

# 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 $UVGVR = 3$ 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
 <b>Tabellen</b>	
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 <sup>2</sup> (D90) bei 254 nm .....	39

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