



International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

CIE Positionspapier über ultraviolette (UV-) Strahlung zur Eindämmung des Risikos der Übertragung von COVID-19

12. Mai 2020

Einführung

Die Coronavirus (COVID-19) Pandemie hat die Suche nach Reinhaltungsmaßnahmen beschleunigt, um die Ausbreitung des für die Krankheit verantwortlichen schweren akuten Atemwegssyndrom-Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) einzudämmen oder abzuschwächen. SARS-CoV-2 wird in der Regel von Mensch zu Mensch durch Kontakt mit großen Sekrettröpfchen aus den menschlichen Atemwegen übertragen, entweder direkt oder durch Berührung viruskontaminierter Oberflächen (im Englischen auch als 'fomites' (Infektionsträger) bezeichnet) und anschließende Berührung von Augen, Nase oder Mund. Wichtig ist, dass es immer mehr Anzeichen für eine Virusübertragung über die Luft gibt, da die großen Sekrettröpfchen austrocknen und Tröpfchenkerne bilden, die über mehrere Stunden in der Luft bleiben können. Je nach Beschaffenheit der Oberfläche und Umweltfaktoren können Infektionsträger mehrere Tage lang infektiös bleiben (van Doremalen, 2020).

Die Nutzung keimtötender UV-Strahlung (GUV) bedeutet einen wichtigen Eingriff in die Umwelt, der sowohl die Ausbreitung über Kontakte als auch die Übertragung von Infektionserregern (wie Bakterien und Viren) über die Luft reduzieren kann. GUV im UV-C-Bereich (200 nm-280 nm), hauptsächlich 254 nm, wird seit über 70 Jahren erfolgreich und sicher eingesetzt. GUV muss jedoch sachkundig und mit angemessener Vorsicht hinsichtlich Dosis und Sicherheit angewendet werden. Eine unangemessene Anwendung von GUV kann Probleme für die menschliche Gesundheit und Sicherheit mit sich bringen und zu einer unzureichenden Deaktivierung von Infektionserregern führen. Die Anwendung im privaten Bereich ist nicht ratsam, und GUV sollte niemals zur Desinfektion der Haut verwendet werden, außer wenn dies klinisch indiziert ist.

Was ist GUV?

Ultraviolette Strahlung ist der Teil des optischen Strahlungsspektrums, der mehr Energie (kürzere Wellenlängen) hat als die sichtbare Strahlung, die wir als Licht wahrnehmen. GUV ist ultraviolette Strahlung, die für keimtötende Zwecke verwendet wird.

Ausgehend von der biologischen Wirkung der ultravioletten Strahlung auf biologische Materialien wird das ultraviolette Spektrum in Bereiche unterteilt: UV-A wird von der CIE als Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 315 nm und 400 nm definiert; UV-B ist Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 280 nm und 315 nm; und der UV-C-Wellenlängenbereich liegt zwischen 100 nm und 280 nm. Der UV-C-Teil des UV-Spektrums hat die höchste Energie. Während es möglich ist, einige Mikroorganismen und Viren mit nahezu jeglichem Teil des ultravioletten Strahlungsspektrums zu schädigen, ist UV-C der wirksamste Teil, weshalb UV-C am häufigsten als GUV verwendet wird.

Die Strahlungsdosis, die für die Deaktivierung eines Infektionserregers um 90 % (in der Luft oder auf einer Oberfläche) erforderlich ist, hängt von den Umgebungsbedingungen (wie z.B. der relativen Luftfeuchtigkeit) und der Art des Infektionserregers ab. Sie liegt typischerweise zwischen 20 J/m² und 200 J/m² für Quecksilberlampen, welche vorwiegend Strahlung bei 254 nm emittieren (CIE, 2003). In früheren Studien hat sich GUV von 254 nm als wirksam bei der Desinfektion von mit dem Ebola-Virus kontaminierten Oberflächen erwiesen (Sagripani und Lytle, 2011; Jinadatha et al., 2015; Tomas et al., 2015). Andere Studien haben die Wirksamkeit von GUV während eines Grippeausbruchs im Livermore Veterans Hospital (Jordanien, 1961) nachgewiesen. Trotz laufender Forschung gibt es derzeit jedoch keine veröffentlichten Daten über die Wirksamkeit von GUV gegen SARS-CoV-2.

Anwendung von GUV zur Desinfektion

UV-C wird seit vielen Jahren erfolgreich zur Wasserentkeimung eingesetzt. Des Weiteren wird UV-C-Desinfektion routinemäßig in Lüftungsanlagen eingesetzt, um die Entstehung von Biofilmen zu handhaben und die Luft zu entkeimen (CIE, 2003).

Bis zur Einführung von Kunststoffmaterialien im Gesundheitswesen und der Verfügbarkeit von Antibiotika und Impfstoffen wurden UV-C-Quellen in mehreren Ländern häufig zur Entkeimung von Operationssälen und anderen Räumen über Nacht eingesetzt. In jüngster Zeit ist das Interesse an der Verwendung von UV-C-Bestrahlungsgeräten für ganze Räume im Gesundheitswesen zur Desinfektion der Luft und der zugänglichen Oberflächen im Raum wieder erwacht. Solche Geräte können entweder für einen bestimmten Zeitraum an einem bestimmten Ort im Raum platziert werden, oder sie können Robotereinheiten sein, die sich in der Umgebung bewegen, um Schatteneffekte zu minimieren. Für die Oberflächendesinfektion besteht neben der Möglichkeit, eine UV-C-Quelle im Raum zu platzieren, auch die Möglichkeit, eine UV-C-Quelle in der Nähe einer Oberfläche zu platzieren.

Der begrenzte Einsatz von UV-C zur Desinfektion von persönlicher Schutzausrüstung während Pandemien wurde in einigen Ländern untersucht (Jinadatha et al., 2015; Nemeth et al., 2020).

Es gibt immer mehr Belege dafür, dass der Einsatz von UV-C als Ergänzung zur standardmäßigen manuellen Reinigung im Krankenhaus in der Praxis wirksam sein kann, obwohl weitere spezifische Anwendungsrichtlinien sowie Standard-Testverfahren noch entwickelt werden müssen.

UV-C-Quellen zur Desinfektion der oberen Raumlufte werden in der Regel über Kopfhöhe in Räumen angebracht und arbeiten kontinuierlich, um die Umluft zu desinfizieren. Solche Quellen wurden erfolgreich eingesetzt, um die Übertragung von Tuberkulose zu begrenzen (Mphaphlele, 2015; Escombe et al., 2009; DHHS, 2009). Auf der Grundlage einer systematischen Literaturrecherche empfahl die Weltgesundheitsorganisation (WHO) die Verwendung von GUV im oberen Raum als Mittel zur Prävention und Eindämmung von Tuberkulose-Infektionen (WHO, 2019).

Einige Laborstudien haben herausgefunden, dass die Wirksamkeit der UV-C-Desinfektion der oberen Raumlufte von der relativen Luftfeuchtigkeit, den Temperaturbedingungen und der Luftzirkulation abhängt (Ko et al., 2000; Peccia et al., 2001). Escombe et al. (2009) untersuchten GUV im oberen Raum einer nicht klimatisierten Krankenhausabteilung in Lima, Peru, und fanden eine deutliche Verringerung des Risikos luftübertragener Tuberkulose, trotz der hohen relativen Luftfeuchtigkeit von 77 %.

Risiken bei Verwendung von UV-C

Die meisten Menschen sind der UV-C-Strahlung auf natürlichem Wege nicht ausgesetzt: Das UV-C der Sonne wird in erster Linie von der Atmosphäre gefiltert, selbst in großen Höhen (Piazana und Häder, 2009). Die Exposition des Menschen gegenüber UV-C entsteht typischerweise durch künstliche Quellen. UV-C dringt nur in die äußersten Hautschichten ein und erreicht kaum die Basalschicht der Epidermis, auch dringt es nicht tiefer ein als in die Oberflächenschicht der Hornhaut des Auges. Die Exposition des Auges gegenüber UV-C kann zu Photokeratitis führen, einem sehr schmerzhaften Zustand, der sich anfühlt, als ob Sand auf das Auge gerieben worden wäre. Die Symptome der Photokeratitis entwickeln sich bis zu 24 Stunden nach der Exposition und benötigen weitere 24 Stunden, bis sie abklingen.

Wenn die Haut hohen Konzentrationen von UV-C ausgesetzt wird, kann sich ein Erythem (eine Hautrötung ähnlich einem Sonnenbrand) entwickeln (ISO/CIE, 2019). Gewöhnlich ist ein Erythem weniger schmerzhaft als die Wirkung von UV-C auf die Augen. Ein durch UV-C erzeugtes Erythem kann mit Dermatitis verwechselt werden, insbesondere wenn nicht bekannt ist, ob es in jüngster Zeit eine UV-C-Exposition gegeben hat. Es gibt einige Hinweise, dass wiederholte Exposition der Haut gegenüber Erythem verursachenden UV-C-Niveaus das Immunsystem des Körpers beeinträchtigen können (Gläser et al., 2009).

Ultraviolette Strahlung gilt allgemein als karzinogen (ISO/CIE, 2016), es gibt jedoch keine Hinweise darauf, dass UV-C allein beim Menschen Krebs verursacht. Der Technische Bericht CIE 187:2010 (CIE, 2010) erörtert die Frage und kommt zu dem Schluss: "Obwohl die UV-Strahlung von Quecksilber-Niederdrucklampen für UV-Bestrahlung als potentiell krebserregend identifiziert wurde, ist das relative Risiko von Hautkrebs deutlich geringer als das Risiko durch andere Quellen (wie z.B. der Sonne), denen ein Arbeiter routinemäßig ausgesetzt ist. Die keimtötende UV-Bestrahlung kann sicher und effektiv zur Desinfektion der oberen Raumluft eingesetzt werden, ohne dass ein signifikantes Risiko langfristiger verzögerter Effekte wie Hautkrebs besteht".

Leitlinien für die berufliche Exposition gegenüber UV-Strahlung, einschließlich UV-C-Strahlung, wurden von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP, 2004) bereitgestellt: Die Exposition gegenüber UV-Strahlung an ungeschützten Augen oder der Haut sollte 30 J/m^2 für Strahlung der Wellenlänge 270 nm, der Spitzenwellenlänge der spektralen Wirkungsfunktion für die aktinische UV-Gefährdung für Haut und Auge, nicht überschreiten. Da die Gefährdungswirkung von UV-Strahlung wellenlängenabhängig ist, beträgt die maximale Expositionsgrenze für Strahlung der Wellenlänge 254 nm 60 J/m^2 . Für Strahlung mit einer Wellenlänge von 222 nm liegt der maximale Expositionsgrenzwert (für aktinische UV-Gefährdung) sogar noch höher, etwa bei 240 J/m^2 . Diese Wellenlänge wurde für keimtötende Zwecke in (Buonanno et al., 2017; Welch et al., 2018; Narita et al., 2018; Taylor et al., 2020; Yamano et al., 2020) untersucht. Die genannten (täglichen) UV-Expositionsgrenzwerte sind in der IEC/CIE-Norm für die photobiologische Sicherheit von Produkten enthalten (IEC/CIE, 2006).

Typische UV-C-Quellen emittieren oft auch Strahlung, die verschiedene Wellenlängen außerhalb des UV-C-Bereichs umfasst. Einige UV-C-Produkte können zusätzlich UV-B oder UV-A emittieren, und einige UV-Desinfektionsquellen, die als UV-C-Quellen deklariert sind, können sogar überhaupt kein UV-C emittieren. Da die UV-Exposition durch solche Produkte das Hautkrebsrisiko erhöhen kann, müssen Schutzmaßnahmen ergriffen werden, um dieses Risiko zu minimieren. Bei normalem Gebrauch sollten UV-Quellen, die innerhalb von Umluftkanälen montiert sind oder zur Wasserentkeimung verwendet werden, kein Expositionsrisiko für Personen darstellen. Bei der Arbeit in einer UV-bestrahlten Zone müssen die Arbeiter persönliche Schutzausrüstung wie Arbeitskleidung (z.B. schweres Gewebe) und

industriellen Gesichtsschutz (z.B. Gesichtsschutzschilder) tragen (ICNIRP, 2010). Vollgesichts-Atemschutzmasken (CIE, 2006) und Handschutz durch Einweghandschuhe (CIE, 2007) schützen ebenfalls vor UV-Strahlung.

Messung von UV-C

Die In-situ-Messung von UV-C wird normalerweise mit tragbaren UV-C-Radiometern durchgeführt. Idealerweise sollte jedes Radiometer von einem nach ISO/IEC 17025 (ISO/IEC, 2015) akkreditierten Labor kalibriert werden, so dass die Kalibrierung auf das Internationale Einheitensystem (SI) rückführbar ist (BIPM, 2019a; BIPM, 2019b). Darüber hinaus ist es wichtig, das Kalibrierzertifikat zu überprüfen und alle Korrekturfaktoren, die im Bericht enthalten sind, bei der Verwendung des Geräts anzuwenden. Das Kalibrierzertifikat ist in der Regel nur für die bei der Kalibrierung verwendete UV-C-Quelle gültig; bei der Messung anderer Quellentypen mit dem Instrument können erhebliche Fehler auftreten. Die meisten Gerätekalibrierungen werden normalerweise unter Verwendung der 254 nm Emissionslinie einer Niederdruck-Quecksilberlampe durchgeführt. Wenn das kalibrierte Instrument dann zur Messung einer UV-Quelle mit einer Wellenlänge (oder einem Wellenlängenbereich) verwendet wird, die (der) sich deutlich von 254 nm unterscheidet, kann dies zu spektralen Fehlanpassungsfehlern um einige zehn Prozent führen. Einige UV-C-Radiometer können für andere Wellenlängen als 254 nm kalibriert sein, z.B. für die Nutzung mit UV-LED-Quellen oder Excimer-Lampen.

Wenn ein UV-Radiometer kalibriert wird, sollte das Kalibrierlabor den Benutzer fragen, welche Art von Quelle mit dem Gerät evaluiert wird, so dass das Gerät idealerweise unter Verwendung einer Quelle mit einer ähnlichen spektralen Zusammensetzung wie die vom Benutzer zu messenden Quellen kalibriert wird, um spektrale Fehlanpassungsfehler zu reduzieren. CIE 220:2016 (CIE, 2016) gibt eine Anleitung für die Charakterisierung und Kalibrierung von UV-Radiometern. Weitere Informationen zur Messung von Gefahren durch optische Strahlung finden sich in (ICNIRP/CIE, 1998). Gegenwärtig organisieren CIE und ICNIRP ein Online-Tutorial zur Messung optischer Strahlung und ihre Auswirkungen auf photobiologische Systeme (CIE/ICNIRP, 2020).

Verbraucherprodukte

Während sich die gegenwärtige COVID-19-Pandemie ausbreitet, werden viele UV-C-Produkte auf den Markt gebracht, die eine effiziente Desinfektion von Oberflächen und Luft versprechen. Spezifische Leitlinien zur Sicherheit von Verbraucherprodukten liegen in der Verantwortung internationaler Organisationen wie der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) und werden nicht von der CIE bereitgestellt. Daher befasst sich dieses Positionspapier nur mit dem breiteren Feld der sicheren Verwendung und Anwendung von UV-Strahlung zur keimtötenden Desinfektion. Produkte, die den Verbrauchern zur Verfügung stehen, werden in der Regel als Handgeräte vermarktet. Die CIE ist besorgt, dass die Benutzer solcher Geräte schädlichen Mengen UV-C ausgesetzt sein könnten. Darüber hinaus könnten Verbraucher UV-Produkte unsachgemäß verwenden/handhaben (und daher keine wirksame Desinfektion erreichen) oder sie könnten Produkte kaufen, die tatsächlich kein UV-C emittieren.

Zusammenfassende Empfehlungen

Produkte, die UV-C emittieren, sind bei der Desinfektion von Luft und Oberflächen oder der Entkeimung von Wasser äußerst nützlich. Die CIE und WHO warnen vor der Verwendung von

UV-Desinfektionslampen zur Desinfizierung der Hände oder anderer Hautbereiche (WHO, 2020), es sei denn, dies ist klinisch gerechtfertigt. UV-C kann für Menschen und Tiere sehr gefährlich sein und kann daher nur in ordnungsgemäß entwickelten Produkten verwendet werden, die den Sicherheitsvorschriften entsprechen, oder unter sehr kontrollierten Verhältnissen, bei denen die Sicherheit als oberste Priorität berücksichtigt wird und bei denen sichergestellt ist, dass die in ICNIRP (2004) und IEC/CIE (2006) festgelegten Expositionsgrenzen nicht überschritten werden. Für eine korrekte UV-Bewertung und das Risikomanagement sind geeignete UV-Messungen unerlässlich.

Referenzen

BIPM (2019a) *The International System of Units (SI), 9th Edition*.

Downloadable at <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-EN.pdf>

BIPM (2019b) *The International System of Units (SI), 9th Edition – Appendix 3: Units for photochemical and photobiological quantities*.

Downloadable at <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-App3-EN.pdf>, accessed 2020-04-24.

Buonanno, M., Ponnaiya, B., Welch, D., Stanislauskas, M., Randers-Pehrson, G., Smilenov, L., Lowy, F.D., Owens, D.M. and Brenner, D.J. (2017) Germicidal Efficacy and Mammalian Skin Safety of 222-nm UV Light. *Radiat Res* 187(4): 483-491. DOI:10.1667/RR0010CC.1

CIE (2003) CIE 155:2003 *Ultraviolet Air Disinfection*.

Freely available at [http://cie.co.at/news/cie-releases-two-key-publications-uv-disinfection¹](http://cie.co.at/news/cie-releases-two-key-publications-uv-disinfection<sup>1</sup)

CIE (2006) CIE 172:2006 *UV protection and clothing*.

CIE (2007) CIE 181:2007 *Hand protection by disposable gloves against occupational UV exposure*.

CIE (2010) CIE 187:2010 *UV-C photocarcinogenesis risks from germicidal lamps*.

Freely available at [http://cie.co.at/news/cie-releases-two-key-publications-uv-disinfection²](http://cie.co.at/news/cie-releases-two-key-publications-uv-disinfection<sup>2</sup)

CIE (2016) CIE 220:2016 *Characterization and Calibration Methods of UV Radiometers*.

CIE/ICNIRP (2020) *CIE/ICNIRP Online Tutorial on the Measurement of Optical Radiation and its Effects on Photobiological Systems, August 25, 2020 to August 27, 2020*.

<http://cie.co.at/news/cieicnirp-online-tutorial-measurement-optical-radiation-and-its-effects-photobiological-systems>, accessed 2020-04-24.

DHHS (2009) *Environmental Control for Tuberculosis: Basic Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation Guidelines for Healthcare Settings*, DHHS (NIOSH) Publication

Number 2009-105, <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-105/default.html>, accessed 2020-04-25.

Escombe, A.R., Moore, D.A., Gilman, R.H., Navincopa, M., Ticona, E., Mitchell, B., Noakes, C., Martínez, C., Sheen, P., Ramirez, R., Quino, W., Gonzalez, A., Friedland, J.S., Evans, C.A. (2009) *Upper-room ultraviolet light and negative air ionization to prevent tuberculosis transmission*. *PLoS Med.* 6(3):e43. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000043.

Gläser, R., Navid, F., Schuller, W., Jantschitsch, C., Harder, J., Schröder, J.M., Schwarz, A., Schwarz, T. (2009) UV-B radiation induces the expression of antimicrobial peptides in human

¹ Begrenzter freier Download bis 2020-06-25.

keratinocytes in vitro and in vivo. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 123(5): 1117-1123. DOI: 10.1016/j.jaci.2009.01.043

ICNIRP (2004) ICNIRP Guidelines – On limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation), *Health Physics* 87(2):171-186; 2004.

Available at <http://www.icnirp.org>

ICNIRP (2010) ICNIRP Statement – Protection of workers against ultraviolet radiation, *Health Physics* 99(1):66-87; DOI: 10.1097/HP.0b013e3181d85908

Available at <http://www.icnirp.org>

ICNIRP/CIE (1998) ICNIRP 6/98 / CIE x016-1998. *Measurement of Optical Radiation Hazards*.

IEC/CIE (2006) IEC 62471:2006/CIE S 009:2002 *Photobiological safety of lamps and lamp systems / Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes*. (bilingual edition)

ISO/IEC (2015) ISO/IEC 17025:2015 *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.

ISO/CIE (2016) ISO/CIE 28077:2016(E) *Photocarcinogenesis action spectrum (non-melanoma skin cancers)*.

ISO/CIE (2019) ISO/CIE 17166:2019(E) *Erythema reference action spectrum and standard erythema dose*.

Jinadatha, C., Simmons, S., Dale, C., Ganachari-Mallappa, N., Villamaria, F.C., Goulding, N., Tanner, B., Stachowiak, J., Stibich, M. (2015) Disinfecting personal protective equipment with pulsed xenon ultraviolet as a risk mitigation strategy for health care workers. *Am J Infect Control* 43(4): 412-414. DOI: 10.1016/j.ajic.2015.01.013

Jordan, W.S. (1961) The Mechanism of Spread of Asian Influenza, *Am Rev Resp Dis*. Volume 83, Issue 2P2, Pages 29-40. DOI: 10.1164/arrd.1961.83.2P2.29

Ko, G., First, M.W., Burge, H.A. (2000) Influence of relative humidity on particle size and UV sensitivity of *Serratia marcescens* and *Mycobacterium bovis* BCG aerosols. *Tubercle and Lung Disease*. Volume 80, Issues 4–5, Pages 217-228. DOI: 10.1054/tuld.2000.0249

Mphahlele, M. (2015) Institutional Tuberculosis Transmission. Controlled Trial of Upper Room Ultraviolet Air Disinfection: A Basis for New Dosing Guidelines. *Am J Respir Crit Care Med*. 192(4):477-84. DOI: 10.1164/rccm.201501-0060OC

Narita, K., Asano, K., Morimoto, Y., Igarashi, T., Hamblin, M.R., Dai, T. and Nakane, A. (2018) Disinfection and healing effects of 222-nm UVC light on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection in mouse wounds. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 178: 10-18. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2017.10.030

Nemeth, C., D. Laufersweiler, E. Polander, C. Orvis, D. Harnish, S. E. Morgan, M. O'Connor, S. Hymes, S. Nachman and B. Heimbuch (2020). "Preparing for an Influenza Pandemic: Hospital Acceptance Study of Filtering Facepiece Respirator Decontamination Using Ultraviolet Germicidal Irradiation." *J Patient Saf*. DOI 10.1097/PTS.0000000000000600.

Peccia, J., Werth, H.M., Miller, S., Hernandez, M. (2001) Effects of Relative Humidity on the Ultraviolet Induced Inactivation of Airborne Bacteria, *Aerosol Science and Technology*, Volume 35, Issue 3, DOI: 10.1080/02786820152546770

Piazena, H. and Häder, D.-P. (2009) Solar UV-B and UV-A irradiance in arid high-mountain regions: Measurements on the island of Tenerife as compared to previous tropical Andes data. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. 114(G4). DOI: 10.1029/2008JG000820

Sagripani, J.-L. and Lytle, C.D. (2011) Sensitivity to ultraviolet radiation of Lassa, vaccinia, and Ebola viruses dried on surfaces. *Archives of Virology* 156(3): 489-494. DOI: 10.1007/s00705-010-0847-1

Taylor, W., Camilleri, E., Craft, D.L., Korza, G., Granados, M.R., Peterson, J., Szczpaniak, R., Weller, S.K., Moeller, R., Douki, T., Mok, W.W.K. and Setlow, P. (2020) DNA Damage Kills Bacterial Spores and Cells Exposed to 222-Nanometer UV Radiation. *Applied and Environmental Microbiology* 86(8): e03039-03019. DOI:10.1128/aem.03039-19

Tomas, M.E., Cadnum, J.L., Jencson, A., Donskey, C.J. (2015) The Ebola disinfection booth: evaluation of an enclosed ultraviolet light booth for disinfection of contaminated personal protective equipment prior to removal. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 36(10): 1226-1228. DOI: 10.1017/ice.2015.166

van Doremalen, N., Bushmaker, T., Morris, D.H., Holbrook, M.G., Gamble, A., Williamson, B.N., Tamin, A., Harcourt, J.L., Thornburg, N.J., Gerber, S.I., Lloyd-Smith, J.O., de Wit, E., Munster, V.J. (2020) Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 382: 1564-1567. DOI: 10.1056/NEJMc2004973

Welch, D., Buonanno, M., Grilj, V., Shuryak, I., Crickmore, C., Bigelow, A.W., Randers-Pehrson, G., Johnson, G.W. and Brenner, D.J. (2018) Far-UVC light: A new tool to control the spread of airborne-mediated microbial diseases. *Scientific Reports* 8(1): 2752. DOI: 10.1038/s41598-018-21058-w

WHO (2019) *WHO guidelines on tuberculosis infection prevention and control*. 2019 update. Geneva: World Health Organization.

WHO (2020) <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters>, accessed 2020-04-22.

Yamano, N., Kunisada, M., Kaidzu, S., Sugihara, K., Nishiaki-Sawada, A., Ohashi, H., Yoshioka, A., Igarashi, T., Ohira, A., Tanito, M. and Nishigori, C. (2020) Long-term effects of 222 nm ultraviolet radiation C sterilizing lamps on mice susceptible to ultraviolet radiation. *Photochemistry and Photobiology*. DOI: 10.1111/php.13269

Über die CIE und ihre Positionspapiere

Die Internationale Beleuchtungskommission – bekannt unter dem Namen CIE, welcher von ihrem französischen Namen, Commission Internationale de l’Eclairage, abgeleitet ist – widmet sich der weltweiten Kooperation und dem Austausch von Information zu allen Angelegenheiten hinsichtlich der Wissenschaft und Kunst auf dem Gebiet von Licht und Beleuchtung, Farbe und Sehen, Photobiologie und Bildverarbeitungstechnologie.

Mit starken technischen, wissenschaftlichen und kulturellen Grundlagen ist die CIE eine unabhängige, gemeinnützige Organisation, die ihren Mitgliedsländern auf freiwilliger Basis dient. Seit ihrer Gründung im Jahre 1913, ist die CIE als höchste Autorität für alle Aspekte des Lichtes und der Beleuchtung angesehen und wird als solche von der ISO als eine internationale Normierungsorganisation anerkannt, welche internationale Normen zu den Grundlagen von Licht und Beleuchtung publiziert.

CIE Positionspapiere sind vom CIE-Vorstand genehmigt, welchem die Direktoren aller CIE-Divisionen angehören (die Gremien, welche die wissenschaftliche Arbeit der CIE ausführen), nach Einholung der Zustimmung durch relevante technische Komitees.

Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte

CIE Central Bureau
Kathryn Nield, General Secretary
Babenbergerstraße 9/9A, A-1010 Vienna, Austria
Phone: +43 1 714 31 87
Email: kathryn.nield@cie.co.at
Website: <http://www.cie.co.at>

Diese Übersetzung wurde vom CIE Central Bureau bereitgestellt.

Weitere Kontakte:

Für Deutschland:

Kontaktdaten des Deutschen Nationalen Komitees der CIE:

Deutsches Nationales Komitee der Internationalen Beleuchtungskommission (DNK-CIE e.V.)
z.H. Herrn Dr. Sperling
Bundesallee 100
38116 Braunschweig
GERMANY
tel: +49 531 592 4012
e-mail: Sekretariat-DNK-CIE@PTB.de
website: www.dnk-cie.de

Für Österreich:

Kontaktdaten des Österreichischen Nationalen Komitees der CIE:

CIE-Austria
c/o Lichttechnische Gesellschaft Österreichs
Josef Schneider Straße 20
3462 Absdorf
AUSTRIA
tel: +43 2773 43717
fax: +43 2773 43717
e-mail 1: peter.dehoff@zumtobelgroup.com
e-mail 2: sonja.moerth@live.at
website: <http://www.ltg.at>

Für die Schweiz:

Kontaktdaten des Schweizer Nationalen Komitees der CIE:

Schweizerisches Nationalkomitee der CIE

c/o Schweizer Licht Gesellschaft

Römerstrasse 7

4600 Olten

SWITZERLAND

tel: +41 62 390 00 60

e-mail: info@slg.ch

website: <http://www.slg.ch>