

Gibt es gesundes Kunstlicht?

Alexander Wunsch

Die Welt der künstlichen Beleuchtung befindet sich in einem Umbruch, wie er stärker kaum vorstellbar ist. Die LED scheint die Lösung aller Beleuchtungsprobleme zu sein, seit die Allgebrauchs-Glühlampe aus dem Verkehr genommen wurde und die Giftstoffproblematik der Energiesparlampen zunehmend in den Fokus der Kritik geraten ist. Die grundlegenden Änderungen in der Welt des Kunstlichts haben als wichtigste Triebfeder die Energieeffizienz. Ist die LED wirklich die Super-Lichtquelle, für die sie gehalten wird? Kann sie in der Lichtqualität mit ihren Vorgängerinnen mithalten? Erzeugt sie eventuell sogar ein wirklich gesundes Kunstlicht oder ist doch eher Vorsicht angebracht?

Biokompatibles Licht

Um die Fragen nach der biologischen Verträglichkeit von Kunstlicht zu beantworten, ist es nötig, eine Reihe von Lichtparametern zu betrachten, die bislang in der Lichttechnik höchstens ein Schattendasein führen und in den Normenwerken keine Berücksichtigung finden. Zweifelsohne sind gute Weißlicht-LEDs einer Glühlampe in puncto Lebensdauer, Robustheit und Energieeffizienz zunächst überlegen. Was aber ist mit der Farbwiedergabe, dem Lichtflimmern, elektromagnetischer Störstrahlung durch digitale Vorschaltgeräte und natürlichem Spektralverlauf? Was hat es mit der biologischen Wirkung dieses neuartigen Kunstlichts ohne Wärmeanteil auf sich?

Was ist Lichtqualität?

Lichttechnik und Lichtbiologie haben unterschiedliche Herangehensweisen an den Faktor Lichtqualität. Die Lichttechnik unterteilt den Bereich des optischen Spektrums in einzelne Abschnitte und betrachtet diese getrennt voneinander in Form von Wirkspektren, z.B. für die Vitamin-D-Bildung (UVB), den Sehvorgang (380–780 nm) oder für die Wärmetherapie (Infrarot). Für jeden Einsatz-

bereich gibt es andere Lichtquellen, die auf Energieeffizienz und möglichst genaues Abdecken des jeweiligen Wirkungsbereichs getrimmt werden. Die „Qualität“ der jeweiligen Lichtquelle wird dann anhand weniger lichttechnischer Parameter ermittelt.

Die Photobiologie (oder Lichtbiologie) sollte eigentlich einen anderen Weg wählen und neben der Definition einzelner Wirkspektren auch die jeweiligen Abschnitte in ihrem Zusammenwirken untersuchen, denn

das Licht der Sonne ist aus einem charakteristischen Gemisch vieler Wirkungsbereiche zusammengesetzt, die sich teilweise in ihrer biologischen Wirkung verstärken oder kompensieren – auch hier ist das Ganze mehr als die Summe seiner Teile. Die Lichttechnik hat sich im letzten Jahrzehnt das Thema „Licht und Gesundheit“ auf die Fahnen geschrieben und bei zahlreichen Kongressen für sich beansprucht. Bevor sie dem Anspruch jedoch gerecht werden kann, Lichtquellen zu konstruieren, die der Gesundheit zuträglich sind, muss sie sich erst von ihrer monokausalen Betrachtungsweise verabschieden und die Synergien berücksichtigen, die das Sonnenlicht (aber auch die Abwesenheit von Licht = Dunkelheit) in biologischen Systemen bewirkt.

Biologische Verträglichkeit von Licht

Die Frage nach der biologischen Verträglich-



© Zffoto/fotolia.com

Wärme und Licht gehören natürlicherweise zusammen.



© Giorgio Pulcini/fotolia.com

Der menschliche Organismus hat sich an das Sonnenlicht angepasst.

keit sowie Toxizität von Licht kam bereits in der Antike auf (z.B. Lukrez, 1. Jh. v. Chr.). Damals war es in erster Linie das Sonnenlicht, das im Mittelpunkt des Interesses stand. In der heutigen Zeit verbringen die Menschen über 90% ihrer Lebenszeit in geschlossenen Räumen, womit das künstlich erzeugte Licht den wichtigsten Strahlungseinfluss darstellt.

Moderne Kunstlichtquellen unterscheiden sich in ihrer Spektralcharakteristik grundlegend von natürlichen Lichtquellen. Alle natürlichen Lichtquellen (Glühwürmchen ausgenommen) folgen in ihrer Spektralverteilung dem Planck'schen Kurvenzug; sie sind thermische Lichtquellen, deren Strahlungsgemisch die natürliche Allianz von Helligkeit und Wärme repräsentiert. Modernes Kunstlicht (sowie durch Fenster gefiltertes Tageslicht) hingegen weist zu meist eine nichtthermische Strahlungscharakteristik auf, da das Energieeffizienzbestreben zu einer Eliminierung der Infrarotanteile führt, die in der Lichttechnik lediglich als Abfallstrahlung verstanden werden. Mit jeder neuen Kunstlichtquelle,

die sich in ihrer Spektralverteilung so grundsätzlich von natürlichem Licht unterscheidet, muss eigentlich die Frage nach der biologischen Verträglichkeit erneut gestellt und eine befriedigende Antwort gefunden werden, insbesondere wenn man davon ausgeht, dass sich Auge und Gesamtorganismus im Laufe der Evolution an die natürliche Strahlungsumgebung optimal adaptiert haben.

In dieser Frage herrscht zwischen Lichttechnik und Lichtbiologie jedoch kein Konsens. Die Ingenieure fordern einen Beweis für die Aussage, der Mensch sei in seinen Lichtreaktionen an thermische Lichtquellen adaptiert. Dieser ist zwar wissenschaftlich kaum zu erbringen, dennoch haben die Lichtphysiologen gewichtige Argumente dafür, dass eine derartige Anpassung im Laufe der Evolution doch stattgefunden hat:

- Die Empfindlichkeitskurve des menschlichen Auges für das photopische Sehen gipfelt im selben Wellenlängenbereich, in dem unser Zentralgestirn die stärkste Abstrahlung aufweist (ca. 555 nm).

- Das Licht einer Kerze (ca. 2100 K) liegt in der Farbwiedergabe (CRI = 99) quasi dort, wo auch das Sonnenlicht (6500 K) gemessen wird (CRI = 100). Die Glühlampe (ca. 2700 K) stellt zwar eine Kunstlichtquelle dar, erzeugt aber ebenfalls ein natürliches Spektrum mit exzellenter Farbwiedergabe (CRI = 100). Praktisch alle Planck'schen Strahler weisen über einen weiten Temperaturbereich eine exzellente Farbwiedergabe auf, die bisher von nichtthermischen Strahlern nur in Sonderfällen erreicht wird.

Reduktion auf Wirkspektren

Die Lichttechnik betrachtet bei Licht für die Allgemeinbeleuchtung nur den Wellenlängenabschnitt zwischen 380–780 nm. Dies ist auch der Spektralbereich, der die Grundlage für die Energieeffizienzbetrachtung darstellt. Lichtwirkungen durch Ultraviolett sowie Infrarot werden hier von der Bewertung ausgeschlossen. Das Sonnenspektrum hingegen reicht vom kurzwelligen UV- bis in den Infrarotbereich, wobei der Nahinfrarotanteil (700–1500 nm) über 40% der gesamten Strahlungsenergie ausmacht. Findet der Sehvorgang unter dem Einfluss natürlichen Lichtes statt, wirkt speziell im Nahinfrarot ein deutlich breitbandigeres Spektrum auf die Netzhaut ein als bei nichtthermischer künstlicher Beleuchtung, die meistens keine längerwellige Strahlung als 630 nm aufweist.

Die Ausgewogenheit von kurzwelligen und langwelligen Strahlungsanteilen ist insofern bedeutsam, dass sich die Wirkungen teilweise kompensieren: Kurzwelliges (= blaues) Licht stellt für Zellen einen Stressfaktor dar, der z.B. mit der Bildung von Sauerstoffradikalen einhergeht, wohingegen langwelliges (= rotes) Licht > 630 nm zur Zellregeneration beiträgt und der negativen Wirkung von Sauerstoffradikalen entgegenwirken kann.

LED-Licht und Auge

Die Stelle des schärfsten Sehens in der Netzhaut (Macula lutea) befindet sich permanent in einem Zustand physiologischer Ischämie (Minderdurchblutung), da sie nicht direkt über Blutgefäße, sondern nur durch Diffusion versorgt wird. Dies ist bemerkenswert, da die Stoffwechsellanforderungen hier sogar besonders hoch sind. Der funktionierende Stoffaustausch zwischen Photorezeptoren, Müller-Zellen und retinalem Pigmentepithel ist nicht nur Grundvoraussetzung für den eigentlichen Sehvorgang, sondern auch für den lebenslangen Erhalt der komplexen Zellfunktionen und gutes Sehvermögen bis ins hohe Alter.

Bei thermischen Lichtquellen, also Feuer, Glühlampe oder ungefiltertem Tageslicht, sorgt der immer vorhandene Nahinfrarotanteil für eine verstärkte Diffusion in der Stelle des schärfsten Sehens: Nahinfrarotstrahlung versetzt die Wassermoleküle im Gewebe in eine Vibrationsbewegung, was den Stoffaustausch erleichtert, ähnlich wie sich ein Stück Kandiszucker schneller auflöst, wenn man den Tee umrührt. Trifft aber das kalte (= nichtthermische) Licht einer weißen LED auf die Netzhaut, so sind selbst bei Warmton-Exemplaren erhebliche Blauanteile im Spektrum vorhanden, die zu vermehrtem Zellstress in der Netzhaut führen – zudem fehlen die regenerierenden langwelligeren Rotanteile sowie der diffusionsverstärkende Nahinfrarotanteil. Die Blauanteile im Licht einer weißen LED reichen zwar meist nicht aus, um die Netzhaut akut zu verletzen, können aber durchaus langfristig zu einer chronischen Blaulichtschädigung führen.

Es ist bei genauer Analyse der Schädigungsmechanismen sehr wahrscheinlich, dass LED-Lichtquellen die Entstehung einer Makuladegeneration fördern (Algvere, Marshall & Seregard 2006).



Licht ermöglicht Leben.

LEDs, Chronobiologie und Hormone

Der unverhältnismäßig hohe Blauanteil von LEDs kann aber noch mehr: Durch helles, bläuliches Licht zur falschen Zeit wird die innere Uhr verstellt. Am Abend und in der Nacht ist unser Körper besonders anfällig für solche lichtinduzierten Taktstörungen. Wenn sich diese häufen oder sogar regelmäßig vorkommen, kann dies den Hormonhaushalt und das Immunsystem empfindlich beeinträchtigen. Neueste Erkenntnisse der Chronobiologie weisen auf einen Zusammenhang zwischen schlechtem Kunstlicht und der Entstehung von Schlafstörungen (Chelappa et al. 2011), Übergewicht (Fonken et al. 2010), Herz-Kreislauf-Erkrankungen, psychischen Störungen und Krebs (Haim & Zubidat 2015) hin.

Ausblick

Diese potenziellen Risiken sind identisch mit den bereits bekannten gesundheitlichen Geißeln moderner Industrienationen. Hier ist es natürlich leicht, den schwarzen Peter weg vom Kunstlicht auf andere Ein-

flüsse zu schieben – eine typische Vorgehensweise der Industrie bei der Betrachtung multifaktorieller Risiken.

Doch die Hinweise für die Schädlichkeit von LED-Licht verdichten sich: Die französische Gesundheitsbehörde ANSES veröffentlichte bereits 2011 eine Stellungnahme, in der von der Verwendung von LED-Licht im privaten Umfeld abgeraten wird, weil insbesondere für Kinder und ältere Menschen langfristige Gesundheitsprobleme nicht ausgeschlossen werden konnten (Behar-Cohen et al. 2011).

Das wissenschaftliche EU-Komitee für gesundheitliche Risiken, SCHEER, hat im Jahr 2017 ein Dokument veröffentlicht, das sich ebenfalls mit den potenziellen gesundheitlichen Risiken von LEDs befasst (SCHEER 2017). Fast alle in diesem Artikel thematisierten Aspekte kommen darin zur Sprache, allerdings „glauben“ die Experten (?) letztlich nicht an deren Bedeutung! Die Allgemeinbevölkerung kann von dieser Instanz (= EU) somit keine kurzfristige Beseitigung möglicher Risiken erwarten. Wer die Argumente gegen LED-Licht nachvollziehen kann, muss daher selbst aktiv werden.

Wie kann man sich schützen?

- ▶ Informieren Sie sich, z.B. hier: www.vimeo.com/alexanderwunsch
- ▶ Verwenden Sie überall dort, wo Sie Einfluss auf die Qualität von Kunstlicht nehmen können, Glühlampen bzw. Halogenleucht Lampen. Dies ist überall dort wichtig, wo Sie sich länger aufhalten, aber auch in Kinderzimmer, Esszimmer, Badezimmer und Schlafräumen.
- ▶ Sorgen Sie für einen persönlichen Vorrat an Ersatzleuchtmitteln, da auch die Halogenleucht Lampen in naher Zukunft aus dem Verkehr gezogen werden (voraussichtlich 2020).
- ▶ Denken Sie daran, dass der moderne Mensch tagsüber zu wenig natürliches Licht und abends zu viel Kunstlicht ausgesetzt ist, und versuchen Sie, dem entgegenzu steuern.
- ▶ Wenn Sie keinen Einfluss auf die Beleuchtung nehmen können (z.B. am Arbeits platz), gibt es persönliche Schutzvorrichtungen in Form von Blaulicht Schutzbrillen.
- ▶ Wenn Sie Bildschirme verwenden, reduzieren Sie den Blauanteil oder tragen Sie eine Bildschirm-Brille mit hohem Blaulicht-Schutz. Diese sind an einer deutlichen Gelbfärbung zu erkennen.
- ▶ Sorgen Sie insbesondere nachts für Dunkelheit, damit das Schlaf- und Regenerati onshormon Melatonin in ausreichender Menge produziert werden kann.



© Alexander Wunsch

Zur Person

Dr. med. Alexander Wunsch ist niedergelassener Arzt, Wissenschaftler und Referent in den Bereichen Lichttherapie, Photobiologie und Biophysik. Er erforscht Chancen und Risiken natürlicher und künstlicher optischer Strahlung auf Mensch und Umwelt, berät Politik, Medienvertreter und Industrie bei lichtbiologischen Fragen und entwickelt kurative, präventive und protektive Konzepte und Anwendungen für die Lichttherapie und Lichthygiene beim Menschen. Er ist Mitglied der Deutschen Akademie für Photobiologie und Phototechnologie (DAfP), der deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (LiTG) und Lehrbeauftragter für den Themenbereich „Light and Health“ im internationalen Master-Studiengang „Architectural Lighting Design“ der Hochschule Wismar. Er hält regelmäßig Vorträge über biophysikalische, lichtbiologische und lichtmedizinische Themen im In- und Ausland.

Zum Weiterlesen

Wunsch A., Wilz G., Füchtenbusch A., Dittrich-Opitz C., Klein T., Stormer H.: Lichttherapie – Die Medizin der Zukunft. Via Nova (2016)

Die ausführlichen Quellen der im Text oben genannten Referenzen sind beim Verfasser dieses Artikels abrufbar.



Kontakt

Dr. med. Alexander Wunsch
Hirschgasse 11
69120 Heidelberg
E-Mail: doktorwunsch@gmail.com

