

DIN/TS 67506:2022-02 (D)

Entkeimung von Raumluft mit UV-Strahlung - UV-C-Sekundärluftgeräte

Inhalt	Seite
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	11
4 UV-Quellen.....	16
5 Bauformen	16
6 Anforderungen an UV-C-Sekundärluftgeräte.....	17
6.1 Allgemeine Anforderungen.....	17
6.2 Funktionsüberwachung	18
6.3 Aufschriften und Anweisungen.....	18
6.3.1 Aufschriften am Gerät (allgemein)	18
6.3.2 Aufschriften am Gerät (zusätzlich für Geräte mit Eignung UV-schutzbedürftige Personen).....	18
6.3.3 Anweisungen in Unterlagen (allgemein)	19
6.3.4 Anweisungen in Unterlagen (zusätzlich für Geräte mit Eignung UV-schutzbedürftige Personen).....	20
6.4 Aufbau	20
6.5 Vorfilterung.....	22
6.6 Betriebsdauer der UV-Quelle - Alterungsfaktor	22
7 Nachweis der Entkeimungswirksamkeit bei Einmalpassage.....	22
7.1 Grundlagen.....	22
7.1.1 Luftvolumenstrom und Verweilzeit	23
7.2 Simulationsmethoden.....	24
7.3 Sensorverfahren	25
7.3.1 Bestimmung des Betriebsfaktors (optional)	27
7.3.2 Bestrahlungsstärkemessung — Mehrpunktmethode	28
7.3.3 Bestimmung der Bestrahlungsstärke — validierte Simulationsmethoden	29
7.3.4 Bestimmung der Bestrahlungsstärke — Bestrahlungskammer-Modellierung	29
7.3.5 Ermittlung der Dosis bei Einmalpassage	32
7.3.6 Bestimmung der Dosis für Geräte mit UV-LEDs.....	33
7.4 Biodosimetrieverfahren	33
7.4.1 Einlass-Auslassverfahren	34
7.4.2 Raum-zu-Raum-Verfahren	35
7.4.3 Randbedingungen für die Nachweisverfahren	36
7.4.4 Bestimmung der Dosis.....	37
8 Nachweis der Wirksamkeit im Raum.....	38
8.1 Allgemeines.....	38
8.2 Messtechnische Bestimmung des HADR-Werts.....	40
8.2.1 Beschreibung und Funktionsprinzip	40
8.3 Bestimmung der Randparameter	41
8.4 HADR-Bestimmung in Anlehnung an ANSI AHAM AC-1:2020	43
8.4.1 Versuchsablauf.....	44
8.4.2 Randbedingungen	44

8.4.3	Vor- und Nachteile der Methode	44
8.5	Rechnerische HADR-Bestimmung mittels Sensormethode.....	44
8.5.1	Vor- und Nachteile der Methode	44
8.6	Einordnung der HADR in Bezug auf die Wirkung	45
9	Auslegung der Geräte für die Nutzung im Raum	45
10	Restemission und deren Nachweis.....	45
10.1	Allgemeines.....	45
10.2	Expositionsgrenzwerte.....	45
10.3	Allgemeine Regelung.....	46
10.4	UV-schutzbedürftige Personen	47
10.5	Regelung für UV-schutzbedürftige Personen	48
10.6	Anforderungen an die Prüfung	49
11	Klassifizierung	50
Anhang A (informativ) Bezug zur Pandemie Sars-CoV-2		52
Anhang B (informativ) Physikalische und biologische Wirkung von UV-Strahlung		53
B.1	Allgemeine Einleitung.....	53
B.2	Wirkung auf Mikroorganismen	53
B.2.1	Allgemeines.....	53
B.2.2	Luftgetragene Mikroorganismen in Bioaerosolen	53
B.2.3	Wirksamkeit gegenüber Mikroorganismen	54
B.2.4	Reparatur von UV-Schäden und Mutagenese	57
B.3	Gefährdungspotential für den Menschen	59
B.3.1	Akute Wirkungen der UV-C-Strahlung	59
B.3.2	Chronische Wirkungen der UV-C-Strahlung.....	60
B.4	Auswirkungen auf Materialien im Hinblick auf die Verwendung im UV-C- Sekundärluftgerät.....	60
Anhang C (informativ) UV-Quellen.....		62
C.1	Grundlagen.....	62
C.2	Vergleich der Technologien.....	63
Anhang D (informativ) Fallbeispiel zur UV-Simulation.....		64
D.1	Fallbeispiel	64
D.2	Grenzen der vereinfachten Betrachtung	64
D.2.1	Inhomogene Strahlungsverteilung.....	64
D.2.2	Keine Betrachtung der Röhrenkonfiguration.....	65
Anhang E (informativ) Andere Luftentkeimungsmethoden		66
E.1	Andere Luftentkeimungsmethoden	66
Anhang F (informativ) Abschätzung der Verweildauer der Luft in der Bestrahlungskammer.....		67
F.1	Grundlagen.....	67
Anhang G (informativ) Materialalterung		71
G.1	Grundlagen der Materialalterung.....	71
Anhang H (informativ) HADR-Bestimmung unter Realraumbedingungen.....		72
H.1	HADR-Grundlagen.....	72
H.2	Versuchsablauf.....	73
H.2.1	Allgemeines.....	73
H.2.2	Randbedingungen	73
H.2.3	Vor- und Nachteile der Methode	74
Literaturhinweise		75

Bilder

Bild 1 — Bauformen und Installationsmöglichkeiten von UV-C-Sekundärluftgeräten.....	17
Bild 2 — Symbol 0790 nach DIN ISO 7000:2008-12	18
Bild 3 — Symbol 6040 nach IEC 60417	18
Bild 4 — Einbrennvorgang einer UV-C-Niederdrucklampe über der Zeit.....	27
Bild 5 — Schematische Darstellung der Messpunkte und Abstände zwischen den Messpunkten	28
Bild 6 — Schematische Darstellung Einlass-Auslassverfahren.....	35
Bild 7 — Schematische Darstellung Raum-zu-Raum-Verfahren.....	36
Bild 8 — Beispielhafter Verlauf der Konzentrationen über der normierten Zeit in einem Raum mit UV-Luftentkeimer. Der UV-Luftentkeimer wird bei $UVGR = 3$ eingeschaltet. Links: Darstellung der Konzentration in linearer Darstellung, Rechts: Darstellung der Konzentration in logarithmischer Darstellung.....	41
Bild 9 — Schematische Darstellung des Probenraumes. Oben: Seitenansicht mit Ventilator an der Decke, Unten: Draufsicht (Ventilator nicht dargestellt)	43
Bild B.1 — UV-Absorptionsspektren von DNA und Protein (nach CIE 155:2003, Bild 3)	55
Bild B.2 — Wirkungsspektrum <i>Amik(2)</i> für die Inaktivierung von <i>B. subtilis</i> -Sporen (DIN 5031-10:2018-03, Bild 2 a)).....	56
Bild C.1 — Normalisierte Emissionsspektren von Quecksilber-Niederdruck-Lampen (HG-ND-Lampen) und UV-LEDs mit nominaler Emission bei 275 nm.....	63
Bild D.1 — UV-Simulationsbeispiel	64
Bild D.2 — UV-Simulationsbeispiel: Bestrahlungsverteilung bei quadratischer Bestrahlungskammer mit einer mittigen UV-Quelle in unterschiedlicher Falschfarbenskalierung.....	65
Bild F.1 — Messpunkte bei rechteckigem Messquerschnitt.....	68
Bild F.2 — Messpunkte bei kreisförmigen Querschnitt (Schwerelinienverfahren).....	69
Bild F.3 — Volumenstrommessung mit der Trichtermethode, links saugseitige Messung mit Strömungs-Sonde (Punktsonde), rechts druckseitige Messung mit Flügelrad-Anemometer (Flächensonde)	70
Bild H.1 — Schematische Darstellung des Probenraumes unter Realraumbedingungen. Oben: Seitenansicht. Unten: Draufsicht.	72
 Tabellen	
Tabelle 1 — Typische Reflexionsgrade (diffus mit Glanzeinschluss), Quelle [Philips, 1992].....	30
Tabelle 2 — Weitere Reflexionsgrade (diffus mit Glanzeinschluss) für die Modellierung.....	30
Tabelle 3 —Zusammenhang zwischen Fluenz und der theoretischen Entkeimungseffizienz bei einer modellhaften Referenz-Fluenz von 33 J/m ² (D90) bei 254 nm	39

Tabelle 4 — Zusammenhang zwischen Entkeimungseffizienz des Gerätes η_G, Raumzyklen und theoretisch erreichbarer Entkeimungsrate im Raum	42
Tabelle 5 — Gewichtete Bestrahlungsstärke $E(\text{eff})$ in W/m^2 und entsprechende Bestrahlungszeit t zur Einhaltung des Expositionsgrenzwertes $30 \text{ J}/\text{m}^2$ nach ICNIRP 2004	46
Tabelle 6 — Entkeimungswirkung des UV-Luftentkeimers nach Einmalpassage	50
Tabelle 7 — Anforderungen an die Typprüfung.....	51
Tabelle 8 — Anforderung an Funktionsüberwachung	51
Tabelle B.1 —Aufstellung der erforderlichen UV-Dosis, um 90 % der Mikroorganismen zu inaktivieren (D_{90}, J/m^2), für eine Auswahl von luftgetragenen Mikroorganismen bei Bestrahlung mit einer bei 254 nm emittierenden UV-Strahlungsquelle.....	57