

E DIN 19294-2:2025-08 (D)

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

Inhalt	Seite
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Anforderungen an UV-Geräte mit UV-Mitteldrucklampen	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Anforderungen an das UV-Gerät	12
4.2.1 Bestrahlungskammer	12
4.2.2 Sensorposition	13
4.2.3 Gerätesteuerung und -überwachung	14
4.2.4 Betrieb mit geregelter Lampenleistung	16
4.2.5 Bedienungsanleitung	16
4.3 Anforderungen an Gerätekomponenten	17
4.3.1 Allgemeines	17
4.3.2 UV-Lampen	17
4.3.3 Lampenbetriebsgeräte	19
4.3.4 Lampenhüllrohre	20
4.3.5 Geräteradiometer	21
4.3.6 Sensoranschlussystem	24
5 Prüfunterlagen	25
5.1 Allgemeines	25
5.2 Bestrahlungskammer	26
5.3 Gerätesteuerung	26
5.4 UV-Lampen	27
5.5 Lampenbetriebsgeräte	28
5.6 Lampenhüllrohre	28
5.7 Geräteradiometer	29
5.8 Sensoranschlussystem	29
5.9 Ersatzteile	30
5.10 Bedienungsanleitung	30
6 Anforderung an den Prüfaufbau für biodosimetrische Untersuchungen	31
6.1 Prüfstand	31
6.2 Prüfung am Ort des Einsatzes	33
6.3 Anforderungen an das Testwasser	33
6.3.1 Testwasser	33
6.3.2 Transmissionsvermindernde Substanz	33
6.3.3 Wasser zur Herstellung des Testwassers	33
6.3.4 Transmissionsmessung	34
6.4 Messtechnik für den Prüfaufbau	34
6.4.1 UV-Vis-Spektralphotometer	34
6.4.2 Durchflussmessung	34
6.4.3 Druckmessung (optional)	34
6.4.4 Temperaturmessung	35
6.4.5 Leistungsaufnahme des UV-Gerätes	35
6.4.6 Leistungsaufnahme der Lampen und Lampenbetriebsgeräte bei Charakterisierung	35
6.4.7 Bestrahlungsstärkemessung	35
6.5 Biodosimeter	36
6.5.1 Anforderungen an den Testorganismus	36
6.5.2 Ermittlung der Inaktivierungskurven des Testorganismus	36
6.5.3 Durchführung einer Inaktivierung mit einer Laborbestrahlungsanlage	36

7	Prüfverfahren	40
7.1	Allgemeines	40
7.2	Technische Prüfung	40
7.2.1	Herstellerunterlagen	40
7.2.2	Bestrahlungskammer	40
7.2.3	Prüfung der UV-Lampe	41
7.2.4	Prüfung der Lampenbetriebsgeräte	42
7.2.5	Prüfung der Lampenhüllrohre	42
7.2.6	Prüfung des Sensoranschlusssystems	42
7.2.7	Prüfung der Geräteradiometer	43
7.3	Biodosimetrische Prüfung	49
7.3.1	Allgemeines	49
7.3.2	Aufbau und Installation des UV-Gerätes	49
7.3.3	Methode der kombinierten Variablen zur Prüfung von UV-Geräten	49
7.3.4	Aufnahme der Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke von der UV-Transmission des Wassers und der Lampenleistungseinstellung (Sensorgleichung)	50
7.3.5	Erstellung der Testmatrix für die Prüfung	51
7.3.6	Durchführung der biodosimetrischen Prüfung	53
7.3.7	Konstanz der Testbedingungen	53
7.3.8	Allgemeine messtechnische Datenaufnahme während der Durchführung	54
7.3.9	Faktoren für die Analyse und Auswertung der biodosimetrischen Ergebnisse	54
7.3.10	Beurteilung der Biodosimetrie – Auswertung der Ergebnisse	55
8	Aufbau und Inhalt des Prüfberichtes	57
8.1	Allgemeines	57
8.2	Spezifikation des UV-Gerätes	57
8.3	Prüfaufbau des UV-Gerätes	57
8.4	Durchführung der Tests	57
8.5	Eingesetzte Prüfmittel	57
8.5.1	Messgeräte	57
8.5.2	Biodosimeter	58
8.5.3	Chemisch-bakteriologische Untersuchung des Testwassers	58
8.6	Resultate der Prüfungen	58
8.6.1	Resultate der technischen Prüfungen	58
8.6.2	Resultate der allgemeinen Messtechnik	58
8.6.3	Zusammenhang zwischen Bestrahlungsstärke und UV-Transmission (Sensorgleichung) .	59
8.6.4	Erstellung der Testmatrix	59
8.6.5	Resultate der biodosimetrischen Untersuchungen	59
8.6.6	Angaben des zulässigen Betriebs- und Eignungsbereiches	59
8.7	Zusätzliche Daten im Anhang des Prüfberichtes	61
Anhang A (normativ) Messaufbau zur Charakterisierung von Lampen und Lampenbetriebsgeräten		62
A.1	Allgemeines	62
A.2	Voraussetzungen für reproduzierbare und vergleichbare Messungen	62
A.2.1	Allgemeiner Aufbau und klimatische Bedingungen während der Messung	62
A.2.2	Messgeräte	62
A.2.3	Reflexionen und Fehlstrahlungsmessungen	63
Anhang B (normativ) Messunsicherheiten		64
Anhang C (normativ) Laborbestrahlungs-Apparatur zur reproduzierbaren UV-Bestrahlung von Mikroorganismen im Labor		65
Anhang D (informativ) Umrechnungstabelle <i>UVT-100 — UVT-50 — UVT-10 — SSK</i>		68
Anhang E (informativ) Beispielrechnung		70
E.1	Allgemeines	70
E.2	Anvisierter Betriebsbereich vom Kunden	70
E.3	Aufnahme der Abhängigkeit der Bestrahlungsstärke von der UV-Transmission des Wassers und der Lampenleistungseinstellung (Sensorgleichung)	70
E.4	Erstellung der Testmatrix für die Prüfung	72
E.5	Erstellung der Testmatrix basierend auf CFD-Daten	73

E.6	Beurteilung der Biodosimetrie — Auswertung der Ergebnisse	76
E.7	Berechnung des Betriebsbereichs	84
E.8	Berechnung des Eignungsbereichs	86
	Literaturhinweise	88

Bilder

Bild 1	— Radiale Ausrichtung des Gerätesensors zur UV-Lampe	14
Bild 2	— Beispielhafte technische Zeichnung einer UV-Lampe	18
Bild 3	— Positionierung Sensoranschlussystem an der Bestrahlungskammer	25
Bild 4	— Beispiel eines Prüfstandsbaus	32
Bild 5	— Zulässiger Bereich einer MS2 Inaktivierungskurve	39
Bild 6	— Schematische Darstellung der Messanordnung (Draufsicht)	44
Bild 7	— Transmission τ_S und τ_L zweier Langpassfilter und relative spektrale Strahlungsfunktionen $S_Z(\lambda)$ einer UV-Mitteldrucklampe	46
Bild 8	— Beispielhafte Log-Inaktivierungen (a) und REF (b) in Abhängigkeit von der UVT, wie sie zur Erstellung einer Testmatrix gewählt werden sollten.	51
Bild 9	— Beispiel grafische Darstellung eines Betriebsbereiches	60
Bild 10	— Beispiel grafische Darstellung eines Eignungsbereiches	60
Bild C.1	— Laborbestrahlungsapparatur mit Darstellung der Probenahme	66
Bild C.2	— Laborbestrahlungsanlage, Draufsicht auf die Arbeitsplattform	67
Bild E.1	— Abhängigkeiten der Bestrahlungsstärke von der UVT für verschiedene Lampenleistungseinstellungen.	71
Bild E.2	— Testpunkte für die Prüfung	75
Bild E.3	— Dosis-Wirk-Beziehung der während der Prüfung verwendeten MS2-Charge und die einzuhaltenden Grenzen	78
Bild E.4	— Die logI der jeweiligen UVTs während der Prüfung in Abhängigkeit der kombinierten Variablen	79
Bild E.5	— Abhängigkeit der Koeffizienten k_1 und k_2 vom SSK	80
Bild E.6	— Gemessene logI-Werte aus der biodosimetrischen Prüfung und berechnete logI-Werte mit Gleichung (E.12) und den Koeffizienten aus Tabelle E.11	82
Bild E.7	— Ermittelter Betriebsbereich	86
Bild E.8	— Ermittelter Eignungsbereich	87

Tabellen

Tabelle 1	— Zulässige relative Richtungsabhängigkeit als Funktion des Einfallswinkels	22
Tabelle 2	— Beispiel für die Spezifikation einer Bestrahlungskammer	26
Tabelle 3	— Anforderungen an das Wasser zur Herstellung des Testwassers	34
Tabelle 4	— Durchmesser der Druckmessbohrung	35
Tabelle 5	— Koeffizienten für die beiden Kurven die den zulässigen Bereich einer MS2-Charge für die biodosimetrische Prüfung darstellen	39
Tabelle 6	— Koeffizienten für die Standardinaktivierungskurve	40
Tabelle 7	— Vermessungsprotokoll Bestrahlungskammer (Beispiel)	41
Tabelle 8	— Darstellung der biodosimetrischen Ergebnisse (Beispiel)	59
Tabelle B.1	— Höchste zulässige Standardmessunsicherheit von Messgrößen	64
Tabelle D.1	— Umrechnungstabelle UVT/SSK	68
Tabelle E.1	— Anvisierte Designparameter von Kunde A	70
Tabelle E.2	— Werte der Koeffizienten a-e für die Sensorgleichung	72
Tabelle E.3	— Auswahl der UVTs, bestimmt mit Gleichung (26) aus 7.3.5.3 und einem β von 2,1	73
Tabelle E.4	— Testmatrix für die Prüfung	73
Tabelle E.5	— Überprüfung von Gleichung (E.4) anhand der Testpunkte (2), (5), (9), (12) und (15)	76

Tabelle E.6 — Biodosimetrischer Datensatz nach Durchführung aller Testpunkte, inklusive prüfungsbegleitender Dosis-Wirk-Beziehung	77
Tabelle E.7 — Parameter A und B für die prüfungsbegleitende Dosis-Wirkbeziehung von MS2 . .	77
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.	79
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	80
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	81
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	81
Tabelle E.12 — Koeffizienten zur Berechnung der MS2-Standardinaktivierungskurve	82
Tabelle E.13 — Betriebs-UVT-Bereich mit dazugehörigen Durchflüssen für eine Ziel-REF_{MS2} von 500 J/m²	83
Tabelle E.14 — Koeffizienten für Gleichung (E.13) zur Bestimmung des Betriebsbereichs	84
Tabelle E.15 — Betriebsbereich mit Bestrahlungsstärke und maximal einzuhaltendem Durchfluss über den gesamten UVT-Bereich gerechnet	85
Tabelle E.16 — Koeffizienten für Gleichung (E.14) zur Bestimmung des Eignungsbereichs	86