sich positiv auf den Biorhythmus auswirkende blau-türkise Licht durchgelassen.

- Zusätzliches Lichtband zur Kontrolle bei 630 nm
- Lichtgenerator außerhalb des Inkubators, um das Zellwachstum nicht durch Wärmeproduktion oder Vibrationen zu beeinflussen

Diese Forschungsarbeit – eine wissenschaftliche Premiere in der Augenoptik – lässt die Forscher zu dem Schluss kommen, dass Wellenlängen zwischen 415 und 455 nm (435 nm +/-20nm) am schädlichsten für die Zellen des RPE

sind und zur Entstehung einer AMD beitragen können.

Brillengläser mit Schutzfunktion

Aufgrund dieser Erkenntnisse hat Essilor Crizal Previncia entwickelt: eine Veredelung, die das Auge vor schädlichen UV-Strahlen sowie blau-violetterm Licht schützt und gleichzeitig das sich positiv auf den Biorhythmus auswirkende blau-türkise Licht durchlässt.

Durch Reflexion an der Vorderseite sowie Absorption durch Veredelung und Material erreichen nur ca. 80% des blau-violetterm Lichts das Auge. In vitro Tests belegen die Reduktion des durch blau-violetterm Licht hervorgerufenen Absterbens retinaler Pigmentepithelzellen um 25%. Der blau-violette Restreflex auf der Vorderseite von Crizal Previncia macht den zusätzlichen Schutz sichtbar und kann dem Brillenträger leicht und verständlich erklärt werden.

In Kombination ergeben Vorder- und Rückseite ein komplexes, hochtransparentes und auf den Bedarf des Brillenträgers abgestimmtes Veredelungspaket: Schutz vor schädlichem Licht, Transparenz für positives blau-türkises Licht sowie klare Sicht auf lange Sicht dank umfassendem Schutz vor Reflexionen, Schmutz, Kratzern, Staub und Wasser.

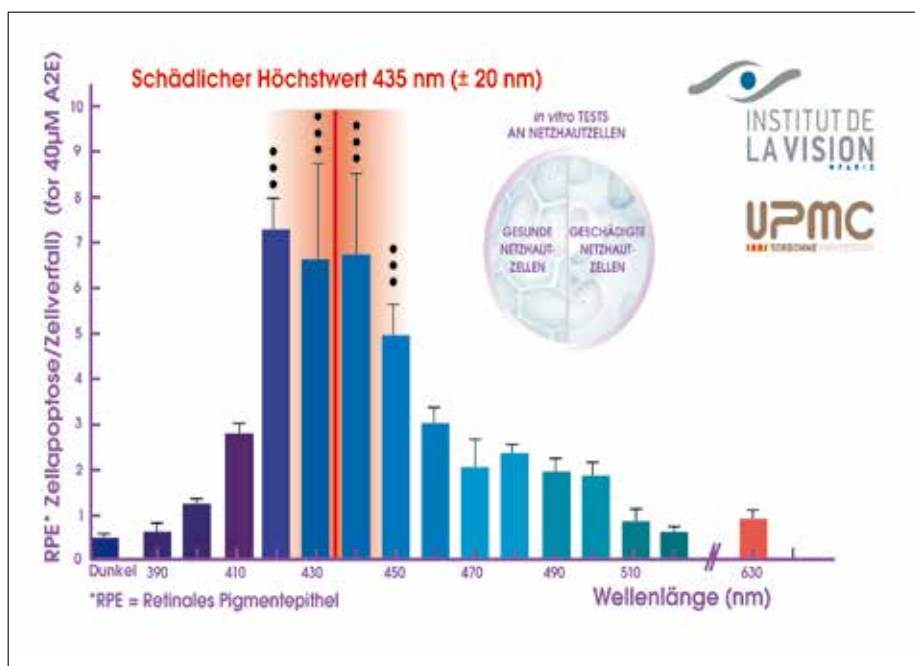


Abb. 4: BU: Essilor und das Vision Institute Paris identifizierten ein präzises spektrales Lichtband von 40 nm (435 ± 20 nm), das für Netzhautzellen am schädlichsten ist: blau-violetterm Licht.