

# 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<br>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        |
| <b>Anhang A (normativ) Messaufbau zur Charakterisierung von Lampen und<br/>Lampenbetriebsgeräten.....</b> |  | <b>66</b> |
| 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        |
| <b>Anhang B (normativ) Messunsicherheiten .....</b>   |  | <b>68</b> |

|  |    |
|--|----|
| 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 $\tau_S$ und $\tau_L$ 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 $\beta$ -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 |

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