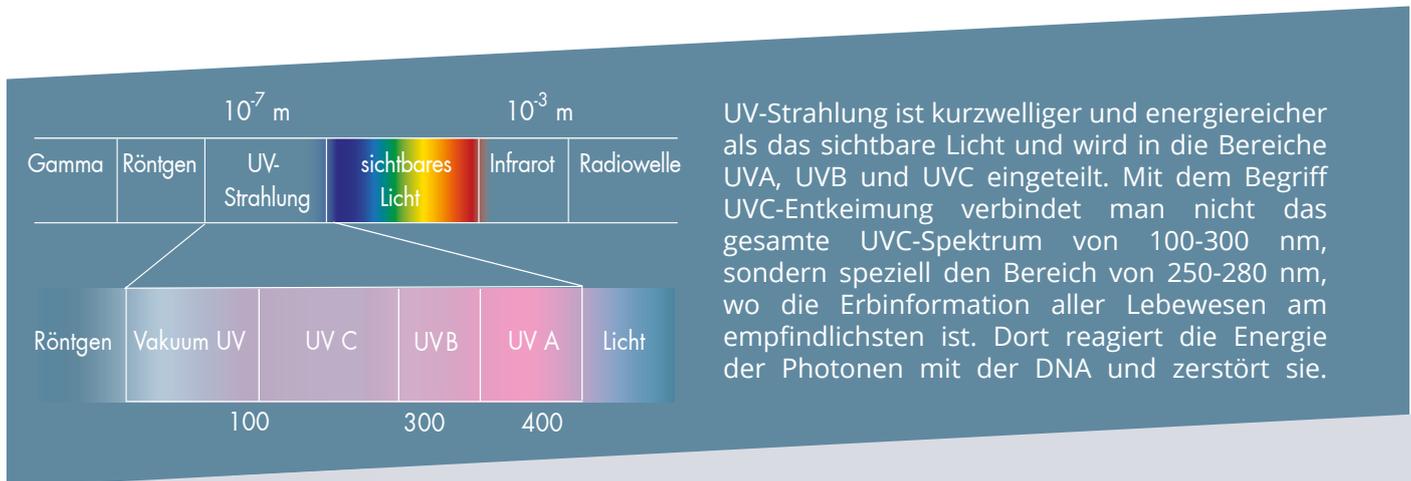


Das Prinzip der UVC-Entkeimung

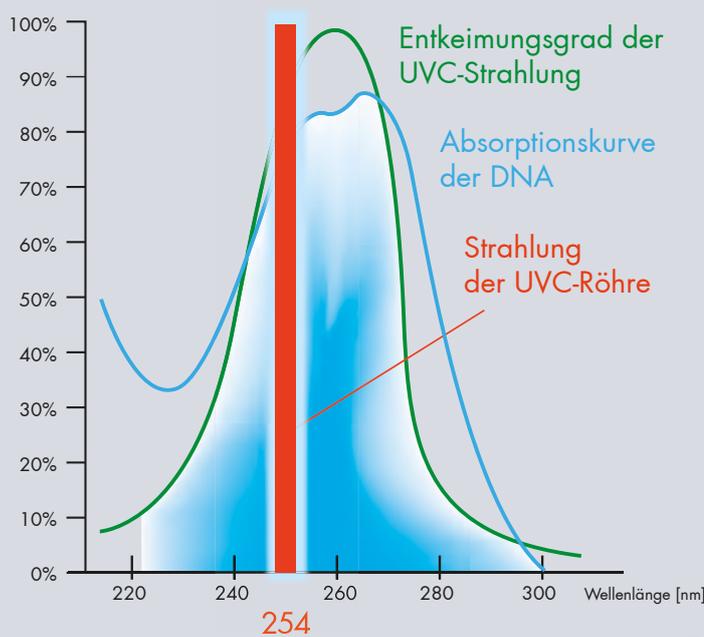
mit UVC_{254nm} gegen alle Arten von Mikroorganismen



Die UVC-Entkeimung von **UVpro** ist in Zeiten von Convenience Food, MRSA in Krankenhäusern, Globalisierung und industrieller Landwirtschaft wichtiger denn je. Besonders dort, wo die Qualität und Sicherheit für Mensch, Tier und Produkt von hoher Bedeutung sind, greift man auf diese effiziente und leistungsstarke Methode zurück. Warum und wie die UVC-Technik rückstandslos rund um die Uhr und ohne Einsatz von Chemie gegen alle Arten von Mikroorganismen funktioniert, ist wissenschaftlich gut belegt.



UV-Strahlung ist kurzwelliger und energiereicher als das sichtbare Licht und wird in die Bereiche UVA, UVB und UVC eingeteilt. Mit dem Begriff UVC-Entkeimung verbindet man nicht das gesamte UVC-Spektrum von 100-300 nm, sondern speziell den Bereich von 250-280 nm, wo die Erbinformation aller Lebewesen am empfindlichsten ist. Dort reagiert die Energie der Photonen mit der DNA und zerstört sie.



Der Entkeimungsgrad von UVC (grüne Linie) erreicht zwischen 240 und 280 nm seinen höchsten Wirkungsgrad mit einem Maximum bei 260 nm. Vergleicht man damit die Empfindlichkeit der Erbsubstanz (DNA, blaue Linie), sieht man fast einen identischen Verlauf.

Das DNA-Molekül besteht aus vier Grundbausteinen (Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin) in einer Doppelhelix. Liegen zwei Thymine nebeneinander wirkt das UVC, indem die Verbindung zum gegenüberliegenden Strang zerstört wird und sie zu stabilen Dimeren verknüpft werden. **UVpro** Röhren geben den größten Teil ihrer Photonen bei 254 nm ab (roter Balken), genau am Maximum der DNA-Zerstörung.

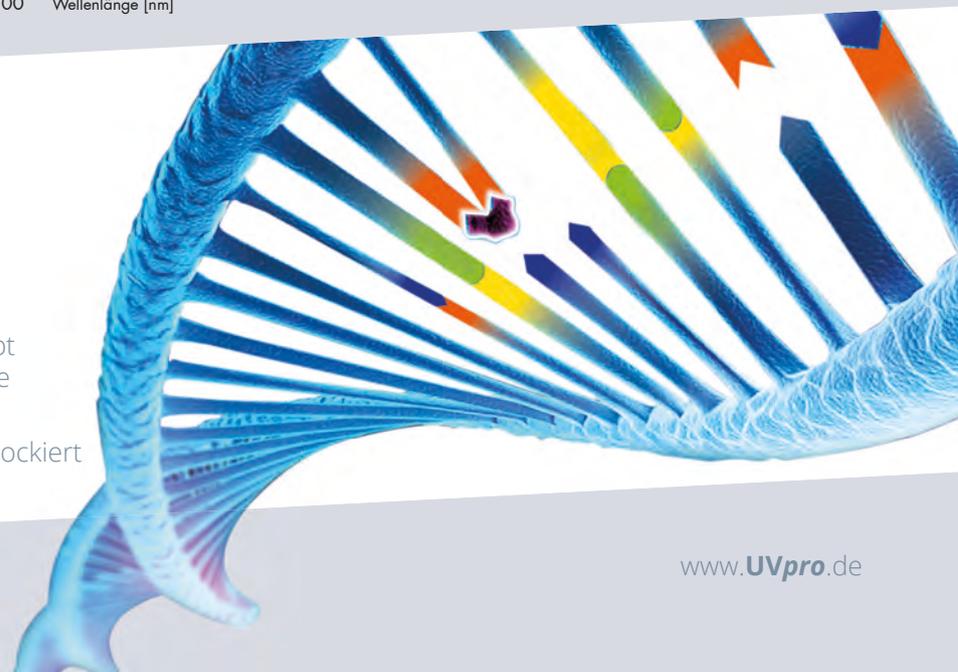
Je höher die UVC-Intensität [mW/cm²] und länger die Bestrahlungsdauer [s], umso höher ist die UVC-Dosis [mj/cm²] und somit die Anzahl der letalen DNA-Schäden für die Mikroorganismen.

↓
Thymin-Dimer Bildung in der DNA
Uracil-Dimer in der RNA

↓
Ablesevorgänge sind blockiert
DNA und RNA sind zerstört

↓
Transkription und Translation sind gestoppt
keine DNA-Kopie oder Protein-Biosynthese

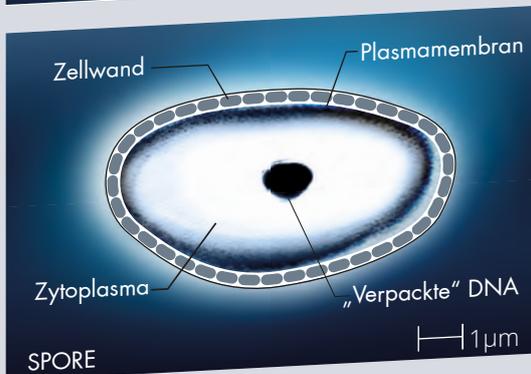
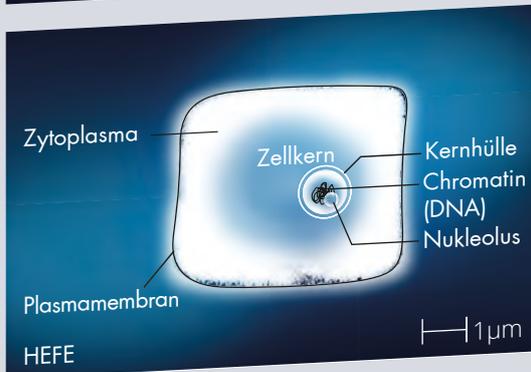
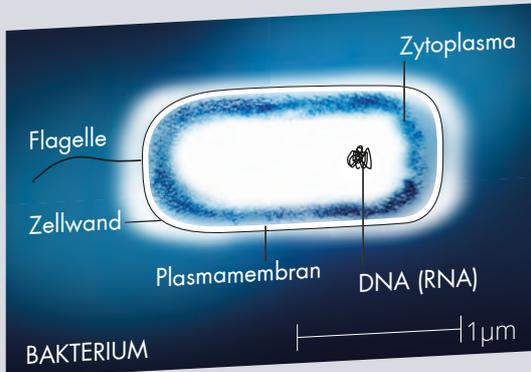
↓
Zellteilung, Vermehrung und Zellfunktion sind blockiert
Mikroorganismen aller Arten sterben ab



LD₉₀-Dosis als Maß für die Entkeimung

Größe, Aufbau und Pigmentierung beeinflussen die UVC-Wirkung

Bei der UVC-Entkeimung gibt es für jede Art von Mikroorganismen eine spezifische letale Dosis (LD). Resistenzen gibt es also nicht! Als Standard dient die LD₉₀, also die Dosis bei der 90% einer Population abgetötet werden.



Bakterien und Viren

- DNA (RNA) kaum geschützt
- kleine Zellen
- einfache Zelle ohne Kern

→ **geringe LD₉₀ Dosen**

1-6
mj/cm²

Hefen und vegetative Pilzzellen

- DNA als Chromosomen
- große Zelle mit Organellen
- komplexe Zelle mit Kern

→ **mittlere LD₉₀ Dosen**

4-10
mj/cm²

Schimmelsporen

- DNA komplex verpackt
- dichtes Zellvolumen
- robuste Zellwand mit Pigmenten

→ **hohe LD₉₀ Dosen**

8-100
mj/cm²

Typische LD₉₀ Dosen* [mj/cm²]

Viren

| | |
|-------------------|-----|
| PRRS Virus | 1,8 |
| Influenza A Virus | 2,1 |
| Herpes Virus | 4,3 |
| Hepatitis A Virus | 6,7 |
| Rota Virus SA11 | 7,5 |

Bakterien

| | |
|-------------------------|-----|
| Campylobacter spec. | 2,2 |
| Legionella spec. | 2,3 |
| Escherichia coli | 2,5 |
| Salmonella spec. | 4,3 |
| Pseudomonas spec. | 4,5 |
| Streptococcus spec. | 4,5 |
| Staph. aureus | 4,8 |
| Listeria spec. | 5,0 |
| Bacillus subtilis (Sp.) | 6,8 |

Hefen

| | |
|-----------------------|------|
| Saccharomyces. ellip. | 3,5 |
| Sacch. cerevisiae | 6,2 |
| Sacch. carlsbergensis | 7,5 |
| Candida albicans | 11,0 |

Schimmelsporen

| | |
|-------------------------|----|
| Penicillium roquefortii | 13 |
| Mucor mucedo | 18 |
| Penicillium digitatum | 38 |
| Aspergillus glaucus | 44 |
| Aspergillus niger | 98 |

*Exemplarische Werte aus der Literatur ohne Gewähr und Anspruch auf Vollständigkeit

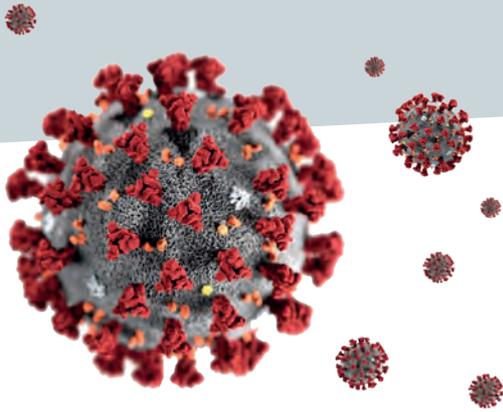
UVC-Entkeimung mit UVpro

- Rückstandslose Maßnahmen gegen Keime in Wasser, Luft und auf Oberflächen rund um die Uhr
- einfache Installation, nachrüstbar in bestehende Anlagen, variabel einsetzbar

Wir planen Ihr Projekt anhand von Software-gestützter 3D-Simulation und entwickeln effiziente Lösungen ganz auf Ihre Bedürfnisse zugeschnitten

Bis zu 99,99 % weniger Keime



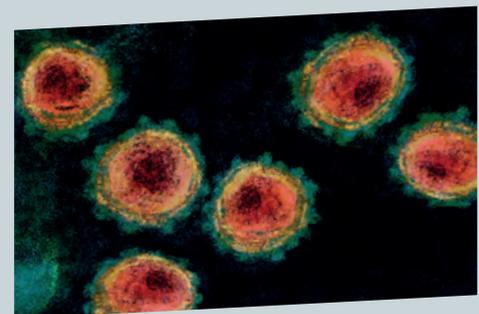


Die aktuelle Pandemie mit dem SARS-CoV-2 Virus zeigt wie wichtig Maßnahmen der Hygiene sind, um seine Verbreitung zu vermeiden. Aber trotz aller Regeln lässt sich nicht alles mit Desinfektionsmitteln reinigen. Die Aerosole in der Luft zum Beispiel in Wartezimmern und die abgesetzten Viren auf Oberflächen des täglichen Umgangs sind die Risiken, die mit UVC-Technik verringert werden können.

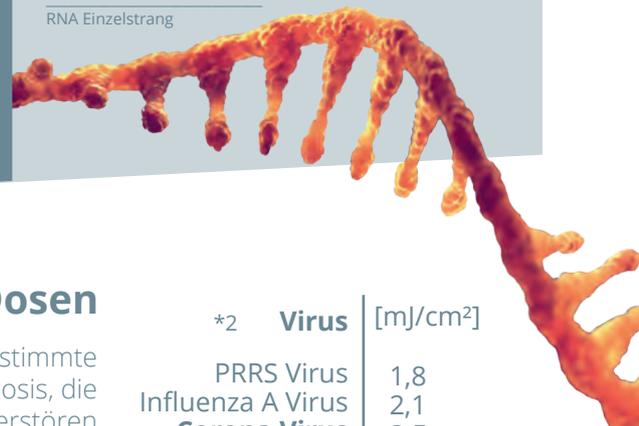
Corona Viren sind infektiöse organische Strukturen von nur 12-160 nm Größe, die sich außerhalb von Zellen in der Umwelt verbreiten. Aber nur innerhalb einer geeigneten Wirtszelle können sie sich vermehren. Einmal z. B. durch Husten ausgeschleuderte Milliarden von Viren verteilen sich in der Umwelt und warten auf den nächsten Wirt. Sie sind nicht lebensfähig, sondern nur Kapseln mit einem Programm zu ihrer Vermehrung. Sie können sich weder teilen noch haben sie einen Stoffwechsel und sind immer auf eine Wirtszelle angewiesen um sich multiplizieren zu lassen. Die Stabilität in der Umwelt hängt von vielen Faktoren wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Beschaffenheit der Oberfläche ab. Nach derzeitigen Erkenntnissen kann SARS-CoV-2 bis zu 3 Stunden in der Luft, bis zu 4 Stunden auf Kuperoberflächen, bis zu 24 Stunden auf Karton und bis zu 2-3 Tagen auf Edelstahl und Plastik ansteckend bleiben. *1

Die Wirkung von UVC auf Viren

Die Virus-Information ist in Form von meist einsträngiger DNA oder RNA in der Kapsel enthalten. Ob RNA oder DNA, der Mechanismus der UVC-Destruktion dieser Moleküle ist sehr effektiv. Die Strahlung dringt durch die Virushülle und trifft auf die Erbsubstanz. Bei der RNA werden wie bei der DNA Pyrimidin-Dimere und zusätzlich Uridin-Hydrate gebildet. Die Information zur Vermehrung ist verloren, das Virus nicht mehr virulent und der Infektionskreislauf wird durchbrochen.



Elektronenmikroskopische Aufnahme von Coronaviren
RNA Einzelstrang



Typische LD90 Dosen

Je nach Virus braucht man eine bestimmte UVC-Dosis, um es zu blockieren. Die Dosis, die benötigt wird um 90% eines Virustyps zu zerstören nennt man LD90. Bei Influenza Viren ist das sehr einfach möglich mit 2 mJ/cm², bei Corona gibt es leider sehr wenige Werte, die meisten Experten sehen eine LD90 von 2,5 mJ/cm² als realistisch an. Dabei ist allerdings auch wichtig, ob man die Viren in der Luft, im Tröpfchen, Sputum, Blut oder Wasser inaktivieren will. Um eine glatte Oberfläche sogar zu 99,9 % zu desinfizieren braucht man ca. die dreifache LD90 Dosis, bei Corona Viren also zwischen 7,5 und 10 mJ/cm².

| *2 | Virus | [mJ/cm ²] |
|----|---------------------|-----------------------|
| | PRRS Virus | 1,8 |
| | Influenza A Virus | 2,1 |
| | Corona Virus | 2,5 |
| | Herpes Virus | 4,3 |
| | Hepatitis A Virus | 6,7 |
| | Rota Virus SA11 | 7,5 |

*1 <https://www.zusammengegegen-corona.de/informieren/basiswissen-coronavirus/> - 26.03.2020 Bundesministerium für Gesundheit.

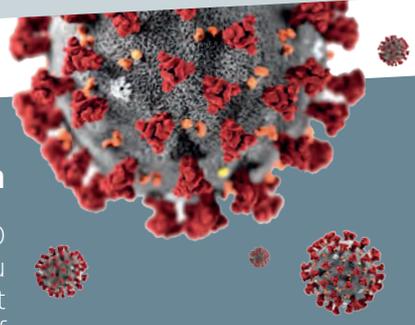
*2 Exemplarische Werte aus der Literatur ohne Gewähr und Anspruch auf Vollständigkeit



UVpro WDS

Inaktivierung von Viren auf Oberflächen

Die Decken- Wandstrahler vom Typ WDS (mit Blende) und WDO (offen) sind geeignet, um Oberflächen und auch die Luft direkt mit UVC zu behandeln. Bei richtiger Positionierung wird der Luftraum effektiv desinfiziert und bestrahlte Oberflächen von Viren befreit. Da die UVC-Strahlung auf Haut und Augen des Menschen Verbrennungen verursacht, werden diese Strahler in Ruhezeiten (nachts) und menschenleeren Räumen eingesetzt, fest installiert in Behandlungsräumen oder mobil auf Rollständern.



Entkeimungskammern und Schleusen

In Entkeimungskammern und Schleusen können Pakete, Stethoskope, Mundschutz, Handys und Waren effektiv von Viren und Keimen befreit werden. Die EKB Entkeimungsbox bestrahlt in der verspiegeltem Kammer mit einer Mindestleistung von 4 mW/cm², das heißt nach 2 Minuten sind schon 500 mJ/cm² erreicht, ein Wert der selbst in Gewebe oder auf rauen Oberflächen alles abtötet was viralen und bakteriellen Ursprung ist. Für Wareneingangsbereiche nutzt man Schleusen oder mit UVC ausgestattete ganze Räume um die Eingangsware zu desinfizieren. Pakete können auf Förderbändern zu 99% von Viren befreit werden.



UVpro EKB 100

Umluftentkeimer reduzieren effektiv die Virenfracht der Luft

In Wartezimmern halten sich viele Menschen auf engem Raum auf, die Konzentration an Viren und Bakterien in der Luft steigt deutlich. Durch Husten und Niesen werden kleinste Tröpfchen mit Viren in die Luft abgegeben. Umluftentkeimer wie der V-Lab saugen die Luft an und bestrahlen sie effektiv mit UVC. Auf der Auslassseite wird bis zu 100 m³ Luft pro Stunde mit 99% weniger Viren ausgeblasen. Eine kleine für Büros geeignete Lösung bietet der V-50 mit bis zu 50 m³/h und einer 90%igen Reduktion.

Im industriellen Maßstab geschieht das gleiche durch die Geräte der V-Serie mit 300, 500 oder 1000 m³ pro Stunde. 12,5 mJ/cm² bedeuten eine Inaktivierung der Coronaviren von über 4 log Stufen (99,995%). Durch eine gezielte Luftführung werden Servicemitarbeiter und Kunden geschützt und gleichzeitig Bereiche hoher Luftqualität geschaffen.

| UVpro Typ | Umluft max. [m ³ /h] | Dosis [mJ/cm ²] | Corona Reduktion |
|-----------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|
| V50 | 50 | 3,5 | 95% |
| V-lab | 100 | 9,0 | >99,9% |
| V300 | 250 | 6,5 | 99% |
| V500 | 250/500 | 12,5/8,5 | 99,995/99% |
| V1000 | 425 - 850 | 12,5 - 6,5 | 99,995 - 99% |



UVpro V300
UVpro V-lab

Der Einsatz von UVC bringt in vielen Lebenssituationen einen Teil der Sicherheit zurück, die einen normalen Geschäftsbetrieb zulassen. Atemluft und die Oberflächen können effektiv von Viren befreit werden. Smartphones, Taschen, Arbeitsgeräte und Hilfsmittel werden nach dem Einsatz entkeimt abgelegt.

UVC-Konzepte können keine Pandemie stoppen, aber ein wichtiger Baustein für eine deutlich geringere Virulenz der Viren sein und somit vor vielen Neuinfektionen schützen.

Informationen zu den Geräten erhalten Sie unter www.UVpro.de



Karlsruher Institut für Technologie

KIT-Campus Süd | LTI | Engesserstr.13 /76131 Karlsruhe

Lichttechnisches Institut
Licht- EVG und Plasmatechnologien

Leiter/in der OE: Dr. Rainer Kling

Engesserstr. 13
76131 Karlsruhe

Telefon: 0721-608-42537
Fax: 0721-608-42590
E-Mail: rainer.kling@kit.edu
Web: www.kit.lti.edu

Bearbeiter/in: Kling
Unser Zeichen: Kg 12/8/20
Datum: 28. September 2020

MESSPROTOKOLL

Sehr geehrte Damen und Herren,
wir haben das folgende Gerät nach DIN 62471 vermessen: / UVC-AIR-SANITIZER V-Lab300E

Wirksamkeitsprüfung:

Datum: am 24.09.2020 wurde bei uns am Institut das bezüglich Wirksamkeit
Prüfbedingungen: bei $T = 25^\circ$ und 60 % Feuchte im Prüflabor des LTI der EXACTair UVC-AIR-SANITIZER V-Lab300E mit 2 x 40 W ozonfreien UV Strahler vermessen.
Messgerät: auf PTB rückführbare Prüfnormale und Spektrograph

Messergebnisse:

Mit der Strahlungsleistung von $2 \times P_{uv} = 12 \text{ W} = 24 \text{ UV-Strahlung}$ bei 254 nm und bei einem Luftstrom vom $100 \text{ m}^3/\text{h}$ bei Nennbetrieb von $P_{el} = 101 \text{ W}$. elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes. Das Gerät reduziert mit dieser UV-Strahlung die Luft um die folgende Keimbelastung:

Bakterien und Hefen: > 99,9 %
Viren inkl. SARS-CoV-2: > 99,9 %
Schimmelpilze: > 94 %

Mit freundlichen Grüßen

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Lichttechnisches Institut

Campus Süd, Geb. 30.34

Engesserstraße 13, 76131 Karlsruhe

Tel.: 0721-608-42531, Fax: 0721-608-42590

Kling

BGN - 68136 Mannheim

ORCA GmbH
Herrn Rainer Orbach
Hungenbach 1D
51515 Kürten

Ihr Zeichen:
Ihre Nachricht vom:
Unser Zeichen: Rie
(bitte stets angeben)
Ihr Ansprechpartner: Dr. Peter Rietschel
Telefon: 0621 4456 3450
Mobil: 0152 5677 3173
Fax:
E-Mail: peter.rietschel@bgn.de

Datum: 13.11.2020

Untersuchung des Luftentkeimers UVpro V500 auf Emissionen von Ozon, Stickoxiden und UV-Strahlung

Sehr geehrter Herr Orbach,

filterlose Luftentkeimer können je nach Bauart Ozon, Stickoxide oder auch UV-Strahlung in Arbeitsbereiche freisetzen.

Die Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe hat bei dem von Ihnen zu Testzwecken zur Verfügung gestellte Modell UVpro V500 die Freisetzung der o. g. Gefahrstoffe in einem Einzelversuch über 4 Stunden messen lassen. Die Probenahmen erfolgten in einer Untersuchungskammer mit einem Raumvolumen von ca. 41 m³ und einer Luftwechselzahl des Raumes mit seiner Umgebung von ca. 1,3/h als worst-case Messung direkt am Luftauslass des Gerätes.

| Gefahrstoff | Nachweisgrenze | Messwert |
|-------------------------------------|----------------|----------|
| Ozon (O ₃) | 0,02 | < 0,02 |
| Stickstoffmonoxid (NO) | 0,03 | < 0,03 |
| Stickstoffdioxid (NO ₂) | 0,04 | < 0,04 |

Die UV-Strahlungsfreisetzung ist in einem Abstand von 1 m zu den Komponenten Lufteinlass und Luftauslass orientierend gemessen und mit den Expositionsgrenzwerte (EGW) gemäß des Kapitels 5 des Teils 2 der TROS Inkohärente Optische Strahlung - TROS IOS bewertet worden.

Als Ergebnis wurde festgestellt, dass beim Betrieb des Geräts über einen Zeitraum von 4 Stunden in der Untersuchungskammer keine Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenze der jeweiligen Messverfahren gefunden wurden. Daraus wird gefolgert, dass bezüglich der Emissionen von Ozon, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid sowie UV-Strahlung auf der Grundlage dieser Einzelmessung und unter der Annahme einer fachgerechten Montage/Inbetriebnahme keine Gefährdungen für Personen bestehen.

Eine Prüfung auf Eignung des Geräts zur Abtötung bzw. Deaktivierung von SARS-CoV-2-Viren oder anderer Viren sowie Pilzsporen und Bakterien war nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Zur luftentkeimenden Wirkung dieses Geräts kann mit dieser Untersuchung keine Aussage getroffen werden.

Mit freundlichen Grüßen,
im Auftrag



Dr. Peter Rietschel