

**Beurteilung der photobiologischen
Sicherheit von Lampen und Leuchten**

25

LiTG

Stellen LED – und andere Lichtquellen eine Gefahr für das Auge dar? Eine umfassende Bewertung der photobiologischen Sicherheit zeigt, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung keine Gefährdung befürchtet werden muss. LED Retrofit Lampen für den Hausgebrauch sind bezüglich der photobiologischen Sicherheit vergleichbar mit den klassischen Lampen, die sie ersetzen sollen. Auch die Blauanteile sind bei gleicher Farbtemperatur sehr ähnlich. Nichtsdestotrotz sollte der direkte Blick in Lichtquellen hoher Helligkeit vermieden werden. Insbesondere beim Design von Leuchten ist darauf zu achten, dass diese entblendet werden und alle Lichtquellen und insbesondere Hochleistungs-LED stets so eingesetzt werden, dass ein direkter Blick aus kurzer Distanz vermieden wird.

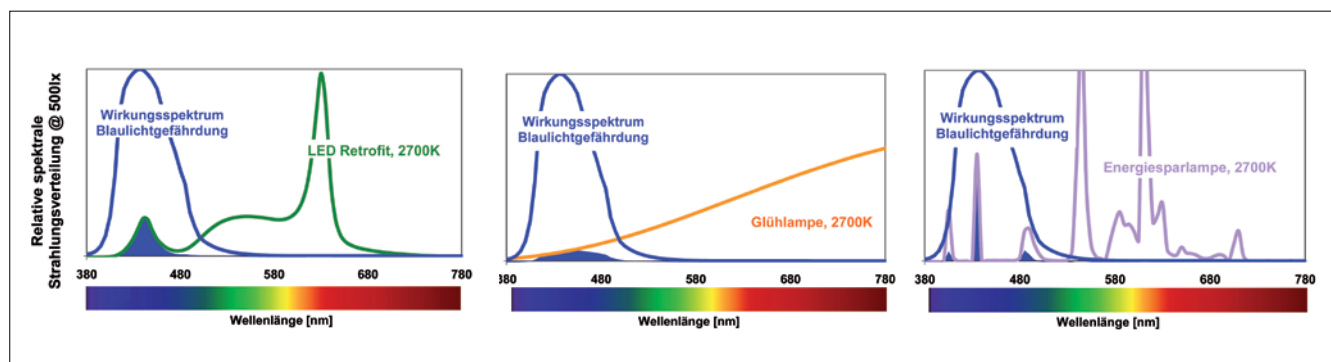
Hintergrund

In der gegenwärtigen **Diskussion um das Glühlampenverbot** wird häufiger geäußert, der Blauanteil von LED sei höher als der von Glühlampen oder Halogenleuchtstofflampen. Aufgrund dieses Blauanteils bestünde möglicherweise das Risiko einer Blaulichtschädigung der Netzhaut im Auge beim Ersatz klassischer Glühlampen durch energieeffiziente LED Lichtquellen.

Blauanteil und Blaulichtgefährdung

Man kennt das Phänomen vom Blick in die Sonne. Um beispielsweise beim Betrachten einer Sonnenfinsternis eine Blaulichtgefährdung zu verhindern, müssen geeignete Brillen getragen werden.

Entscheidend für eine mögliche Schädigung der Netzhaut sind drei unabhängige Faktoren die zusammen die „Blaulicht-Dosis“ bestimmen: die **spektrale Zusammensetzung** des Lichtes, die **Zeitdauer** der Einwirkung, und die **Leuchtdichte**. Das bedeutet, dass es nicht – wie man angesichts der Bezeichnung „Blaulichtgefährdung“ vermuten könnte – auf den „Blauanteil“ alleine ankommt, sondern vielmehr auf die **Energie im Spektralbereich der Wirkungsfunktion** (effektive Blaulicht-Strahldichte). Ein einfaches Beispiel verdeutlicht dies: der Blick in den blauen Himmel (sehr hoher Blauanteil, aber Streulicht und daher geringe Leuchtdichte) ist unbedenklich während die hohe Strahldichte der Sonne bereits bei sehr kurzer Exposition zu einer Schädigung führen kann.



Der „Blauanteil“ verschiedener Lampentypen unterscheidet sich bei gleicher Farbtemperatur (hier 2700K) nur unwesentlich. Mathematisch bestimmt sich dieser als das Integral der spektralen Strahlungsverteilung gewichtet mit dem Wirkungsspektrum für Blaulichtgefährdung, hier dargestellt als blaue Fläche. Obwohl sich das typische Spektrum verschiedener Lampentypen deutlich unterscheidet, ist der effektive Blauanteil ähnlich: schmale, hohe Peaks (z.B. Energiesparlampe) tragen ähnlich viel bei, wie eine flachere Spektralkurve, die dafür aber einen breiteren wirksamen Wellenlängenbereich abdeckt (z.B. Glühlampe). Quelle: OSRAM.

Risikobewertung

Die Beurteilung des Risikos einer Blaulichtgefährdung kann auf Basis der Europäischen Norm DIN-EN-62471 erfolgen. Diese klassifiziert Lichtquellen in **Risikogruppen 0, 1, 2 und 3** (0 = kein Risiko bis 3 = hohes Risiko). Die Sonne würde dabei in die höchste Risikogruppe fallen.

Die Einordnung in die Risikogruppen kann **nach unterschiedlichen Kriterien** erfolgen. Ein Kriterium sieht einen Meßabstand vor, der einer Beleuchtungsstärke von **500 Lux** entspricht (aber nicht kleiner 200 mm). Nach **DIN-EN-62471** ist dieses Kriterium für „Lampen, die für Allgemeingebrauch bestimmt sind,“ anzuwenden. Dies umfasst beispielsweise „Lampen zur Beleuchtung von Büros, Schulen, Wohnungen, Fabriken, Straßen oder in Kraftfahrzeugen“. Ein weiteres Kriterium misst die photobiologische Sicherheit aus einem Abstand von **200 Millimetern**. Dieses zweite Kriterium gilt für „alle anderen Lichtquellen“, beispielsweise für Lampen für „Filmprojektion, reprographische Verfahren, Hautbräunung, industrielle Verfahren, medizinische Therapie und Suchscheinwerfer“.

Im Sinne einer konservativen Risikoabschätzung wurde bei den im folgenden dargestellten Ergebnissen das „strengere“ Kriterium herangezogen (200 mm). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist daher zu beachten, dass dies **„worst case“ Bedingungen** entspricht. Typischerweise sind LED Lichtquellen durch primäre und sekundäre Optiken abgeschirmt und die Blickdistanz ist deutlich größer als 200 mm was ein mögliches Risiko signifikant reduziert.

Ergebnisse

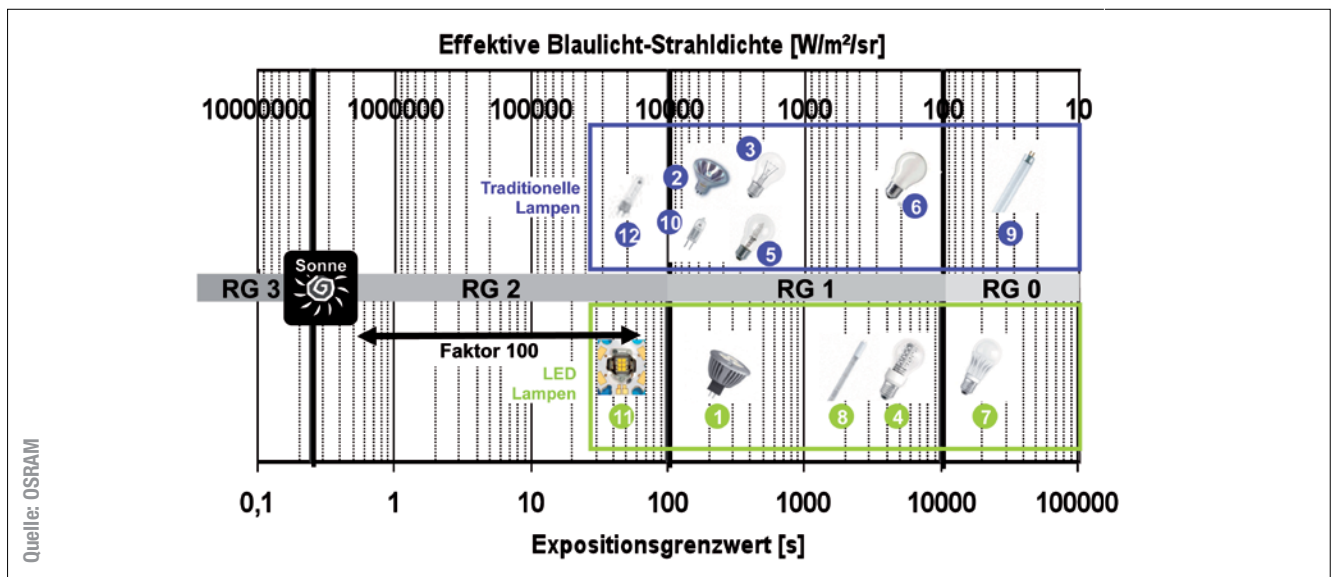
Produkte wie die klassische Glühlampe, Halogenlampen, Leuchtstoffröhren, Energiesparlampen, aber auch typische LED-Produkte für den Einsatz in der Allgemeinbeleuchtung fallen in die **Risikogruppen 0 oder 1**. Lichtquellen, die den Risikogruppen 0 und 1 zugeordnet werden, gelten als unbedenklich bezüglich einer photochemischen Blaulichtgefährdung. Diffuse Lichtquellen, selbst kaltweiße, bringen aufgrund der geringen Leuchtdichte allgemein nicht die Energie im relevanten Spektrum auf, die notwendig wäre, um das Risiko einer Blaulichtgefährdung bedingen zu können.

Einige leistungsstarke LED-Taschenleuchten sowie kaltweiße Einzel-LED können in die **Risikogruppe 2** fallen. Auch LED Lichtquellen dieser Risikogruppe schädigen das Auge bei bestimmungsgemäßer Anwendung nicht. Grund: Ein zufälliger, kurzer Blick in die Lichtquelle genügt nicht, um eine Schädigung der Netzhaut zu verursachen. Es greift ein natürlicher Schutzreflex: man schließt unwillkürlich die Augen (Lidschlussreflex) und wendet den Blick ab. Dieser Reflex verhindert, dass die „Blaulicht-Dosis“ erreicht wird, die für eine mögliche Schädigung notwendig wäre. Auf den entsprechenden Produkten werden Warnhinweise in Form von Piktogrammen angebracht: Kinder sollen diese Produkte nicht unbeaufsichtigt verwenden und der direkte Blick in die Lichtquellen sollte immer vermieden werden.

Für **Risikogruppe 3** gilt, dass bereits ein sehr kurzer, zufälliger Blick zu einer akuten Schädigung führen kann. Der natürliche Reflex ist dann nicht schnell genug, um das Auge zu schützen. Es gibt allerdings keine LED Lichtquellen, die der Risikogruppe 3 zuzuordnen wären.

Bei der Messung nach dem **500 Lux-Kriterium** fallen **alle LED** für die Allgemeinbeleuchtung **in die geringen Risikogruppen 0 oder 1**. Wie auch in einer französischen Studie durch ANSES (agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) im Oktober 2010 bestätigt wurde, gilt dies selbst für kaltweiße Hochleistungs-Einzel-LED.

Es sei noch angemerkt, dass die Risikogruppe 2 eine sehr weite Spannbreite von Expositionszeitgrenzwerten umfasst: So macht es für die Risikogruppenzuordnung keinen Unterschied, ob man 0,25 oder 100 Sekunden ohne Schädigung in eine bestimmte Lichtquelle schauen kann. In beiden Fällen wird das Produkt der Risikogruppe 2 zugeordnet. Dabei liegen Expositionszeitgrenzwerte von LED Produkten (wie z.B. kaltweiße Hochleistungs-Einzel-LED) mit typischerweise ca. 50 s bis 100 s nahe an den Werten von beispielsweise klassischen Halogenlampen (> 110 s), die noch in Risikogruppe 1 eingeordnet werden. Von dem Bereich, in dem bei zufälligem, kurzem Blick eine Gefährdung möglich ist (Sonne), sind sie hingegen um mehr als Faktor 100 entfernt. Bei einem Expositionszeitgrenzwert von 100 Sekunden eine Grenze zu ziehen zwischen Lampen, die an den Endverbraucher verkauft werden dürfen, und solchen, die verboten werden sollen, wie derzeit z.B. in Frankreich in Diskussion - scheint recht willkürlich.



Die Grafik zeigt die Einteilung in photobiologische Risikogruppen (RG 0 - 3) basierend auf der effektiven Blaulicht-Strahldichte bzw. der jeweils entsprechenden kritischen Expositionszeit (untere Achse). Dargestellt sind typische, repräsentative Lampen. Der Messabstand zur Lichtquelle betrug 200 mm. LED Lampen für den Hausgebrauch (wie Retrofit Produkte) liegen bezüglich der photobiologischen RisikogruppenEinstufung sehr ähnlich wie die traditionellen Lampen (z.B. Glüh-, Halogen- und Leuchtstofflampen). 1: LED Retrofit Reflektorlampe, 2: Halogen Reflektorlampe, 3: klare Glühlampe, 4: klare LED Retrofit Kolbenlampe, 5: klare Halogen Retrofit Kolbenlampe, 6: matte Glühlampe, 7: matte LED Retrofit Kolbenlampe, 8: LED-Röhre klar, 9: Leuchtstoff-Röhre matt, 10: Halogen-Niedervoltlampe, 11: kaltweiße Hochleistungs-Einzel-LED, 12: kaltweiße Metallampfenladungslampe.

Die LiTG ist ...

Die **Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG)** mit Sitz in Berlin ist ein eingetragener technisch-wissenschaftlicher Verein und verfolgt gemeinnützige Ziele. Sie geht zurück auf die 1912 in Berlin gegründete Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft. Die LiTG gliedert sich in zur Zeit 16 Bezirksvertretungen mit rund 2300 Mitgliedern. Sie wird geleitet durch einen Vorstand und einen Vorstandsrat. Die fachlichen Belange werden im Technisch-Wissenschaftlichen Ausschuss (TWA) behandelt.

Die **LiTG** versteht sich als dynamisches Netzwerk und Wissensplattform für alle Licht-Interessierten zur Verbreitung lichttechnischen Fachwissens. Sie verbindet Wissenschaftler aus Forschung und Lehre, Ingenieure und Techniker aus Entwicklung, Fertigung, Projektierung und Vertrieb, Mitarbeiter aus Bundes- und Landesministerien sowie Kommunalverwaltungen, Architekten, Innenarchitekten, Lichtplaner, Elektrofachplaner, Handwerker, Produktdesigner, Mediziner, Künstler und Studierende aus diesen Bereichen. Zu ihren korporativen Mitgliedern zählen wissenschaftliche Institutionen, Fachverbände und Organisationen, Unternehmen aus allen Bereichen der Lichtindustrie, Stadtverwaltungen, Energieversorger, Architektur-, Ingenieur- und Lichtplanungsbüros.

Die **LiTG** fördert die Lichttechnik in Theorie und Praxis auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene. Sie unterstützt sowohl die fachliche Aus- und Weiterbildung als auch die Forschung. Sie bietet ein lokal orientiertes, breitgefächertes Veranstaltungsprogramm aus Vorträgen, Diskussionen, Exkursionen und Besichtigungen, das über innovative lichttechnische Anwendungen, Entwicklungen, Produkte, Dienstleistungen und Forschungsvorhaben informiert und über gültige lichttechnische Vorschriften, Normen und Gesetze aufklärt.

Die **LiTG** beteiligt sich an der Erarbeitung nationaler und internationaler Normen und Vorschriften und kooperiert dazu mit nationalen und internationalen Fachorganisationen (z.B. DIN, CEN, ISO, CIE) sowie den lichttechnischen Gesellschaften aus aller Welt. Sie kooperiert ebenfalls mit dem Deutschen Nationalen Komitee

(DNK) der CIE (Internationale Beleuchtungskommission) und veranstaltet wissenschaftliche Fachtagungen zu aktuellen Themen auf nationaler und internationaler Ebene. Sie pflegt die Zusammenarbeit mit anderen Organisationen und Akteuren auf gemeinsamen Interessengebieten. Durch die enge Zusammenarbeit mit anderen nationalen lichttechnischen Fachverbänden auf internationaler, insbesondere europäischer Ebene soll ein gleicher Erkenntnisstand hergestellt werden, der in weitestgehend übereinstimmende Regeln der Technik umgesetzt werden kann.

Die **LiTG** erstellt und verbreitet Arbeits- und Forschungsergebnisse mit neuesten lichttechnischen Erkenntnissen in Form technisch-wissenschaftlicher Publikationen. Die LiTG-Publikationen stellen auf allgemein verständliche Weise technisch-wissenschaftliche Sachverhalte und Untersuchungsergebnisse dar. Dies wird bei sehr speziellen Fachthemen durch entsprechende Kommentare und Begriffserklärungen unterstützt. Arbeitsschwerpunkte bilden zur Zeit die Themen: **Außen-, Innen- und Fahrzeugbeleuchtung, Energieeffizienz, Biologische Wirkungen, Farbe, Lichtquellen, Messtechnik, Lichtarchitektur, Physiologie und Wahrnehmung sowie Tageslicht.**

Die LiTG-Publikationen erfüllen den Informationsbedarf an allgemeinen und speziellen Themen der angewandten Lichttechnik und angrenzender Gebiete. Sie machen das im Technisch-Wissenschaftlichen Ausschusses der LiTG vorhandene Fachwissen den Anwendern und der Öffentlichkeit zugänglich. Sie sind von Wissenschaftlern und Fachexperten erstellt und frei von kommerziellen Zielen.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V.

Burggrafenstraße 6, D-10787 Berlin

Telefon +49 - (0)30 / 2601-2439

Telefax +49 - (0)30 / 2601-1255

E-Mail info@litg.de

www.litg.de