

Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung von UV-C Geräten zur Luft- und Oberflächendesinfektion an Arbeitsplätzen

Sachgebiet Nichtionisierende Strahlung
Stand: 12/2021

Frage: Gibt es eine Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung von UV-C Geräten zur Raumluftreinigung?

Der folgende Text kann als Informationsquelle für die Gefährdungsbeurteilung aus Sicht des SG NIR verwendet werden:

Im Rahmen der COVID-19-Pandemie ist als Übertragungspfad neben der Schmierinfektion (Virenübertragung über kontaminierte Oberflächen) und der Tröpfcheninfektion (Virenübertragung über ballistisch fliegende Tröpfchen mit einer Größe von $< 100 \mu\text{m}$ und einer Reichweite von $< 2 \text{ m}$ z. B. beim Niesen oder Husten) als dritte Möglichkeit die sogenannte Aerosolübertragung als Ursache erkannt worden. In diesem Fall handelt es sich um Viren, die mit feinen Tröpfchen von einer infizierten Person ausgeatmet werden, in der Luft schweben und damit, entsprechend konzentriert, infektiös wirken können. Dadurch kann es insbesondere in schlecht belüfteten Räumen auch über größere Distanzen aufgrund thermisch bedingter Luftströmungen zu Infektionen kommen. Als Gegenmaßnahme hilft hier in erster Linie die Sicherstellung einer ausreichenden Frischluftzufuhr z. B. durch Stoßlüftung, Querlüftung oder raumlufttechnische Anlagen (siehe Pettenkofer-Zahl (1000 ppm CO_2)) zur Verdünnung der Virenlast. Eine zusätzliche, unterstützende Reduzierung der Virenlast kann durch den Einsatz von Luftreinigern erzielt werden, aber ein ausreichendes Lüften kann damit nicht ersetzt werden. Auch können Räume, die nicht belüftet werden können, so nicht nutzbar gemacht werden.

Eine von vielen Desinfektionsmöglichkeiten ist die Verwendung von UV-C-Strahlung. Aufgrund der keimtötenden Wirkung von UV-C-Strahlung ist deren Anwendung in vielen Bereichen wie Krankenhäusern, biologischen Laboren und der Lebensmittelindustrie üblich. Diese Technik birgt allerdings auch Gefahren. UV-C-Strahlung kann zu akuten Entzündungen an Haut und Augen führen. Langzeitschäden wie etwa Hautkrebs oder Katarakt können ebenfalls nicht ausgeschlossen werden.

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ist zu prüfen, ob die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten beim Einsatz von UV-C-Geräten gewährleistet ist und ob die UV-C-Geräte als Ergänzung zu einer ausreichenden Frischluftzufuhr erforderlich oder sinnvoll sind. Gleichzeitig ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob alternativ z. B. eine unzureichende Lüftung verbessert werden könnte oder Luftreiniger ohne UV-C-Geräte zum Einsatz kommen können. Die Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV) begrenzt die maximal zulässige kumulative effektive UV-Exposition auf 30 J/m^2 innerhalb eines achtstündigen Arbeitstages. Dieser bewertete, effektive Expositionsgrenzwert gilt für den UV-Spektralbereich von $180 \text{ nm} - 400 \text{ nm}$ (UV-

C 180 nm – 280 nm, UV-B 280 nm – 315 nm und UV-A 315 nm – 400 nm). Um die UV-Strahlungsexposition so gering wie möglich zu halten, müssen Schutzmaßnahmen (STOP-Prinzip) ergriffen werden. Einige der UV-C-Geräte setzen möglicherweise auch Ozon frei, das bereits in einer geringeren Konzentration gesundheitsschädlich ist. Verständliche und nachvollziehbare Angaben zur Strahlungsleistung, zur Reinigungswirkung und zur sicheren Handhabung sind unverzichtbar.

Zu beachten ist: Selbst bei einer nachgewiesenen hohen Wirksamkeit der eingesetzten Geräte bleibt ein Infektionsrisiko bestehen. Weitere Hygienemaßnahmen sind entsprechend anzuwenden!

Zielgruppe

Diese Handlungshilfe unterstützt insbesondere die Unternehmer und Unternehmerinnen bzw. die Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen, Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Sifa) und andere Akteure im Arbeitsschutz sowie auch Aufsichtspersonen. Sie gibt Hilfestellung bei der Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit UV-C-Strahlung und kann darüber hinaus Hinweise geben, auf welche Kriterien der Erwerber bei der Auswahl von UV-C-Desinfektionsgeräten achten sollte, um Gefährdungen möglichst gering zu halten

Inhaltsverzeichnis

1	Rechtliche Grundlagen	2
2	Schädigungsmöglichkeiten für Auge und Haut	3
3	Beschreibungen der Geräte und Anlagen	3
3.1	Wirkungsmechanismus.....	4
3.2	Dosis	4
3.3	Aufbau und Betrieb von UV-C-Geräten und -Anlagen.....	5
4	Checkliste – Beurteilung der Gefährdungen durch UV-C-Strahlung	6
5	Praxisbeispiele	9

1 Rechtliche Grundlagen

Nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes ist eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen durchzuführen. Die Gefährdungsbeurteilung muss vor Aufnahme einer Tätigkeit erfolgen, ist regelmäßig zu überprüfen, gegebenenfalls zu aktualisieren sowie zu dokumentieren. Dabei sind auch Gefährdungen zu betrachten, die durch physikalische, chemische oder sonstige Einwirkungen am Arbeitsplatz vorliegen können. Für die UV-Strahlung wird diese Forderung mit der Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV) und den nachgeordneten Technischen Regeln Inkohärente Optische Strahlung (TROS IOS) konkretisiert.

Ziel der OStrV ist es, die Gesundheit aller Beschäftigten durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern. Hierbei sind nach § 3 Abs. 1 OStrV Gefährdungen einzubeziehen, die durch Expositionen gegenüber optischer Strahlung aus künstlichen Quellen auftreten können. Die OStrV legt Anforderungen an den Inhalt und die Form der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung sowie für ihre Aufbewahrungsfrist fest (siehe § 3 Abs. 4 OStrV).

Die TROS IOS konkretisieren diese Verordnung. Wenn die Unternehmer und Unternehmerinnen bzw. die Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber die Technischen Regeln einhalten, können sie davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnung erfüllt sind (sog. Vermutungswirkung).

2 Schädigungsmöglichkeiten für Auge und Haut

Optische Strahlung kann Augen und Haut schädigen. Sie dringt in Abhängigkeit von der Wellenlänge unterschiedlich tief in das Gewebe ein. Die energiereiche UV-C-Strahlung kann – wie UV-B- und UV-A-Strahlung auch – zum einen sofort auftretende (akute) Schädigungen und zum anderen Langzeitfolgen haben. Akute Schädigungen durch UV-C-Bestrahlung äußern sich als schmerzhaftes Entzündungen der Hornhaut oder der Bindehaut des Auges (Photokeratitis, Photokonjunktivitis) sowie der Haut (Erythem). Langfristig kann auch eine Trübung der Augenlinse (Katarakt) nicht ausgeschlossen werden.

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) hat alle Wellenlängen der UV-Strahlung, unabhängig davon, ob sie natürlichen oder künstlichen Ursprungs sind, als krebserregend beim Menschen eingestuft. Dies bezieht sich vor allem auf die mögliche Entstehung von Hautkrebs.

Expositionsgrenzwert

Für die Beurteilung der Strahlungsexposition sind die Expositionsgrenzwerte gemäß § 6 Abs. 1 OStrV zu verwenden:

Zum Schutz vor akuten Schäden der Augen und der Haut durch UV-Strahlung im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 400 nm ist ein Expositionsgrenzwert – **die effektive Bestrahlung für die Gefährdung durch UV-Strahlung H_{eff}^1** – von **30 J/m²** innerhalb eines achtstündigen Arbeitstages einzuhalten (siehe hierzu Anhang I der Richtlinie 2006/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates oder Tabelle A2.1 Kennbuchstabe a) in TROS IOS Teil 2). Dieser effektive Expositionsgrenzwert basiert auf einer Wichtung mit der spektralen Bewertungsfunktion $S(\lambda)$ nach ICNIRP und ACGIH. Hierbei beschreibt die spektrale Bewertungsfunktion $S(\lambda)$ die kombinierte, akut schädigende Wirkung der UV-Strahlung für die Augen und die Haut in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Bei einer gleichmäßigen Exposition über 8 Stunden würde der Expositionsgrenzwert bei einer **effektiven UV-Bestrahlungsstärke E_{eff}** von **1 mW/m²** erreicht.

3 Beschreibungen der Geräte und Anlagen

Mögliche Geräte mit Einsatz von UV-C-Strahlung sind beispielsweise:

- Einbaugeräte und handgehaltene Geräte für die Oberflächendesinfektion,
- freistrahkende UV-C-Strahler zur Desinfektion des oberen Luftbereichs eines Raumes („Upper-Air“),
- tragbare UV-C-Einrichtungen zur Desinfektion in Innenräumen (Oberflächendesinfektion),
- mobile und geschlossene UV-C-Luftreiniger.

¹ In anderen Literaturquellen wird diese Größe abweichend als „**wirksame Bestrahlung H_s** “ benannt, siehe z. B. DIN EN 14255-4

UV-C-Lampen können auch in Luftleitungen von raumlüfttechnischen Anlagen zum Einsatz kommen. In diesem Fall sind sie jedoch als abgeschlossene Einheiten fest verbaut, so dass für die Arbeitnehmer außerhalb von Wartung und Reinigungstätigkeiten keine Gefährdung durch UV-C-Strahlung zu erwarten ist

3.1 Wirkungsmechanismus

Durch die UV-C-Bestrahlung werden in der zu desinfizierenden Luft enthaltene Mikroorganismen oder Viren abgetötet. Die UV-C-Strahlung wirkt dabei nicht auf die Zellhülle, sondern direkt auf das Erbgut der Zelle – Desoxyribonukleinsäure (DNA) bzw. Ribonukleinsäure (RNA) bei Viren

UV-C-Photonen mit einer Wellenlänge im Bereich von 180 nm bis 280 nm haben genügend Energie, um die schwächsten Bindungen (Thymin-Adenin-Bindung) in der DNA/RNA von Organismen aufzubrechen. Durch diese Schädigung des Erbguts ist es für die Mikroorganismen nicht mehr möglich, sich zu vermehren. Viren werden durch diese Schädigung inaktiviert und dadurch unschädlich gemacht. In Abbildung 1 wird dieser Mechanismus abstrakt dargestellt.

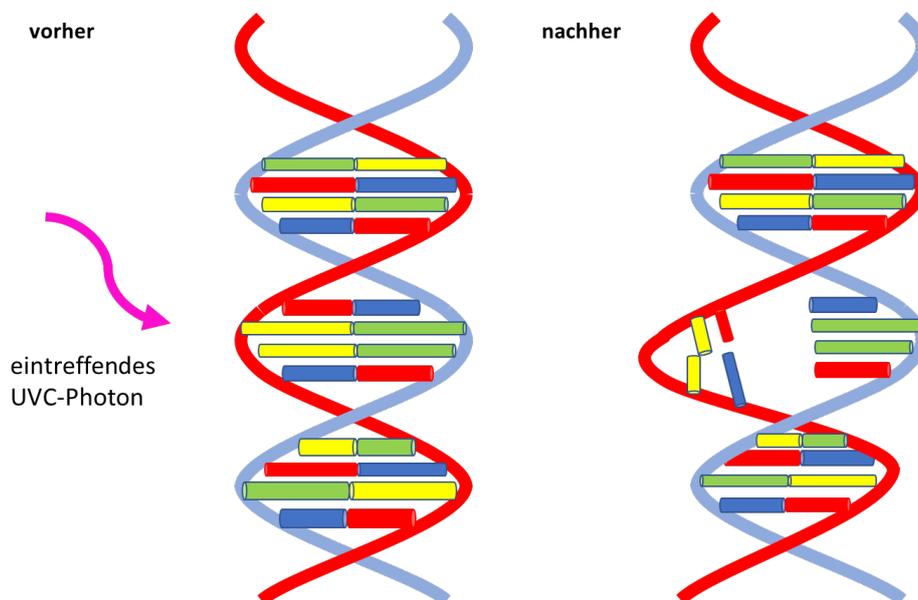


Abbildung 1: Mechanismus für den direkten DNA-Schaden

Im Bereich 260 nm – 270 nm liegt ein ausgeprägtes Maximum dieses Effekts. Die herkömmlichen Quecksilberdampflampen haben dicht neben diesem Maximum, genauer gesagt bei 253,7 nm eine dominierende Emissionslinie, die zu Desinfektionszwecken verwendet wird. Ein weiteres Emissionsmaximum des Spektrums der Quecksilberdampflampen liegt bei 185 nm. Strahlung dieser Wellenlängen erzeugt in der Umgebungsluft das schädliche Gas Ozon. Um dies zu unterdrücken, werden in vielen Anwendungen durch dotierte Quarzhüllrohre die Wellenlängen < 240 nm herausgefiltert.

3.2 Dosis

Die Wissenschaft hat bisher noch keinen Dosisbereich für die Inaktivierung des neuen humanpathogenen Coronavirus SARS-CoV-2 – Auslöser der COVID-19-Pandemie – bekannt gegeben. Bei anderen vergleichbaren Viren aus der SARS-Virenfamilie nennt die International Ultraviolet Association (IUVA) für die Inaktivierung um 99,9 % eine notwendige UV-C-Strahlungsdosis

von 100 J/m² bis 200 J/m². Diese Dosen gelten für die Wellenlänge von 254 nm unter kontrollierten Laborbedingungen.

Die benötigte UV-C-Strahlungsdosis hängt jedoch nicht nur von der Virenart ab, sondern auch noch von vielen weiteren Faktoren. Als Strahlungsquellen in UV-C-Geräten kommen derzeit neben Quecksilberdampflampen auch zunehmend UV-C-LEDs zum Einsatz. Sie emittieren ein breites Spektrum mit variablem Emissionsmaximum (z. B. (Al, Ga)N-LEDs (210 nm – 320 nm)). Die grundsätzliche Wirksamkeit der eingesetzten Strahler lässt sich mittels der mikrobiziden spektralen Wichtungsfunktion berechnen. Dies ist jedoch lediglich eine theoretische Betrachtung. In der Realität hilft aktuell nur ein Praxistest, da sehr viele Randbedingungen berücksichtigt werden müssen. Von Bedeutung sind z. B. die Temperatur, der Dosisgradient als räumliche Verteilung, die Strömungsgeschwindigkeit, die Aerosolgröße und -konzentration sowie die Oberflächenbeschaffenheit.

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) hat in der Bundesförderung für Corona-gerechte stationäre raumluftechnische Anlagen eine UV-C-Strahlungsdosis von mindestens 120 J/m² für die Wellenlänge 254 nm gefordert. In der technischen Spezifikation DIN/TS 67506, deren Veröffentlichung voraussichtlich Ende des Jahres 2021 zu erwarten ist, wird eine Mindestanforderung der UV-C-Strahlungsdosis von >100 J/m² (effektivste Klasse, > 99,9 % Entkeimung²) bis > 20 J/m² (niedrigste Klasse, > 80 % Entkeimung) für die Wellenlänge 254 nm vorgegeben. Änderungen sind allerdings vorbehalten!

Beim Erwerb eines UV-C-Gerätes ist darauf zu achten, dass der Hersteller ausreichende Angaben zur Wirksamkeit des eingesetzten Gerätes macht. Dabei ist die Leistungsfähigkeit unter Praxisbedingungen maßgeblich.

3.3 Aufbau und Betrieb von UV-C-Geräten und -Anlagen

Beim Einsatz von UV-C-Strahlung zur Luftdesinfektion können folgende Varianten unterschieden werden:

1. Einbau der Strahler in geschlossene Luftleitungen von Klima- und Lüftungsanlagen. Das ist die sicherste Anwendung. In diesem Fall können Raumnutzende nicht von der Strahlung getroffen werden. Es muss lediglich sichergestellt werden, dass Wartungspersonal nicht exponiert werden kann.
2. Einbau der Strahler in freistehende Sekundärluftgeräte, die in den zu behandelnden Räumen aufgestellt werden. In diesem Fall muss mit Hilfe von Lichtfallen sichergestellt werden, dass Strahlung nicht in gefahrbringender Intensität den Luftreiniger verlässt (Restemission).
3. Offene Aufhängung von UV-C-Strahlern in Räumen mit Strahlungsabschirmung der Personen („Upper-Air“). Dieses System arbeitet ohne Ventilatoren und ohne gerichtete Luftführung. Die Luft wird allein durch übliche Luftbewegungsprozesse (Thermikströmungen, Diffusion) umgewälzt. Offene UV-C-Strahler in Räumen ohne Strahlungsabschirmung dürfen nur in Abwesenheit von Personen genutzt werden.

² Eine Entkeimung kann in unterschiedliche Klassen, je nach Anteil der erreichten Keimreduktion kategorisiert werden. Dies wird durch die sog. log₁₀-Stufen charakterisiert, die als Maßeinheit für die Keimreduktion dienen. Eine log₁₀-Stufe reduziert die vorhandene Keimmenge um 90 %. Eine Desinfektion wird mit etwa 4 bis 7 log₁₀-Stufen erreicht.

4. UV-C-Strahler auf selbstfahrenden Wagen: Autonome Roboter bewegen sich, unterstützt durch Sensoren programmgesteuert durch Räume und desinfizieren die Luft. Nahende Personen werden mittels Sensoren erkannt. In diesem Fall wird das System abgeschaltet.

Beim Einsatz von UV-C-Strahlung zur Oberflächendesinfektion können folgende Varianten unterschieden werden:

1. Geschlossene Geräte (ähnlich einem Mikrowellenofen), in die die zu desinfizierenden Gegenstände eingebracht werden. Nach Schließen der Tür werden diese mit einer definierten UV-C-Dosis zur Oberflächendesinfektion beaufschlagt.
2. Fest verbaute offene Strahler, die auf die zu desinfizierenden Flächen ausgerichtet sind (z. B. Transportbänder, Verpackungsmaterial) mit einer Abschirmung gegenüber Personen oder mit einem Einsatz ohne Aufenthalt von Personen in der Nähe.
3. Handgeführte offene Geräte zur Desinfektion von Oberflächen.
4. Selbstfahrende UV-C-Roboter, die in Abwesenheit von Personen genutzt werden.

4 Checkliste – Beurteilung der Gefährdungen durch UV-C-Strahlung

Die folgende Checkliste soll einen Überblick über die Vorgehensweise bei der Auswahl und zur Gefährdungsbeurteilung von Geräten mit Einsatz von UV-C-Strahlung geben. Dabei kann man sich an den folgenden Schritten orientieren.

Ausgangssituation: Sie haben eine Anlage oder ein Gerät, das mit UV-C-Strahlung arbeitet oder Sie wollen ein solches beschaffen.

Holen Sie im Vorfeld der Planung den Rat einer fachkundigen Person ein. Die Unfallversicherungsträger und die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin stellen weiterführende Informationen zum Arbeitsschutz zur Verfügung. Informationen zu gesundheitsgefährdenden Verfahren und Stoffen werden auch vom Umweltbundesamt veröffentlicht.

I. Informationsermittlung

a) Verschaffen Sie sich einen Überblick über die zu erwartende Expositionssituation mit UV-C-Strahlung:

➤ Eignet sich das Gerät hinsichtlich Raumgröße, Luftvolumenstrom bzw. Luftwechselrate und ggf. der Personenanzahl im Raum für den vorgesehenen Einsatz?

➤ Welche Daten hinsichtlich der emittierten UV-C-Strahlung oder auch zur Entstehung von Ozon lassen sich den technischen Unterlagen des Gerätes entnehmen?

Empfehlung: Achten Sie bereits beim Erwerb auf entsprechende Informationen und auch darauf, dass praxistaugliche Werte zu Grunde gelegt werden. Dazu zählen z. B. Abstände, Bestrahlungszeit zum Erreichen einer Desinfektionswirkung, Bestrahlungsstärke und Strahlungsspektrum.

➤ Gibt der Hersteller an, dass keine messbare UV-C-Strahlung austritt, z. B. bei geschlossenen Geräten wie mobilen Luftreinigern, so ist in Bezug auf die UV-C-Strahlung von keiner direkten Gefährdung auszugehen. Weitere („indirekte“) Gefährdungen z. B. durch Ozon müssen

gesondert beurteilt werden.

- Kann aus dem Gerät/der Anlage UV-C-Strahlung austreten?

Empfehlung: *Verwenden Sie keine offenen Strahler, sofern eine Anwesenheit von Personen nicht ausgeschlossen werden kann!*

- Haben zu dem Bereich, in dem das Gerät eingesetzt wird, während des Betriebs Personen Zutritt oder liegt eine sichere Zugangsbeschränkung vor?

- Wie lange und in welchem Abstand zur Quelle halten sich ggf. Personen in einem mit UV-C-Strahlung exponierten Bereich auf?

- Der Hersteller sollte Angaben zu notwendigen Wartungen machen. Muss das Gerät einer Wartung unterzogen werden? Findet hier eine Exposition mit UV-C-Strahlung statt? Gibt es hier weitere Gefährdungsaspekte? Die Wartung sollte u. a. auch eine Wirksamkeitskontrolle der Lampenleistung, die in Abhängigkeit von der Laufzeit nachlassen kann (sog. Alterung), aber auch die Sicherstellung einer hygienischen Wartung aller Gerätebestandteile (Gehäuse, Filter etc.) beinhalten.

Empfehlung: *Prüfen Sie, ob der Hersteller einen Wartungsvertrag anbietet und Sie diesen Aspekt damit „outsourcen“ können.*

- Da die UV-C-Strahlung von bestimmten Materialien und Oberflächen reflektiert wird, muss auch dies als mögliche Gefährdung in Betracht gezogen werden. Hinweis für eine ungewollte Exposition durch Reflexion kann z. B. ein blaues Leuchten (nicht die eigentliche UV-C-Strahlung) der UV-C-Quelle sein, das auf der betreffenden Oberfläche zu erkennen ist.

Empfehlung: *Eine mögliche Exposition durch Reflexion sollte auch immer messtechnisch überprüft werden!*

b) Grenzwerte – Welche sind relevant?

- Hinsichtlich der Grenzwerte sind in Bezug auf Beschäftigte die Expositionsgrenzwerte gemäß § 6 Abs. 1 OStrV anzuwenden. Der mit der Funktion $S(\lambda)$ bewertete Expositionsgrenzwert von 30 J/m^2 in Bezug auf akute Wirkungen für die Augen und die Haut darf im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 400 nm innerhalb eines achtstündigen Arbeitstages nicht überschritten werden.

- Des Weiteren ist das Minimierungsgebot gem. § 7 Abs. 1 OStrV und Kapitel 3.1. Abs. 3 in TROS IOS Teil 3 zu beachten: „Ziel ist eine weitere Reduzierung der Expositionen nach dem Stand der Technik auf **ein erreichbares Minimum** auch unterhalb der Expositionsgrenzwerte. Dies gilt insbesondere für Expositionen durch UV-Strahlung, da die festgelegten Expositionsgrenzwerte für den Schutz vor Langzeitschäden wie z. B. Linsentrübung, Hautalterung und Hautkrebs nicht ausgelegt sind.“

- Für die Ozon-Belastung gibt es in Deutschland derzeit keinen Arbeitsplatzgrenzwert. In Räumen in denen Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt werden und sich dauerhaft Personen aufhalten wird aktuell empfohlen, den Richtwert für die Raumluftqualitätsstufe RAL 3 nach VDI-Richtlinie VDI 6022 Blatt 3 von **$0,03 \text{ ml/m}^3$ ($0,06 \text{ mg/m}^3$, 30 ppb)** einzuhalten.
Hinweis: *Die WHO hat für Ozon in der Außenluft einen Leitwert von $0,05 \text{ ml/m}^3$ ($0,10 \text{ mg/m}^3$, 50 ppb) als 8-Stunden Mittelwert veröffentlicht. In der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes wurde als Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit eine Luftkonzentration von $0,06 \text{ ml/m}^3$ ($0,12 \text{ mg/m}^3$, 60 ppb) festgelegt, die im 8-Stunden-Mittelwert nicht überschritten werden sollte.*

II. Bewertung der vorliegenden Informationen und Daten

- Kann eine Gefährdung bereits anhand der oben ermittelten Informationen und auch durch Abgleich mit den Expositionsgrenzwerten ausgeschlossen werden? Ist dies der Fall, entfällt

der Aspekt der Messung oder Berechnung der Exposition (siehe Punkt III).

- Kann eine Gefährdung anhand der vorliegenden Informationen nicht ausgeschlossen werden und ist eine vollständige Beurteilung der Gefährdung auf Basis der zugrundeliegenden Informationen nicht möglich, ist eine genauere Überprüfung durch Messung/Berechnung notwendig.

III. Ermittlung der Exposition (Messung/Berechnung)

- Die UV-C-Strahlungsmessung von personenbezogenen Expositionen muss dem Messverfahren nach DIN EN 14255-1 entsprechen (Analyse der Arbeitsaufgabe und Expositionsbedingungen, Messausrüstung und angewendetes Verfahren, Auswertung und Beurteilung etc.).

Hinweis: Die Messung/Berechnung von Expositionen gegenüber UV-C-Strahlung ist fachkundig durchzuführen. Voraussetzung dafür ist neben den Fachkenntnissen auch das Vorhandensein geeigneter Messeinrichtungen.

IV. Bewertung

- Falls eine Bewertung auf Basis der bereits ermittelten Informationen vorgenommen werden kann, kann die Gefährdungsbeurteilung nach der Dokumentation abgeschlossen werden (regelmäßige Wirksamkeitskontrolle beachten!).
- Sollten jedoch Messungen oder Berechnungen nötig sein, so müssen diese mit in die Bewertung einfließen.
Empfehlung: Lassen Sie sich hierbei ggf. durch den für Sie zuständigen Unfallversicherungsträger fachkundig beraten bzw. unterstützen.
- Besonders schutzbedürftige Personen (Personen mit Augen- oder Hautvorerkrankungen, Kinder etc.) sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ebenfalls zu berücksichtigen.

V. Schutzmaßnahmen

- Ergreifen Sie auf Basis der Gefährdungsbeurteilung die erforderlichen Schutzmaßnahmen. Halten Sie sich dabei an das **STOP-Prinzip**:

S – Substitution:

Kann ggf. ein anderes zielführendes Verfahren – ohne den Einsatz von UV-C-Strahlung – für Ihre Anforderungen gewählt werden?

T – Technische Maßnahmen:

Ergreifen Sie technische Maßnahmen, wie z. B. Installation von Filtern und Abschirmungen oder Sensorik, die sicherstellt, dass ein bestrahlter Bereich frei von Personen ist (Abschaltautomatik).

Hinweis: Die UV-C-Strahlung durchdringt die meisten festen Stoffe nicht. Bei Quarzglas, Natrium-Barium-Glas und PTFE Kunststoff gibt es Ausnahmen. Bei Installation von freistrahrenden „Upper-Air“-UV-C-Strahlern im Raum kann im Deckenbereich eine Beschichtung aus UV-C absorbierendem Material angebracht werden. Auch technische Zugangsbeschränkungen sind möglich.

O – Organisatorische Maßnahmen:

Eine UV-C-Bestrahlung mit offenen Strahlern darf z. B. nur nach Kontrolle der Räumlichkeiten durch eine entsprechend geschulte Person erfolgen. Ferner ist eine Kennzeichnung erforderlich, die den Zutritt zu entsprechenden Bereichen regelt: Verbotsschild „Zutritt für Unbefugte verboten“ (D-P006) mit einem ergänzenden Warnschild „Warnung vor Optischer Strahlung“ (W027) gemäß ASR A1.3. Bei der Oberflächendesinfektion sollte überlegt werden, ob die Bestrahlung in arbeitsfreien Zeiten möglich ist. Sofern eine Exposition unumgänglich ist, sollte die Expositionsdauer reduziert werden, z. B. durch Aufteilung der Arbeiten auf mehrere Personen.

P – Persönliche Schutzmaßnahmen:

Z. B. Verwendung von Augenschutz (gemäß DIN EN 166 und DIN EN 170), Schutzhandschuhen und geeigneter Arbeitskleidung, um eine Exposition der Haut zu minimieren (siehe TROS IOS Teil 3). Bietet die Arbeitskleidung keinen ausreichenden Schutz, ist PSA zu nutzen.

- **Unterweisung:** Unterweisen Sie den korrekten Umgang und die korrekte Bedienung der UV-C-Geräte!
- Ggf. ist zusätzlich eine arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten (siehe TROS IOS Teil 1 Kapitel 5).

VI. Dokumentation / Aufbewahrungsfristen

- Bei Exposition gegenüber künstlicher UV-Strahlung sind nach § 3 Abs. 4 OStrV die Unterlagen zur Gefährdungsbeurteilung 30 Jahre aufzubewahren.

VII. Wiederkehrende Prüfung / Wirksamkeitskontrolle

- Als Betrieb können Sie eine Frist für die wiederkehrenden Prüfungen selbst festlegen, insofern Sie keine wesentlichen Änderungen an der Anlage (z. B. Neukauf oder Umbau, der eine Expositionssituation verändert) vornehmen.

Empfehlung: *Prüfen Sie die Gefährdungsbeurteilung vor der jährlichen Unterweisung in Hinblick darauf, ob sich die Expositionssituation z. B. durch Änderungen im Betriebsablauf verändert hat.*

Achten Sie bei Ihren Beschäftigten darauf, ob es Beschwerden bzgl. der Anlagen gibt. Insbesondere brennende Augen, gereizte Haut (wie bei Sonnenbrand) oder auch das Wahrnehmen eines komischen Geruchs oder Reizung der Atemwege können ein Hinweis darauf sein, dass UV-C-Strahlung oder Ozon in unzulässigem Maße aus der Anlage austritt.

5 Praxisbeispiele

Beispiel 1: Mobiler Luftreiniger

Mobile Luftreiniger sollen die Luft von unerwünschten Stoffen wie z. B. Partikeln, Keimen, Bakterien und Viren durch Filterung mittels standardisierter Filter reinigen. In speziellen Ausführungen sind diese Luftreiniger zusätzlich in der Lage, solche Erreger zu inaktivieren. Hierbei kommt oft eine UV-C-Quelle zum Einsatz, die den Filter oder die durchströmende Luft bestrahlt. Die in diesem Beispiel betrachteten Geräte bewegen sich nicht selbstständig und strahlen keine UV-C-Strahlung in den Raum ab.

Ein Beispiel für einen Luftreiniger ist in Abbildung 2 gezeigt. Die Funktionsweise wird ebenfalls dargestellt: Die Luft wird meist von unten angesaugt und durchläuft eine Grobfilterung (Schwebstofffilter), bei der allgemeiner Schmutz aus der Raumluft ausgefiltert wird. Danach wird die Luft ohne Nebenwege durch den sog. HEPA-Filter geleitet. Dieser ist je nach Filterstufe geeignet, in ausreichendem Maß Viren aus der Luft zu filtern. Optional befindet sich an einer Stelle im Luftstrom die UV-C-Quelle, die zeitweise oder permanent aktiviert sein kann. Anschließend wird die gereinigte Luft ausgeblasen.

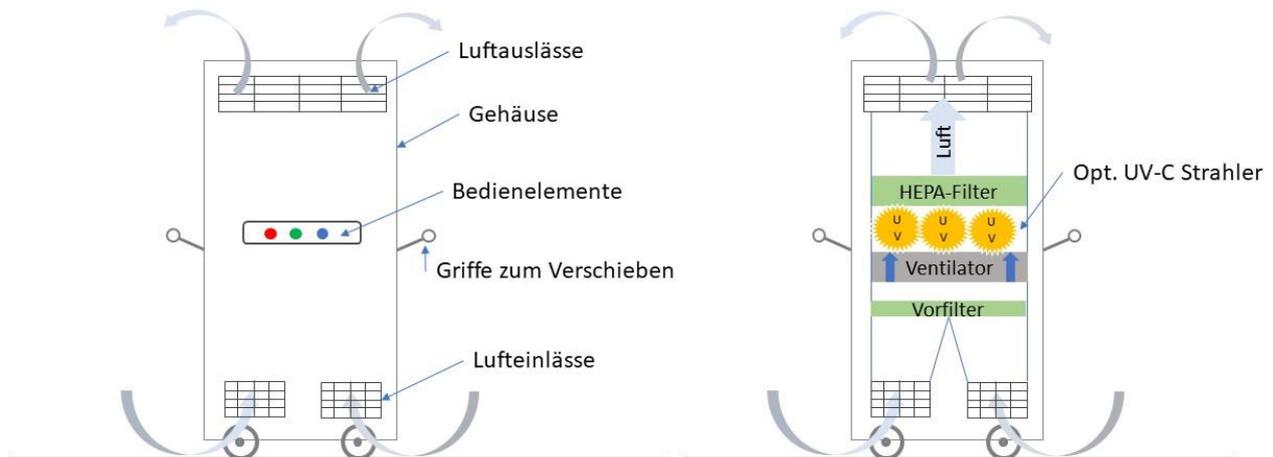


Abbildung 2: Mobiler Luftreiniger von außen und schematisches Arbeitsprinzip

Man unterscheidet mobile Luftreiniger nach den folgenden Arbeitsprinzipien:

- Nur Filterung, ohne weitere Deaktivierung von Mikroorganismen.
- Filterung und Deaktivierung der dort abgeschiedenen Viren, Bakterien, Sporen mittels UV-C-Strahlung, Ionisation/Plasma oder Hitze.
- Mehr oder weniger feine Vorfilterung, anschließend Reinigung überwiegend über eine hohe UV-C-Strahlungs-dosis (min. 100 J/m² bis 120 J/m² für die Wellenlänge 254 nm).

Für die Anschaffung und den Betrieb sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen

Zum Thema mobile Luftreiniger gibt es einige Schriften der DGUV u. a.:

- Hinweise der DGUV zum ergänzenden Einsatz von Luftreinigern zum Infektionsschutz in der SARS-CoV-2-Epidemie <https://publikationen.dguv.de/DguvWebcode?query=p021952>
- ⇨ Luftfilteranlagen in öffentlichen Gebäuden <https://publikationen.dguv.de/DguvWebcode?query=p021933>

Im Folgenden werden noch wichtige Punkte ergänzt die insbesondere die Geräte mit UV-C Strahlung betreffen:

- Für die Strahlung optionaler UV-C-Strahler gilt: Diese darf nicht nach außen dringen (mit üblichen Messgeräten keine Strahlung messbar).
Hinweis: Sollte durch die Öffnungen (inkl. Spalten und Schlitzen) im Gehäuse blaues Licht sichtbar sein, kann dies ein Hinweis auf freigesetzte UV-C-Strahlung sein.
- Falls UV-C-Quellen vorhanden sind: Beim Öffnen des Gehäuses muss die Strahlung abgeschaltet werden oder das Öffnen des Gehäuses darf nur unterwiesenen bzw. ausgebildeten Personen möglich sein. Es darf nur mit Werkzeug zu öffnen sein.
- Die verwendeten UV-C-Quellen dürfen kein Ozon freisetzen. Dazu müssen sich Hinweise in der Betriebsanleitung des Luftreinigers befinden. Ansonsten soll der Hersteller des Luftreinigers dazu kontaktiert werden. Der Richtwert von 0,06 mg/m³ für Ozon-Belastung sollte in geschlossenen Räumen mit empfohlener Raumgröße nicht überschritten werden.
- Die Möglichkeit der bewussten Manipulation muss berücksichtigt werden (z. B. durch Schüler).

- Die Aufstellung muss so erfolgen, dass Lüftungsöffnungen nicht blockiert sind und ein Luftaustausch im Raum erleichtert wird (nicht in Ecken stellen). Dabei sollte ein direkter Luftzug in Bereiche, in denen sich Personen länger aufhalten (z. B. sitzende Schulkinder) vermieden werden.
- Angaben in Betriebsanleitung beachten:
 - Überprüfen Sie, ob Aussagen zur Wirksamkeit vom Hersteller nachvollziehbar belegt werden.
 - Welche Informationen gibt der Hersteller zur Wartung und Lebensdauer des Filters und der Lampen an?
 - Sind die Einsatzbedingungen klar definiert (max./min. Luftfeuchte und Temperatur)?
 - Der CADR-Wert (Clean Air Delivery Rate) für Rauch kann bei der Beurteilung der Filterwirkung hilfreich sein.
- Die Gefährdungsbeurteilung des Betreibers sollte auch die folgenden Gefährdungen berücksichtigen: Stabilität des Geräts im Stand und beim Verschieben, notwendige Kräfte (Ergonomie), Durchführung der Elektroprüfungen nach VDE und Schallemission.
- Geräte, die mit Ionisations-, Plasma- oder Ozontechnologien arbeiten, bedürfen weiterer Beurteilungen und ggf. Messungen.

Diese Punkte können als (unvollständige) Grundlagen für die Gefährdungsbeurteilung dienen.

Beispiel 2: UV-C-Desinfektion im „Upper-Air“-Bereich bei Anwesenheit von Personen

Zur Desinfektion des oberen Raumluftbereichs („Upper-Air“) kommen freistrahkende Decken- oder Wandstrahler zum Einsatz, die UV-C-Strahlung emittieren. Die direkte Strahlung ist meist durch Spiegeltechnik und Lamellenkonstruktionen auf die Raumdecke gerichtet oder auf den oberen Raumbereich beschränkt. Dadurch sollen im oberen Raumluftbereich befindliche Bakterien oder Viren abgetötet werden. Abbildung 3 zeigt das Konzept eines UV-C-Wandstrahlers.



Abbildung 3: Schemazeichnung des Desinfektionskonzepts von Herstellern für einen Wandstrahler.

Gefährdung durch Reflexion

Fällt die Strahlung auf die Decke oder auf die Wände, so wird im Allgemeinen auch ein Teil der Strahlung reflektiert. Bei Reflexion in den Aufenthaltsbereich von Personen ist eine Überschreitung der Expositionsgrenzwerte möglich.

Werden mehrere UV-C-Strahler an den Raumwänden eines Raumes installiert, können die Expositionen sich überlagern. Eine Gefährdung durch zu hohe UV-Expositionen kann bei solchen UV-C-Strahlern nicht ausgeschlossen werden.

Hinweise für die Anschaffung von „Upper-Air“-Systemen:

- Überprüfen Sie, ob Aussagen zur Wirksamkeit vom Hersteller nachvollziehbar belegt werden. Achten Sie dabei auf die Prüfbedingungen (im Labor oder auch in der Praxis) der deklarierten Wirksamkeit.
- Überprüfen Sie, ob das Gerät/die Geräte hinsichtlich Raumgröße und Luftwechselrate und Luftführung für den geplanten Einsatz geeignet ist/sind.
- Achten Sie auf die Herstellerangabe über eine mögliche Ozon-Belastung.
- Achten Sie auf die Herstellerinformationen zur Wartung und Lebensdauer der Lampen.
- Bei freistrahrenden Systemen, die in Anwesenheit von Personen eingeschaltet sind, gilt: Die Reflexion muss als mögliche Gefährdung in Betracht gezogen und sollte auch immer messtechnisch überprüft werden. Achten Sie dabei auf blaues Leuchten an der Decke oder an den Wänden, was auf eine mögliche Gefährdung hindeutet

Achtung: *Ist keine blaue Strahlung wahrnehmbar bedeutet das nicht, dass keine UV-Strahlung vorhanden ist!*

- Lassen Sie die Messung fachkundig durchführen unter Berücksichtigung der folgenden Punkte:

Anhaltspunkte zur Messung:

- Die Messung muss repräsentativ für die Exposition der Beschäftigten sein. Eine individuelle Analyse des Arbeitsablaufs sowie der Expositionsbedingungen ist vor der Messung notwendig.
- Die Messung hat vorwiegend zum Ziel, die Strahlungsexposition in den unbedeckten Körperteilen (Augen/Gesicht, Kopfoberseite, Nacken, Hände und Arme) der Beschäftigten zu bestimmen. Dafür werden die Detektoren der Messgeräte an den Positionen angeordnet, an denen sich der Kopf, die Hände und die Unterarme der Beschäftigten während der Tätigkeiten befinden, z. B. aus einer Höhe von 1,6 m über dem Boden (Gesicht) und 0,9 m über dem Boden (Hände).
- Da die höchste Bestrahlungsstärke teilweise von der an der Raumdecke reflektierten Strahlung ausgeht, sollte der Detektor nicht ausschließlich auf den Strahler, sondern je nach Situation zusätzlich auf die Decke vor dem Strahler ausgerichtet werden (Hinweis: blaues Leuchten).

Achtung: *Ist keine blaue Strahlung wahrnehmbar bedeutet das nicht, dass keine UV-Strahlung vorhanden ist!*

- Die Beschäftigten können bei ihrer Tätigkeit der Strahlung mehrerer Strahler ausgesetzt sein. Ist das der Fall, wird die Strahlung in mehreren Richtungen gemessen.
- Ergänzend zur UV-C-Strahlungsexposition wird empfohlen, die Ozon-Belastung zu messen.

Vorliegende Gefährdungsbeurteilungen der UV-Strahlung

Da das „Upper-Air“-Konzept eine über Jahrzehnte bewährte Methode zur Bekämpfung und Reduktion von Keimen und Viren ist, wurden in der vergangenen Zeit bereits mehrere Gefährdungsbeurteilungen samt Messungen in Betrieben durchgeführt (siehe BGIA-Report 3/2007). Die Exposition der Beschäftigten wurde in vier Werkstoffsortieranlagen untersucht. In den Sortierkabinen waren mehrere UV-C-Strahler (Quecksilberdampflampen mit einer Leistung von 35 bis 55 Watt pro Strahler) an den Raumwänden installiert, deren Strahlung auf die Raumdecke gerichtet war.

Die Messungen zeigen, dass die Beschäftigten dabei teilweise der direkten Strahlung der UV-C-Strahler ausgesetzt waren. Die auf die Raumdecke gerichtete Strahlung wurde auch reflektiert und

fürte zu einer zusätzlichen Exposition der Beschäftigten. Die Messpunkte wurden so ausgewählt, dass sie die exponierten Körperteile der Beschäftigten repräsentierten. Die Abstände zwischen den Messpunkten und den UV-C-Strahlern bzw. den reflektierenden Oberflächen waren zwischen 2 und 8 Metern. Bei ca. 60 % der Messungen wurde der täglich zulässige Expositionsgrenzwert 30 J/m^2 bereits nach 2 Stunden erreicht.

Als Schutzmaßnahmen wurde empfohlen, die UV-C-Strahler nur dort einzusetzen, wo sie zur Reduzierung der Keimbelastung zwingend erforderlich sind. Sofern auf die UV-C-Strahler nicht verzichtet werden kann, sollten die Beschäftigten durch geeignete Abschirmungen vor der UV-Strahlung der UV-C-Strahler geschützt werden. Eine UV-absorbierende Beschichtung an der Raumdecke wurde empfohlen. Zusätzlich sollten entsprechende Hinweisschilder angebracht werden.

Literaturverzeichnis

Rechtliche Vorschriften

- Richtlinie 2006/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung) (19. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)
- OStrV - Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung - OStrV), Stand: 18.10.2017
- Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung: TROS Inkohärente optische Strahlung (TROS IOS)
- Technische Regeln für Arbeitsstätten - Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung - ASR A1.3

Normen zur Klassifizierung von Strahlungsquellen

- DIN EN 62471:2009-03: Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen
- DIN EN 12198-1:2000+A1:2008: Sicherheit von Maschinen – Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung – Teil 1: Allgemeine Leitsätze
- DIN EN 60335-2-65:2013-02: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke Teil 2-65: Besondere Anforderungen für Luftreinigungsgeräte
- DIN EN 60335-1:2020-08: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke, Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Zu beachten ist: Elektrisch betriebene Strahlungsquellen der Freien Gruppe nach DIN EN 62471 sind hinsichtlich der UV-Strahlung nicht für einen achtstündigen Einsatz ausgelegt!

Normen zur Messung und Beurteilung

- DIN EN 14255-1:2005-06: Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung – Teil 1: Von künstlichen Quellen am Arbeitsplatz emittierte ultraviolette Strahlung

- DIN EN 14255-4:2006 Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung - Teil 4: Terminologie und Größen für Messungen von UV-, sichtbaren und IR-Strahlungs-Expositionen; Deutsche Fassung EN 14255-4:2006
- DIN EN ISO 15858:2017-01: UV-C-Einrichtungen – Sicherheitsinformationen – Zulässige Exposition von Personen

Weitere Quellen

- Exposure to artificial UV radiation and skin cancer / views and expert opinions of an IARC Working Group that met in Lyon, France 27–29 June 2005, IARC Working Group Reports, Vol. 1
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists, <https://www.acgih.org/>
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, <https://www.icnirp.org/>
- International Ultraviolet Association (IUVA): COVID-19 FAQ, <https://iuva.org/iuva-covid-19-faq>
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Technisches Merkblatt zur Förderrichtlinie – Bundesförderung Corona-gerechte stationäre raumluftechnische Anlagen, https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/rt_technisches_merkblatt_neu.pdf
- DIN: Project - Disinfection of room air with UV radiation, <https://www.din.de/en/getting-involved/standards-committees/fnl/projects/wdc-proj:din21:339954246>
- Fachverband Gebäude-Klima e.V.: FGK-Status-Report 52 – Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg, Nr. 372 – 01/2021, https://downloads.fgk.de/372_SR52_RLT_und_Covid19_V1_210301.pdf
- Martin Heßling, Katharina Hönes, Christian Lingenfelder: Ultraviolette Bestrahlungsdosen zur Coronavirus-Inaktivierung – Übersicht und Analyse von Coronavirus-Photoinaktivierungsstudien, GMS Hygiene and Infection Control 2020, Vol. 15, ISSN 2196-5226, <https://www.egms.de/en/journals/dgkh/2020-15/dgkh000343.shtml>
- Annina Gritzki, Kersten Bux, Georg Brockt, Erik Romanus, Stefan Voß: Erweiterter Infektionsschutz durch mobile Raumluftreiniger? baua: Focus, März 2021, 10 S., <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Fokus/Raumluftreiniger.pdf>
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) und Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA): Mobile Luftreiniger (MLR) - Hinweise zur Auswahl und zum Betrieb - MLR als ergänzende Infektionsschutzmaßnahme? <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Kooperation/Mobile-Luftreiniger.html>
- Lüftung, Lüftungsanlagen und mobile Luftreiniger an Schulen, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/lueftung-lueftungsanlagen-mobile-luftreiniger-an>
- Stellungnahme der Kommission Innenraumlufthygiene am Umweltbundesamt “Das Risiko einer Übertragung von SARS-CoV-2 in Innenräumen lässt sich durch geeignete Lüftungsmaßnahmen reduzieren”, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/dokumente/irk_stellungnahme_lueften_sars-cov-2_0.pdf
- BGN Lüftungsrechner, <https://www.bgn.de/lueftungsrechner/>; DUGV-App „CO2-Timer“
- BGIA-Report 3/2007: UV-Strahlenexpositionen an Arbeitsplätzen
- Christopher M. Walker and Gwangpyo Ko: Effect of Ultraviolet Germicidal Irradiation on Viral Aerosols, Environ. Sci. Technol. 2007, 41, 5460-5465

- Christoph Kaup: Ultraviolettstrahlung zur Luftdesinfektion in RLT-Geräten, Heizung, Lüftung/Klima Haustechnik Bd. 51 (2000) Heft 7, S. 24 – 31
- CIE Technical Report 155:2003 Ultraviolet Air Disinfection
- CIE Position Statement on Ultraviolet (UV) Radiation to Manage the Risk of COVID-19 Transmission, May 12, 2020
- Ausgewählte Studien zur Wirksamkeit gegen Viren und SARS CoV-2, ZVEI, Fachverband Licht, 22.10.2020
- Gestaltungsrichtlinie für UVC-Luftdesinfektionsgeräte: Technische Mindestanforderungen an Geräte zur Entkeimung von Luft mittels UVC-Strahlung GRL UVC 100
- VDI-Richtlinien VDI 6022 Blatt 3 - Beurteilung der Raumluftqualität
- World Health Organisation ambient (outdoor) air pollution, [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_39/
- CADR-Norm: Method for Measuring Performance of Portable Household Electric Room Air Cleaners, ANSI/AHAM AC-1-2015

Weitere Normen

- DIN/TS 67506 Entkeimung von Raumluft mit UV-Strahlung – UV-C-Sekundärluftgeräte
- DIN EN 166: 2001 Persönlicher Augenschutz – Anforderungen
- DIN EN 170: 2002 Persönlicher Augenschutz – Ultraviolettenschutzfilter – Transmissionsanforderungen und empfohlene Anwendung

Bildnachweis

Die gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Abbildung 1: Wikipedia, Public Domain (CCO) 4
 Abbildung 2: O. Schmitt 10
 Abbildung 3: Zhou-Hanf, Weiqi 11

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
 Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
 10117 Berlin
 Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
 Fax: 030 13001-9876
 E-Mail: info@dguv.de
 Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Nichtionisierende Strahlung
im Fachbereich ETEM der DGUV
der DGUV www.dguv.de

Die Fachbereiche der DGUV werden von den Unfallkassen, den branchenbezogenen Berufsgenossenschaften sowie dem Spitzenverband DGUV selbst getragen. Die Federführung für den Fachbereich ETEM hat die Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM).