

Maßnahmen zur Vermeidung von Algenwachstum im Wirkungsbereich von UV-Anlagen

Die UV-Desinfektion hat sich bei der Aufbereitung von Trinkwasser als zuverlässige Technik etabliert und weist gegenüber oxidativ wirkenden chemischen Desinfektionsmitteln (wie z. B. Chlor) Vorteile auf. Einige Wasserversorgungsunternehmen haben in der Vergangenheit zugleich die Erfahrung gemacht, dass es im Wirkungsbereich der UV-Anlagen zur lokal begrenzten Ausbildung eines Algenbiofilms kommen kann. Da die Datenlage zu diesem Phänomen bislang eher gering war, hat ein DVGW-Forschungsvorhaben (Förderkennzeichen: W 201516) potenziell betroffene Standorte auf mögliche Einflussfaktoren untersucht und Abhilfe- und Vorsorgemaßnahmen erfasst. Der Beitrag stellt das Projekt vor und gibt wertvolle Hinweise, wie Wasserversorger ein potenzielles Algenwachstum vermeiden können.

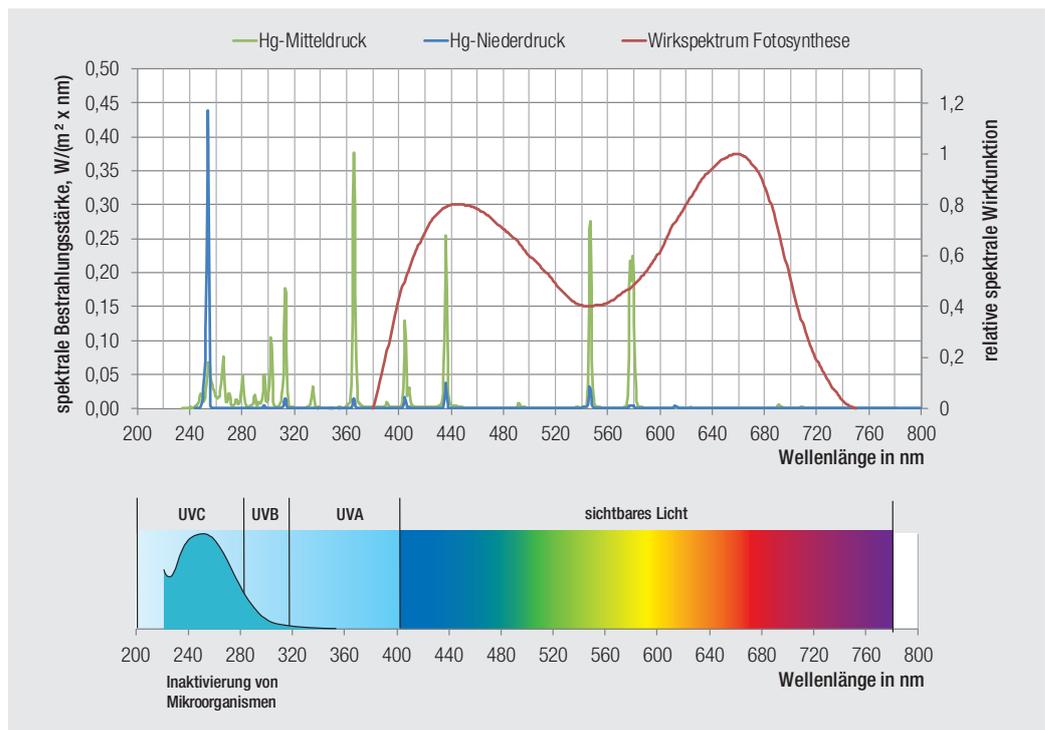
von: Dr. Jutta Eggers & Dirk Hochmuth (beide: TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser)

Das physikalische Verfahren der UV-Desinfektion mit Bestrahlung im Wellenlängenbereich von 240 bis 290 Nanometern (nm) ist in der öffentlichen Trinkwasserversorgung als Alternative zum Einsatz chemischer Desinfektionsmittel etabliert und wird mittlerweile bevorzugt eingesetzt. Im Gegensatz zu den bekannten oxidativ wirkenden chemischen Desinfektionsmitteln Chlor (als Hypochlorit), Chlordioxid oder Ozon werden bei der UV-Des-

infektion praktisch keine Reaktionsprodukte gebildet, die einen unerwünschten Einfluss auf die Wasserqualität haben. Darüber hinaus ist die Wirksamkeit der UV-Desinfektion unabhängig vom vorherrschenden pH-Wert und der Temperatur.

Ende der 1990er-Jahre wurde erkannt, dass bei der UV-Desinfektion von Trinkwasser eine effiziente Inaktivierung der protozoischen Para-

Abb. 1: Emissionsspektrum von UV-Niederdruck- und -Mitteldruck-Lampen im Vergleich zum Wirkspektrum der Fotosynthese



Quelle: TZW

siten *Cryptosporidium spp.* und *Giardia spp.* erreicht wird [1], wohingegen dies bei Einsatz von Chlor oder Chlordioxid bei den üblichen geringen ct-Werten nicht der Fall ist. Die UV-Desinfektion hat seitdem an Bedeutung gewonnen, da das Desinfektionsverfahren Bakterien, Viren und Protozoen wirksam inaktiviert.

Mit dem verstärkten Einsatz der UV-Desinfektion und den dabei gewonnenen Betriebserfahrungen wurde in den letzten Jahren vereinzelt das Vorhandensein eines visuell deutlich erkennbaren Belags in einem begrenzten Rohrleitungsbereich im Zu- und Ablauf der UV-Desinfektionsanlagen beschrieben. Wie weitere Untersuchungen ergaben, handelte es sich dabei um organische Bewüchse, in denen Algen zu einem nicht unerheblichen Anteil nachgewiesen werden konnten. Mögliche Gründe für das lokale Aufwachsen eines solchen Algenbiofilms sowie dessen Ausmaß sind bislang nur vereinzelt untersucht und ansatzweise beschrieben worden. Mit einer vom DVGW geförderten Bestandsaufnahme sollten vor diesem Hintergrund betroffene Wasserversorgungen identifiziert und die Relevanz für den Trinkwassersektor abgeschätzt werden.

UV-Lampen

In der Regel werden zur UV-Desinfektion von Trinkwasser Quecksilber-Dampflampen als Strahlungsquelle eingesetzt. Dabei unterscheidet man in der Regel zwischen zwei Typen, die sich in erster Linie in der Menge an verfügbarem Quecksilber (Elementsymbol: Hg) und dem vorherrschenden Hg-Partialdruck innerhalb der Lampen unterscheiden. Dadurch weisen die sogenannten Hg-Niederdruck- und Hg-Mitteldrucklampen unterschiedliche Eigenschaften auf.

Der merklichste Unterschied zwischen den beiden Lampentypen liegt in deren Leistungsdichte und in ihren Emissionsspektren: Während Hg-Niederdrucklampen im mikrobiziden Bereich

zwischen 240 und 290 nm monochromatisch bei der für Quecksilber charakteristischen Hauptemissionslinie von 254 nm emittieren, weisen die leistungsstärkeren Hg-Mitteldrucklampen in diesem Bereich ein polychromatisches Emissionsspektrum mit mehreren Emissionslinien auf. Darüber hinaus geben beide Lampentypen, in unterschiedlichem Maß, Strahlung im sichtbaren Bereich ab.

Emissionsspektren und Einfluss auf Algen

Für den Trinkwasserbereich sind derzeit mehrere tausend Algenarten identifiziert. Einige von ihnen kommen schwebend im Wasserkörper vor (planktisch), andere Arten sind auf Oberflächen zur Besiedlung angewiesen (benthisch in der Bodenzone eines Gewässers).

Die ein- oder vielzelligen Algenorganismen sind in der Regel fotoautotroph, d. h., ihnen genügen Lichtenergie, Wasser, Mineralnährstoffe und Kohlenstoffdioxid bzw. Hydrogencarbonat zum Leben. Fototroph lebende Organismen enthalten Pigmente (Farbstoffe), die durch Licht unterschiedlicher Wellenlängen angeregt und für die Fotosynthese genutzt werden können.

In **Abbildung 1** ist das Wirkspektrum der Fotosynthese [2] im Vergleich zu den Emissionsspektren der beiden UV-Lampentypen dargestellt, wobei der für die Fotosynthese nutzbare Spektralbereich zwischen 400 und 700 nm liegt. Wie aus der Grafik hervorgeht, emittieren beide Lampentypen auch in diesem Wellenlängenbereich. Außerdem ist erkennbar, dass das Absorptionsmaximum der Fotosynthese-Pigmente nahezu mit der 436-nm-Emissionslinie der UV-Lampen zusammenfällt. Ebenso wird ersichtlich, dass es für die Emissionspeaks bei 404 nm, 546 nm und 578 nm Überschneidungen mit dem Wirkspektrum der Fotosynthese gibt. In diesem Bereich haben Hg-Niederdrucklampen identische Emissionslinien wie Hg-Mitteldruck-

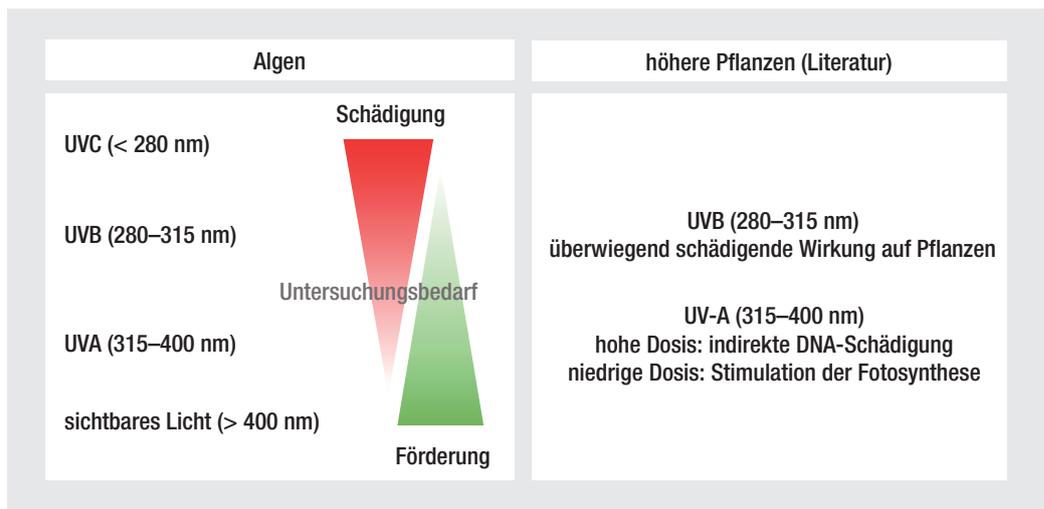
lampen, jedoch mit niedrigerer Intensität. Der Anteil von sichtbarem Licht wird von Herstellern für Hg-Mitteldrucklampen mit etwa 25 Prozent und für Hg-Niederdrucklampen mit etwa 5 Prozent der jeweiligen Gesamtemission angegeben.

Je kurzwelliger die emittierte Strahlung, desto geringer ist deren Eindringtiefe in das Wasser. Desinfektionswirksame kurzwellige UV-Strahlen dringen somit weniger tief in Wasser ein als langwellige sichtbare Strahlung. Demnach ist es möglich, dass bei der UV-Desinfektion in bestimmten Abständen zu den UV-Lampen Bereiche existieren, in die keine desinfektionswirksame UVC-Strahlung (240 bis 280 nm) mehr vordringt, wohl jedoch langwelligere Strahlung, welche wiederum ein Algenwachstum begünstigen kann.

Hierbei wird die Eindringtiefe von UV-Strahlung stark von der Wasserbeschaffenheit beeinflusst: Mit linearer Zunahme des spektralen Schwächungskoeffizienten SSK-254 sowie auch mit linear zunehmender Schichtdicke ergibt sich jeweils eine exponentielle Abnahme der UV-Durchlässigkeit (Transmission) des Wassers. Entsprechend dringt bei Wässern mit hohen SSK-254-Werten kaum desinfektionswirksame UV-Strahlung in die zu- bzw. ableitenden Rohrleitungen von UV-Reaktoren ein, wohl aber langwelligere sichtbare Strahlung.

Wie Mikroorganismen, Protozoen und Viren, können auch Algen grundsätzlich mit UVC-Strahlung abgetötet werden. Nach verschiedenen Literaturangaben ist die für die Desinfektion von Trinkwasser in der §-11-Liste zur Trinkwasserverordnung (TrinkwV) geforderte Reduktionsäquivalente Fluenz von 400 Joule pro Quadratmeter (J/m^2) für eine effektive Abtötung von Grünalgen und Cyanobakterien jedoch bei Weitem nicht ausreichend [3, 4]. Das bedeutet, dass im Wasser vorliegende Algenspezies die UV-Desinfektionsstufe zumindest teilweise unbeschadet passieren können.

Abb. 2: Auswirkung von UV-Strahlung und sichtbarem Licht auf Algen



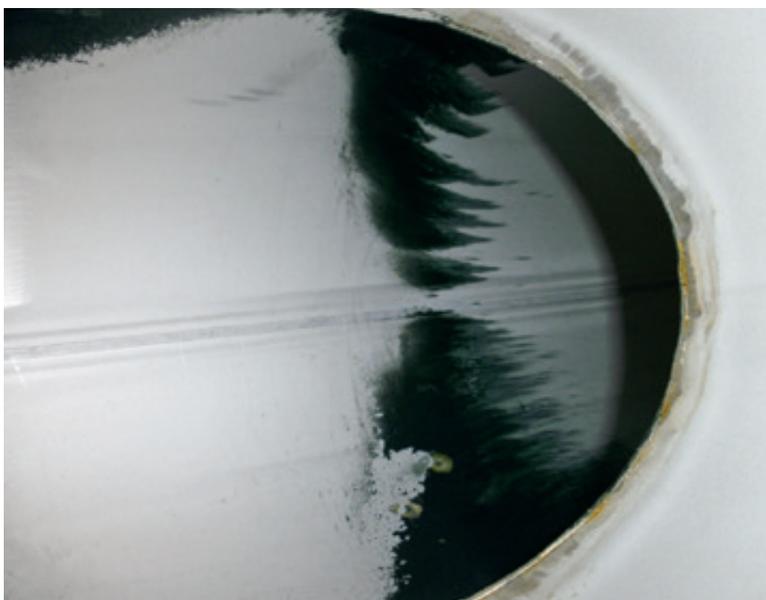
Quelle: TZW

Der von UV-Mitteldrucklampen emittierten UVB-Strahlung (280 bis 315 nm) wird in der Literatur zumeist ein wachstumshemmender Effekt auf höhere Pflanzen und Algen zugeschrieben, während für den Wellenlängenbereich von 315 bis 400 nm (UVA-Strahlung) die Stimulation von Fotosyntheseprozessen als dominante Reaktion beschrieben wird. Lediglich sehr hohe UVA-Dosen haben einen wachstumshemmenden Effekt auf Algen (Abb. 2).

Algen und UV-Desinfektion

Es ist davon auszugehen, dass die klare Abgrenzung des Algenwachstums in Rohrleitungen darauf zurückzuführen ist, dass sich in diesem Bereich Wachstumshemmung (bedingt durch noch vorhandene UVC- bzw. UVB-Strahlung) und Wachstumsförderung (durch tiefer eindringende langwelligere Strahlung) gerade aufheben (Abb. 3).

Abb. 3: Algenbiofilme in angrenzenden Rohrleitungen von UV-Anlagen



Quelle: TZW

Hinsichtlich der emittierten UV-Strahlung kann somit zwischen einem inneren und einem äußeren Wirkungsbereich einer UV-Anlage unterschieden werden. Der UV-Reaktor selbst stellt den inneren Wirkungsbereich dar, hier erfolgt die Desinfektion des Trinkwassers durch UVC-Strahlung. Von den UV-Lampen emittierte Wellenlängen > 280 nm (wie UVB- und UVA-Strahlung sowie sichtbares Licht) können tiefer in die Wassermatrix eindringen. Deren Wirkungsbereich ist somit nicht auf den UV-Desinfektionsreaktor beschränkt; je nach Reaktorgeometrie und Einbausituation kann dieser Strahlungsanteil mehrere Meter tief in die Rohrleitung eindringen. Dieser Rohrleitungsbereich wird im Folgenden als äußerer Wirkungsbereich einer UV-Anlage bezeichnet.

Damit es überhaupt zum Aufwachsen eines fototrophen Biofilms im Wirkungsbereich einer UV-Anlage kommen kann, müssen zunächst Algen in dem zu desinfizierenden Trinkwasser enthalten sein.

Bestandsaufnahme

Grundsätzlich können alle Oberflächenwässer, von Oberflächenwasser beeinflusste Grundwässer, Uferfiltrate oder Quellwässer Algen mit sich führen. Ebenso möglich ist ein Algen eintrag im Verlauf des Aufbereitungsprozesses, wie beispielsweise durch offene Langsandsandfilter oder Versickerungseinrichtungen zur Grundwasseranreicherung.

Um verschiedene Wasserversorgungsunternehmen (WVU) im Rahmen des Forschungsvorhabens zu diesem Sachverhalt zu befragen, haben die Projektbeteiligten einen Erhebungs- und Fragebogen ausgearbeitet. Dieser umfasst die

folgenden Kriterien, um etwaige Einflussfaktoren für ein vermehrtes Algenwachstum ableiten zu können:

- Ressource (Gewinnung, Wasserherkunft und -beschaffenheit)
- Verfahrens- und Anlagentechnik (Aufbereitungsstufen, UV-Gerätetyp: Hg-Niederdruck-/Hg-Mitteldruck)
- Betriebsweise der Anlage (Dauer- oder alternierender Betrieb, Standzeiten etc.)
- Erfahrungen im Fall eines Algenwachstums einschließlich getroffener Gegenmaßnahmen

Um im Einzelfall eine eventuelle Algenbildung überprüfen zu können, war in der Regel eine vollständige Außerbetriebnahme der UV-Anlage und ein anschließender Blick in das Innere bzw. in die Rohrleitung des Zu- und Ablaufs erforderlich. Diese Sichtprüfung erfolgte nach Entleerung des betreffenden Rohrleitungsabschnittes entweder durch das Öffnen der Rohrverbindungen oder durch den Einsatz einer Endoskop-Kamera an geeigneten Stellen.

In den Fällen, in denen eine Entnahme von Materialproben aus dem Algenbiofilm möglich war, wurde eine weitergehende mikroskopische Untersuchung durchgeführt. Diese Untersuchungen erfolgten durch die Bergische Wasser und Umweltlabor GmbH. Sofern die entnommenen Materialproben dies zuließen, nahm das Labor eine taxonomische Bestimmung der vorhandenen Algen nach Gattung oder Art vor.

Ergebnisse

Für die Bestandsaufnahme wurden gezielt Standorte ausgewählt, bei denen das Vorkommen von Algen im Rohwasser grundsätzlich wahrscheinlich ist. Grundwasserstandorte mit einer ausreichenden Entnahmetiefe und einer wirksamen Grundwasserüberdeckung betrachtete man folglich nicht. Auf diese Weise konnten insgesamt 47 Wasserversorgungen oder Standorte von Pilotanlagen zur Auswertung herangezogen werden.

Ein Algenwachstum wurde sowohl im nahen Zu- als auch im Abstrombereich von UV-Reaktoren beobachtet, wobei die räumliche Ausdehnung im Zustrom in der Regel größer war. Daraus lässt sich schließen, dass im Trinkwasser vorhandene Algen durch die UV-Desinfektion zwar teilweise inaktiviert, jedoch nicht ausreichend abgetötet wurden. Die Algen, die die UV-Desinfektionsstufe „unbeschadet“ passieren, können sich unter bestimmten Bedingungen im Reaktorablauf bzw. in der ableitenden Rohrleitung anhaften. Im Lauf der Zeit kann bei Vorliegen von ausreichend Licht und Nährstoffen daraus ein Algenbiofilm aufwachsen. Dieses Phänomen trat nicht an jeder der untersuchten UV-Desinfektionsanlagen auf – jedoch wurde, in unterschiedlichem Ausmaß, die Bildung eines fototrophen Biofilms im äußeren Wirkbereich der UV-Anlagen an rund der Hälfte der untersuchten Standorte beobachtet.

Straßenkappen

Höhenverstellbar KHL XL

KEULAHÜTTE LÜNEBURG
Armaturen GmbH



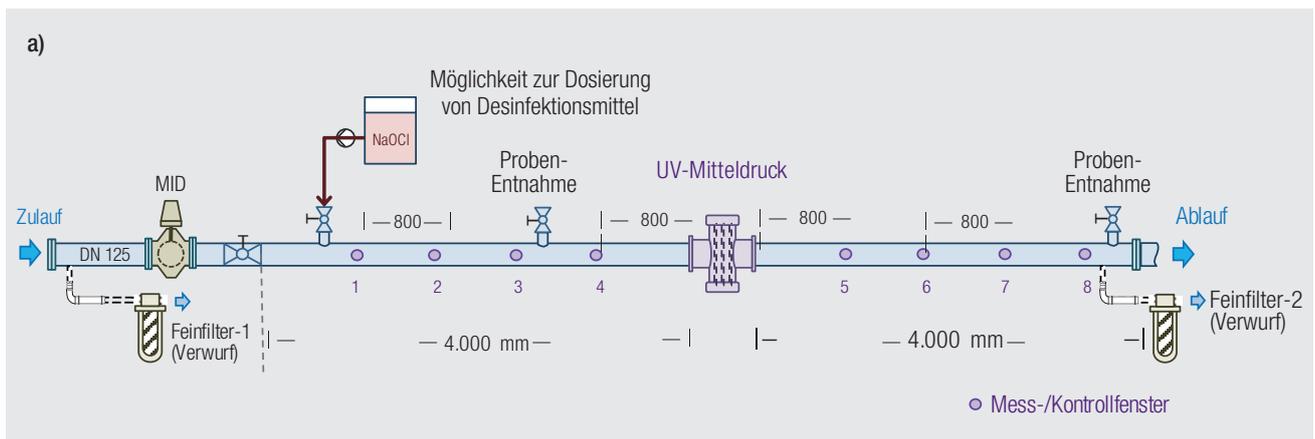
Know-how. Beratung. Lieferung.

MADE IN GERMANY

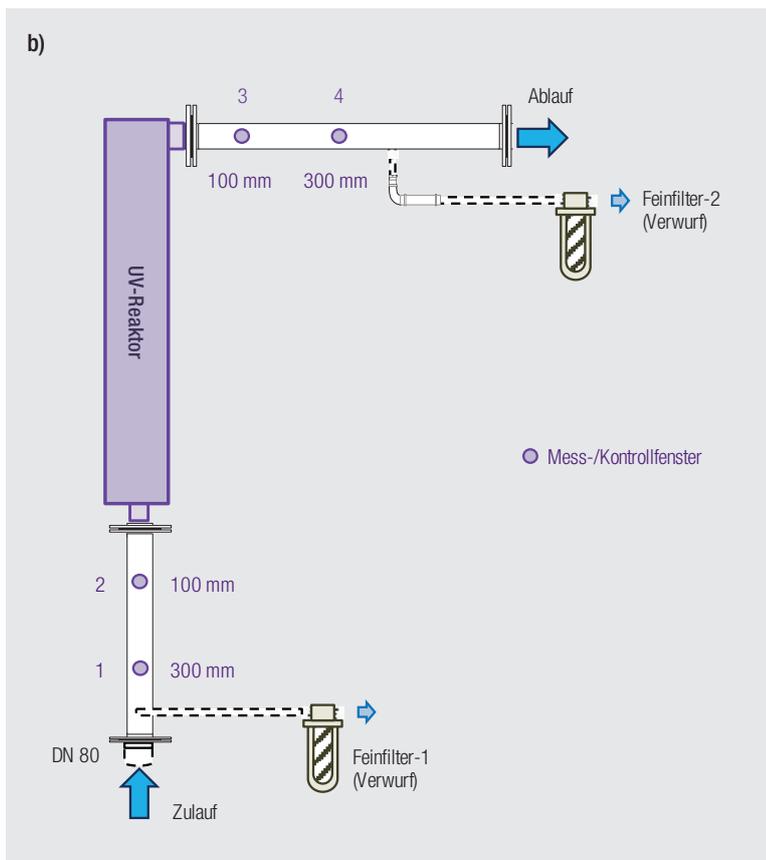


Weitere
Informationen:





Quelle: TZW



Quelle: TZW

Abb. 4: a) Schema einer UV-Mitteldruck-Pilotanlage, b) Schema einer UV-Niederdruck-Pilotanlage

Ebenfalls untersucht wurde der Einfluss einer Voraufbereitung auf ein mögliches Algenwachstum. So ist der UV-Desinfektion bei rund 80 Prozent der betrachteten WWU eine konventionelle Aufbereitung (z. B. Flockungs-/Flockenfiltration) vorgeschaltet. In etwas mehr als der Hälfte der Fälle konnte das Auftreten eines Algenbiofilms damit jedoch nicht verhindert werden. Auch bei einwandfreiem Betrieb der partikelabtrennenden Stufe nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik kann somit nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Algen die Filterstufe passieren, an der Rohrleitung anhaften und als Startpopulation eines Algenbiofilms im Wirkbereich der UV-Anlage dienen.

An sechs Standorten wurde das Rohwasser zudem mittels Ozon oxidativ vorbehandelt, wobei bei der Hälfte dieser Standorte ein Algenwachstum durch die eingesetzte Ozonung nicht effektiv verhindern kann. Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass an vielen Standorten in den letzten Jahren die Eintragsmengen an Ozon deutlich minimiert wurden; als Gründe hierfür sind z. B. die generelle Verbesserung der Rohwasserbeschaffenheit, aber auch die Vermeidung der Bildung von Transformationsprodukten zu nennen. Eine erneute Erhöhung der Ozonzugabemengen entsprechend den zugelassenen Konzentrationen ist daher nur bedingt zielführend. Zudem wäre zu prüfen, inwieweit durch eine Erhöhung der Ozonzugabemengen die Bildung eines fototrophen Biofilmes effektiv verhindert werden könnte.

Von Algenbiofilmen im Wirkbereich der UV-Anlagen sind vor allem diejenigen WWU betroffen, die Oberflächenwasser (See-, Talsperren- und Flusswässer) und von Oberflächenwasser beeinflusste Wässer (Uferfiltrat, angereicherte Grundwässer) aufbereiten. So gab es hier an rund 60 Prozent dieser Standorte einen positiven Algenbefund. Auch bei etwa 45 Prozent der WWU, welche vulnerable Grundwässer (z. B. mit geringer Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung oder im Einzugsgebiet offener Gewässer) nutzen, wurde ein Algenbelag im Wirkbereich der UV-Anlagen detektiert. Bei den vier untersuchten Quellwässern wurden keine Algenbiofilme nachgewiesen.

An drei untersuchten Standorten war der UV-Desinfektionsstufe eine Membranfiltrationsanlage vorgeschaltet. Ein Algenwachstum konnte an keiner dieser UV-Anlagen festgestellt werden.

Auf Basis der in dieser Studie erhobenen Daten kann keiner der klassischen physikalisch-chemischen Leitparameter aus der Gütebewertung von Gewässern (wie z. B. Phosphat oder organischer Kohlenstoff) als Indikator für das Auftreten eines fototrophen Biofilms bzw. als wachstumsbestimmender Faktor eines solchen Biofilms abgeleitet werden. So konnte beispielsweise auch an Standorten mit relativ geringen Phosphatgehalten die Bildung eines fototrophen Biofilms beobachtet werden. Dies ist vermutlich darin begründet, dass wachstumsbestimmende Einflussgrößen (Licht, Wasser, Nährstoffe) im Wirkungsbereich der UV-Anlagen stets verfügbar sind bzw. über das vor-

beiströmende Wasser kontinuierlich nachgeliefert werden.

Zugleich kann als relativ gesichert angenommen werden, dass hohe Nähr- und Huminstoffgehalte (Phosphat, TOC) sowie saisonal erhöhte Temperaturen von über 15 °C ein Algenwachstum begünstigen. Bei diesen Bedingungen resultierte zumeist ein starkes Algenwachstum im Wirkungsbereich der UV-Anlagen, was jedoch nur in seltenen Fällen zu einer Beeinträchtigung der Trinkwasserbeschaffenheit führte.

Ein Leitparameter für das Rohwasser sowie Mess- oder Prüfverfahren, mit deren Hilfe es zweifelsfrei möglich wäre, durch stichprobenartige analytische Erfassung die Wahrscheinlichkeit der Bildung eines fototrophen Biofilms qualitativ und quantitativ abzuschätzen, ist derzeit nicht verfügbar.

Neben dem Einfluss des Rohwassertyps und der Art der Voraufbereitung wurde festgestellt, dass der eingesetzte UV-Anlagentyp einen erheblichen Einfluss auf ein mögliches Algenwachstum hat: Bei WVU mit UV-Niederdruckanlagen wurden demnach Algenbiofilme in rund 35 Prozent der untersuchten UV-Anlagen (10 von 29), bei WVU mit UV-Mitteldruckanlagen hingegen in knapp 80 Prozent der untersuchten UV-Anlagen (14 von 18) festgestellt. Hierbei wurde beobachtet, dass fototrophe Biofilme bei UV-Niederdruckanlagen in einem geringeren Abstand zu den UV-Lampen und in geringerer räumlicher Ausdehnung aufwachsen als bei UV-Mitteldruckanlagen. Die polychromatischen UV-Lampen von UV-Mitteldruckanlagen emittieren nicht nur wesentlich mehr sichtbare Strahlung, sondern weisen auch eine wesentlich höhere Leistungsdichte im UVC-Bereich auf. ▶

BDEW KONGRESS 2021

WIR. ERREICHEN. MEHR.

15. – 16. September 2021
Estrel Congress Center Berlin
www.bdew-kongress.de
#bdewk21

MIT INNOVATIVEM POTENZIAL
KLIMAZIELE ERFÜLLEN
VERSORGUNG SICHERN
WOHLSTAND VORANTREIBEN

DURCH KONJUNKTURIMPULSE
FÜR DIGITALISIERUNG
FÜR KLIMASCHUTZTECHNOLOGIEN
FÜR INFRASTRUKTUR

IM RICHTIGEN RAHMEN
INVESTITIONSBREMSEN LÖSEN
ANREIZE SCHAFFEN
FORTSCHRITT ERMÖGLICHEN

MIT ÜBER 100 REFERENTEN AUS POLITIK UND WIRTSCHAFT, UNTER ANDEREM:



Dr. Jörg Bergmann
OGE



Dr.-Ing. Leonhard Birnbaum
E.ON, EURELECTRIC



Anna Borg
Vattenfall



Helmie Botter
N.V. Nederlandse Gasunie



Dr. Christian Bruch
Siemens Energy



Sophie Eltrop
Stadtwerke Potsdam



Heike Heim
DEW21



Dr. Markus Krebber
RWE



Mario Mehren
Wintershall Dea



Christian Meyer-Hammerström
Osterholzer SW

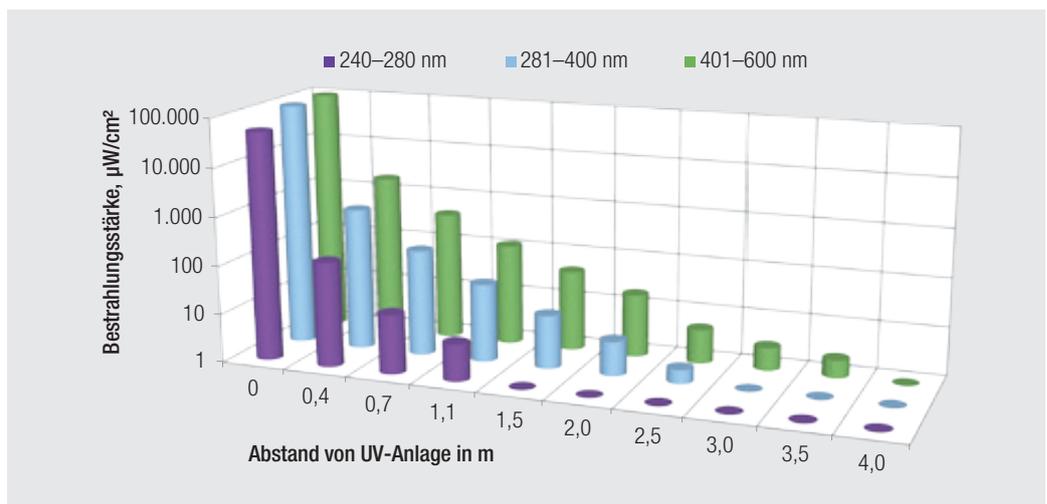


Manon van Beek
TenneT



Dr. Marie-Luise Wolff
ENTEGA

Abb. 5: Ergebnisse von Spektralmessungen an einer UV-Mitteldruck-Pilotanlage



Quelle: TZW

Sofern im Vorfeld der großtechnischen Umsetzung einer UV-Desinfektionsstufe entsprechende Unsicherheiten bezüglich im Wasser vorhandener Algen bestehen und eine fototrophe Biofilmbildung im äußeren Wirkungsbereich der geplanten UV-Anlage nicht sicher ausgeschlossen werden kann, wird nach den vorliegenden Erkenntnissen ein kleintechnischer UV-Pilotierungsversuch an einem repräsentativen Standort sowie über einen entsprechenden Zeitraum empfohlen. Der Betrieb einer solchen UV-Pilotanlage bietet nach derzeitigem Kenntnisstand die aussichtsreichste Möglichkeit, das Algenbildungspotenzial beim beabsichtigten Einsatz einer UV-Desinfektion prüfen und abschätzen zu können.

Pilotanlagen

Eine Pilotanlage besteht im Wesentlichen aus dem entsprechenden Anlagentyp (Hg-Nieder- oder Hg-Mitteldrucklampen), der planerisch für den späteren großtechnischen Einsatz vorgesehen ist (Abb. 4). Vorzusehende Sichtfenster in den zu- und ableitenden Rohrleitungen des UV-Geräts dienen zur visuellen Kontrolle eines möglichen Algenwachstums, ohne eine Außerbetriebnahme und teilweise Demontage der UV-Anlage vorzunehmen zu müssen. Zudem ermöglichen diese Sichtfenster die Durchführung von Spektralmessungen.

Die vom TZW durchgeführten Spektralmessungen in den zu- und ableitenden Rohrleitungen von UV-Anlagen zeigen in **Abbildung 5** beispielhaft, dass der desinfektionswirksame UVC-Strahlungsanteil (240 bis 280 nm) bis zu einem Abstand von rund 1,1 m vom UV-Reaktor vorhanden ist. Ab einem Abstand von etwa 1,5 m bis hin zu 3,5 m ist lediglich noch UVB-

und UVA-Strahlung sowie sichtbares Licht messbar.

Diese Messergebnisse sind konsistent mit der räumlichen Ausdehnung von Algenbefunden (siehe Abschnitt „Emissionsspektren und Einfluss auf Algen“) in verschiedenen vom TZW begleiteten Pilotierungen von UV-Mitteldruckanlagen: Hier konnte ein Aufwachsen von Algen in den zu- und ableitenden Rohrleitungen ab einem Abstand von ca. 1 bis 2 m zu den UV-Lampen über eine Ausdehnung von wenigen Metern beobachtet werden. Auch in den angrenzenden Rohrleitungen von UV-Niederdruck-Pilotanlagen ließ sich vereinzelt ein Aufwachsen von Algen feststellen, hier jedoch in kürzerem Abstand zu den UV-Lampen und in geringerer Ausdehnung.

An Standorten, an denen das Vorhandensein von Algen im zu desinfizierenden Wasser nicht ausgeschlossen werden kann und auf eine UV-Pilotierung verzichtet wird, sollte eine mögliche Algenbiofilmbildung in Betracht gezogen und bereits bei den Planungen der UV-Desinfektionsstufe berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang sind der voraussichtlich zu erwartende äußere Wirkungsbereich der UV-Anlage (abhängig von Lampentyp und Wasserbeschaffenheit), geeignete Reinigungsöffnungen sowie die Positionierung von Armaturen zu nennen. Darüber hinaus empfiehlt es sich, Kontrollfenster im Zu- und Ablauf einzubauen.

Maßnahmen zur Vermeidung

Bereits betroffene WVU sind bemüht, wirksame Gegenmaßnahmen umzusetzen, mit denen ein Algenwachstum vollständig unterbunden werden kann. In den meisten Fällen wird

dies durch den Einbau von Abschattungselementen versucht, die einen zu berücksichtigenden Druckverlust zur Folge haben. Die Positionierung von Abschattungselementen ist vom eingesetzten UV-Anlagentyp und der UV-Transmission des Wassers abhängig. In vielen Fällen konnte damit eine Verlangsamung und räumliche Begrenzung der Algenbiofilmbildung erreicht werden. In den zu- und ableitenden Rohrleitungen aufgebrauchte Innenbeschichtungen, die Licht absorbieren und die Reflexion vermindern, können die Wirksamkeit von Abschattungselementen ggf. weiter verbessern.

Eine wirksame Vermeidungsmaßnahme liefert nach Betreiberangaben die Kombination von Abschattungselementen und einer diskontinuierlichen Dosierung von chlorhaltigen Desinfektionsmitteln (wenige Minuten bis max. 1 bis 2 Stunden pro Tag). Nach bisherigem Kenntnisstand liegen die notwendigen Zugabemengen bei unter 0,3 mg/l freiem Chlor.

Findet dennoch ein Aufwachsen von Algen statt, kann abhängig vom Ausmaß der Biofilmbildung eine Reinigung des betreffenden Rohrleitungsabschnittes erforderlich werden. Das Zeitintervall der Reinigung ist im Einzelfall zu

ermitteln. In der Praxis werden entweder chemische oder mechanische Verfahren eingesetzt, bisweilen erfolgt eine Kombination beider Verfahren.

Fazit

Die UV-Desinfektion bietet in der Praxis zahlreiche Vorteile: Sie wirkt pH- und temperaturunabhängig, ist neben Bakterien und Viren auch wirksam gegen protozoische Parasiten und vermeidet die Bildung von Desinfektionsnebenprodukten. Zugleich sollten – wenn in Abhängigkeit von Rohwassertyp und Art der Voraufbereitung das Vorhandensein von Algen im zu desinfizierenden Wasser nicht sicher ausgeschlossen werden kann – die in diesem Artikel beschriebenen Erkenntnisse der DVGW-Studie für einen störungsfreien Betrieb berücksichtigt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse dieser Studie fließen aktuell auch in die Überarbeitung des DVGW-Arbeitsblatts W 294, Teil 1 „Planung und Betrieb von UV-Desinfektionsanlagen“ ein.

Danksagung

Diese Studie wurde durch den DVGW gefördert (Förderkennzeichen: W 201516). Die Autoren bedanken sich für die finanzielle Unterstützung. ■

Literatur

- [1] Clancy, J. L., Hargy, T. M., Marshall, M. M., Dyksen, J. E.: UV light inactivation of *Cryptosporidium* oocysts, in: J. Am. Water Works Assoc. 90 (9), 92–102 (1998).
- [2] DIN 5031-10: Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik, Teil 10: Photobiologisch wirksame Strahlung: Größen, Kurzzeichen und Wirkungsspektren, März 2013.
- [3] Tao, Y., Zhang, X., Au, Doris W. T., Mao, X., Yuan, K.: The effects of sub-lethal UV-C irradiation on growth and cell integrity of cyanobacteria and green algae, in: Chemosphere, Volume 78, Issue 5, Pages 541–547.
- [4] Malayeri, A. H., Mohseni, M., Cairns, B., Bolton, J. R.: Fluence (UV Dose) Required to Achieve Incremental Log Inactivation of Bacteria, Protozoa, Viruses and Algae. (2016) IUVA News, 18(3), Pages 4–6.

Die Autoren

Dr. Jutta Eggers ist Sachgebietsleiterin „UV-Geräte und Verfahren“ in der Abteilung Prüfstelle Wasser am TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser.

Dirk Hochmuth ist im Sachgebiet „Struktur- und Technologiekonzepte“ in der Abteilung Wasserversorgung am TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser tätig.

Kontakt:

Dr. Jutta Eggers
 TZW: Karlsruher Str. 84
 76139 Karlsruhe
 Tel.: 0721 9678-130
 E-Mail: jutta.eggers@tzw.de
 Internet: www.tzw.de
 DVGW-Technologiezentrum Wasser

Wasseraufbereitung, so individuell wie Ihre Anforderungen



Haustechnik



Schwimmbad-
technik und
Wellness



Hygiene und
Gesundheits-
wesen



Getränke- und
Lebensmittel-
industrie



Energie-
zentralen



Wasser-
versorgung