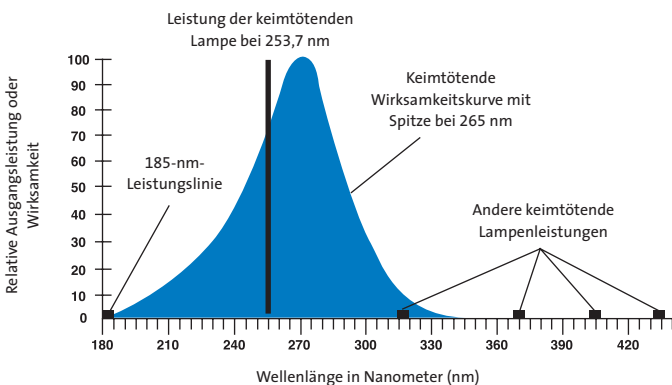
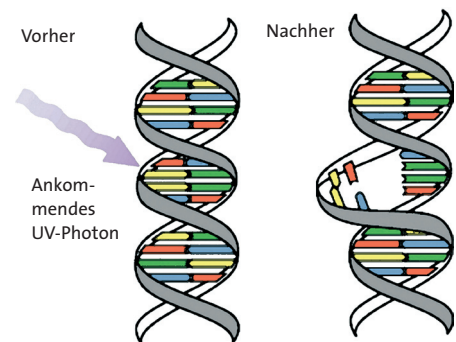


Einsatz von ultraviolettem Licht zur Bakterienkontrolle

Die keimtötende Wirkung von kurzwelligem UV-Licht (auch als UV-C bezeichnet) ist ausreichend dokumentiert und wurde seit Beginn des 20. Jahrhunderts genutzt. Thyminbasen in DNA und RNA reagieren besonders stark auf UV-Licht und bilden Thymin-Thymin-Doppelbindungen (Dimere), welche die Transkription und Replikation von Nukleinsäuren hemmen und damit eine erfolgreiche bakterielle Reproduktion verhindern. Zur oxidativen Schädigung von Zellen zwecks Verhinderung des Zellstoffwechsels werden erheblich höhere Dosen oder der Einsatz kurzwelligen Lichts benötigt.



Die keimtötende Wirksamkeit von UV-Licht ist proportional zu Kontakt und Intensität, die normalerweise in $\mu\text{watt.s/cm}^2$ angegeben wird. Bakterien lassen sich relativ leicht beschädigen, und man benötigt dazu in der Regel eine Bestrahlung mit 3.000 bis 12.000 $\mu\text{watt.s/cm}^2$ zur Deaktivierung von mehr als 99,9% der Population.

Alle in Laborwassersystemen verwendeten ultravioletten Lampen sind Niederdruck-Quecksilberlampen, die hauptsächlich Licht mit einer Wellenlänge von 254 nm emittieren.

UV im Behälter oder in der Leitung?

UV-Lampen wurden in Wasseraufbereitungssystemen zur Kontrolle der Bakterienpopulation auf zwei Methoden verwendet: Befestigung einer UV-Lampe an der Decke des Wasserspeicherbehälters zum Versuch der Aufrechterhaltung niedriger Bakterienniveaus im Behälter oder Fluss des Wassers in der Leitung durch eine zylindrische Kammer mit einer im Zentrum montierten UV-Lampe, sodass das gesamte Wasser mit hohen Graden von UV-Licht bestrahlt wird.

Herstellerdaten für Entwürfe von UV-Lampen in Behältern zeigen signifikante Reduzierungen der planktonischen Bakteriengrade im Behälter innerhalb relativ kurzer Zeiträume. Dabei ist jedoch zu beachten, dass planktonische Bakterienniveaus keine Darstellung des Grads eines Biofilms in einem System liefern. Damit bleibt die Befürchtung bestehen, dass die Biofilmbildung, die langfristig ohne effektive chemische Desinfektion unvermeidlich ist, die Wirksamkeit der UV-Bestrahlung durch Abschirmung und Schutz der Bakterien verringern wird. Von UV-Licht gestörte, aber nicht abgetötete Bakterien werden außerdem zum Ausmaß des Biofilmwachstums beitragen. Die Sauberkeit des Behälters wird deutlich zuverlässiger beibehalten, wenn der Biofilm mittels regelmäßiger Desinfektion angegriffen wird. Ein bereits etablierter Biofilm weist eine wesentlich höhere Beständigkeit gegen Desinfektion auf.

Die UV-Bestrahlung in der Leitung bietet eine deutlich stärkere und effektivere Kontrolle von Bakterien. Ein Flusswassersystem bietet Bakterien weniger Gelegenheiten zur Anhaftung an einer Oberfläche, wo sie bei ausreichender Verweildauer eine Biofilmkolonie gründen könnten. Die modernsten Systeme verwenden Rezirkulation in optimierten Intervallen zum Erreichen eines ausreichend schnellen Flusses, der die Etablierung von Biofilm stark erschwert, gleichzeitig aber eine geeignete Wassertemperatur beibehält.

TECHNOLOGIENACHRICHT 17

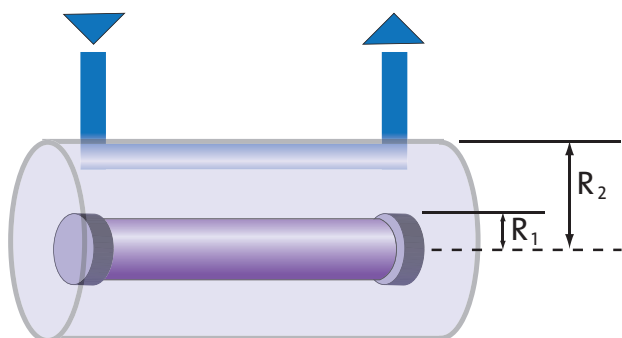
Orientierung des UV-Lichts

Die Orientierung des UV-Systems wurde im Rahmen von Tests über viele Monate untersucht, und es wurde kein Leistungsunterschied zwischen vertikal oder horizontal montierten Niederdruck-Quecksilberlampen festgestellt. Die Qualität der ausgewählten Komponenten ist deutlich signifikanter, da die Effektivität der UV-Systeme beispielsweise direkt durch die Solarisation der röhrenförmigen Quarzhülle bei der Verwendung beeinflusst wird. Die Verwendung von synthetischem Quarz minimiert diese Verschlechterung und gewährleistet eine maximale UV-Durchlässigkeit.

Entwurf von UV-Geräten von ELGA LabWater

Alle von ELGA LabWater angebotenen UV-Kammern werden zur Maximierung der keimtötenden Wirkung des UV-Lichts im Umwälzflusspfad des Wassersystems angebracht (Technologienachricht 16: Rezirkulation oder statische Speicherung?)

Das umgewälzte Wasser schränkt die bakterielle Anlagerung und ihr darauf folgendes Wachstum an Oberflächen ein, und eine wiederholte Passage durch UV-Licht mit 254 nm gewährleistet die regelmäßige Bestrahlung der Bakterien mit diesem Licht, das ihre permanente Schädigung und ihren anschließenden Zelltod verursacht.



Zur effektiven Ausnutzung der UV-Emission bei 254 nm ist die Lampe von einer durchlässigen Quarzhülle umschlossen, die als Barriere zwischen der Lichtquelle und dem Wasser dient und selbst wiederum von einem Gehäuse aus reflektierendem Edelstahl umgeben ist. Das Wasser strömt im zwischen Quarz und Stahlgehäuse gelegenen Ring.

Die minimale UV-Bestrahlung kann für den schlechtesten Fall berechnet werden, wenn Wasser lediglich im Innern des Stahlrohrs strömt:

$$\text{Mindestbestrahlung} = 30 (P/V) \times (R_2^2 - R_1^2) / R_2 \mu\text{Ws}/\text{cm}^2,$$

P ist die Lampenleistung in Watt bei 254 nm,

V ist die Flussrate in L/min,

R_1 ist der innere Wasserradius und R_2 der äußere Wasserradius in cm.

Die neusten, von der National Sanitary Foundation empfohlenen Werte für die UV-Bestrahlung wurden 2004 als ANSI-Norm festgelegt. Sie geben einen Mindestwert von 16.000 $\mu\text{Watt}\cdot\text{s}/\text{cm}^2$ vor.

UV-Kammern von ELGA sind zur Gewährleistung einer sehr starken UV-Bestrahlung entworfen:

mehr als 70.000 $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$ während der Rezirkulation bei niedrigen Flussraten und zwischen 27.000 und 80.000 $\mu\text{Ws}/\text{cm}^2$ während der Abnahme des Wassers. Selbst bei bakteriellen Belastungen von 81 Mio. KBE/ml deaktivieren diese Kammern nachweislich alle Bakterien.

Weitere Literatur:

Costerton, J.W., Lewandowski, Z., Caldwell, D.E., Korber D.R., and Lappin-Scott, H.M. (1995) Microbial Biofilms Annu Rev Microbiol 49: 711-745

Meltzer, T.H., High Purity Water Preparation for the Semiconductor, Pharmaceutical, and Power Industries, ISBN 0-927188-02-3

Technologienachricht 15: Biofilm in Reinwassersystemen

ELGA LabWater

Labtec SERVICES AG

Nordstrasse 9

5612 Villmergen

T 056 619 89 19

info@labtec-services.ch

www.labtec-services.ch

Technologienachricht TN17 August 2008