

GMBU



Gesellschaft zur Förderung
von Medizin-, Bio- und
Umwelttechnologien e.V.

Mitglied der



ZUSE-GEMEINSCHAFT
FORSCHUNG, DIE ANKOMMT.

techn. Gutachten GMBU 2021-01-14

Prüfung auf UV-C Geräteemission am Produkt

„Hygiene-UVC-Airbox“

der

IVAT GmbH

**Aindlinger Straße 3
D-86167 Augsburg**

Grundlagen

Relevante Normen, Vorschriften und Standardschriften im Kontext sicherheitsrelevanter UV-C Strahlungsvermessung, inklusive Normen zur begrifflichen Grundlagendefinition.

Richtlinie 2006/25/EG, durch Verordnung in deutsches Recht überführt Juli 2010.

DIN EN ISO 15858:2016(D)

DIN 5031-10

DIN EN 14255-1:2005-06

DIN ISO 2043-2007

DIN EN 60335-2-65 (VDE 0700-65)

CIE 155-3

Messbericht

Nr. GMBU-2021-01-14

1.) Beschreibung des Gegenstandes

Bei dem zu prüfenden Gerät handelt es sich um ein Luftreinigungsmodul. Der UV-C Bestrahlungsbereich besteht aus einem runden, überwiegend gehaustem Luftkanal. Die Lufteintritt- und -austrittsflächen haben einen Querschnitt von $D_A = 95 \text{ mm}$.

Das Gerät verfügt über eine aktive Luftumwälzung, an den Stirnseiten befinden sich flächige Lufteintritts- und austrittsflächen, die zentral mit einem runden Edelstahlblech weitgehend abgedeckt sind, so dass Luft und UV-C Strahlung nur über eine ringförmige Fläche zwischen Gehäusewand und zentrischer Abdeckung austritt.

Die ringförmigen Öffnungsbereiche stellen potenzielle Strahlungsausstrittsbereiche dar.

Die Luftein- und Austrittsbereiche sind bezüglich ihres Gehäuseabschlusses baugleich ausgeführt.

Die beiliegende Anleitung enthält folgende einschränkende Hinweise zu Montageposition:

- Mindestmontagehöhe 2m
- Wandmontage

Der Messgegenstand wurde betriebsfertig bereitgestellt. Das Gerät verfügt über einen festen Luftvolumenstrom. Die UV-C Leistung ist nicht veränderbar.



Quelle: <https://www.hygiene-air-tower.de/>

Abb.1) Luftein- bzw. baugleich ausgeführte Luftaustrittsseite

2.) Prüfhintergrund

Der Einsatz von UVC- Strahlern am Arbeitsplatz verpflichtet zur Berücksichtigung mehrerer Sicherheitsvorschriften, insbesondere

DIN EN ISO 15858 „UV-C Einrichtungen- Sicherheitsinformationen- Zulässige Exposition von Personen“

sowie der übergeordneten und spektral weiter gefassten:

Richtlinie 2006/25/EG, durch Verordnung in deutsches Recht überführt Juli 2010.

Beide Dokumente behandeln den Schutz von Personen am Arbeitsplatz.

Die vorgesehenen Messungen umfassen daher die Prüfung in einer realen Umgebung eines installierten Gerätes, vgl. auch die Durchführungsvorschrift nach DIN EN 14255-1:2005-06.

Die entsprechende Messung beschreibt die tatsächliche Personenbelastung in Abhängigkeit von der Installationsart- und Höhe eines Gerätes, der Geräteanzahl im Raum und möglichen weiteren UV-C Quellen. Sie ist daher nach der Installation unter Betriebsbedingungen vorzunehmen, und liegt in den meisten Fällen in der Verantwortung des Betreibers.

Die zulässige Strahlungsdosis bezieht sich nach R 2006/25/EG auf eine tägliche Expositionszeit von 8h und den gesamte UV-Spektralbereich, DIN/EN/ISO 15858 betrachtet explizit 254nm Strahlungsquellen, ermöglicht aber auch eine Bewertung bis 24h/Tag Expositionsdauer.

Entsprechende Messungen können ersatzweise oder in abgewandelter Form unter Referenzbedingungen vorgenommen werden, um Installationsanweisungen zu Mindestabständen bei Installation von Einzelgeräten pro Raum bereitzustellen.

Der Hersteller bzw. der ausführende Fachbetrieb kann dadurch sicherstellen, dass eine durchgeführte Prüfung erfolgreich verlaufen wird.

Die Verwendung des 8h/Tag Expositionsgrenzwertes ist im Bereich des Arbeitsschutzes üblich. Im begründeten Fall könnten auch höhere Bestrahlungsgrenzwerte mit kürzeren Expositionszeiten angesetzt werden wenn eine entsprechend lange Aufenthaltsdauer im Strahlungsbereich ausgeschlossen werden kann (Schleusensysteme, Räume mit kurzen Aufenthaltszeiten, Sanitär, Pausenraum), und keine weitere UV-C Exposition am Arbeitsplatz vorliegt. Das Produkt aus Bestrahlungsstärke und Bestrahlungsdauer (die sog. Bestrahlung oder „Dosis“) darf aber den Expositionsgrenzwert für 8h nicht übersteigen.

3.) Messverfahren

Das Messverfahren verwendet den von den vorgenannten Normen definierten zulässigen UV-Expositionsgrenzwert für Arbeitsplätze von $H_{\text{eff}} = 30 \text{ J/m}^2$ für 8h / Tag. (2006-25-EG, Anhang 1, Tab. 1.1) bzw. den gleichwertigen Tabellenwert nach DIN EN ISO:15858:2017 .

Dem Gerät lagen im Rahmen der Bedienungsanleitung Montagehinweise zur Positionierung des Gerätes im Raum, Mindestabständen oder Montagehöhen bei.

Von Seiten der durchführenden Prüfeinrichtung werden verschiedene Prüfanordnungen angeboten, in Absprache und unter Berücksichtigung der Geräteeigenschaften.

Die Messungen berücksichtigen Anforderungen zum Messaufbau nach DIN 15858 Abs. 4.4. Die vorgeschriebenen Messhöhen zur Durchführung liegen zwischen 1,83m bis 2,13m. Im Rahmen der durchgeführten Messungen wurde durchgehend mit einer Messhöhe von 2,0m gearbeitet. Dies entspricht der geforderten Mindestmontagehöhe und liegt innerhalb der Prüfhöhenspezifikation nach nach DIN 15858 Abs. 4.4 .

Auf Grund des symmetrischen Aufbaus und zentrischer Strahlenpositionierung ergaben sich bei der orientierenden Produkteingangsprüfung keine Strahlungsunterschiede zwischen Lufteinlass und Luftauslass. Die nachfolgenden Prüfungen erfolgte jeweils an der linken Luftöffnungsseite.

-Informativ- Prüfanordnung PA1: Prüfung auf Maximalexposition

Die Prüfung beurteilt das Sicherheitsrisiko wenn sich Personen in direktem Kontakt mit einem eingeschalteten System befinden, unabhängig von der Einbauhöhe. Beispiele wären Reinigungspersonal sowie Handwerker und Installateure die unmittelbar in Gerätenähe arbeiten, bei niedrig montierten Systemen aber auch Arbeitnehmer auf Trittstufen an Aktenschränken oder Verkaufsregalen. In entsprechenden Fällen kann es zu kurzzeitigen Expositionen im Nahfeld von Strahlenaustrittsfenstern kommen.

Entsprechende Prüfanordnungen berücksichtigen Abstände zwischen 0-5 cm.

Auf Grund des gerätetechnischen Designs mit einer gehäuseseitigen Teilabschirmung der Austrittsöffnung, der zentrischen strahlungsdichten Abdeckung der Öffnung sowie der vorgeschriebenen Wandmontage ist eine Messung nach PA1 nicht zweckmäßig, wurde nicht beauftragt und nicht durchgeführt.

Prüfanordnung PA2: Prüfung auf Mindestabstand 0° Geometrie

Ausgehend von der vorgegebenen Mindestmontagehöhe von 2m und dem Prüfhöhenbereich nach DIN befinden sich das zu prüfende System und der Sensor in 0° Geometrie. Unter dieser Geometrie ist die maximale Strahlungsbelastung zu erwarten. Die Prüfung ermittelt durch lineare horizontale Verschiebung den Abstand bis zum unterschreiten des 8h Expositionsgrenzwertes.

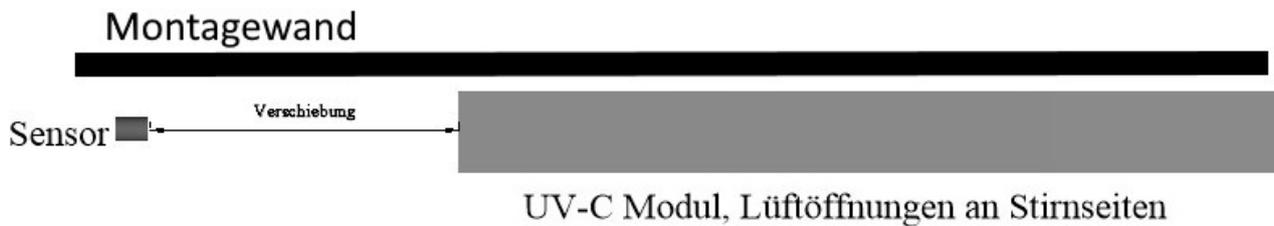


Abb. 2) Schemata zur Prüfanordnung PA2

Die Prüfanordnung ist für das vorgestellte Gerät je nach Montagesituation eingeschränkt relevant. Zwar ist nicht mit einer längerfristigen Exposition von Personen zu rechnen die sich direkt neben dem Gerät wenige Zentimeter vor der Wand befindet. Dennoch stellt diese Geometrie eine Situation mit besonders hohem Gefährdungspotential dar, wenn die Abstände zum Gerät entsprechend gering sind.

Bei Montage des Gerätes an einem Pfeiler oder nahe an einer Ecke ist zudem diese Abstrahlrichtung als frei-strahlend zu betrachten und prüftechnisch relevant.

Prüfanordnung PA3: Prüfung auf Mindestabstand 45° Geometrie

In Räumlichkeiten mit ausreichend Deckenhöhe erfolgt die Montage üblicherweise in erhöhter Position. Hierfür erfolgt eine Referenzprüfung unter 45° in Abstandsschritten von $dH=10\dots 20\text{cm}$ bis zum unterschreiten des 8h Expositionsgrenzwertes.

Die Prüfung findet ebenfalls Anwendung für wandmontierte Systeme, hier erstreckt sich der Sensorwinkel nicht vertikal sondern horizontal in den Raum.

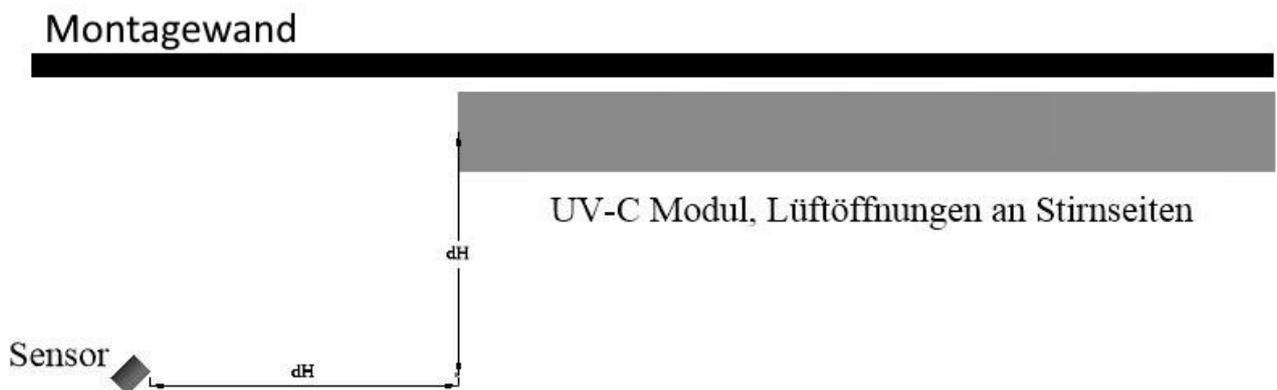


Abb.3) Schemata zur Prüfanordnung PA3

4.) Durchführung

Für alle Messungen erfolgte eine Wandmontage des Systems. Die Montagehöhe bis Gerätemitte des Strahlers betrug 2,0m.

Die Wandoberfläche ist glatt, Innenraumfarbe weiß.

Die horizontale Ausrichtung des montierten Prüflings wurde per Wasserwaage überprüft.

Die Ausrichtung von Prüfling und Messsystem wurde mit einem Kreuzlinien-Nivelierlaser überwacht.

Für die exakte Ausrichtung der Sensorfläche auf die Strahlungsausstrittsfläche wurde der Detektorkopf mit einem Ziellaser versehen.

Die Abstrahlung an den Austrittsöffnungen erfolgte nicht freistrahrend. Das Design des Gehäuses schattet Bereiche der Austrittsöffnung ab. Die Wandoberfläche bildet eine relevante Reflexionsfläche. Oberfläche und Farbgebung im Prüfumfeld entsprechen einem typischen Installationsumfeld.

Für die Messungen entsprechend PA 2 wurde der Sensorkopf in 2,0m Höhe in 20cm Schritten linear verschoben und jeweils die Bestrahlungsstärke gemessen. Bei der Bestrahlungsstärke, die bei 8-stündiger Exposition zur Erreichung des Grenzwertes führt, wurde der Abstand zwischen Sensor und Geräteaustrittsöffnung gemessen. Vgl. Abb. 2.

Für die Messung entsprechend PA 3 erfolgte die Abstandsänderung durch Positionsänderung des Sensor in 20 cm Schritten entlang der Katheten, wobei die Sensorausrichtung auf die Austrittsfläche durch den Ziellaser zusätzlich überwacht wurde. Vgl. Abb. 3.

Aus der Hypotenuse ergibt sich der direkte Grenzabstand für 45° Geometrie.

5.) Verwendetes Prüfmittel

Spektralradiometer SP 320, Instrument Systems GmbH, SN 11132095 mit EOP 146, OFG-424, PLG-420

spektralradiometrisch kalibriert $E_e(\lambda)$ von 220 nm bis 1350 nm, Prüfzeichennummer CAL-203-16-036

Das scannende Spektrometer besitzt im Spektralbereich von 190 – 1000 nm einen Empfindlichkeitsbereich für Bestrahlungsstärke von 10^{-1} bis 10^{-13} W/cm² nm .

Der Detektorkopf EOP 146 besitzt eine kosinusförmige Einkoppelcharakteristik.

6.) Ergebnisse

Die Emissionen im UV-B und UV-A bis 400 nm nach DIN 15858 werden für 254nm Linienstrahler nicht berücksichtigt.

Folgende Höchstzulässige UV-C-Exposition gilt für eine Emission von 254 nm - Strahlung nach DIN EN 15858:2017-01/ EN ISO 15858: 2016 (D)

Zulässige Expositionsdauer h/Tag DIN 15858	Bestrahlungsstärke $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
8 h	0,2
4 h	0,4
2 h	0,8

PA2:

Messtelle	Mess- konfiguration	zul. Exposition 8h/Tag DIN 15858	Grenzwert erreicht im Abstand von	Korrespondierender Messwert
Luftöffnung links	PA 2	0,2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	120cm	0,25 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

ergänzende Angabe:

Messtelle	Mess- konfiguration	zul. Exposition 4h/Tag DIN 15858	Grenzwert erreicht im Abstand von	Korrespondierender Messwert
Luftöffnung links	PA 2	0,4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	100cm	0,380 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

PA3:

Messtelle	Messkonfiguration	Zulässige Exposition 8h/Tag DIN 15858	Expositionsleistung gemessen
Luftöffnung links	PA 3 ; 40x40cm	0,2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	0,20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

Der direkte Grenzabstand unter 45° ergibt sich somit zu 0,57m.

7.) Expositionsbeurteilung

Die Richtlinien zur Expositionsbeurteilung basieren auf einem 8h Arbeitstag. Die nachfolgenden Beurteilungen verwenden diese Expositionszeit, gehen also von einem 8h Aufenthalt im Expositionsbereich und der Messgeometrie PA2-3 aus.

Nach DIN 15858 sind allerdings die Höchstgrenzen entsprechend der Realzeit-Belegung von Räumen zu wählen, so dass sie je nach täglicher Arbeitszeit und Aufenthaltsdauer für verschiedene Räume unterschiedlich ausfallen können.

Sofern sichergestellt werden kann, dass der Tagesgrenzwert nicht durch weitere Expositionen überschritten wird, sind für Räume mit kurzer Aufenthaltsdauer auch entsprechend höhere effektive Bestrahlungsstärken anwendbar.

7a.) Expositionsbeurteilung nach DIN EN ISO 15858:2017

PA 2:

Die Ergebnisse in 0° Geometrie liefern Anhaltswerte welche Mindestabstände zum Gerät bei Montagehöhen von 210cm oder weniger einzuhalten sind. Mit ca. 1,2 m ist der ermittelte Werte für den Mindestabstand als relevant anzusehen. Der Wert ist kritisch zu betrachten da entsprechende Freiräume in den wenigsten Fällen baulich oder organisatorisch Berücksichtigung finden.

PA 3:

Für Montagepositionen an langen Wandflächen konnte für eine repräsentative 45° Geometrie ein Montagemindestabstand von 0,57m ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus PA2 ist für kleinere Winkel ein zunehmender Mindestabstand bis 120 cm bei 0° Geometrie zu berücksichtigen.

7.a) Expositionsbeurteilung nach R2006/25/EG

Für die Expositionsbeurteilung ist das Emissionsspektrum von 200-400nm mit der $S_{(\text{Lambda})}$ Funktion zu falten. Für Einzellinienstrahler ohne relevante Nebenpeaks kann die Berechnung vereinfacht mit dem Faktor der entsprechenden Wellenlänge erfolgen.

$$H_{(\text{eff})} = 30 \text{ J/m}^2 \text{ für } 8\text{h / Tag}, S_{(254\text{nm})} = 0,5 \text{ (R2006/25/EG, Tab1.1)}$$

Ableitung der effektiv wirksamen Bestrahlungsstärke $E_{(\text{eff})}$:

$$E_{(\text{LE eff, LA eff})} = E_{(\text{LE, LA})} * S_{(\text{Lambda})}$$

Berechnung der Expositionszeit bis Überschreitung des Grenzwertes:

$$t_{(\text{Exp})} = H_{(\text{eff})} / E_{(\text{eff})}$$

Daraus ergeben sich für die UV-C Bewertung bei 254 nm gleiche Grenzwerte wie für DIN 15858.

PA2:

Sofern durch räumliche Gegebenheiten die Möglichkeit gegeben ist sich langfristig vor den Luftöffnungen aufzuhalten, ist bei einer achtstündigen Exposition und bei einem Abstand von weniger als 120 cm dieser Bereich ein Risikobereich.

. Durch Ausrichtung des Gerätes, andere Montagehöhe, baulich-räumliche Gestaltung oder Anordnung von Arbeitsplätzen ist sicherzustellen das dieser Bereich im Prüffall nicht als dauernder Expositionsbereich für Personen herangezogen werden.

PA3:

Bei relevanten Prüfbereichen die sich schräg vor den Austrittsöffnungen befinden sinkt die UV-C Belastung für Personen deutlich. Aus den Mindestabständen für 0° (120cm), 45° (57cm) und 90° (~ 0 cm), kann ein etwa keulenförmiger Risikobereich um die Öffnungen abgeleitet werden.

Anmerkung

Auf Grund des konstruktiven Gerätedesigns ist zu erwarten, dass bei einer vorgeschriebenen Montagehöhe die über der ausgewiesenen möglichen Messhöhe von 2,13m liegt die einzuhaltenden Abstände deutlich sinken.

8.) Fehler

Die Messunsicherheit der Bestrahlungsstärke beträgt:

$200 \text{ nm} \leq \text{Lambda} < 250 \text{ nm}$: 17%

$250 \text{ nm} \leq \text{Lambda} < 300 \text{ nm}$: 9%

9.)

Hinweise I

Die Sichtung von DIN EN 60335-3-25 „Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Teil 2-65: Besondere Anforderungen für Luftreinigungsgeräte“ ergab unter Punkt 32: „Strahlung, Giftigkeit und ähnliche Gefährdungen“ keine weiteren einschränkenden Vorgaben die über die betrachteten Gesetze und Normen hinausgehen.

Hinweise II

Dieser Messbericht ersetzt keine ortsbezogene Arbeitsschutzprüfung.

Messprotokoll

Gegenstand	„Hygiene-UVC-Airbox“ , UV-C Niederdruckstrahler, Lampenlaufzeit: 2 h
Hersteller	IVAT GmbH, Aindlinger Straße 3, D-86167 Augsburg
Prüfmittel mit	Spektralradiometer SP 320, Instrument Systems GmbH , SN 11132095 EOP 146 , OFG-424, PLG-420 spektralradiometrisch kalibriert $E_e(\lambda)$ von 220 nm bis 1350nm, Prüfzeichennummer CAL-203-16-036
Prüfzeitraum:	12.01. - 13.01.2021
Umgebung:	Temperatur 22 °C +/- 2 °C Luftfeuchtigkeit 40 °C +/- 5% r.F.
Berichterstellung:	13.01.- 14.01.2021
Prüfort:	GMBU e.V. FS Jena , Felsbachstraße 7 , 07745 Jena
Art der Prüfung:	Bestimmung der UV-C Emission an Geräte – Luftöffnungen

Messtelle	Messkonfiguration	im Abstand von	Korrespondierender Messwert
Luftöffnung links	PA 2	80 cm	6,1 mW/m ²
Luftöffnung links	PA 2	100 cm	3,8 mW/m ²
Luftöffnung links	PA 2	120 cm	2,5 mW/m ²

Messtelle	Messkonfiguration	Expositionsleistung gemessen
Luftöffnung links	PA 3 ; 40x40cm/ 57 cm	2,0 mW/m ²

Bearbeiter und Berichtserstellung:

Gegengeprüft

Dipl.-Ing. MedTech (FH) S. Pöhlmann

Dipl.-Physiker B. Seme