

Entwicklung eines Kalibrierstands für die UV-Wasserentkeimung

Barton, B., PTB Braunschweig, Fachbereich 4.1 Photometrie und angewandte Radiometrie, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany

Der Bedarf an rückführbaren Kalibrierungen besteht in allen Einsatzgebieten hoher Bestrahlungsstärke wie z.B. UV-Entkeimung, -Härtung, -Trocknung und – Oberflächenbehandlung. In vielen Bereichen wird die Rückführbarkeit der Messungen gefordert, sie konnte bisher aber technisch nur eingeschränkt gewährleistet werden. Es ist bis dato nicht möglich, spektral integrierende UV-Radiometer zur Messung hoher UV-Strahlung rückführbar mit geringer Messunsicherheit zu kalibrieren. Bei Vergleichen von UV-Messgeräten verschiedener Hersteller stellt man daher oft gravierende Abweichungen der Messergebnisse fest.

An der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) wurden speziell für die UV-Entkeimung auf dem Markt erhältliche UV-Strahler charakterisiert und auf ihre Eignung als Kalibriernormal untersucht. Um sowohl Sensoren für UV-Wasserentkeimungsanlagen basierend auf Hg-Mitteldruckstrahlern als auch auf Hg-Niederdruckstrahlern kalibrieren zu können, wurden ein 1000 W Mitteldruckstrahler und ein 40 W Niederdruckstrahler als Kalibrierstrahler ausgewählt. Für die Prüfung und Kalibrierung der UVC-Sensoren wurde ein geeigneter Strahleraufbau entwickelt, der den Bedingungen in einer Entkeimungsanlage ähnlich ist und die hohen Anforderungen an ein Arbeitsnormal bzgl. Stabilität, Reproduzierbarkeit und Homogenität erfüllt.

Als Ergebnis der Untersuchungen wurde ein Kalibrierstand aufgebaut:

Der Hg-Mitteldruckstrahler befindet sich in einer Reflektoreinheit, die fest in einem belüfteten Schrank eingebaut ist, der bei geschlossenem Verschluss keine UV-Strahlung an die Umgebung abgibt. Der Strahler wird waagrecht und mit einer Leistung von ca. 920 Watt betrieben. Der Hg-Niederdruckstrahler kann bei Bedarf ebenfalls in den Schrank eingebaut werden. Er befindet sich in einem separaten Gehäuse, das in einer definierten Position ebenfalls waagrecht in den Schrank, unterhalb des Mitteldruckstrahlers eingebaut werden kann.

Im Boden des Schanks befindet sich eine Öffnung zur Aufnahme verschiedener UVC-Sensoren oder Eingangsoptiken für Spektroradiometer. Die Referenzebene der Sensoren

befindet sich in einem Abstand von ca. 500 mm zum Mitteldruck- und ca. 300 mm zum Niederdruckstrahler. Ein Streulichttubus oberhalb der Referenzebene schränkt den Sichtbereich auf einen Öffnungswinkel von maximal 16° ein. Somit können sowohl 160° Sensoren als auch 40° Sensoren mit entsprechender Kosinuskorrektur kalibriert werden.

Während des Strahlerbetriebs werden Betriebsparameter wie Strahlerspannung, Strahlerstrom, Temperaturverlauf und Photoströme von Monitorphotodioden erfasst.

Die Kalibrierung von UVC-Sensoren erfolgt durch Vergleich mit spektral aufgelösten Messungen. Mit Hilfe eines kalibrierten Spektroradiometers wird zunächst die spektrale Bestrahlungsstärke in der Referenzebene bestimmt. Aus dem gemessenen Spektrum und der geltenden aktinischen Wirkungsfunktion wird dann rechnerisch die mikrobizid wirksame Bestrahlungsstärke ermittelt.

Es werden etwa $4 \text{ W}_{\text{mik}}/\text{m}^2$ mit Hg-Niederdruck und $50 \text{ W}_{\text{mik}}/\text{m}^2$ mit dem Hg-Mitteldruckstrahler erreicht. Die errechnete Bestrahlungsstärke wird mit der Anzeige der UVC-Sensoren verglichen und ein entsprechender Korrekturfaktor für die Messgeräte berechnet.

Hat man auf diese Weise einen Satz von Referenzsensoren kalibriert, ist es möglich, baugleiche UVC-Sensoren direkt und ohne spektrale Zusatzmessungen an den Strahlern zu kalibrieren.

Mit dem beschriebenen Kalibrierstand können also in Zukunft UVC-Referenzsensoren für den Einsatz in Hg-Mitteldruckanlagen und Hg-Niederdruckanlagen kalibriert und somit auf das in der PTB vorhandene nationale Normal für spektrale Bestrahlungsstärke zurückgeführt werden.

Developing a calibration facility for the UV disinfection of water

Barton, B., PTB Braunschweig, Department 4.1 Photometry and Applied Radiometry, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Germany

In all fields of application of high irradiance levels such as, e.g., disinfection, tempering, drying and surface treatment processes based on UV radiation, there is a demand for traceable calibrations. In many areas, measurements have to be traceable; for technical reasons, traceability could, however, be guaranteed to a limited extent only. To date, it has not been possible to calibrate spectrally integrating UV radiometers for the measurement of high UV radiation in a traceable way with a small measurement uncertainty. Comparing UV measuring instruments of different manufacturers thus often reveals serious deviations of the measurement results from each other.

At the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), commercially available UV radiators designed specifically for UV disinfection have been characterized, and their suitability for use as a calibration standard has been investigated. To be able to calibrate both sensors for UV water disinfection based on Hg medium-pressure radiators and such based on Hg low-pressure emitters, a 1000 W medium-pressure lamp and a 40 W low-pressure radiator were selected as calibration sources. For testing and calibrating the UVC sensors, an appropriate radiator set-up was developed which is similar to the conditions prevailing in a disinfection facility and meets the demanding requirements placed on a working standard with regard to stability, reproducibility and homogeneity.

As a result from the investigations, a calibration facility was set up:

The Hg medium-pressure radiator is located in a reflector unit mounted in a ventilated cabinet to provide stable operation conditions and to avoid any UV radiation emission into the environment. The emitter is operated horizontally with a power of approx. 920 W. The Hg low-pressure emitter can, if necessary, also be installed into the cabinet. It is located in a separate housing which can be mounted in a defined horizontal position, below the medium-pressure emitter.

An aperture for the installation of various UVC sensors or entrance optics for spectroradiometers is located in the base of the cabinet. The reference level of the sensors is located approx. 500 mm from the medium-pressure emitter and

approx. 300 mm from the low-pressure emitter. A tube with baffles located above the reference plane limits the field of view to an angular aperture of max. 16° . Hence, both 160° sensors and 40° sensors can be calibrated with the corresponding cosine correction.

Operating parameters such as lamp voltage, current, temperatures inside the box and the photocurrents of monitor photodiodes are monitored while the radiator is in operation.

UVC sensors are calibrated by comparison with spectrally resolved measurements. With the aid of a calibrated spectroradiometer, first the spectral irradiance is determined in the reference plane. From the measured spectrum and the applicable actinic action spectrum, the microbicidal effective irradiance is then determined.

Approx. $4 \text{ W}_{\text{mik}}/\text{m}^2$ are attained with Hg low pressure, whereas the Hg medium-pressure radiator achieves $50 \text{ W}_{\text{mik}}/\text{m}^2$. The calculated irradiance is compared with the indication of the UVC sensors, and a corresponding correction factor is calculated for the measuring instruments.

As soon as a set of reference sensors has been calibrated in this manner, UVC sensors of the same type can be calibrated directly, without additional spectral measurements on the emitters.

The calibration facility described here will allow UVC reference sensors to be calibrated for use in Hg medium-pressure facilities and Hg low-pressure facilities and, thus, to be traceable to the national standard for spectral irradiance available at PTB.