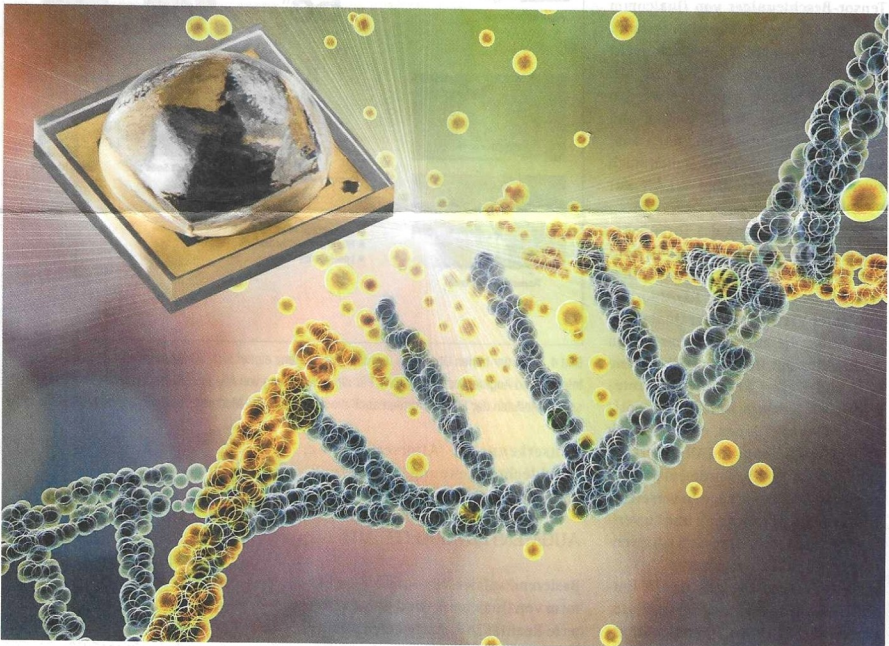


STRAHLUNG GEGEN KEIME

UVC-LEDs IN DER DESINFEKTION AUF DEM VORMARSCH



(Bild: Beck Elektronik)

Im Zuge der Corona-Epidemie erfreuen sich UVC-LEDs einer regen Aufmerksamkeit. Weil sie Quecksilberdampf lampen überlegen sind, werden neue, alltägliche Einsatzgebiete erschlossen.

Von Claudia Rubarth

Bestmögliche Desinfektion ist ein Thema, das in Zeiten von multiresistenten Krankenhauskeimen, knapper Wasserversorgung auf der Welt und Corona wichtiger denn je geworden ist. Eine Möglichkeit ist eine Reinigung mit Chemikalien, eine Weitere ist das Abtöten von Bakterien und Keimen durch hohe Temperaturen. Neben diesen weithin bekannten Methoden zur Desinfektion, gibt es eine, die so alt wie das Leben auf unserem Planeten Erde ist: Die Abtötung von Krankheitserregern wie Viren, Bakterien und anderer Einzeller mit (Sonnen-)Licht. Effizient ist aber nur ein bestimmter Wellenlängenbereich, der sich im ultravioletten (UV) Anteil des Spektrums unseres Sonnenlichts befindet: Der UVC-Wellenlängenbereich. Dieser liegt zwischen 200 nm und 300 nm. UVC-Strahlung zur Abtötung von Keimen wird durch die Weiterentwicklung der LED-Technologie an Wichtigkeit gewinnen. Mit dem galoppierenden Fortschreiten der LED-Technologie in den letzten Jahren ist es gelungen, LEDs in den verschiedensten Leistungsklassen und Wellenlängenbereichen zu entwickeln und zu produzieren – eben auch in jenem besagten UVC-Wellenlängenbereich, der zur Abtötung von Bakterien, Viren und Keimen genutzt werden kann. Die Wahl zur richtigen Desinfektion hängt jedoch von vielen Faktoren ab.

WAS IST UVC-STRAHLUNG?

Strahlung im UVC-Wellenlängenbereich ist für den Menschen außerhalb seiner visuellen Wahrnehmungsmöglichkeiten. Der Mensch kann dieses Licht nicht sehen, dennoch ist bekannt, dass dieser spektrale Anteil geeignet ist, um Bindungen der Molekülketten innerhalb der DNA (Desoxyribonucleic Acid) zu lösen. Hierdurch wird die DNA-Struktur derart geschädigt, dass ein Einzeller sich durch das fehlerhafte Erbgut nicht weiter reproduzieren kann, was zum Tod der Zelle führt. Auf diese Weise können Viren, Bakterien, Pilze und andere Keime bzw. Krankheitserreger zuverlässig abgetötet werden. Je weniger Zellen ein Organismus hat, je weniger komplex der Organismus

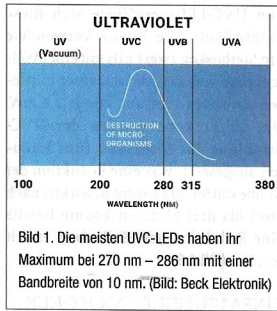


Bild 1. Die meisten UVC-LEDs haben ihr Maximum bei 270 nm – 286 nm mit einer Bandbreite von 10 nm. (Bild: Beck Elektronik)

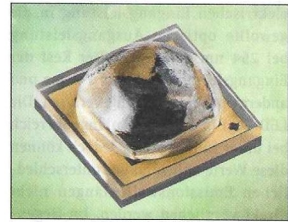


Bild 2. Durch ihre kompakte Baugrößen von 1,3 mm bis 5,0 mm und ihrem weiten Leistungsbereich von 1–200 mW können UVC-LEDs beliebig angeordnet werden. (Bild: Beck Elektronik)

TECHNICAL SPECIFICATIONS						
MANUFACTURER	PART NUMBER	PACKAGE SIZE	WAVELENGTH BIN [NM]	OPERATING CURRENT TYP. [A]	OPTICAL POWER TYP. [mW]	VIEW ANGLE
LUMINUS	XBT-1313-UV	1313	280	0,02	2,6	120
LUMINUS	XST-3535-UV	3535	275, 280	0,35	45,0	60
LUMINUS	XBT-3535-UV	3535	275, 280	0,35	35,0	130
LEXTAR	XFM-5050-UV3 Preliminary	5050	275	0,35	135,0	130
LEXTAR	PUS3CL1 V0 Preliminary	3535	278	0,02	2,4	125
LEXTAR	PUS3CM1 V0 Preliminary	3535	270	0,10	15,0	125
LEXTAR	PUS3CM1 V0 Preliminary	3535	270	0,10	15,0	125

Bild 3. UVC-LEDs gibt es zum Beispiel von den Herstellern Luminus und Lextar in unterschiedlichen Ausführungen. (Bild: Beck Elektronik)

ist, desto gravierender sind die Auswirkungen der Strahlung im UVC-Bereich auf ihn. Besonders interessant macht die Technologie, dass Krankheitserreger keine Immunität gegen diesen Effekt ausbilden können. Auch multiresistente Krankenhauskeime können bekämpft werden. Abhängig von der Art des Erregers oder Pilzes gibt es für diesen Prozess eine ideale Wellenlänge, die je nach Organismus zwischen 260 nm und 265 nm liegt (Bild 1). Auch andere Wellenlängen aus diesem Nahbereich haben einen DNA-zerstörenden Effekt, sind jedoch weniger effizient, was durch eine höhere Leistung oder Bestrahlungsdauer ausgeglichen werden kann. Genutzt wurden bisher in Ermangelung der passenden, leistungsfähigen LED-Technologie Quecksilberdampflampen. Der entscheidende Nachteil: Sie emittieren ein breites Spektrum – mit verschiedenen Peaks. Der Peak bei 254 nm wird zu Desinfektionszwecken verwendet. Ein weiterer Peak

des Spektrums der bisher weit verbreiteten Quecksilberdampflampen liegt bei 185 nm. Strahlung dieser Wellenlängen hat die Eigenschaft, aus der Umgebungsluft das schädliche Treibhausgas Ozon zu synthetisieren. Um dies in vielen Anwendungen zu unterbinden, muss dieser Wellenlängenemissionsbereich durch spezielle Quarze gefiltert und unterdrückt werden. Ein weiterer Nachteil dieser Technologie ist, dass Quecksilber giftig und umweltschädlich ist – damit könnte der Einsatz in vielen Applikationen riskant sein. Die meisten UVC-LEDs haben ihr Maximum bei 270 nm – 286 nm mit einer Bandbreite von 10 nm.

DER UNTERSCHIED ZU QUECKSILBERDAMPFLAMPEN

Der Vergleich zwischen Quecksilberdampflampen und LEDs ist nicht einfach. Bei einer Quecksilberdampflampe werden zehn bis 30 Prozent der

elektrischen Eingangsleistung in die gewollte optische Ausgangsleistung bei 254 nm gewandelt. Der Rest der Eingangsleistung geht als Wärme und andere optische Leistung verloren. Die LED liegt in dem Wellenlängenbereich bei unter fünf Prozent. Jedoch können diese Werte aufgrund der unterschiedlichen Emissionswellenlängen nicht direkt verglichen werden. Im Gegensatz zu einer Quecksilberdampfampe ist eine LED quasi eine Punktstrahlungsquelle. Der Einsatz von Linsensystemen auf LEDs ermöglicht eine Fokussierung und Formung der emittierten Strahlung. Je nach Anwendung kann dies ein Auswahlkriterium darstellen. LEDs bieten jedoch weitere Vorteile (Bild 2). Durch ihre kompakte Baugrößen von 1,3 mm bis 5,0 mm und ihrem weiten Leistungsbereich von 1 - 200 mW können sie beliebig angeordnet werden. Es entstehen wesentlich mehr Freiheitsgrade im Design der Applikation zum Beispiel durch Miniaturisierung. Weiter entfallen Aufwärmzeiten, was einen Pulsbetrieb möglich macht. Die Ansteuerung und Stromversorgung ist weniger aufwendig, kleiner und kostengünstiger realisierbar. Selbst einfacher Batteriebetrieb reicht in einigen Anwendungen aus.

STUDIENERGEBNISSE BESTÄTIGEN ÜBERLEGENHEIT DER UVCs

Bereits 2016 beschäftigte sich eine Studie der Universität Siena, Italien, mit der Desinfektion von Stethoskopen durch UVC-Strahlung erzeugt durch LEDs. Stethoskope gehören zum Handwerkszeug eines jeden Arztes und berühren genauso wie seine Hände viele Patienten täglich. Hier muss eine Möglichkeit der Desinfektion gefunden werden, die das medizinische Gerät bei regelmäßiger Anwendung nicht unangemessen altern lässt oder beschädigt. Aggressive Chemikalien oder Erhitzung sind nicht praktikabel. Eine Behandlung mit UVC-Strahlung schied früher aus aufgrund der notwendigen Aufwärmzeiten und Baugröße der bisher genutzten Quecksilberdampfampfen. Erst seit der Weiterentwicklung

von UVC-LEDs eröffnete sich diese Möglichkeit. Die Studie verwendete pro Stethoskop zwei LEDs mit einer Wellenlänge von 275 nm und einer mittleren optischen Leistung von je 2,4 mW. Die Stethoskope wurden der UVC-Strahlung für insgesamt fünf Minuten ausgesetzt, was eine Reduktion der Keime um 99,99 Prozent bewirkte, nach zwei bis drei Minuten konnte bereits eine Reduktion um 99 Prozent erzielt werden (Bild 3).

EINSATZGEBIETE NICHT NUR IM KRANKENHAUS

Doch die Anwendung von UVC-Strahlung im Medizintechniksektor ist nicht neu. In den US-amerikanischen Krankenhäusern werden bereits Roboter zur Oberflächendesinfektion seit einigen Jahren eingesetzt, genauso wie Lichttürme, die ein Krankenzimmer auf einen neuen Patienten vorbereiten. Im Zuge der Coronaausbreitung wurden im Nebraska Medical Center, USA, aufgrund eines Mangels an neuen Atemschutzmasken, bereits benutzte Masken durch UVC-Bestrahlung entkeimt und „recycelt“.

Doch Hygiene und Keimfreiheit sind längst nicht mehr nur Thema im medizinischen Bereich. Das Forbes Magazine veröffentlichte Anfang April 2020 einen Artikel, in dem für eine UVC-Reinigung im Consumer-Bereich geworben wird. Hier wurden die besten Anwendungen im häuslich-privaten Bereich aufgelistet, wie beispielsweise eine Desinfektionsbox für das Smartphone. Am Fraunhofer-Institut für Optonik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Ilmenau wurde ein Prototyp hierfür bereits vorgestellt. Verwendbar sind solche Boxen auch für Rasierer, Zahnbürsten, Nagelscheren, Brillen und Kosmetikutensilien. Weiterhin wird in dem Artikel des Forbes Magazine der „UVC-Wand“ (deutsch: UVC-Zauberstab) zur mobilen Oberflächendesinfektion für Bad, Schlafzimmer oder das Büro wärmstens empfohlen und mittlerweile häufig online gesucht. Für keimfreies Wasser unterwegs kann zur Trinkflasche mit integrierter UVC-LED im Deckel gegriffen werden, betrie-

ben wird sie mit einer einfachen Gleichspannungsversorgung, einer Batterie. Seit 2019 laufen Projekte zur Keimreduzierung an den Handläufen der Rolltreppen in der Münchener U-Bahn. Gerade am viel frequentierten Marienplatz wurde das UVC-System bei sechs von 28 Rolltreppen testweise aufgebaut. Weitere sollen folgen.

Die Entwicklung der UVC-LEDs schreitet mit großen Schritten voran. Im November 2019 veröffentlichte das auf extrem hohe Leistungsdichten im LED-Segment spezialisierte US-amerikanische Unternehmen Luminus, Inc. eine LED mit über 200 mW Ausgangsleistung. Weitere Bauformen mit weitaus höheren Leistungen sind noch dieses Jahr in Planung, und auch die Lebensdauer steigt von Jahr zu Jahr signifikant an. Diese Entwicklung eröffnet neue Märkte und Möglichkeiten. Mittlerweile können große Mengen an Wasser mittels Durchflussdesinfektion gereinigt werden. Es laufen Entwicklungsprojekte zur Toilettendesinfektion, Trinkwasseraufbereitung sowie zur Desinfektion von Lüftungsanlagen, Klimaanlage und Lebensmittelverpackungen. Denkbare sind jedoch weit mehr Applikationen: Waschmaschinen, Kühlschränke, Spülmaschinen, Aufbereitung medizinischer Geräte, Handtrockner, Wasschauger, Staubsauger, Aquarien, Bäder, Saunen... - der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt. Es liegt an den Ingenieuren, Biologen und Technik-Enthusiasten, die Welt zu einem besseren Ort zu machen, indem sie durch das Vorantreiben der richtigen Technologie der Gesellschaft neue Mittel und Wege aufzeigen und Ideen Realität werden lassen. JL



**CLAUDIA
RUBARTH**

studierte Elektrotechnik,
Elektronik und Informationstechnik mit
Fachrichtung Allgemeine Elektrotechnik
an der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg und arbeitet seit 2019
als Produktmanager für Optoelektronik &
LED Lighting bei der Firmengruppe Beck.