

UV-Strahlung von Tageslichtscheinwerfern

Besteht bei Beleuchtungssituationen bei Film und Fernsehen eine Gefährdung durch zu hohe UV-Strahlung?

Bei Außenaufnahmen und Reportageaufnahmen werden vorwiegend Tageslichtscheinwerfer eingesetzt. Diese sind nicht mit Glühlampen, sondern mit Entladungs-Lampen bestückt und bieten ein Licht im Tageslichtspektrum, d. h. sie besitzen eine Farbtemperatur von ca. 5200 – 6000 K (zum Vergleich hat die Sonne 5900 K, die Glühlampe dagegen nur maximal 3400 K). Hier ist dann mit einem UV-Anteil zu rechnen.

Die UV-Strahlung ist ein aus dem Gesamtbereich der elektromagnetischen Strahlung bezeichnetes Teilspektrum. Es gehört zu dem Bereich der optischen Strahlung, die nicht im sichtbaren Bereich liegt (Wellenlänge von 200 – 400 nm, d. h. unmittelbar in der Nachbarschaft zum sichtbaren Bereich: 400 – 780 nm).

Wie sieht nun die Wirkung der UV-Strahlung auf den Menschen aus?

Die negativen Wirkungen treten bei erhöhter UV-Strahleneinwirkung auf und können sowohl das Auge wie auch die Haut schädigen. Da UV-Strahlung in den oberen Hautschichten vollständig absorbiert wird, können innere Organe nicht geschädigt werden. Die Eindringtiefe ist abhängig von der Wellenlänge, je langwelliger umso tiefer. Man unterscheidet zwischen akuten und chronischen Wirkungen, die vor allem abhängig sind von der Wellenlänge, der Bestrahlungsstärke und der Dauer der UV-Bestrahlung.

Nach Überschreitung des Expositionsgrenzwertes, der den maximal zulässigen Wert für die Bestrahlung der Augen oder der Haut darstellt kommt es zu schädigenden Wirkungen.

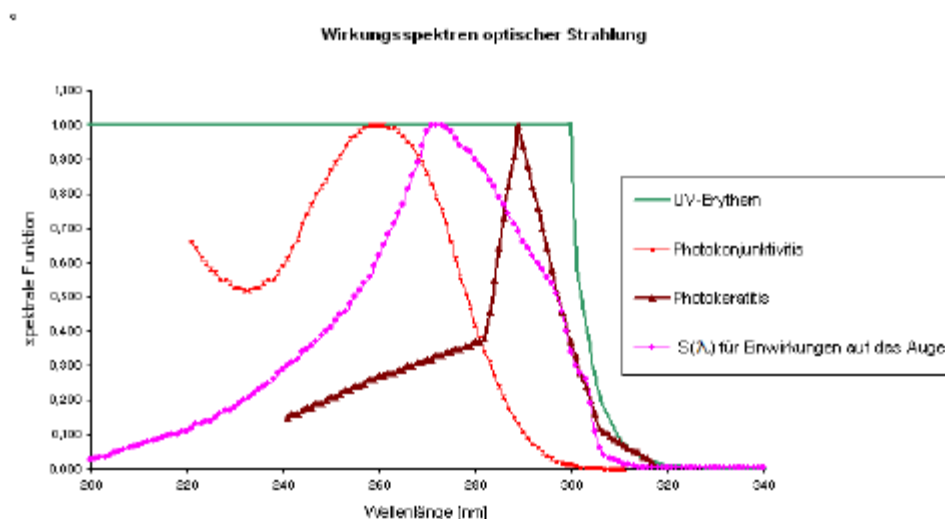
An der Haut äußert sich dies akut in einer Hautrötung (dem Erythem), in phototoxischen Reaktionen und Photoallergien und in einer chronischen Hautalterung bis möglicherweise zum Hautkrebs.

Am Auge kommt es zur Bindehautentzündung (Konjunktivitis), zur Hornhautentzündung (Keratitis) und durch langjährige starke UV-Strahlung zur Trübung der Augenlinse (Katarakt).

Die unterschiedlichen biologischen und damit auch gesundheitlichen Wirkungen von UV-Strahlung sind bei verschiedenen Wellenlängen unterschiedlich stark wirksam. Daher wird das Emissionsspektrum einer UV-Quelle mit den verschiedenen Wirkungsfunktionen gewichtet und aufsummiert. Diese Wirkungsfunktionen geben die spektrale Empfindlichkeit der menschlichen Haut bzw. der Augen gegenüber UV-Strahlung an. Hieraus kann dann die Zeitdauer bis zum Erreichen des jeweiligen Expositionsgrenzwertes für diese biologische Wirkung berechnet werden. Siehe Grafik 1.

Die Empfindlichkeit der Haut gegenüber UV-Strahlung ist in hohem Maße abhängig von der hauttypbedingten Pigmentierung der Haut und der daraus resultierenden Bräunungsfähigkeit. Die Einteilung in 6 verschiedene Hauttypen ermöglicht es, die unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber schädigender Wirkung von UV-Strahlung zu berücksichtigen.

Im beruflichen Bereich gibt es Grenzwerte der UV-Strahlenexposition, die von der ICNIRP (Internationale Kommission für den Schutz vor nichtionisierenden Strahlen) festgelegt wurden. Diese finden sich auch in der EU-Richtlinie "Optische Strahlung" aus dem Jahr 2006.



Grafik 1

Hauttyp	UV-Empfindlichkeit	Hautreaktion bei Direkter und intensiver UV-Exposition	Häufige Personenmerkmale	Erythemschwelle (J/m ²)	Häufigkeit in Mitteleuropa
I	höchste	immer Sonnenbrand, nie Bräunung	rothaarig, Sommersprossen helle Haut keltischer Typ	200	5%
II	hohe	immer Sonnenbrand, anschließend Bräunung	blonde Haare blauäugig, helle Haut hellhäutiger Typ	250	33%
III	mäßige	manchmal Sonnenbrand, immer Bräunung	brünette Haare bräunlicher Teint dunkelhäutiger Typ	350	50%
IV	geringe	minimaler Sonnenbrand, immer Bräunung	dunkelhaarig braunhäutig mittelmeerischer Typ	450	12%
V	von Natur aus guter UV-Schutz durch besondere Pigmentierung		asiatischer Typ	–	–
VI	von Natur aus sehr guter UV-Schutz		dunkelbraun bis schwarz, afrikanischer Typ	–	–

Tabelle C liefert Anhaltspunkte zur Einteilung nach den 6 Hauttypen jeweils nach der Reaktion der nicht vorbestrahlten Haut auf UV-Strahlung, die Übergänge sind fließend.

Im Anschluss an die Schwellenbestrahlungszeiten für die Hauttypen I – IV wird auch der dimensionslose UV-Index (UVI) für die jeweilige Beleuchtungssituation angegeben. Dieser ist ein Maß für die UV-Bestrahlungsstärke E_{er} [W/m²] im Wellenlängenbereich von 280 nm – 400 nm bezogen auf das Sonnenbrandrisiko für den Menschen. Der UVI wurde international festgelegt und wird in ganzen Zahlen angegeben.

Er liegt weltweit zwischen 1 und etwa 12 und kann hier zur Gefährdungsbeurteilung herangezogen werden.

UVI	UV-Belastung	Sonnenbrand möglich in	Schutzmaßnahmen zur Vermeidung eines Sonnenbrandes
über 7	sehr hoch	weniger als 20 min	unbedingt erforderlich
7 – 5	hoch	10 – 30 min	erforderlich
4 – 2	mittel	40 – 80 min	empfehlenswert
1	niedrig	unwahrscheinlich	nicht erforderlich

Tabelle D UVI in Verbindung mit Schutzmaßnahmen

Die Zeit zum Erreichen eines Sonnenbrandes ist für die verschiedenen Hauttypen unterschiedlich. Die Schutzhinweise und Zeiten in der obigen Tabelle bis zum Erreichen der Sonnenbrandschwelle gelten für den Hauttyp II bei ungebräunter Haut.

Anforderung an Tageslichtscheinwerfer nach DIN EN 60598

In der DIN EN 60598, Teil 1 „Leuchten, Allgemeine Anforderungen und Prüfungen“ wird in Abschnitt 4.24 generell gefordert, dass Leuchten mit Halogen-Metaldampflampen keine übermäßige UV-Strahlung abgeben dürfen.

Dieses nicht quantifizierte Schutzziel ist herstellerseitig in Rahmen der Produktverantwortung zu gewährleisten.

Die EN 60598, Teil 1 verweist im normativen Anhang auf ein theoretisches Verfahren, das den Nachweis der ausreichenden Schutzwirkung von Schutzscheiben ermöglicht.

Hierzu ist es erforderlich den Wellenlängenabhängigen Transmissionsgrad der Schutzscheibe sowie die spezifische Effektive Leistung (UV-Strahlung) der jeweils einzusetzenden Lampen zu kennen. Des Weiteren gehen in diese Berechnung die erwartete maximale Beleuchtungsstärke und die über die Benutzung zu ermittelnde maximale tägliche Bestrahlungsdauer ein. Diese Berechnungsmethode beruht zusätzlich auf Annahmen bzgl. der Reflektor-Werkstoffe.

Eine besondere Schwierigkeit für den Leuchtenhersteller ist auch die Vielfalt der auf dem Markt befindlichen und so auch einsetzbaren Lampentypen mit zum Teil abweichenden Spektren zu berücksichtigen.

Für die Fälle, in denen auf Grund mangelnder Parameter kein Berechnungsverfahren durchgeführt werden kann und Zweifel bestehen, sieht die Norm als Alternative einen messtechnischen Nachweis vor.

Nach DIN EN 60598, Teil 2, Hauptabschnitt 17 „Leuchten für Bühnen, Fernseh-, Film- und Fotografiestudios“ gilt für Leuchten, die für den professionellen Gebrauch bestimmt sind, dass bei Spannungen größer 1000 V, die Leuchte so konstruiert sein muss, dass diese für einen Lampenwechsel nur mit Werkzeug geöffnet werden kann, oder sie muss mit einem selbsttätig wirkendem Schalter ausgestattet sein, der beim Öffnen des Gehäuses eine allpolige Trennung vom Netz bewirkt.

Diese Produkthanforderung basiert vorrangig auf dem Ziel Schutz gegen elektrischen Schlag doch gleichzeitig wird durch die Schutzscheibe auch ein Schutz vor UV-Strahlung erreicht. Aufgrund der Spannungsgrenze von 1000 V kommen entsprechende Maßnahmen hauptsächlich bei Tageslicht-Scheinwerfer mit Halogen-Metaldampflampen zum Tragen.

Die Umsetzung erfolgt in der Praxis meist durch einen auf die Schutzscheibe oder Linse wirkenden Sicherheitsschalter, der beim Öffnen des Scheinwerfers die Sicherheitsschleife zum Vorschaltgerät unterbricht. Hierüber wird die Versorgungsspannung des Scheinwerfers abgeschaltet.

Dieses Sicherheitsprinzip hat je nach Ausführung auch den Vorteil, dass es bei fehlender Scheibe/Linse bzw. deren Bruch ein Einschalten verhindert oder zu einem Abschalten führt.

Auf diese Weise führt an Tageslicht-Scheinwerfern die Maßnahme zum Schutz gegen elektrischen Schlag ebenfalls zu einem bedeutenden Sicherheitsniveau in Bezug auf die Schädigung von Personen durch UV-Strahlung.

Maßnahmen zur Vermeidung von zu hoher UV-Belastung beim Einsatz von Tageslichtsystemen im Bühnen- und Studiobereich

Die zu treffenden Maßnahmen richten sich sowohl an den Hersteller/die Herstellerin wie auch an den Betreiber/die Betreiberin. Durch den Hersteller/die Herstellerin müssen folgende Vorkehrungen getroffen werden:

- Kennzeichnung der Schutzscheiben/Stufenlinsen mit Herstellerangabe sowie Typbezeichnung mit Angabe der Wellenlänge, bis zu der die Scheibe/Linse keine Transmissionseigenschaft aufweist.
- Mindestabstand für Personen in Hauptstrahlrichtung.
- Produktdokumentation beim Hersteller/bei der Herstellerin über durchgeführte Messungen mit den auf dem Markt befindlichen Brennern.
- Angaben über die Lichtverteilung bei der Spotstellung.
- Angaben über die Lichtverteilung im gedimmten Betrieb.
- Betriebsanleitung mit Angaben über Abstand, Expositionswerte und Summierungswirkung beim Einsatz von mehreren Systemen.

Für den Betreiber/die Betreiberin muss eine Bedienungsanleitung vorliegen, die folgende Maßnahmen fordert:

- Sichtprüfung auf Vorhandensein der Schutzscheibe/Stufenlinse.
- Überprüfung der Sicherheitseinrichtungen zur Abschaltung der Systeme beim Fehlen der Schutzscheibe/Stufenlinse.
- Festlegung der Mindestabstände auch unter der Berücksichtigung, dass mehrere Systeme gleichzeitig eingesetzt werden.
- Festlegungen zum Einsatz von Persönlichen Schutzmaßnahmen (PSA) für Augen und Haut beim Überschreiten von Expositionszeiten.

Messungen ergeben einen kritischen Bereich für die Leistungsklasse 400 – 1200 Watt mit Schutzscheibe, da es dort zu den kürzesten Schwellenbestrahlungszeiten kommen kann, je nach Güte der Schutzscheibe. Größere Scheinwerfer sind auf Grund ihrer Einsatzbedingungen trotz der stärkeren Leistungen auf Grund der weiteren Abstände in der UV-Belastung für den Menschen geringer. In diesem Leistungsbereich kommen häufig Stufenlinsenscheinwerfer zum Einsatz, bei denen die Stufenlinse zu einer erheblichen Schutzwirkung beiträgt. Das für diese Linsen verwendete Glas und die Glasdicke tragen hier vorwiegend zu dieser guten Wirkung bei. Bei den Scheinwerfern größerer Leistung, die ausschließlich mit Schutzscheiben betrieben werden, sind der Abstand und die bessere Vergütung der Schutzscheiben die ausschlaggebenden Kriterien für den besseren Schutz der beleuchtenden Personen.

Hersteller	Betreiber
Kennzeichnung der Scheiben/Linsen	Vorhandensein der Scheibe/Linse ja/nein
Mindestabstandsangabe	Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtung
Messberichte über UV-Messungen mit unterschiedlichen Brennern	Sicherheitsabstände unter Berücksichtigung der eingesetzten Systeme
Lichtverteilung im Spotzustand bzw. im gedimmten Zustand	Bereitstellung von PSA: Sonnenschutzcreme, spez. Make-ups, Sonnenbrillen
Bedienungsanleitung	Betriebsanleitung

Tabelle F: Maßnahmenübersicht

Ausgerechnet die Scheinwerfer der kritischen Leistungsklasse werden in Situationen eingesetzt, die kurze Distanzen zu Personen erforderlich machen, z. B. Tageslichtscheinwerfer, die als Reportagelicht bei Interview-Situationen verwendet werden und zum Teil auch von kleinen Teams eingesetzt werden. Gerade bei diesen Situationen sind die Örtlichkeiten und die Tageslichtsituationen so sehr unterschiedlich, dass man dort keine Standardsituation erwarten kann. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass das Bedienpersonal sehr gut über die Wirkungsweise und die mögliche Gefährdung informiert ist. Beim Einsatz der Tageslichtscheinwerfer sind folgende Kriterien zu beurteilen:

- Ordnungsgemäße Scheinwerfer mit spezifizierter Schutzscheibe und voll funktionierender Sicherheitseinrichtung,
- Abstand zu angeleuchteten Personen,
- Zeitdauer der Beleuchtungssituation,
- Tageslichtsituation,
- Umgebungsbedingungen wie z. B. Reflektionsflächen,
- Summenwirkung beim Einsatz von mehreren Scheinwerfern.

Resultierend aus dieser Beurteilung müssen im Einzelfall Festlegungen getroffen werden bzgl. Abstand, Zeitdauer und der erforderlichen persönlichen Schutzmaßnahmen, z. B. Verwendung von Sonnenschutzcremes, speziellen Make-ups und Sonnenbrillen. Selbst einfachste Sonnenbrillen bieten hier schon UV-Schutz für die Augen.

Bei Scheinwerfern mit qualitativ guten Schutzscheiben kann es möglich sein, dass die UV-Strahlungsanteile so gering sein können, dass die aufgeführten Maßnahmen für den Betreiber entfallen können, wenn die Schutzscheibe keine Transmissionseigenschaft unterhalb von 350 nm aufweist. Schutzscheiben mit diesen Eigenschaften werden bereits verwendet und der ermittelte UV-Index betrug in solchen Fällen dann nicht mehr als 1.