

DIN 19294-1

ICS 13.060.20

**Geräte zur Desinfektion von Wasser mittels Ultraviolettstrahlung –
Teil 1: Geräte mit UV-Niederdrucklampen –
Anforderungen und Prüfung**

Devices for the disinfection of water using ultraviolet radiation –
Part 1: Devices equipped with UV low pressure lamps –
Requirements and testing

Appareils de désinfection de l'eau utilisant le rayonnement ultraviolet –
Partie 1: Appareils aux lampes UV à basse pression –
Exigences et essai

Diese Norm wurde in das DVGW-Regelwerk aufgenommen.

Gesamtumfang 75 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Anforderungen an UV-Geräte mit UV-Niederdrucklampen	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Anforderungen an das UV-Gerät	10
4.2.1 Bestrahlungskammer	10
4.2.2 Sensorposition	11
4.2.3 Gerätesteuerung und -überwachung	12
4.2.4 Betrieb mit geregelter Lampenleistung	13
4.2.5 Bedienungsanleitung	14
4.3 Anforderungen an Gerätekomponenten	15
4.3.1 Allgemeines	15
4.3.2 UV-Lampen	15
4.3.3 Lampenbetriebsgeräte	17
4.3.4 Lampenhüllrohre	18
4.3.5 Geräteradiometer	19
4.3.6 Sensoranschlusssystem	22
5 Prüfunterlagen	23
5.1 Allgemeines	23
5.2 Bestrahlungskammer	24
5.3 Gerätesteuerung	25
5.4 UV-Lampen	25
5.5 Lampenbetriebsgeräte	26
5.6 Lampenhüllrohre	26
5.7 Geräteradiometer	27
5.8 Sensoranschlusssystem	28
5.9 Ersatzteile	28
5.10 Bedienungsanleitung	29
6 Anforderung an den Prüfaufbau	29
6.1 Prüfstand	29
6.2 Prüfung am Ort des Einsatzes	31
6.3 Anforderungen an die Prüfmittel	31
6.3.1 Testwasser	31
6.3.2 Transmissionsvermindernde Substanz	31
6.3.3 Wasser zur Herstellung des Testwassers	31
6.3.4 Transmissionsmessung	32
6.4 Messtechnik für den Prüfaufbau	32
6.4.1 UV-Vis-Spektralphotometer	32
6.4.2 Anforderungen an Reinstwasser zur Kalibrierung des Photometers	32
6.4.3 Durchflussmessung	32
6.4.4 Druckmessung (optional)	32
6.4.5 Temperaturmessung	33
6.4.6 Leistungsaufnahme des UV-Gerätes	33

6.4.7	Leistungsaufnahme der Lampen und Lampenbetriebsgeräte bei Charakterisierung.....	34
6.4.8	Bestrahlungsstärkemessung.....	34
6.5	Biodosimeter.....	34
6.5.1	Allgemeines	34
6.5.2	UV-Inaktivierungskurven.....	34
6.5.3	Durchführung einer Inaktivierung	34
7	Prüfverfahren	39
7.1	Allgemeines	39
7.2	Technische Prüfung.....	39
7.2.1	Herstellerunterlagen	39
7.2.2	Bestrahlungskammer	39
7.2.3	Prüfung der UV-Lampe	41
7.2.4	Prüfung der Lampenbetriebsgeräte.....	42
7.2.5	Prüfung der Lampenhüllrohre	43
7.2.6	Lampenranking und Ermittlung der Abweichung vom Mittelwert	43
7.2.7	Prüfung des Sensoranschlusssystems	44
7.2.8	Geräteradiometer.....	44
7.3	Biodosimetrische Prüfung	47
7.3.1	Allgemeines	47
7.3.2	Aufbau und Installation des UV-Gerätes.....	47
7.3.3	Aufnahme des Zusammenhangs zwischen Bestrahlungsstärke und UV-Transmission des Wassers	47
7.3.4	Ermittlung der Prüfpunkte (Durchfluss, Mindestbestrahlungsstärke, UV-Transmission).....	47
7.3.5	Durchführung	49
7.3.6	Konstanz der Testbedingungen	49
7.3.7	Allgemeine messtechnische Datenaufnahme während der Durchführung.....	49
7.4	Beurteilung der Biodosimetrie – Ermittlung des Betriebsbereiches.....	50
7.4.1	Allgemeines	50
7.4.2	Berechnung des zulässigen Betriebsbereiches	50
7.4.3	Berechnung des Betriebsbereiches bei nur einem Prüfpunkt	51
8	Aufbau und Inhalt des Prüfberichtes	52
8.1	Allgemeines	52
8.2	Spezifikation des UV-Gerätes	52
8.3	Prüfaufbau des UV-Gerätes.....	52
8.4	Durchführung der Tests.....	52
8.5	Eingesetzte Prüfmittel	53
8.5.1	Messgeräte	53
8.5.2	Biodosimeter.....	53
8.5.3	Chemisch-bakteriologische Untersuchung des Testwassers	53
8.6	Resultate der Prüfungen.....	53
8.6.1	Resultate der technischen Prüfungen.....	53
8.6.2	Resultate der allgemeinen Messtechnik.....	54
8.6.3	Zusammenhang zwischen Bestrahlungsstärke und UV-Transmission	54
8.6.4	Bestätigungstest der UV-Empfindlichkeit des Biodosimeters.....	54
8.6.5	Resultate der biodosimetrischen Untersuchungen	54
8.6.6	Angaben des zulässigen Betriebs- und Eignungsbereiches	54
8.7	Zusätzliche Daten/Anhang.....	56
Anhang A (normativ) Messung der Strahlungsleistung von Quecksilber-Niederdrucklampen im UV-C-Spektralbereich		57
A.1	Allgemeines	57
A.2	Voraussetzungen für reproduzierbare und vergleichbare Messungen	58
A.2.1	Klimatische Bedingungen während der Messung	58
A.2.2	Messgeräte	58
A.2.3	Ausrichtung des Sensors auf die Lampe.....	58

A.2.4	Reflexionen und Dunkelmessungen	58
A.2.5	Strahlungsquelle	58
Anhang B (informativ) Methode zur Produktion von Sporen von <i>Bacillus subtilis</i> für den Einsatz als Biodosimeter (Beispiel)		
		59
B.1	Allgemeines	59
B.2	Sporulationsnährlösung modifiziert nach Schaffer.....	59
Anhang C (normativ) Messunsicherheiten.....		61
Anhang D (normativ) Laborbestrahlungs-Apparatur zur reproduzierbaren UV-Bestrahlung im Labor		62
Anhang E (normativ) Prüfkammer für die Charakterisierung von UV-Lampen		65
Anhang F (informativ) Umrechnungstabelle SSK — UVT-10 — UVT-100		69
Anhang G (informativ) Umrechnungstabelle UVT-100 — UVT-50 — UVT-10 — SSK.....		72
Literaturhinweise.....		74

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom DIN-DVGW-Gemeinschaftsarbeitsausschuss NA 119-07-15 AA „Desinfektionsverfahren“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

DIN 19294-1 ist inhaltlich identisch mit ÖNORM M 5873-1.

Dieses Dokument enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit „Zoll (")“, die im Deutschen Normenwerk nicht zugelassen ist. Es wird darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheit dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Ein- und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheit anwenden.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Anforderungen an Beschaffenheit und Funktion von UV-Geräten mit UV-Niederdrucklampen zur Desinfektion in der Trinkwasseraufbereitung sowie deren Prüfung fest.

Diese Norm gilt nicht für Anlagen zur Behandlung von Trinkwasser in der Trinkwasser-Installation. Hierfür gilt DIN EN 14897.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 19294-3, *Geräte zur Desinfektion von Wasser mittels Ultraviolettstrahlung — Teil 3: Referenzradiometer*

DIN EN 1092-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche*

DIN EN 10253-1, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 1: Unlegierter Stahl für allgemeine Anwendungen und ohne besondere Prüfanforderungen*

DIN EN 10253-2, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 2: Unlegierte und legierte ferritische Stähle mit besonderen Prüfanforderungen*

DIN EN 10253-3, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 3: Nichtrostende austenitische und austenitisch-ferritische (Duplex-) Stähle ohne besondere Prüfanforderungen*

DIN EN 10253-4, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 4: Austenitische und austenitisch-ferritische (Duplex-)Stähle mit besonderen Prüfanforderungen*

DIN EN ISO 228-1, *Rohrgewinde für nicht im Gewinde dichtende Verbindungen — Teil 1: Maße, Toleranzen und Bezeichnung*

DIN EN ISO 286-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — ISO-Toleranzsystem für Längenmaße — Teil 2: Tabellen der Grundtoleranzgrade und Grenzabmaße für Bohrungen und Wellen*

DIN EN ISO 1302, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation*

DIN EN ISO 4032, *Sechskantmuttern (Typ 1) — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 6222, *Wasserbeschaffenheit — Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen — Bestimmung der Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nähragarmedium*

DIN EN ISO 7089, *Flache Scheiben — Normale Reihe — Produktklasse A*

DIN EN ISO 7090, *Flache Scheiben mit Fase — Normale Reihe — Produktklasse A*

DIN EN ISO 8673, *Sechskantmuttern (Typ 1) mit metrischem Feingewinde — Produktklassen A und B*

DIN EN ISO 8740, *Zylinderkerbstifte mit Fase*

DIN EN ISO 13920, *Schweißen — Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen — Längen- und Winkelmaße; Form und Lage*

DIN ISO 2768-1, *Allgemeintoleranzen — Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung*

DIN ISO 2768-2, *Allgemeintoleranzen — Toleranzen für Form und Lage ohne einzelne Toleranzeintragung*

DIN EN ISO 13715, *Technische Produktdokumentation — Kanten mit unbestimmter Gestalt — Angaben und Bemaßung*

DGUV Vorschrift 3, Elektrische Anlagen und Betriebsmittel¹

Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz — ProdSG) vom 8. November 2011 (BGBl. I S. 2178, 2179; 2012 I S. 131), zuletzt geändert durch Artikel 435 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474)²

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Bestrahlungskammer

vom Wasser durchströmter Teil des UV-Gerätes, in dem die Desinfektion stattfindet

3.2

Bestrahlungsstärke

Quotient aus der auf eine Fläche auftreffenden Strahlungsleistung und dem Flächeninhalt dieser Fläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Angegeben in W/m^2 .

3.3

Biodosimetrie

experimentelles Verfahren zur Ermittlung der Desinfektionswirksamkeit von UV-Geräten unter Verwendung von Mikroorganismen (Biodosimeter), deren UV-Empfindlichkeit mit einer standardisierten Laborbestrahlungsapparatur bestimmt wurde

3.4

Fluenz

Raumbestrahlung

Integral der Fluenzrate (Raumbestrahlungsstärke) über die Dauer des Bestrahlungsvorganges

Anmerkung 1 zum Begriff: Angegeben in J/m^2 Fläche.

¹ Verfügbar unter: www.dguv.de

² Verfügbar unter: www.gesetze-im-internet.de

3.5

Fluenzrate

Raumbestrahlungsstärke

Quotient aus der gesamten, auf die äußere Oberfläche einer um einen gegebenen Punkt gelegten unendlich kleinen Kugel fallenden Strahlungsleistung und der Kugelquerschnittsfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Angegeben in W/m^2 Fläche.

3.6

Geräteradiometer

stationäres Radiometer zur Messung der in einer Bestrahlungskammer eines UV-Gerätes vorliegenden Bestrahlungsstärke mittels eines Gerätesensors

3.7

Gerätesensor

für die kontinuierliche Überwachung von UV-Geräten erforderlicher, kalibrierter UV-Sensor mit spezifischen Eigenschaften

3.8

Lampenhüllrohr

Schutzrohr für UV-Lampen aus UV-durchlässigem Quarzglas

3.9

mikrobizide Bestrahlungsstärke

E_{mic}

mit der mikrobiziden Wirkungsfunktion $A_{\text{mic}}(\lambda)$ gewichtete und integrierte spektrale Bestrahlungsstärke

3.10

mikrobizide Wirkungsfunktion

$A_{\text{mic}}(\lambda)$

Funktion, die die relative Empfindlichkeit eines Mikroorganismus in Abhängigkeit der Wellenlänge wiedergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Im vorliegenden Dokument entspricht die mikrobizide Bestrahlungsstärke der Bestrahlungsstärke im Spektralbereich um 253,7 nm, da die mikrobizide Wirkungsfunktion bei der Wellenlänge 253,7 nm auf den Wert 1 normiert ist.

3.11

Mindestbestrahlungsstärke

bei der Typprüfung ermittelte Bestrahlungsstärke, gemessen in W/m^2 , die eine reduktionsäquivalente Fluenz von $400 \text{ J}/\text{m}^2$, bezogen auf einen definierten Durchfluss und die UV-Transmission des Wassers, sicherstellt

3.12

Radiometer

Gerät zur Messung der Bestrahlungsstärke, bestehend aus einem Sensor in dem sich ein fotoempfindliches Element (Detektorelement) befindet, einer elektronischen Signalverarbeitung, die das vom Sensor erfasste Messsignal (z. B. Strom) in die Einheit der Bestrahlungsstärke von W/m^2 umrechnet, und einer Anzeigeeinheit

3.13

reduktionsäquivalente Fluenz

REF

mit einem UV-Gerät unter spezifischen Betriebsbedingungen erzielte, biodosimetrisch ermittelte Fluenz

3.14

Referenzradiometer

kalibriertes mobiles Radiometer (Handgerät) zur Kontrolle und zum Abgleich von Geräteradiometern

3.15**Sensoranschlußsystem****SAS**

System zur reproduzierbaren Positionierung der Sensoren von Geräte- und Referenzradiometern zur strahlungstechnischen Überwachung während des Betriebs von UV-Geräten, bestehend aus einer Quarzglasscheibe als Messfenster, welche UV-Strahlung aus der Bestrahlungskammer leitet sowie einem Tubus zur Positionierung des Sensors

3.16**SSK-254**

Maß für den spektralen Schwächungskoeffizienten (*SSK*) eines unfiltrierten Mediums bei einer Wellenlänge von 254 nm und bezogen auf eine Schichtdicke von 1 m des Mediums

3.17**UV-Gerät**

Gerät zur Desinfektion von Wasser für den menschlichen Gebrauch durch Bestrahlung mit mikrobizider ultravioletter Strahlung im Wellenlängenbereich zwischen 240 nm und 290 nm

3.18**UV-Lampe**

Lampe, die UV-Strahlung abgibt

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Regel handelt es sich um Quecksilberdampflampen (Gasentladungslampen), in denen ein Plasma die UV-Strahlung erzeugt.

3.19**UV-Strahlung**

elektromagnetische Strahlung im ultravioletten Spektralbereich von etwa 100 nm bis 400 nm

Anmerkung 1 zum Begriff: UV-Strahlung wird allgemein in folgende Wellenlängenbereiche unterteilt:

Name	Wellenlänge
UV-C	100 nm bis 280 nm
UV-B	280 nm bis 315 nm
UV-A	315 nm bis 400 nm

Anmerkung 2 zum Begriff: Der für die UV-Desinfektion maßgebliche Wellenlängenbereich liegt zwischen 240 nm und 290 nm.

3.20**UV-Transmission****UVT**

Maß für den spektralen Transmissionsgrad (Durchlässigkeit) eines Mediums bei einer Wellenlänge von 254 nm und bezogen auf eine spezifische Schichtdicke des Mediums

3.21**UVT-10**

UV-Transmission bezogen auf eine Schichtdicke des Mediums von 10 mm

3.22**UVT-50**

UV-Transmission bezogen auf eine Schichtdicke des Mediums von 50 mm

3.23**UVT-100**

UV-Transmission bezogen auf eine Schichtdicke des Mediums von 100 mm

4 Anforderungen an UV-Geräte mit UV-Niederdrucklampen

4.1 Allgemeines

UV-Geräte zur Trinkwasserdesinfektion müssen eine Desinfektionswirksamkeit entsprechend einer reduktionsäquivalenten Fluenz (*REF*) von mindestens 400 J/m² einhalten. Die Bestimmung der *REF* muss nach 7.3 erfolgen.

Die Sicherstellung einer *REF* von mindestens 400 J/m² im Betrieb muss durch die kontinuierliche Überwachung oder Begrenzung des Durchflusses und der dazugehörigen Mindestbestrahlungsstärke sowie der Lampenfunktion erfolgen.

Jedem UV-Gerät muss ein Datenblatt mit Angaben zu den Betriebsdaten und Einbaubedingungen beigelegt werden.

Hinsichtlich der verwendeten Materialien im Kontakt mit Trinkwasser gelten die nationalen Anforderungen an Werkstoffe, die im Kontakt mit Trinkwasser stehen.

4.2 Anforderungen an das UV-Gerät

4.2.1 Bestrahlungskammer

Für die als Schweißkonstruktion gefertigte Bestrahlungskammer werden Mindestanforderungen an die Maßhaltigkeit nach DIN EN ISO 13920 gestellt.

Für maschinengefertigte Teile gelten die Anforderungen nach DIN ISO 2768-1 und DIN ISO 2768-2. Eine Übersicht über den Mindestumfang der anzugebenden Maße ist Tabelle 7 zu entnehmen. Weitere erforderliche Maße und Toleranzen dürfen in Absprache mit dem Hersteller gefordert werden, so zum Beispiel bei komplexen Geometrien der Bestrahlungskammer oder strömungsrelevanten Einbauten (Umlenklebleche, Stauscheiben und Wischervorrichtungen).

Verschiedene Ausführungsvarianten, die eine Änderung des desinfektionswirksamen Teils der Bestrahlungskammer beinhalten, müssen einer eigenständigen biodosimetrischen Prüfung nach 7.3 unterzogen werden.

Um eine ausreichende Betriebssicherheit bei größeren UV-Geräten sicherzustellen, sind bei Geräten, die mit mehreren Lampen oder mit Lampen hoher Leistung ausgestattet sind, mehrere Geräteradiometer erforderlich. Dabei sind für je 3 000 W Netzanschlussleistung des UV-Gerätes mindestens ein Geräteradiometer bzw. mindestens ein Geräteradiometer je 10 Lampen vorzusehen. Es gilt die Regel, die die höhere Anzahl an Geräteradiometern ergibt.

An der Bestrahlungskammer ist ein Typenschild mit folgenden Mindestangaben anzubringen:

- Hersteller;
- Adresse des Herstellers;
- Typbezeichnung des UV-Gerätes;
- Fertigungsjahr;
- Seriennummer.

Das Material des Typenschilds inklusive Beschriftung und die Befestigung müssen dauerhaft und wasserfest sein.

Die Bestrahlungskammer muss so ausgeführt sein, dass sie die folgenden Anforderungen erfüllt:

- Für die Bestrahlungskammer sind nur für den Trinkwasserbereich zugelassene metallene Werkstoffe zu verwenden. Unter Einwirkung von UV-Strahlung müssen sie ihre Funktion behalten, und es darf zu keiner Beeinträchtigung der Beschaffenheit des Wassers als Trinkwasser führen.
- Für die Bestrahlungskammer dürfen keine Materialien/Oberflächen verwendet werden, die eine nicht überwachbare Erhöhung der Desinfektionsleistung bewirken, wie erhöhte Reflektion, oder katalytisch wirkende Oberflächen.
- Möglichkeiten für eine mechanische und/oder chemische Reinigung und für eine ausreichende Spülung der Bestrahlungskammer sind vorzusehen.
- Die mechanische Auslegung und die Ausführung müssen den einschlägigen Vorschriften für die jeweils vorgegebene Druckstufe entsprechen.
- Ein direkter oder indirekter Strahlungsaustritt mit einer Wellenlänge < 400 nm aus der Bestrahlungskammer im Normalbetrieb in die Umgebung darf nicht möglich sein.

Die bei der Erstprüfung festgelegten Fertigungstoleranzen sind für den Herstellprozess der Bestrahlungskammern einzuhalten.

Die verwendeten, mit Trinkwasser in Berührung kommenden Werkstoffe sind hinsichtlich deren Bezeichnung und deren Zusammensetzung tabellarisch zu deklarieren.

In der vorgelegten technischen Dokumentation ist festzuhalten, ob die Bestrahlungskammer in mehreren Materialqualitäten angeboten wird.

Es ist nachzuweisen, dass die Trinkwassereignung aller mit Trinkwasser in Berührung kommenden Teile erfüllt ist.

4.2.2 Sensorposition

Der Gerätesensor ist

- in radialer Richtung rechtwinklig (Winkeltoleranz $\pm 2^\circ$) auf eine Lampe auszurichten (siehe Bild 1);
- nicht auf das Amalgamreservoir oder andere nicht repräsentative Bereiche der Lampe auszurichten;
- bezogen auf die Längsachse der Lampe so zu platzieren, dass die Position in Bezug auf Lampenalterung, Belagsbildung und Brennverhalten repräsentativ ist, ohne allerdings die Winkelcharakteristik des Messsignals zu beeinflussen;
- so zu positionieren, dass die wasserseitige Fläche des zugehörigen Sensoranschlusssystems mindestens bündig mit der Innenwand der Bestrahlungskammer abschließt oder innerhalb der Bestrahlungskammer liegt, siehe auch 4.3.6.1;
- so zu positionieren, dass durch den Abstand zur Lampe die Anforderungen nach 7.3.4 erfüllt sind.

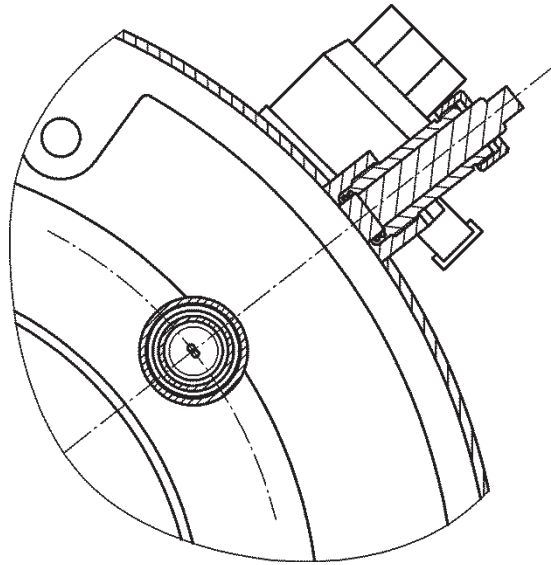


Bild 1 — Radiale Ausrichtung des Gerätesensors zur UV-Lampe

Eine Übersicht über die einzuhaltenden Maßtoleranzen der Sensorposition ist Tabelle 7 zu entnehmen. Die Bestrahlungskammer muss mit zumindest einer Anschlussmöglichkeit für eine strahlungsmesstechnische Überwachung ausgerüstet sein (siehe 4.3.6).

4.2.3 Gerätesteuerung und -überwachung

Die Gerätesteuerung und -überwachung muss im Zusammenwirken mit den anderen wasser- und betriebstechnischen Einrichtungen sicherstellen, dass die im Rahmen der Prüfung ermittelten Betriebskennwerte sicher eingehalten werden, so dass kein unzureichend bestrahltes Wasser abgegeben wird. Dazu müssen mindestens folgende Funktionen sichergestellt sein.

Das Verarbeiten der Signale der Bestrahlungsstärkemessung (Geräteradiometer) und gegebenenfalls auch der Durchflussmessung muss derart erfolgen, dass bei auf Kennlinie geprüften UV-Geräten mit Durchflussregelung und/oder regelbarer Lampenleistung immer die Mindestbestrahlungsstärke eingehalten wird. Bei Geräten mit mehreren Geräteradiometern ist für die Steuerung und Signalisierung das niedrigste Sensorsignal heranzuziehen.

Alle Lampen müssen auf einwandfreie Funktion nach 4.3.3 kontrolliert werden. Eine Störung von Lampen muss dargestellt, signalisiert und abrufbar sein. Es müssen rückstellbare Zähler für Betriebsstunden und die Anzahl der Einschaltungen vorhanden sein.

Die Bestrahlungsstärke muss überwacht werden. Alle Radiometermesswerte müssen nach 4.3.5 simultan erfasst und verarbeitet sowie in W/m^2 dargestellt werden oder abrufbar sein. Die Anforderungen an den Messbereich und die Messunsicherheit müssen den Bestimmungen nach 4.3.5.3 entsprechen.

Die Betriebskennwerte „Mindestbestrahlungsstärke“ und „Maximaldurchfluss“ müssen überwacht werden. Dabei sind die folgenden Kriterien zu beachten:

- Es muss ein Analog-, Digital- oder Schalteingang für ein externes Volumenstromsignal vorgehalten werden.
- Wird der Wert von 110 % der Mindestbestrahlungsstärke (Warnschwelle) unterschritten, muss spätestens nach einer 5-minütigen Unterschreitung der Warnschwelle ein Warnsignal ausgelöst werden.
- Die Durchflussfreigabe darf erst nach Erreichen der vorgeschriebenen Mindestbestrahlungsstärke und bei einwandfreiem Betrieb aller Lampen erfolgen.

Bei folgenden Störungen muss das Gerät außer Betrieb gehen und eine Störmeldung auslösen:

- Es liegt eine mechanische Zerstörung der Lampe und des Hüllrohres vor.
- Es liegen sonstige gerätespezifische Störungen vor.

Bei Vorliegen folgenden Kriteriums muss das Steuersignal für die Freigabe des Wasserdurchflusses aufgehoben werden:

- Die Bestrahlungsstärke liegt für mehr als 10 s unter der Mindestbestrahlungsstärke.

Die folgenden Betriebs-, Warn- und Störmeldungen müssen angezeigt werden:

- Start, Aufwärmen, Betrieb und Störung;
- Lampenfehlfunktion;
- Unterschreiten der Warnschwelle;
- Unterschreiten der Mindestbestrahlungsstärke;
- Fehlfunktion der Wischereinrichtung (soweit vorhanden).

Davon sind für die externe Überwachung mindestens folgende Meldungen als potentialfreie Kontakte zur Verfügung zu stellen:

- Start-/Betriebsmeldung;
- Sammelstörmeldung.

Für die regelmäßige Kontrolle der Geräteradiometer mit einem Referenzradiometer muss ein Prüfmodus anwählbar sein, der die Alarm- oder Schaltfunktion für die Dauer der Kontrollmessung höchstens 5 min aussetzt. Nach Ablauf des Prüfmodus muss die Alarm- oder Schaltfunktion automatisch reaktiviert werden. Die verbleibende Restlaufzeit (in s) bis zur automatischen Reaktivierung der Alarm- oder Schaltfunktion muss angezeigt werden.

Gerätesteuerungen müssen mit dauerhaften Kennzeichen versehen sein, aus denen der Hersteller und die Eigenschaften eindeutig zu ermitteln sind. Der zulässige Abgleichfaktor für den Abgleich des Geräteradiometers mit dem Referenzradiometer ist auf 0,8 bis 1,2 zu begrenzen und mittels Passwort gegen Missbrauch zu schützen.

4.2.4 Betrieb mit geregelter Lampenleistung

Bei dem Betrieb eines UV-Gerätes mit reduziertem Lampenstrom (reduzierter Lampenleistung) ist insbesondere das Verhalten der Lampen bei einer Änderung des Lampenstroms (der Lampenleistung) zu beachten. UV-Niederdrucklampen benötigen oftmals eine längere Zeit bis nach einer Erhöhung des Lampenstroms (der Lampenleistung) eine höhere Strahlungsleistung abgegeben wird bzw. es ist nur eine langsame Erhöhung des Lampenstroms (der Lampenleistung) zulässig. Diese Reaktionszeiten sind bei der Auslegung und dem Betrieb des UV-Gerätes zu beachten. Daher ist es erforderlich, die Reaktionszeiten auf eine Änderung des Lampenstroms (der Lampenleistung) zu dokumentieren und bei der Lampencharakterisierung zu überprüfen.

Falls die UV-Lampen bei Mehrlampengeräten gruppenweise in Bezug zu einem Geräteradiometer gedimmt werden, ist bei der Lampencharakterisierung nachzuweisen, dass die mikrobizide Bestrahlungsstärke der Lampen im gedimmten Betrieb (Angabe höchste Dimmung des Herstellers oder Dimmung bei Test L nach 7.3.4) eine Abweichung vom Mittelwert von höchstens $\pm 15\%$ nicht überschreitet.

Bei UV-Geräten, bei denen die Lampen mit geregelter Lampenstrom bzw. mit geregelter Lampenleistung betrieben werden, können die folgenden Fälle unterschieden werden:

- Regelung auf einen konstanten Wert der Bestrahlungsstärke: Die Lampen werden nach der Stabilisierung soweit gedimmt, bis die vorgegebene Mindestbestrahlungsstärke oder der niedrigste zulässige Lampenstrom bzw. die niedrigste zulässige Lampenleistung erreicht ist;
- Regelung auf einen variablen Wert der Bestrahlungsstärke bei auf Kennlinie geprüften UV-Geräten: Der Steuerung wird ein Durchflusssignal zur Verfügung gestellt. Die Steuerung errechnet dann die dem jeweiligen Durchfluss zugehörige Mindestbestrahlungsstärke.

Beim geregelten Betrieb ist die folgende Anforderung zu erfüllen: Bei Geräten mit mehreren optisch gleichwertigen Gerätesensoren ist für die Regelung das niedrigste Radiometersignal zu verwenden.

4.2.5 Bedienungsanleitung

Vom Hersteller ist für das UV-Gerät eine Bedienungsanleitung zu erstellen, die mindestens folgende Angaben enthalten muss:

- Technische Beschreibung:
 - Abmessungen, Einbaumaße und technische Beschaffenheit;
 - Nenndruck, Nenndurchfluss, Angabe der Durchflussrichtung;
 - elektrische Versorgungsspannung, Frequenz, Nennstrom, Nennleistungsaufnahme;
 - Stromlaufplan;
 - Funktionsbeschreibung der Steuerung mit Ablaufdiagramm;
- Montage- und Betriebsanleitung:
 - Montageanleitung mit allen erforderlichen Angaben für den sachgerechten Energieanschluss sowie für die benötigten Steuerungs- und Sicherungsschaltungen;
 - Einbaubeschreibung mit Angabe der Durchflussrichtung, Einbaumaße, Einbaulage und den Anforderungen an die Ein- und Auslaufstrecken unter Berücksichtigung von Absperrorganen und gegebenenfalls anderen Rohrleitungskomponenten.
- Ergebnisse aus der Prüfung:
 - Die Montage- und Betriebsanleitung ist entsprechend den Prüfergebnissen erforderlichenfalls zu ändern oder zu ergänzen;
 - Der zulässige Betriebsbereich des UV-Gerätes ist in tabellarischer und grafischer Form (Durchfluss über Bestrahlungsstärke und Durchfluss über UV-Transmission) anzugeben;
 - Gegebenenfalls sind die gemessenen Druckverlustwerte des UV-Gerätes in tabellarischer und grafischer Form zu ergänzen, die während der praktischen Durchführung der Testpunkte aufgenommen wurden;
 - Im Falle eines leistungsgeregelten Betriebes sind der Leistungsbereich (Dimmbereich) der Lampen und die geringste Bestrahlungsstärke mit der korrespondierenden UV-Transmission des Testwassers zu ergänzen;
 - Zusätzlich ist die Verzögerungszeit der Lampen beim Hochfahren von der kleinsten Leistungseinstellung bis zum Erreichen der höchsten Leistungseinstellung der entsprechenden Bestrahlungsstärke zu dokumentieren.

- Wartungsanleitung:
 - Anleitung zum Reinigungsverfahren und gegebenenfalls zur Reinigungseinrichtung sowie Angaben zum Reinigungsmittel einschließlich der praktischen Durchführung;
 - Anleitung zur Vorgehensweise im Fall mechanischer Zerstörung eines Hüllrohres oder einer Lampe;
 - Anleitung zur Durchführung des Lampenaustausches inklusive der Anordnung neuer Lampen, wenn nicht alle bereits gebrauchten Lampen durch neue ersetzt werden.

4.3 Anforderungen an Gerätekomponenten

4.3.1 Allgemeines

Im Rahmen der Prüfung werden die für die Desinfektionswirksamkeit des Gerätes wesentlichen Komponenten charakterisiert. Im Folgenden werden die Anforderungen an diese Komponenten beschrieben.

4.3.2 UV-Lampen

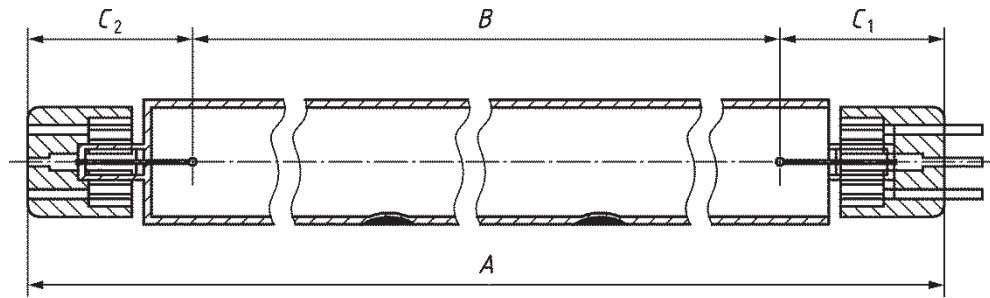
UV-Lampen sind mit einer dauerhaften Kennzeichnung zu versehen, aus der der Hersteller, Typ und das Fertigungslos sowie anhand von Datenblättern die Eignung eindeutig zu erkennen sind.

Es dürfen nur monochromatische Gasentladungslampen verwendet werden, die mindestens 85 % der gesamten Emission zwischen 240 nm und 290 nm bei der 254 nm Quecksilberresonanzlinie emittieren. Es sind Maßnahmen an der UV-Lampe vorzusehen, um das Eindringen von Quecksilber in das Quarzglas zu minimieren (z. B. durch eine geeignete Beschichtung).

Den UV-Lampen muss jeweils eine technische Zeichnung mit Maßtoleranzen und mindestens folgenden technischen Angaben beigelegt werden:

- Gesamtlänge;
- Bogenlänge;
- Abstand der Elektroden zum Sockel;
- Durchmesser des Lampenrohres;
- Lage und Anordnung der Amalgamreservoirs;
- maximaler Querschnitt (mit Kabeln usw.);
- Lampenanschluss (Abmessungen, Beschaltung usw.);
- sonstige wesentliche Maße und/oder Merkmale;
- Lage der dauerhaften Kennzeichnung.

Bild 2 zeigt eine beispielhafte technische Zeichnung einer UV-Lampe mit den Maßen Gesamtlänge, Bogenlänge und Abstände der Elektroden zum Sockel.



Legende

- A Gesamtlänge der Lampe in cm
- B Bogenlänge der Lampe in cm
- C_1, C_2 Abstand der Elektroden zu den Sockeln in cm

Bild 2 — Beispielhafte technische Zeichnung einer UV-Lampe

Die Lampen müssen mindestens die folgenden Maßtoleranzen einhalten:

- Gesamtlänge: ± 3 mm;
- Bogenlänge: ± 5 mm;
- Abstand der Elektrode(n) zum Sockel: ± 3 mm;
- Durchmesser des Lampenrohres (D)
 - bei $D > 15$ mm: $\pm 2,5$ %;
 - bei $D \leq 15$ mm: ± 4 %.
- maximaler Querschnitt: $\pm 2,5$ %.

Des Weiteren ist eine technische Zeichnung erforderlich, aus der der Anschluss der Lampe an das Lampenbetriebsgerät sowie die Lage und gegebenenfalls Fixierung und/oder Zentrierung der Lampe im Lampenhüllrohr ersichtlich ist.

Für die Lampen sind die folgenden Angaben zu machen:

- Zulässige Lage der Lampe im Betrieb (horizontal und/oder vertikal);
- Orientierung der Amalgamreservoirs im Betrieb (unten, oben, nicht relevant);
- Emissionsspektrum der UV-Lampe im Wellenlängenbereich von 200 nm bis 600 nm;
- höchste Lampennutzungsdauer;
 - Die Angaben zur Lampennutzungsdauer, zum Rückgang der Strahlungsleistung im UV-C-Spektralbereich über die Lampennutzungsdauer und zur Qualitätssicherung sind durch geeignete Nachweise zu belegen.
- alle relevanten Maße, Eigenschaften und Betriebsdaten der Lampe;
- Nennlampenstrom oder Lampenstrom bei Nennleistung im Temperaturbereich von 5 °C bis 25 °C;
- Lampenspannung bei Nennlampenstrom oder Nennleistung im Temperaturbereich von 5 °C bis 25 °C;

- Wirkleistung bei Nennstrom oder Nennleistung im Temperaturbereich von 5 °C bis 25 °C;
- niedrigster Lampenstrom sofern die Lampe regelbar betrieben werden soll;
- Vorheizstrom;
- Dauerheizstrom;
- Sprungantwort der Bestrahlungsstärke (nur bei Lampen die mit variabler Lampenleistung betrieben werden);
- mikrobizide Bestrahlungsstärke gemessen unter standardisierten Bedingungen in einer Prüfkammer nach Anhang E;
- Leistung, freibrennend nach Anhang A.

4.3.3 Lampenbetriebsgeräte

Für die Lampenbetriebsgeräte sind die folgenden Angaben zu machen:

- Hersteller oder Lieferant;
- eindeutige Bestellbezeichnung des Herstellers oder des Lieferanten;
- Netzversorgung (Spannung, Frequenz);
- Anzahl der Lampen die mit einem Gerät betrieben werden können;
- Anschlussleistung bzw. bei Lampenbetrieb mit variabler Leistung Angabe der Anschlussleistung bei höchstem Lampenstrom bzw. höchster Lampenleistung;
- Kommunikation mit Steuerung (Bus, analog, Kontakt usw.);
- zulässige Umgebungstemperatur;
- eingehaltene Normen;
- Vorheizstrom;
- Vorheizdauer;
- Zündspannung;
- kleinste und größte Länge des Lampenanschlusskabels;
- höchste zulässige Lampenleistung;
- Angabe des Lampenstroms, der Wirkleistung und des Dauerheizstroms bei kleinster und größter Länge des Lampenanschlusskabels (bei Lampenbetrieb mit konstanter Leistung);
- Angabe von niedrigstem(r) und höchstem(r) Lampenstrom, Wirkleistung und Dauerheizstrom bei kleinster und größter Länge des Lampenanschlusskabels (bei Lampenbetrieb mit variabler Leistung);
- Prinzip der Brennüberwachung der Lampe (erforderliche Funktion bei Geräten mit mehreren Lampen);
- Prinzip der Brennspannungsüberwachung (erforderliche Funktion bei Geräten mit mehreren Lampen);
- Beschreibung der Lampenstrom- bzw. Lampenleistungseinstellung (bei Lampenbetrieb mit variabler Leistung).

Der Hersteller muss durch Qualitätssicherungsmaßnahmen sicherstellen, dass die Eigenschaften der Lampenbetriebsgeräte den Angaben entsprechen.

Lampenbetriebsgeräte müssen mit einer dauerhaften Kennzeichnung versehen sein, aus welcher sowohl der Hersteller bzw. der Lieferant als auch die Eigenschaften des Gerätes eindeutig ermittelt werden können.

4.3.4 Lampenhüllrohre

Für die Hüllrohre sind die folgenden Angaben zu machen:

- Material des Hüllrohres;
- Hersteller oder Lieferant;
- eindeutige Bestellbezeichnung beim Hersteller oder Lieferanten;
- eindeutige Bestellbezeichnung für den Anwender;
- Art und Inhalt der dauerhaften Kennzeichnung;
- Mindesttransmission bei 254 nm;
- höchster zulässiger Betriebsdruck.

Für die Hüllrohre ist eine technische Zeichnung mit tolerierten Maßen erforderlich, die mindestens die folgenden Angaben enthält:

- Gesamtlänge;
- Außendurchmesser;
- Wanddicke;
- sonstige wesentliche Maße;
- Lage der dauerhaften Kennzeichnung.

Lampenhüllrohre müssen mindestens die folgenden Maßtoleranzen einhalten:

- Außendurchmesser:
 - $d_a \leq 40 \text{ mm}$: $\pm 2 \%$;
 - $40 \text{ mm} < d_a \leq 50 \text{ mm}$: $\pm 3 \%$;
 - $d_a > 50 \text{ mm}$: $\pm 4 \%$;
- Wanddicke: $\pm 10 \%$;
- Durchbiegung: $\leq 2 \text{ mm/m}$.

Im Rahmen der Geräteprüfung sind die Angaben an mindestens drei Hüllrohren zu überprüfen und zu dokumentieren. Der Hersteller muss durch Qualitätssicherungsmaßnahmen sicherstellen, dass die Eigenschaften der Hüllrohre den Angaben entsprechen.

Lampenhüllrohre sind mit einer dauerhaften Kennzeichnung zu versehen, aus der der Hersteller und der Typ sowie anhand von Datenblättern die Eignung eindeutig zu erkennen sind.

4.3.5 Geräteradiometer

4.3.5.1 Allgemeines

Geräteradiometer dienen zur Überwachung der Bestrahlungsstärke von UV-Geräten.

Ein Geräteradiometer besteht aus:

- einem Gerätesensor, in dem sich ein fotoempfindliches Element (Detektorelement) befindet;
- einer elektronischen Signalverarbeitung, die das vom Sensor erfasste Messsignal (z. B. Strom) in die Einheit der Bestrahlungsstärke von W/m^2 umrechnet;
- einem Anzeigeelement, das die Bestrahlungsstärke in W/m^2 anzeigt.

Der Einsatzbereich (z. B. Temperaturbereich, Messbereich der Bestrahlungsstärke) eines Geräteradiometers wird vom Hersteller vorgegeben. Er muss mindestens den für das zu überwachende UV-Gerät benötigten Einsatzbereich abdecken. Die Prüfung muss für diesen Bereich erfolgen.

Gerätesensoren müssen mit einer dauerhaften Kennzeichnung versehen sein, aus der der Hersteller bzw. der Lieferant und die Eigenschaften (Typ, Hersteller, Bestrahlungsstärkebereich, Angabe der Prüfnorm, Seriennummer) eindeutig ermittelt werden können.

Das Geräteradiometer muss durch eine geeignete Signalverarbeitung die gemessene Bestrahlungsstärke an die Steuerelektronik des UV-Gerätes übergeben. Die Auswerte- und Anzeigeeinheit des Geräteradiometers muss mit einer dauerhaften Kennzeichnung (Hersteller und Typ) versehen sein.

4.3.5.2 Bauliche Anforderungen an den Gerätesensor

Gerätesensoren müssen maßhaltig in die Sensoranschlussysteme (SAS) einzusetzen sein. Sie müssen über folgende Baumerkmale verfügen:

- einen in das SAS passenden zylindrischen Sensorschaft mit Anschlagbund für die Auflage am SAS und zur Einhaltung des Abstandes zwischen Messfenster und Sensoreintrittsöffnung mit folgenden Abmessungen: Außendurchmesser 20 mm, Toleranz $h9$ nach DIN EN ISO 286-2, Länge Stirnfläche bis Anschlag-Bund $(59 \pm 0,1)$ mm, Bund: $(27,0 \times 3,0)$ mm. Im eingebauten Zustand muss die Außenfläche der Scheibe einen Abstand von $(1 \pm 0,3)$ mm vom Messfenster aufweisen;
- geschlossenporige, kratzfeste Eingangsoptik, die in diesen Eigenschaften gleichwertig zu Quarzglas ist;
- eine im vorderen Teil des Sensorschaftes eingebaute plane, kreisrunde, für Strahlung im Spektralbereich um 254 nm durchlässige Eingangsoptik mit Diffusor-Eigenschaften. Der optisch wirksame Durchmesser der Eintrittsöffnung muss außen mindestens 15 mm betragen und innen $(13 \pm 0,1)$ mm. Die Eindichtung der Eingangsoptik in das Sensorgehäuse muss strahlungsbeständig sein. Die äußere Eintrittsfläche der Eingangsoptik muss mit einem Grenzabmaß von $\pm 0,2$ mm mit der Sensorfront plan abschließen. Die Bezugsebene ist die Eintrittsfläche des optischen Fensters. Der Abstand A des in den Sensor eingebauten Detektorelements von der Streuscheibe muss Gleichung (1) entsprechen:

$$A \geq \frac{13 - d}{2} \quad (1)$$

Dabei ist

- A Abstand des Sensors von der Streuscheibe, in mm;
- d Durchmesser des Detektorelements, in mm.

4.3.5.3 Messtechnische Anforderungen an Gerätesensoren

4.3.5.3.1 Relative Richtungsempfindlichkeit

Unter der relativen Richtungsempfindlichkeit $r(\alpha)$ eines Sensors versteht man das Verhältnis von Messsignal $Y(\alpha)$ beim Einfallswinkel α zum Messsignal $Y(0^\circ)$ bei senkrechtem Strahlungseinfall auf die Eintrittsfläche entsprechend Gleichung (2):

$$r(\alpha) = \frac{Y(\alpha)}{Y(0^\circ)} \quad (2)$$

Dabei ist

$r(\alpha)$ relative Richtungsempfindlichkeit eines Sensors;

$Y(\alpha)$ Messsignal bei Einfallswinkel;

α Einfallswinkel.

Diese Abhängigkeit gilt bei paralleler Strahlung. Der Einfallswinkel α bezeichnet den Winkel zwischen dem Lot auf die Eintrittsfläche des Sensors und der Strahlungsrichtung.

Die Anforderungen an die relative Richtungsempfindlichkeit $r(\alpha)$ sind durch die folgenden Bedingungen [Gleichung (3) und Gleichung (4)] gegeben (siehe Tabelle 1 und Bild 3):

Für $0^\circ < |\alpha| \leq 10^\circ$:

$$0,995 \cdot \cos \alpha \leq r \leq 1 \quad (3)$$

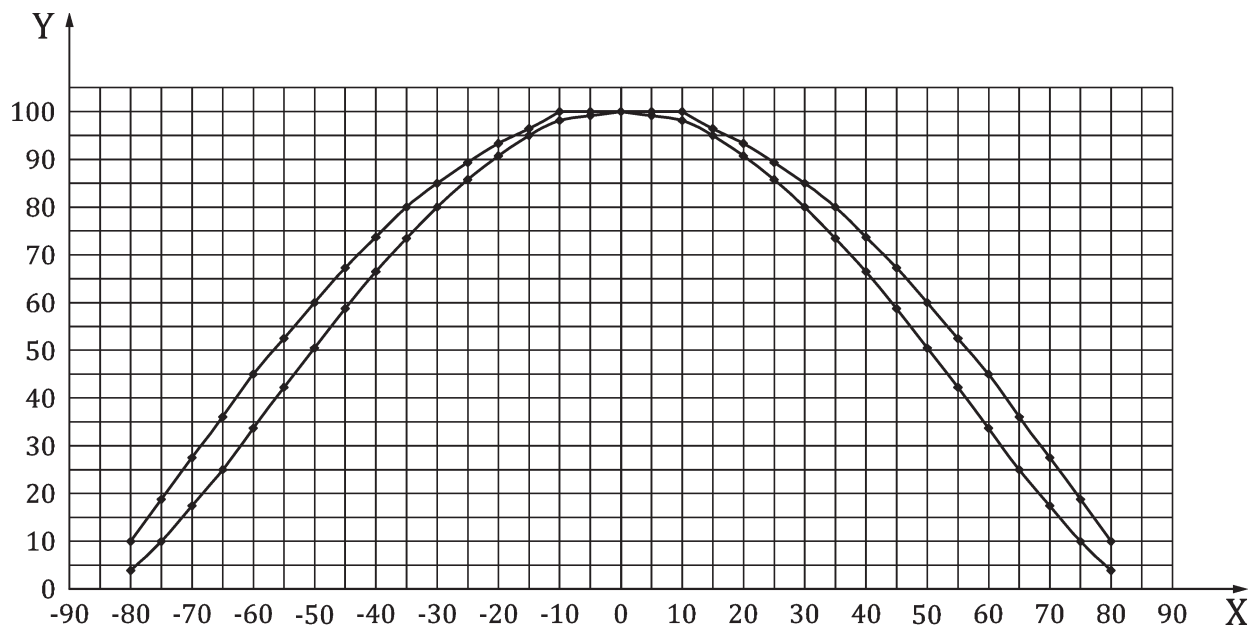
Für $10^\circ < |\alpha| \leq 80^\circ$:

$$\left(\frac{1,002\,927\,6 - 0,000\,146\,179\,49 \cdot \alpha^2}{1 + 0,000\,080\,594\,178 \cdot \alpha^2} \right) \leq r \leq \left(\frac{1,018\,1 - 0,011\,67 \cdot \alpha}{1 - 0,009\,889 \cdot \alpha} + 0,000\,03 \cdot \alpha^2 \right) \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

Tabelle 1 — Zulässige relative Richtungsabhängigkeit als Funktion des Einfallswinkels

Winkel α Grad	$r_{\min}$ %	$r_{\max}$ %
± 0	100	100
± 5	99,1	100
± 10	98,0	100
± 15	95,3	96,3
± 20	91,5	93,0
± 25	86,8	89,1
± 30	81,2	84,6
± 35	75,0	79,4
± 40	68,1	73,5
± 45	60,8	67,1
± 50	53,1	60,1

Winkel α Grad	$r_{\min}$ %	$r_{\max}$ %
± 55	45,1	52,5
± 60	36,9	44,5
± 65	28,7	36,1
± 70	20,5	27,4
± 75	12,4	18,7
± 80	4,4	10,4



Legende

X Einfallswinkel α in Grad

Y relative Empfindlichkeit in %

—+— maximale und minimale Empfindlichkeit

Bild 3 — Zulässige relative Richtungsabhängigkeit als Funktion des Einfallswinkels

Gerätesensoren müssen für die mikrobizid wirksame Strahlung der Wellenlänge 240 nm bis 290 nm empfindlich sein. Strahlung über 290 nm darf nicht zum Messsignal beitragen.

4.3.5.3.2 Selektivität — Spektrale Empfindlichkeit

Gerätesensoren müssen für die mikrobizid wirksame Strahlung der Wellenlänge 240 nm bis 290 nm empfindlich sein. Strahlung über 290 nm darf nicht zum Messsignal beitragen.

4.3.5.3.3 Messbereich und Anzeigegenauigkeit

Geräteradiometer müssen die über den zur sicheren Überwachung des Betriebsbereiches des UV-Gerätes erforderlichen Messbereich wirksame Bestrahlungsstärke mit hinreichender Genauigkeit anzeigen. Die Auflösung im Betriebsbereich muss kleiner als 3 % vom Messwert sein. Die Bestrahlungsstärke muss mit einer Auflösung von mindestens 3 % gemessen und angezeigt werden können. Die Bestrahlungsstärke im Betriebsbereich des UV-Gerätes muss mindestens doppelt so groß sein wie die Messunsicherheit des Geräteradiometers.

4.3.5.3.4 Linearität

Die Messwerte dürfen im gesamten Betriebsbereich um höchstens $\pm 2\%$ von den bei konstanter Empfindlichkeit zu erwartenden Signalen abweichen.

4.3.5.3.5 Temperaturempfindlichkeit

Die Temperaturdrift des Geräteradiometers muss im Temperaturbereich von 0 °C bis 40 °C im Mittel kleiner als 0,1 %/K sein.

4.3.5.3.6 Kalibrierung

Das Geräteradiometer ist werksseitig mittels eines rückführbaren Normals zu kalibrieren.

ANMERKUNG Kalibrierverfahren sind in DIN 19294-3 beschrieben.

4.3.5.3.7 Messunsicherheit

Die Messunsicherheit darf höchstens 10 % im Betriebsbereich betragen und ist entsprechend DIN 19294-3 zu berechnen.

4.3.5.3.8 Zeitliche Stabilität

Der Hersteller muss sicherstellen, dass die vorgenannten Eigenschaften des Geräteradiometers über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr eingehalten werden.

4.3.6 Sensoranschlusssystem

4.3.6.1 Anforderungen

Das Sensoranschlusssystem (SAS) muss den einwandfreien Einsatz und das genaue Positionieren von Geräte- und Referenzsensoren zur strahlungstechnischen Überwachung während des Betriebs sicherstellen.

Das SAS besteht aus einer Quarzglasscheibe als Messfenster, welches UV-Strahlung aus der Bestrahlungskammer leitet, sowie aus einem Tubus zur genauen Positionierung des Gerätesensors (schematische Darstellung siehe Bild 4).

Der Tubus muss bis zur sensorseitigen Fläche des Messfensters über einen inneren Durchmesser von 20 mm E9 nach DIN EN ISO 286-2 sowie über eine freie innere Tiefe von $(60,0 \pm 0,1)$ mm verfügen. Das bestrahlungskammerseitige Ende des Tubus muss durch das Messfenster bündig (± 1 mm) abgeschlossen sein, ebenso sein Anschluss. Damit ist sichergestellt, dass keine Bauteile die strahlungstechnische Überwachung beeinflussen.

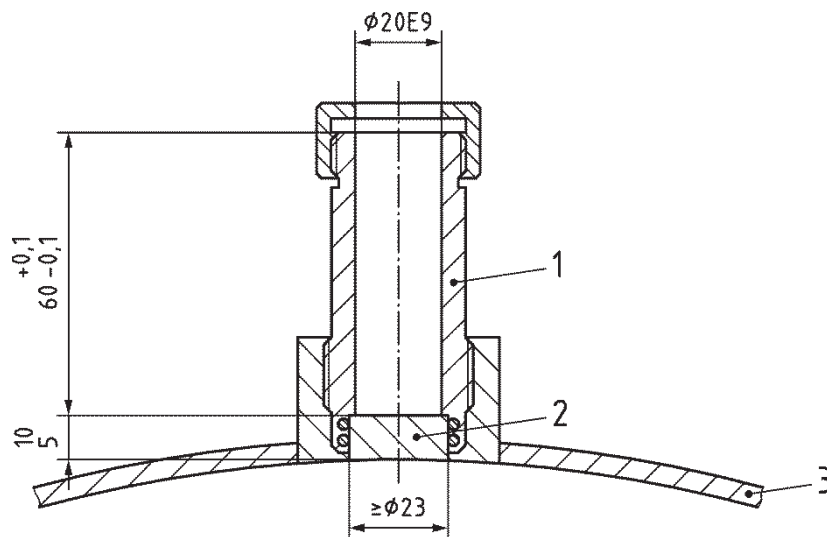
Das Messfenster muss aus einer wasserdicht und druckfest (für den Nenndruck des Gerätes) eingesetzten planparallelen Quarzglasscheibe, mit einer Dicke von 5 mm bis 10 mm und einem Mindestdurchmesser von 23 mm bestehen.

Es muss einen Mindesttransmissionsgrad von 0,90 für Strahlung bei einer Wellenlänge von 254 nm aufweisen.

Es ist eine Fixiervorrichtung für den Gerätesensor vorzusehen.

Das SAS muss leicht von der Bestrahlungskammer demontierbar und zu reinigen sein.

Die Art der Montage des SAS an der Bestrahlungskammer ist freigestellt, ebenso die Art der Eindichtung der Quarzglasscheibe. Es sind dauerhaft formstabile, UV-resistente Werkstoffe zu verwenden (z. B. Edelstahl, PTFE), die keine Substanzen in das Wasser abgeben dürfen, welche die Beschaffenheit des Wassers als Trinkwasser beeinträchtigen.



Legende

- 1 Tubus
- 2 Messfenster
- 3 Bestrahlungskammerwand

Bild 4 — Positionierung des Sensoranschlusssystems an der Bestrahlungskammer

4.3.6.2 Kennzeichnung

Das SAS ist an der Außenseite an sichtbarer Stelle mit einer dauerhaften Kennzeichnung zu versehen (z. B. mit einer Lasergravur). Die Kennzeichnung muss mindestens folgende Informationen enthalten:

- Typ/Artikelnummer;
- Hersteller;
- verwendete Norm/Prüfvorschrift.

5 Prüfunterlagen

5.1 Allgemeines

Alle Konstruktionszeichnungen müssen vollständig, detailliert und mit maßstäblicher Darstellung einschließlich Bemaßung samt Toleranzen ausgeführt sein.

Die hygienische Eignung der verwendeten Werkstoffe ist nachzuweisen und die Nachweise sind in einer Tabelle aufzulisten.

Diese Tabelle muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Zeichnungsnummer;
- Bauteil-Nr.;
- Material bzw. Werkstoff;
- Anzahl der eingebauten Teile;
- Hersteller bzw. Lieferant;
- Artikelnummer.