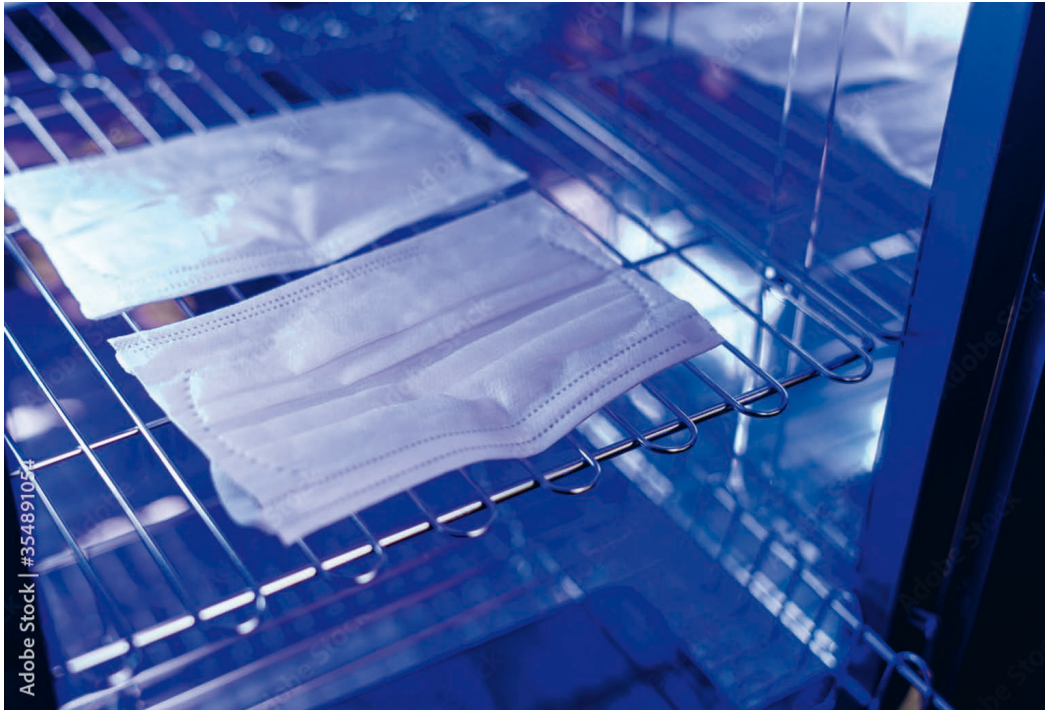


UVC-LEDs: Effektives Vorgehen gegen Keime mit künstlichen UV-Quellen



UV-Kaltkathodenröhren (UV-CCL oder UV-Lampe) UV-Licht in einem Spektrum von 185 - 405 nm hervor.

UV-Strahlen von UV-LEDs

UV-LEDs geben UV-Strahlen in einem Spektrum von 227 - 405 nm mittels Elektrolumineszenz ab. Vor allem bei UVC-LEDs sind genau die Wellenlängen am intensivsten, die die stärkste keimtötende Wirkung haben, nämlich zwischen 260 und 270 nm. Bild 1 zeigt das für Kryptosporidien, Parasiten, die sich vor allem durch verunreinigtes Trinkwasser verbreiten. Andere Erreger, Bakterien und Viren wiesen ganz ähnliche Charakteristika auf.

Zudem überzeugen LEDs durch eine stabile spektrale Ausgangsleistung bei gegebener Temperatur und eine fast unbegrenzte Zahl an Schaltzyklen, was sie für mobile Lösungen prädestiniert, die sofort die volle Lichtleistung liefern sollen.

Der Kampf gegen Viren war wohl lange nicht so aktuell wie in diesen Corona-Zeiten. Chemische Verfahren sind gegen Mikroorganismen wie Viren und Bakterien allerdings nur bedingt wirkungsvoll, da diese Resistenzen entwickeln können – nicht jedoch gegen UV-Licht. Das macht UV-Strahlen zur effektiven Methode zur Desinfektion und Entkeimung von Wasser, Luft und

Oberflächen. Besonders effektiv und effizient sind dabei UV-LEDs.

Ultraviolettes Licht wurde über längere Zeit mit quecksilberbasierten Strahlungsquellen erzeugt, etwa mit Nieder- und Mitteldruck-Quecksilber- (Hg) Dampfampfen. Diese erzeugen durch Gasentladung UV-Licht im Spektrum von 185 - 405 nm. Alternativ bringt auch die sogenannte Glimmentladung bei

A, B oder C? UV ist nicht gleich UV

Für das menschliche Auge sind die UV-Strahlen in ihrem gesamten Wellenbereich von 100 - 400 nm unsichtbar. Sie werden je nach Frequenzbereich in UVA-, UVB- und UVC-Strahlen eingeteilt. Diese wirken sich unterschiedlich auf Lebewesen aus.



Autor:
Alain Bruno Kamwa, Product
Sales Manager Opto
Rutronik Elektronische
Baulemente GmbH
www.rutronik.com/de

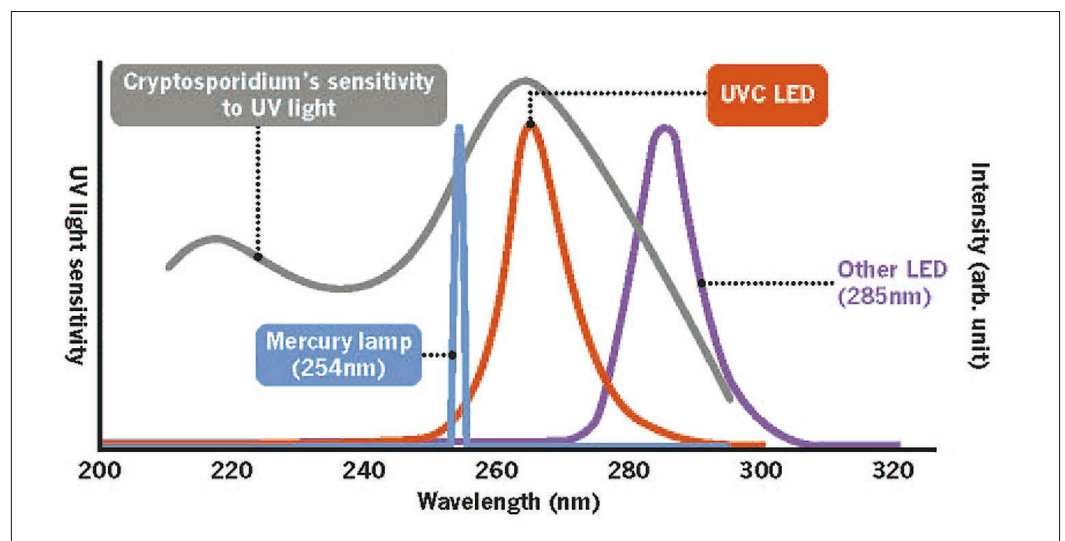


Bild 1: Die Wellenlängen von UVC-LEDs sind dort am intensivsten, wo Kryptosporidien – wie auch andere Bakterien und Viren – am empfindlichsten darauf reagieren © Stanley

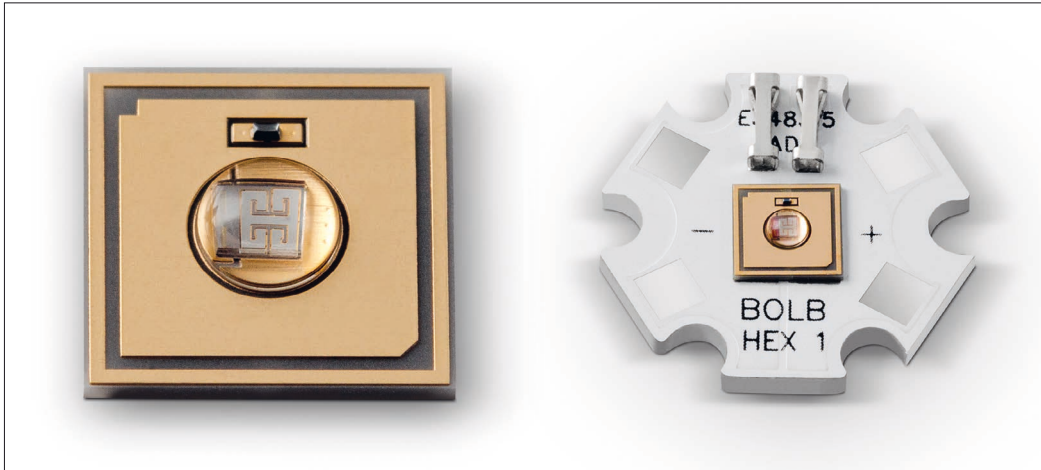


Bild 2: Für die Installation auf kleinem Raum hat Bolb die Mid-Power UVC-LED S3535-DR100-W272-P40 mit 3,5 x 3,5 x 0,9 mm auf den Markt gebracht. Mit einer Gleichstromleistung von 40m W bei nur 100 mA zeichnet sie sich durch den derzeit geringstmöglichen Energieverbrauch bei niedrigster Wärmeentwicklung aus. Im High-Power-Segment ist die UVC-LED S6060-DR250-W272-P100 das leistungsstärkste Bauteil mit einer Gleichstromleistung von 100 mW bei 250 mA im Bolb-Programm © Bildquelle: Bolb

Bei LEDs lässt sich die Wellenlänge relativ frei wählen. UVA-LEDs haben mit 315 - 400 nm eine größere Eindringtiefe in streuendes biologisches Gewebe, wie etwa menschliche Haut, als UVB- und UVC-Strahlen. Genutzt werden UVA-LEDs in der Zahnheilkunde und zu kosmetischen Zwecken. Im industriellen Sektor kommen UVA-LEDs zum Einsatz, um Harze, Kleber und Lacke auszuhärten.

UVB-Strahlen

Mit einer Wellenlänge von 280 - 315 nm weisen die Strahlen der UVB-LEDs eine vergleichsweise geringe Eindringtiefe in streuendes biologisches Gewebe auf. Allerdings werden sie stärker gestreut. UVB-Strahlen fördern die Bildung von Vitamin D im menschlichen Körper. Die UVB-LEDs sind daher überwiegend im medizinischen Bereich zur Fototherapie und hautärztlichen Behandlung zu finden.

UVC-Strahlen

Das energiereiche Licht der UVC-LEDs wird in biologischem Gewebe noch stärker gestreut. Mit einer Wellenlänge von 100 - 280 nm dringen die Strahlen nicht sehr tief in das Gewebe ein, dennoch können sie ungeschützte Haut verbrennen. Schließlich hat kein irdischer Organismus Abwehrmechanismen gegen UVC-Strahlen entwickelt, weil die Ozonschicht in der Atmosphäre der Erde die natürliche UVC-Strahlung

des Sonnenlichts absorbiert. Das gilt auch für Viren und Bakterien. Diese Verwundbarkeit macht die Bestrahlung mit künstlichem UVC-Licht zur besonders effektiven Methode für die Sterilisation und Desinfektion.

Anwendungsmöglichkeiten für UVC-LEDs

Weil jeder Keim unterschiedlich auf UVC-Strahlung reagiert, ist die Intensität der Bestrahlung auf die gewünschte Reduktionsrate, also die Anzahl der abgetöteten Mikroorganismen, auszulegen. Dabei verhält sich die Intensität der UV-Strahlung umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands. Das heißt: Nimmt die Entfernung zur Strahlungsquelle zu, verliert die UV-Strahlung sehr schnell an Wirkung. Das zu desinfizierende Objekt sollte deshalb so nahe wie möglich am Emittor sein.

Häufig werden Viren, wie auch das SARS-CoV-2-Virus, durch die Luft verbreitet. Damit bietet sich der Einsatz von UVC-LEDs in Luftaufbereitungssystemen bzw. Klimaanlage an. Neben der erforderlichen Reduktionsrate sind hier auch der Luftdurchsatz und die Geometrie der Luftströmung zu berücksichtigen.

Fernes UVC-Licht

Besonders effektiv für das Abtöten von Keimen hat sich UV-Licht mit einer Wellenlänge von 254 nm erwiesen. Bei direkter Anwendung

kann dieses aber ein Gesundheitsrisiko für Haut und Augen darstellen. Im Gegensatz dazu macht sogenanntes Fernes UVC-Licht (207 - 222 nm) Erreger in der Luft ebenfalls ziemlich zuverlässig unschädlich, jedoch ohne exponiertes menschliches Gewebe zu schädigen.

Übertragungswege unterbrechen

Viren und Bakterien werden auch über Oberflächen weitergereicht, etwa Grippe-, Noro- oder Rotaviren sowie Streptokokken und Salmonellen. Für die Sterilisation größerer Oberflächen eignen sich deshalb UVC-LEDs ebenfalls. Weitere Anwendungsbereiche sind z. B. die Pasteurisierung von Getränken, Verpackung von antimikrobiellen

Lebensmitteln und die Entkeimung von Zahnbürsten, die Trinkwasseraufbereitung bzw. Wasserdessinfektion etwa in Pools oder Wohnmobilen. Aber auch für Anwendungen mit höheren Anforderungen an die Bestrahlungsstärke (W/m^2), wie z. B. bei industriellen Filtersystemen und Luftentkeimern, Desinfektionsboxen in der Medizin oder Staubsaugern, sind sie geeignet.

Auswahlkriterien für UV-LEDs

Ein bedeutendes Selektionskriterium für UV-LEDs ist ihr Öffnungswinkel, je nach Anwendung sind bestimmte Abstrahlwinkel erforderlich. Wird ein Öffnungswinkel von 150° , nach Bedarf fokussiert, reduziert sich dadurch die bestrahlte Fläche. Dadurch erhöht sich die Strahlungsleistung pro Quadratmeter und die für die Exposition benötigte Zeit sinkt bei gleicher Leistung. Durch verschiedene UV-Linsen mit kompatiblen Objektiven ist die Leuchtleistung so für unterschiedliche Zwecke leicht skalierbar.

Andere Selektionskriterien für UV-LEDs sind die landesspezifischen UV-Normen, ihre Reflektion auf verschiedenen Materialien, Wärmemanagement, Treiber, Stromverbrauch und das Abstands- bzw. Entfernungsgesetz, das beschreibt, wie stark die Strahlstärke mit wachsender Entfernung zur Lichtquelle abnimmt.

Noch in der Entwicklung befinden sich Multi-UV-LEDs. Mit einem Dual-Wellenlängen-Chip decken sie z. B. UVA- und UVC-Strahlen ab. Damit sind sie fast eine Allzweckwaffe im Kampf gegen Viren, Bakterien und andere Erreger. ◀

Krankheitserreger gezielt bekämpfen

Ursprünglich wurden UVC-LEDs konstruiert, um gegen multiresistente Keime wie etwa Methicillin resistente Staphylokokkus (MRSA) vorzugehen. Umfangreiche Test zeigen zudem, dass UVC-LEDs auch zur Bekämpfung von Viren höchst effizient genutzt werden können. Viren können sich nur mit Hilfe eines Wirts reproduzieren. Sie befallen eine Zelle, um diese anhand der zelleigenen Ribonukleinsäure (RNA) „umzuprogrammieren“. Während die neu produzierten Viren weitere Zellen infizieren, wird die Wirtszelle durch diesen Reproduktionsprozess zerstört. Hochenergetisches, kurzwelliges UVC-Licht wird von der RNA des Virus absorbiert. Die genetischen Informationen werden dabei zerstört. Das Virus ist dadurch nicht mehr in der Lage zu streuen und kann keine weiteren Zellen infizieren.