

Ein neues Werkzeug zur Gefährdungsbewertung von UV-Strahlung

1. UV-Anwendungen mit hohen Bestrahlungsstärken

Die Nutzung künstlicher UV-Strahlung nimmt kontinuierlich zu, ihre Anwendungen sind außerordentlich breit gefächert:

- ▶ die Trocknung von Druckerzeugnissen, auch mit neuartigen LED-Lichtquellen
- ▶ die Härtung von Klebern und Lacken (Automobil-, Möbel- und Halbleiter-Industrie)
- ▶ die Luft- und Oberflächenentkeimung in der Nahrungsmittelverarbeitung
- ▶ die Entkeimung von Wasser (Trinkwasser, Brauchwasser, Ballastwasser)
- ▶ die Entkeimung von Oberflächen und Gegenständen in Operationssälen

Neben dem verfolgten Prozessziel ist der Schutz des Bedienpersonals vor schädlicher Strahlung stets zu gewährleisten! [1]

2. Schadwirkungen der UV-Strahlung

Bei solchen Anwendungen können folgende Schadwirkungen beim Menschen auftreten:

Organ	Reversible Effekte	Irreversible Folgen	Wellenlängenbereich in nm
Auge	Photokeratitis [2]	Linsentrübung	220 - 290
	Konjunktivitis [3]		240 - 310
	Photoretinitis [4], [5]	Makuladegeneration, Linsentrübung	300 - 700
Haut	Erythem [6]	Beschleunigte Hautalterung	200 - 400
		Hautkrebs	

Die hohen Bestrahlungsstärken bei einigen der oben genannten Anwendungen legen eine regelmäßige Evaluierung der Gefahrenpotenziale der Anlagen nahe.

Dabei sollten folgende Situationen und Vorgänge explizit berücksichtigt werden:

- ▶ der vorgesehene Betriebszustand (bei Neuerrichtung und im langfristigen Regelbetrieb)
- ▶ infolge von Fehlbedienung oder Fehlfunktion auftretende, unbeabsichtigte Strahlungslecks
- ▶ durch im Arbeitsbereich bewegte Objekte (Arbeitsgut) verursachte Reflektionen
- ▶ langsam entstehende Strahlungslecks infolge von Hitze, Vibration, Abrieb und Alterung an z. B. Dichtungen und Schutzeinrichtungen

Die Gefährdungsbeurteilung bzw. der Nachweis der Richtlinienkonformität muss regelmäßig über die Betriebsdauer der Anlage wiederholt werden!

Eine langfristige Betriebssicherheit kann oft nur sichergestellt werden, wenn diese Aspekte bereits bei der Konstruktion einer Anlage berücksichtigt werden.

3. Einheitliche Gefährdungsbewertung

Zur vergleichbaren Bewertung der vorgenannten Risiken von UV-Strahlung wurden diverse Richtlinien erlassen, zum Beispiel:

- ▶ ICNIRP - "Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation ..." [7],[8]
- ▶ 2006/25/EG - "Mindestvorschriften zum Schutz ... der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch ... künstliche optische Strahlung"
- ▶ TROS IOS - "Technische Regeln zum Schutz vor inkohärenter künstlicher optischer Strahlung" [1]

Der regelmäßige Nachweis der Richtlinienkonformität von Anlagen wird durch erschwingliche und fehlerfrei bedienbare Messgeräte unterstützt.

4. Messgeräte für die Gefährdungsbewertung

Zum Nachweis der Einhaltung von UV-Schutz-Richtlinien können eingesetzt werden:

- ▶ integrierende Radiometer
- ▶ Spektralradiometer

Die Entscheidung für einen Gerätetyp ist von diversen Kriterien abhängig:

Aspekt	integrierende Radiometer	Spektralradiometer
Komplexität des Gesamtsystems	gering	hoch
Bedienungsfreundlichkeit	hoch	mäßig
Handhabung im Industrieumfeld	sehr einfach	ggf. kompliziert
Empfindlichkeitsbereich	groß	begrenzt
Aufwand einer Messung	sehr gering	mäßig
Aufwand einer Auswertung	mäßig	hoch
Flexibilität im Einsatz	gering	hoch
Erkennbarkeit von Falschmessungen	gering	hoch
Preis für Anschaffung und Wartung	gering	hoch
Akzeptanz beim Benutzer	hoch	gering

Der Sensor von integrierenden Radiometern ist meist einer bestimmten Richtlinie und Strahlungsquelle zugeordnet (single-use).

Spektralradiometer sind in dieser Hinsicht weniger eingeschränkt, jedoch teilweise durch eine zu geringe Empfindlichkeit nur begrenzt einsetzbar.

Integrierende Radiometer stellen bei einer Messung meist geringere Anforderungen an den Anwender als Spektralradiometer, um zu einem exakten Messwert zu gelangen.

5. Ein neues Werkzeug: Safester UVC

Die sglux GmbH hat mit dem Safester UVC ein neues und kostengünstiges integrierendes Radiometer zur Gefährdungsbewertung im UV-Bereich entwickelt.

Dieses System besteht aus:

- ▶ einem kalibrierten Sensor mit einer spektralen Empfindlichkeit (im UVC-Bereich) entspr. der Wirkfunktion S(λ) nach ICNIRP „UV Guidelines 2004“ [7]
- ▶ und einem Smartphone mit Android-Betriebssystem als Anzeige- und Auswertungseinheit.

Nutzbar ist das vorliegende Gerät zur Gefahrenbewertung:

- ▶ beim Einsatz von UVC-Hg-Niederdruckstrahlern
- ▶ an Anlagen zur UVC-Bestrahlung von Luft, Materialien und Oberflächen aller Art



Bild 1: Zerlegeband in der Fleischverarbeitung mit handgeführten Sensor und Smartphone-Applikation. Dieses Bild wurde bereitgestellt durch orca GmbH, Kürten.

Nahezu jedes aktuelle Android-Smartphone ist verwendbar. Der Sensor ist austauschbar und rekalisierbar.

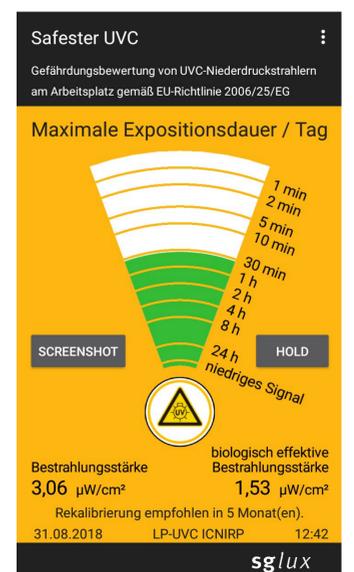
Dadurch werden die Gestehungs- und Betriebskosten für das Messgerät niedrig gehalten, wodurch seine Akzeptanz erhöht und eine breite Verfügbarkeit unterstützt wird.

6. Benutzerschnittstelle & Software

Die Softwareapplikation auf dem Smartphone wurde auf eine möglichst übersichtliche und einfache Bedienbarkeit hin optimiert.

Sie besitzt folgende Eigenschaften:

- ▶ aufgeräumte Oberfläche für fehlerarme Bedienung
- ▶ visuelle Darstellung der berechneten maximal zulässigen Aufenthaltsdauer (entspr. Tagesdosis von 30 J/m² [7],[8])
- ▶ auffällige visuelle und akustische Warnung bei gesundheitsschädlichen Bestrahlungsstärken
- ▶ Anzeige der Gesamtbestrahlungsstärke
- ▶ Anzeige der richtlinienkonform gewichteten Bestrahlungsstärke
- ▶ Anzeige relevanter Sensoreigenschaften (Seriennummer, Kalibrierungsart, Lichtquelle)
- ▶ Data-Hold-Funktion für einfache Ablesung
- ▶ Feststellung der Eignung des Sensors für die implementierte Bewertungsrichtlinie
- ▶ Überwachung der Einhaltung der Kalibrierzyklen
- ▶ Dokumentation der Messung durch eine Bildschirmfotofunktion mit Datenspeicherung



Der Safester UVC vereinfacht die Gefährdungsbewertung von UV-Strahlung für geschultes Fachpersonal.

7. Ausblick

Die Unterstützung weiterer Bewertungsrichtlinien, die Verringerung von Anwendungsfehlern und allgemein die Steigerung der Zuverlässigkeit der Gefährdungsbewertung können u.a. erreicht werden durch:

Entwicklungsidee	Zielsetzung
Mehrkanalsensoren	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennung von Fehlstrahlung • Anpassung an komplexe Wirkfunktionen und Strahler • Beurteilung nach mehreren Richtlinien mit einem Sensor
Sensoren angepasst an weitere Wirkfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Erythem-Wirkfunktion bei solarer Exposition • Bewertung des „Blue Light Hazard“
integrierte Testlichtquelle	<ul style="list-style-type: none"> • schneller Vor-Ort-Nachweis der Funktionsfähigkeit
erweiterte Protokollierung	<ul style="list-style-type: none"> • umfangreiche Protokollierung gemäß diverser, richtlinienspezifischer Handlungsleitfäden
integrierte Benutzeranweisung	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzerführung durch die gesamte Gefährdungsbewertung
vollständige Sensorspezifikation	<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung und Spezifikation aller Kenngrößen gemäß DIN 5031-11:2010-04

Quellennachweis

- [1] BGV, „Inkohärente künstliche optische Strahlung – IOS“, Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz, Amt für Arbeitsschutz, Billstraße 80, 20539 Hamburg, Leitfaden, 2016.
 [2] T. Axenfeld und H. Pau, Hrsg., Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde, 12., völlig neu bearb. Aufl. Stuttgart: Fischer, 1980.
 [3] K. Walsh, „UV radiation and the Eye“, Johnson & Johnson Medical Ltd., Review, 2009.
 [4] E. L. Pautler, M. Morita, und D. Beezley, „Hemoprotein(s) mediate blue light damage in the retinal pigment epithelium“, Photochemistry and Photobiology, Bd. 51, Nr. 5, S. 599–605, Mai 1990.
 [5] C. Grimm, A. Wenzel, T. P. Williams, P. O. Rol, F. Hafezi, und C. E. Reme, „Rhodopsin-Mediated Blue-Light Damage to the Rat Retina: Effect of Photoreversal of Bleaching“, Bd. 42, Nr. 2, S. 9, 2001.
 [6] CIE, Rationalizing nomenclature for UV doses and effects on humans. Vienna: CIE Central Bureau, 2014.
 [7] ICNIRP, „Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation)“, Health Physics, Bd. 87, Nr. 2, S. 171–186, Aug. 2004.
 [8] ICNIRP, „On protection of workers against ultraviolet radiation.“, Health Physics, Bd. 99, Nr. 1, S. 66–87, Juli 2010.