

DIN 19294-2:2026-04 (D)

Geräte zur Desinfektion von Wasser mittels Ultraviolettstrahlung - Teil 2: Geräte mit UV-Mitteldrucklampen - Anforderungen und Prüfung

Inhalt	Seite
Vorwort.....	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Anforderungen an UV-Geräte mit UV-Mitteldrucklampen	13
4.1 Allgemeines.....	13
4.2 Anforderungen an das UV-Gerät	14
4.2.1 Bestrahlungskammer	14
4.2.2 Sensorposition	15
4.2.3 Gerätesteuerung und -überwachung.....	16
4.2.4 Betrieb mit geregelter Lampenleistung.....	17
4.2.5 Bedienungsanleitung	18
4.3 Anforderungen an Gerätekomponenten	19
4.3.1 Allgemeines.....	19
4.3.2 UV-Lampen	19
4.3.3 Lampenbetriebsgeräte	21
4.3.4 Lampenhüllrohre	22
4.3.5 Geräteradiometer	23
4.3.6 Sensoranschlussystem.....	26
5 Prüfunterlagen.....	27
5.1 Allgemeines.....	27
5.2 Bestrahlungskammer	28
5.3 Gerätesteuerung.....	29
5.4 UV-Lampen	29
5.5 Lampenbetriebsgeräte	30
5.6 Lampenhüllrohre	31
5.7 Geräteradiometer	31
5.8 Sensoranschlussystem.....	32
5.9 Ersatzteile.....	33
5.10 Bedienungsanleitung	33
6 Anforderung an den Prüfaufbau für biodosimetrische Untersuchungen	33
6.1 Prüfstand	33
6.2 Prüfung am Ort des Einsatzes	35
6.3 Anforderungen an das Testwasser	35
6.3.1 Testwasser.....	35
6.3.2 Transmissionsvermindernde Substanz	35
6.3.3 Wasser zur Herstellung des Testwassers.....	35
6.3.4 Transmissionsmessung.....	36
6.4 Messtechnik für den Prüfaufbau	36
6.4.1 UV-Vis-Spektralphotometer	36
6.4.2 Durchflussmessung	36
6.4.3 Druckmessung (optional).....	36
6.4.4 Temperaturmessung.....	37
6.4.5 Leistungsaufnahme des UV-Gerätes.....	37

6.4.6	Leistungsaufnahme der Lampen und Lampenbetriebsgeräte bei Charakterisierung.....	37
6.4.7	Bestrahlungsstärkemessung	38
6.5	Biodosimeter	38
6.5.1	Anforderungen an den Testorganismus	38
6.5.2	Ermittlung der Inaktivierungskurven des Testorganismus.....	38
6.5.3	Durchführung einer Inaktivierung mit einer Laborbestrahlungsapparatur.....	38
7	Prüfverfahren	43
7.1	Allgemeines.....	43
7.2	Technische Prüfung.....	43
7.2.1	Herstellerunterlagen.....	43
7.2.2	Bestrahlungskammer	43
7.2.3	Prüfung der UV-Lampe	44
7.2.4	Prüfung der Lampenbetriebsgeräte.....	45
7.2.5	Prüfung der Lampenhüllrohre.....	45
7.2.6	Prüfung des Sensoranschlusssystem	45
7.2.7	Prüfung der Geräteradiometer	45
7.3	Biodosimetrische Prüfung.....	52
7.3.1	Allgemeines	52
7.3.2	Aufbau und Installation des UV-Gerätes	52
7.3.3	Methode der kombinierten Variablen zur Prüfung von UV-Geräten.....	52
7.3.4	Aufnahme der Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke von der UV-Transmission des Wassers und der Lampenleistungseinstellung (Sensorgleichung)	53
7.3.5	Erstellung der Testmatrix für die Prüfung.....	54
7.3.6	Durchführung der biodosimetrischen Prüfung.....	57
7.3.7	Konstanz der Testbedingungen	57
7.3.8	Allgemeine messtechnische Datenaufnahme während der Durchführung.....	57
7.3.9	Faktoren für die Analyse und Auswertung der biodosimetrischen Ergebnisse	58
7.3.10	Beurteilung der Biodosimetrie - Auswertung der Ergebnisse	58
8	Aufbau und Inhalt des Prüfberichtes	61
8.1	Allgemeines.....	61
8.2	Spezifikation des UV-Gerätes	61
8.3	Prüfaufbau des UV-Gerätes	61
8.4	Durchführung der Prüfungen.....	61
8.5	Eingesetzte Prüfmittel	61
8.5.1	Messgeräte.....	61
8.5.2	Biodosimeter	62
8.5.3	Chemisch-bakteriologische Untersuchung des Testwassers	62
8.6	Resultate der Prüfungen	62
8.6.1	Resultate der technischen Prüfungen.....	62
8.6.2	Resultate der allgemeinen Messtechnik.....	63
8.6.3	Zusammenhang zwischen Bestrahlungsstärke und UV-Transmission (Sensorgleichung)	63
8.6.4	Erstellung der Testmatrix	63
8.6.5	Resultate der biodosimetrischen Untersuchungen	63
8.6.6	Angaben des zulässigen Betriebs- und Eignungsbereiches	63
8.7	Zusätzliche Daten im Anhang des Prüfberichtes.....	65
Anhang A (normativ) Messaufbau zur Charakterisierung von Lampen und Lampenbetriebsgeräten.....		66
A.1	Allgemeines.....	66
A.2	Voraussetzungen für reproduzierbare und vergleichbare Messungen.....	66
A.2.1	Allgemeiner Aufbau und klimatische Bedingungen während der Messung	66
A.2.2	Messgeräte.....	66
A.2.3	Reflexionen und Fehlstrahlungsmessungen	67
Anhang B (normativ) Messunsicherheiten		68

Anhang C (normativ) Laborbestrahlungsapparat zur reproduzierbaren UV-Bestrahlung von Mikroorganismen im Labor	69
Anhang D (informativ) Umrechnungstabelle <i>UVT-100</i> — <i>UVT-50</i> — <i>UVT-10</i> — <i>SSK</i>	72
Anhang E (informativ) Beispielrechnung	76
E.1 Allgemeines.....	76
E.2 Anvisierter Betriebsbereich vom Kunden	76
E.3 Aufnahme der Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke von der UV-Transmission des Wassers und der Lampenleistungseinstellung (Sensorgleichung).....	76
E.4 Erstellung der Testmatrix für die Prüfung.....	78
E.5 Erstellung der Testmatrix basierend auf CFD-Daten.....	79
E.6 Beurteilung der Biodosimetrie — Auswertung der Ergebnisse.....	81
E.7 Berechnung des Betriebsbereichs.....	89
E.8 Berechnung des Eignungsbereichs.....	91
Literaturhinweise	93

Bilder

Bild 1 — Radiale Ausrichtung des Gerätesensors zur UV-Lampe	16
Bild 2 — Beispielhafte technische Zeichnung einer UV-Lampe	20
Bild 3 — Positionierung Sensoranschlusssystem an der Bestrahlungskammer	27
Bild 4 — Beispiel eines Prüfstandsbaus.....	34
Bild 5 — Zulässiger Bereich einer MS2-Inaktivierungskurve	42
Bild 6 — Schematische Darstellung der Messanordnung (Draufsicht)	46
Bild 7 — Transmission τ_S und τ_L zweier Langpassfilter und relative spektrale Strahlungsfunktionen $S_Z(\lambda)$ einer UV-Mitteldrucklampe	49
Bild 8 — Beispielhafte log-Inaktivierungen (a) und <i>REF</i> (b) in Abhängigkeit von der UVT, wie sie zur Erstellung einer Testmatrix gewählt werden sollten.....	55
Bild 9 — Beispiel grafische Darstellung eines Betriebsbereiches	64
Bild 10 — Beispiel grafische Darstellung eines Eignungsbereiches	64
Bild C.1 — Laborbestrahlungsapparat mit Darstellung der Probenahme.....	70
Bild C.2 — Laborbestrahlungsapparat, Draufsicht auf die Arbeitsplattform	71
Bild E.1 — Abhängigkeiten der Bestrahlungsstärke von der UVT für verschiedene Lampenleistungseinstellungen.....	77
Bild E.2 — Testpunkte für die Prüfung	81
Bild E.3 — Dosis-Wirk-Beziehung der während der Prüfung verwendeten MS2-Charge und die einzuhaltenden Grenzen	83
Bild E.4 — Die log I der jeweiligen UVTs während der Prüfung in Abhängigkeit der kombinierten Variablen	84

Bild E.5 — Abhängigkeit der Koeffizienten k_1 und k_2 vom SSK	85
Bild E.6 — Gemessene log I-Werte aus der biodosimetrischen Prüfung und berechnete log I-Werte mit Gleichung (E.12) und den Koeffizienten aus Tabelle E.11	87
Bild E.7 — Ermittelter Betriebsbereich	91
Bild E.8 — Ermittelter Eignungsbereich	92

Tabellen

Tabelle 1 — Zulässige relative Richtungsabhängigkeit als Funktion des Einfallswinkels.....	25
Tabelle 2 — Beispiel für die Spezifikation einer Bestrahlungskammer	28
Tabelle 3 — Anforderungen an das Wasser zur Herstellung des Testwassers.....	36
Tabelle 4 — Durchmesser der Druckmessbohrung.....	37
Tabelle 5 — Koeffizienten für die beiden Kurven die den zulässigen Bereich einer MS2-Charge für die biodosimetrische Prüfung darstellen	42
Tabelle 6 — Koeffizienten für die Standardinaktivierungskurve.....	42
Tabelle 7 — Vermessungsprotokoll Bestrahlungskammer (Beispiel).....	43
Tabelle 8 — Darstellung der biodosimetrischen Ergebnisse (Beispiel)	63
Tabelle B.1 — Höchste zulässige Standardmessunsicherheit von Messgrößen.....	68
Tabelle D.1 — Umrechnungstabelle UVT/SSK	72
Tabelle E.1 — Anvisierte Designparameter von Kunde A.....	76
Tabelle E.2 — Werte der Koeffizienten a bis e für die Sensorgleichung	78
Tabelle E.3 — Auswahl der UVTs, bestimmt mit Gleichung (25) aus 7.3.5.3 und einem β -Faktor von 2,1	79
Tabelle E.4 — Testmatrix für die Prüfung	79
Tabelle E.5 — Überprüfung von Gleichung (E.4) anhand der Testpunkte 2, 5, 8, 11 und 14	81
Tabelle E.6 — Biodosimetrischer Datensatz nach Durchführung aller Testpunkte, einschließlich prüfungsbegleitender Dosis-Wirk-Beziehung	82
Tabelle E.7 — Parameter A und B für die prüfungsbegleitende Dosis-Wirkbeziehung von MS2	83
Tabelle E.8 — Die k_1 - und k_2 -Werte für die Potenzfunktionen der fünf UVT-Kurven der Korrelation zwischen log I und v_k	84
Tabelle E.9 — Ergebnisse der Koeffizienten a_1 , b_1 , c_1 , d_1 , und e_1 für Gleichung (E.11) nach Durchführung der ersten linearen Regression.....	85

Tabelle E.10 — Ergebnisse der Koeffizienten a_1, b_1, c_1, und e_1 für Gleichung (E.12) nach Durchführung der zweiten linearen Regression	86
Tabelle E.11 — Finale Ergebnisse der Koeffizient a_1, b_1, c_1, und e_1 für Gleichung (E.12) nach Durchführung der nicht-linearen Regression	86
Tabelle E.12 — Koeffizienten zur Berechnung der MS2-Standardinaktivierungskurve	87
Tabelle E.13 — Betriebs-UVT-Bereich mit dazugehörigen Durchflüssen für eine Ziel-REF_{MS2} von 500 J/m^2.....	88
Tabelle E.14 — Koeffizienten für Gleichung (E.13) zur Bestimmung des Betriebsbereichs	89
Tabelle E.15 — Betriebsbereich mit Bestrahlungsstärke und maximal einzuhaltendem Durchfluss über den gesamten UVT-Bereich gerechnet.....	90
Tabelle E.16 — Koeffizienten für Gleichung (E.14) zur Bestimmung des Eignungsbereichs.....	92