

Eine Information zum

Einsatz von UV-Geräten zur Schwimm- und Badebeckenwasser- behandlung

**figawa-Arbeitskreise
UV-Wasserbehandlung und
Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung**

Inhalt

1. Allgemeiner Teil	3
1.1 Allgemeines zu Nebenreaktionen	3
1.2 Entstehung von Desinfektionsnebenprodukten (DNP)	3
1.3 Möglichkeiten der UV-Technologie.....	4
2. Verfahrens- und Behandlungsziele	4
2.1 Reduktion von gebundenem Chlor (Chloraminen)	4
2.2 Einhaltung der Richtwerte und Erhöhung der Beckenwasserqualität.....	4
2.3 Wirkung von UV-Bestrahlung auf Trihalogenmethane	4
2.4 Betriebskostenminimierung	4
3. Geräte- und Anlagentechnik	5
4. Praxisbeispiele	7
4.1 Beispiel: Chloraminabbau mit Mitteldruckstrahlern.....	7
4.2 Beispiel: Reduktion der Menge an Füllwasser durch den Einsatz einer UV-Anlage	8
4.3 Beispiel: UV-Behandlung mit Niederdruckstrahlern; Lehrschwimmb Becken Universitätsbad Bremen	8
4.4 Beispiel: Solebad	9
5. Gesetze - Verordnungen - Technisches Regelwerk	9
6. Bezugsquellen	10
7. Quellenangaben	10
8. Autoren / figawa	10

Informativer Anhang:

Hinweise zu Urheberrechten

© 2008, figawa Köln, Alle Rechte vorbehalten.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung von figawa reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme vervielfältigt oder verbreitet werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk und Fernsehen sind vorbehalten.

Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach e. V.
Technisch-wissenschaftliche Vereinigung
Postfach 51 09 60
50945 Köln

Fon +49 (0) 221-376 68 20
Fax +49 (0) 221-376 68 60
info@figawa.de
www.figawa.de

Vorwort

Die beiden figawa-Arbeitskreise "UV-Wasserbehandlung" und "Schwimmbadenwasseraufbereitung" wenden sich mit dieser Information an die Fachwelt und die interessierten Kreise. Sie wurde erarbeitet von Fachleuten, die UV-Geräte herstellen und von Anlagenbauern, welche die Geräte in der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser seit vielen Jahren einsetzen, in dem Wissen, dass dieses Verfahren sinnvoll zur Verbesserung der Wasserqualität eingesetzt werden kann, jedoch derzeit nicht in der DIN 19643 enthalten ist. Weiterhin sollen Einsatzbeispiele für die UV-Geräte dargestellt werden mit dem Ziel, Interesse für diese verfahrenstechnische Variante zu wecken und über die Einsatzmöglichkeiten, Grenzen und die Hintergründe dieser Technik zu informieren sowie die Aufnahme in die DIN 19643 zu unterstützen.

Eine sichere Anwendung ist nur mit qualifizierter Technik und qualifizierten Partnern möglich, die den Stand der Technik repräsentieren. Unter anderem zeigen die Erfahrungen, dass die UV-Geräte zur Minimierung von Chloraminen im Badebeckenwasser gut geeignet sind. Bisher liegen nur vereinzelt Forschungsergebnisse vor, welche den Umfang der sogenannten Desinfektionsnebenprodukte (DNP), deren Nachweis und Wirkung beschreiben. Unter der Berücksichtigung der ordnungsgemäßen Verwendung der UV-Technik gehen die Autoren jedoch davon aus, dass bei der Beachtung der technischen Regeln keine schädlichen Nebenprodukte zu erwarten sind, wie die Erfahrungen in der Trinkwasseraufbereitung zeigen. Die gegebenen Hinweise können als Anwendungs- und Entscheidungshilfe in der Praxis dienen. Anregungen und Ergänzungen zu der vorliegenden Technischen Mitteilung nimmt die figawa-Geschäftsführung entgegen.

Für weitergehende Informationen zum Thema UV verweisen die Autoren auf die Technische Mitteilung „UV-Desinfektion in der Wasserbehandlung“ die auf der Webseite www.figawa.de zum Download bereitsteht.

1. Allgemeiner Teil

1.1 Allgemeines zu Nebenreaktionen

Das Wasser in öffentlichen Schwimmbädern ist neben der Aufbereitung (Flockung, Filtration) stets auch zu chlorieren. Das Problem: Freies Chlor reagiert mit den anthropogenen Verunreinigungen wie Haaren, Hautpartikeln, Speichel, Schweiß und Harnstoff unter Bildung von gebundenem Chlor (z.B. Monochloramin) sowie Trihalogenmethan (THM). Auch die Qualität des Füllwassers hat einen Einfluss auf die Reaktion mit dem Desinfektionsmittel. Die im Füllwasser enthaltenen Huminsäuren können mit Chlor zu Trihalogenmethanen reagieren. Die bekannten Folgen: Chloramine sind verantwortlich für Haut-, Schleimhaut- und Augenreizungen bei den Badegästen sowie den typisch unangenehmen „Chlorgeruch“ von Schwimmbadenwasser. Den Trihalogenmethanen wird darüber hinaus eine krebserzeugende Wirkung zugeschrieben.

Um die Desinfektionsnebenprodukte zu minimieren, werden in zunehmendem Maße UV-Anlagen eingesetzt. Durch photochemische Prozesse werden dabei die gebildeten Chloramine abgebaut. Der im Vergleich zu anderen Verfahren zur Minimierung von Desinfektionsnebenprodukten geringe Platzbedarf erleichtert den Einbau in bestehende Aufbereitungen.

Die Integration in eine Schwimmbadenwasseraufbereitung erfolgt meist nach der Filtration und vor der Chlorung. Eine ganze Reihe von Praxiseinsätzen zeigen: Nach Einbau von entsprechenden UV-Anlagen wird der Gehalt an gebundenem Chlor innerhalb kurzer Zeit auf den nach DIN 19643 zulässigen Grenzwert reduziert.

1.2 Entstehung von Desinfektionsnebenprodukten (DNP)

Entstehung von Chloraminen

Chloramine werden im Schwimmbadenwasser aus den durch die Badegäste eingetragenen Harnstoffverbindungen (Schweiß und Urin) einerseits und aus dem zur Desinfektion benötigten Chlor andererseits gebildet. Die wesentlichen Bildungsreaktionen sind den Abbildungen im Anhang zu entnehmen. Die wichtigste Vorläufersubstanz für die Chloraminbildung ist Harnstoff, der von den Badebesuchern mit Urin, Schweiß und Ablösungen der Hornschicht der Oberhaut eingetragen wird. Dabei kann jeder Schwimmer zwischen 1,5 und 2,5 g Harnstoff pro Stunde ins Beckenwasser einbringen.

In dem Anhang 1 sind die detaillierten chemischen Abläufe beschrieben.

Entstehung von Trihalogenmethanen

Die Entstehung von Trihalogenmethanen in organisch belasteten Wässern unter Einwirkung von Chlor ist nachgewiesen und veröffentlicht. In Schwimmbädern kann davon ausgegangen werden, dass die THM-Entstehung im Wesentlichen von den

organischen Inhaltsstoffen des Füllwassers abhängt. Der Einfluss organischer Stoffe auf die THM-Entstehung, die durch Badegäste eingetragen werden, ist im Vergleich zum Füllwasser gering.

1.3 Möglichkeiten der UV-Technologie

Der Einsatz von UV - Strahlung

In Großbritannien und Norwegen wurden schon früh die Vorzüge der UV-Strahlung zum Abbau gebundenen Chlors erkannt. In Deutschland wurden diese UV-Anlagen zum Abbau des gebundenen Chlors in Schwimmbädern etwa 1990 eingeführt. Die UV-Anlagen wurden dabei in Abhängigkeit der nach der DIN 19643 eingebauten Umwälzanlagen so ausgelegt, dass der Richtwert von 0,2 mg/l gebundenem Chlor eingehalten werden konnte. Oftmals sind UV-Anlagen in der Lage Pulveraktivkohle-Anlagen oder Ozonanlagen zu ersetzen.

2. Verfahrens- und Behandlungsziele

2.1 Reduktion von gebundenem Chlor (Chloraminen)

Die Reduktion von Chloraminen kann mit verschiedenen Verfahren erfolgen, so werden dazu unter anderem Ozon, Aktivkohle und UV-Strahlung eingesetzt. Beim Einsatz von Ozon erfolgt eine Oxidation der Wasserinhaltsstoffe wie z.B. Chloramine mittels des starken Oxidationsmittels Ozon. Die Einbringung in das Badewasser erfolgt auf der Rohwasserseite vor der Filtrationsstufe. Eine nachgeschaltete Aktivkohlestufe entfernt das restliche Ozon aus dem Badewasser bevor es dem Becken wieder zugeführt wird.

Bei Einsatz von Aktivkohle werden Chloramine durch Adsorption aus dem Badewasser entfernt. UV-Geräte reduzieren die Chloramine mittels ultravioletter Strahlung, welche in der Bestrahlungseinheit, auf das Badewasser wirkt. Die Bestrahlungseinheiten werden nach der Filtration vor der Zugabe des Desinfektionsmittels eingebaut.

2.2 Einhaltung der Richtwerte und Erhöhung der Beckenwasserqualität

Der Badegast erkennt nicht unmittelbar eine Überschreitung der Richtwerte. Jedoch bemerkt er sehr wohl den typischen Chlorgeruch oder eine Augenreizung. Durch den Einsatz von UV-Geräten können Desinfektionsnebenprodukte im Badewasser erfolgreich reduziert werden. Dies zeigen nachfolgend genannte Praxiseinsätze, in denen die Badewasseraufbereitungsanlagen mit UV-Geräten ausgestattet wurden.

UV-Geräte unterstützen auch die Desinfektion.

2.3 Wirkung von UV-Bestrahlung auf Trihalogenmethane

Bei der Vielzahl der im Einsatz befindlichen UV-Geräte zur Badewasserbehandlung zeigt sich in aller Regel keine direkte Beeinflussung der THM-Konzentration durch die UV-Strahlung. Jedoch ist immer dann, falls durch den Einsatz der UV-Behandlung eine Reduktion des Nachspeisewassers ermöglicht wird, auch eine Reduktion der THM zu erwarten.

2.4 Betriebskostenminimierung

Eine Nachspeisung von Füllwasser über das in DIN 19643 geforderte Maß von 30 l/(Tag x Badegast) ist oftmals erforderlich, um den Richtwert der Chloraminkonzentration einzuhalten. Durch den Einsatz von UV-Geräten zum Chloraminabbau bietet sich die Möglichkeit, den Einsatz von Füllwasser zu reduzieren. Die Reduzierung der Füllwasserzugabe verringert die Aufheiz- und Wasserkosten.

Nachfolgende Tabelle 1 zeigt ein Beispiel bei dem eine Reduzierung des Füllwasserzusatzes um 24 % von nahezu 50 l/(Tag x Badegast) auf 37,7 l/(Tag x Badegast) erzielt wurde. Untersucht wurde ein 25-m-Schwimmerbecken mit einschichtigem Sandfilter und einer Umwälzleistung zwischen 120 und 140 m³/h.

Tabelle 1: Gebundenes Chlor und Füllwassermenge in Abhängigkeit von der UV-Behandlung (alle Werte im Mittel pro Tag)				
geb. Cl ₂ (mg/l)	Badegäste	Füllwasser (m ³)	Füllwasser (VBG*)	Bemerkung
0,30	383	19	49,4	vor UV-Anwendung
0,17	521	18	37,7	mit UV-Anwendung
- 43	36	- 4	- 24	Abweichung in %

*VBG: Badegast

Tabelle 1: Füllwassereinsparung durch Reduktion der Chloraminwerte mittels UV-Bestrahlung

3. Geräte- und Anlagentechnik

Wie funktioniert die UV-Wasserbehandlung

Der Nachweis der unsichtbaren Ultraviolett-Strahlung gelang erstmals im Jahr 1901. Seither entdeckte und untersuchte man eine Vielzahl phototechnischer und photobiologischer Prozesse, aus denen zahlreiche Anwendungen in Chemie und Biologie resultieren. Heute stehen hochintensive Strahlungsquellen, die für die jeweilige Anwendung optimiert sind, zur Verfügung.

Charakterisierung der UV-Strahlung

Die Ultraviolett(UV)-Strahlung gehört - wie auch das sichtbare Licht - zur elektromagnetischen Strahlung. Die Lage des unsichtbaren "UV-Lichtes" innerhalb des elektromagnetischen Gesamtspektrums zeigt Bild 1.

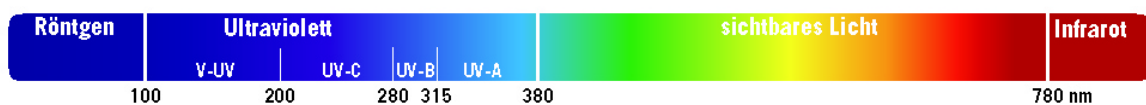


Bild 1: Spektrum elektromagnetischer Strahlung

Die UV-Strahlung lässt sich, wie das sichtbare Licht, als Welle oder auch als Energieteilchen (Photon) beschreiben. Entsprechend ihrer biologischen Wirkung unterscheidet man bei der UV-Strahlung drei Spektralbereiche. Die folgende Einteilung ist gebräuchlich: UV-A: 315 - 380 nm, UV-B: 280 - 315 nm, UV-C: 200 - 280 nm.

UV-Strahler

Die Erzeugung intensiver UV-C-Strahlung erfolgt mit Quecksilberdampf (Hg)-Strahlern. Zu unterscheiden ist hierbei zwischen Niederdruck- und Mitteldruckstrahlern. Ihre typischen Emissionsspektren zeigt das Bild 2. Ihre für die Aufbereitung von Schwimmbeckenwasser relevanten Merkmale und Eigenschaften sind in der Tabelle 2 dargestellt.

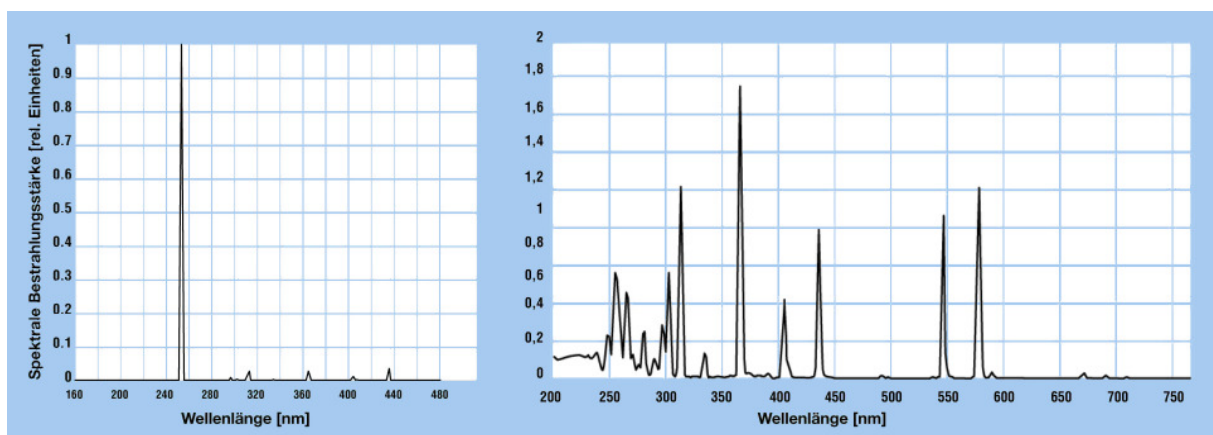


Bild 2: Typische Spektren Quecksilber-Niederdruck- (links) und Mitteldruckstrahler (rechts)

Merkmale und Eigenschaften	Niederdruckstrahler	Mitteldruckstrahler
Quecksilberdampfdruck	ca. 0.01 hPa	1.000 - 10.000 hPa
Spektrum	Linienpektrum	Breitbandspektrum
Relevante Wellenl. im UV-Bereich	254 nm	200 - 400 nm
Typische Leistungsaufnahme	10 - 600 W	400 - 30.000 W
Leistungsdichte bezogen auf die Lichtbogenlänge	1 - 4 W/cm	100 - 200 W/cm
Für die Photooxidation relevante UV-Leistung % bezogen auf die eingespeiste elektr. Leistung bei	ca. 20 – 35 %	ca. 20 – 25 %
Oberflächentemperatur Strahler	40 - 120 °C	600 - 950 °C
Mittlere Nutzungsdauer	8.000 h - 16.000 h	4.000 - 12.000 h
Vorteile	- hoher UV-Wirkungsgrad - lange Nutzungsdauer - geringe Oberflächentemperatur - bei Amalgamstrahlern geringe Abhängigkeit von der Wassertemperatur	- hohe Leistungsdichte - gute Regelbarkeit - kompakte Bauweise - keine Abhängigkeit von der Wassertemperatur
systembedingte Unterschiede im Schwimmbad	- Wirkung auf Monochloramine - geringere Chlorzehrung - geringere Betriebskosten	- Breitbandwirkung auf Chloramine - höhere Chlorzehrung - geringere Investkosten

Tabelle 2: Merkmale und Eigenschaften von Nieder- und Mitteldruck-UV-Strahlern

Überwachungseinrichtungen

UV-Geräte sollten im Schwimmbadbereich auf sicheren Betrieb überwacht werden, um immer eine ausreichende Chloraminreduktion zu gewährleisten.

Wesentliche Überwachungselemente

- UV-Sensor
- Betriebsstundenzähler
- Strahlerfunktion (ein/aus)
- Zählung der Strahlerschaltungen

Dimensionierungsfaktoren von UV-Geräten

Die Dimensionierung von UV-Geräten beruht im Wesentlichen auf folgenden Parametern:

- Beckenart-, Umwälzleistung (m³/h)
- Beckenvolumen (m³)
- Wassertemperatur (°C)

Darüber hinaus sind die applikations- und kundenspezifischen Gegebenheiten zu berücksichtigen.

4. Praxisbeispiele

4.1 Beispiel: Chloraminabbau mit Mitteldruckstrahlern

Ergebnisse einer Fallstudie aus dem Jahr 2003.

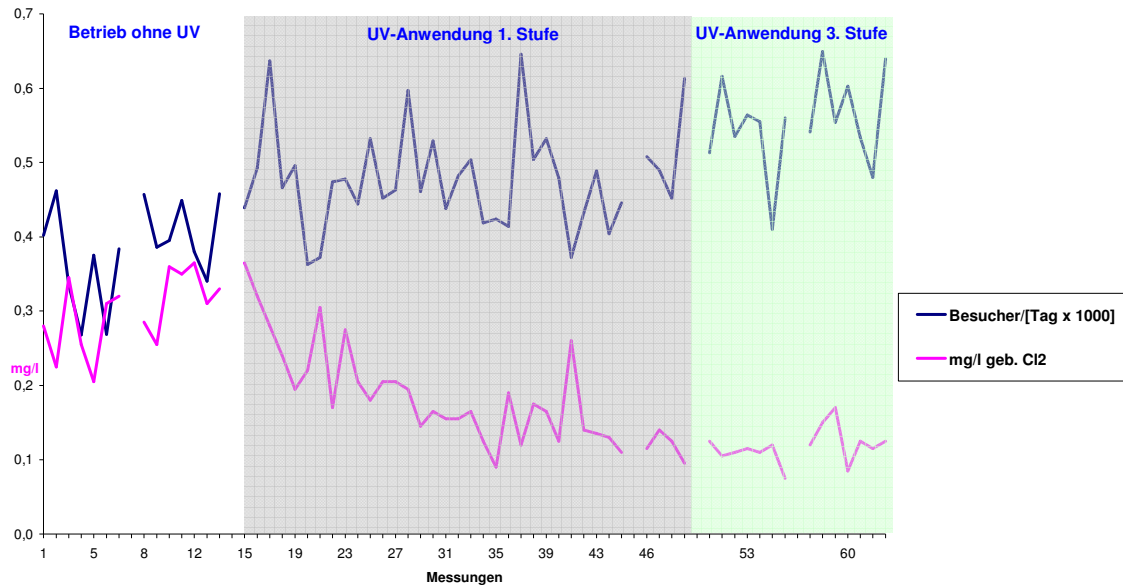


Bild 4: Gehalt an gebundenem Chlor und Besucherzahl über die Zeit aufgetragen. Nach Zuschalten der UV-Anlage ist eine deutliche Reduktion des gebundenen Chlors trotz steigender Besucherzahl zu erkennen.

Obiges Beispiel zeigt den Gehalt an gebundenem Chlor vor Inbetriebnahme einer Mitteldruck-UV-Anlage zur Chloraminreduktion (weisser Bereich). Der Chloramingehalt betrug im Mittel etwa 0,30 mg/l und lag damit um 50 % über dem Grenzwert von 0,2 mg/l. Nach einem Betrachtungszeitraum von 15 Tagen (1 Messung pro Tag) ohne UV-Bestrahlung wurde eine UV-Anlage zugeschaltet.

Die Bezeichnung „UV-Anwendung 1. Stufe“ bedeutet den Betrieb der UV-Anlage in der Basisstufe. Nach 35 Tagen Betrieb in der Basisstufe konnte der Chloramingehalt sicher auf Werte unterhalb des Grenzwertes reduziert werden. Um den Grenzwert von 0,2 mg/l sicher einhalten zu können, wurde die UV-Anlage ab dem 49. Tag des Betrachtungszeitraums auf die höchste Leistungsstufe gestellt – siehe „UV-Anwendung 3. Stufe“.

Die UV-Behandlung des Wassers zeigt in diesem Beispiel eine wirkungsvolle Reduzierung der Chloraminbelastung bis deutlich unterhalb des Grenzwertes.

Beurteilung:	Ozon	PAK*	UV
Invest (Neuanlagen)	-	+	0
Betriebskosten	+	-	+
Platzbedarf	-	+	+
Sicherheitsvorschriften	0	+	+
Wartungsaufwand	+	0	+
Nachrüstbarkeit	-	0	+
Personalaufwand	+	-	+
Gebundenes Chlor	+	+	+
THM	+	+	0

(-) weniger/schlechter,
(o) neutral,
(+) besser

Tabelle 3: Gegenüberstellung Ozon, Pulveraktivkohle und UV-Gerät

* PAK = Pulveraktivkohle

4.2 Beispiel: Reduktion der Menge an Füllwasser durch den Einsatz einer UV-Anlage

In einem Schwimmbad mit einem 25-m-Becken und einem einschichtigen Sandfilter beträgt der Volumenstrom im Schnitt zwischen 120 und 140 m³/h. Die gebundenen Chlorwerte lagen im betrachteten Zeitraum ständig weit oberhalb des Grenzwertes, nicht selten bei 0,5 mg/l. Über einen Zeitraum von 2,5 Monaten wurden Werte vor und nach der UV-Bestrahlung aufgenommen. Zu den entscheidenden Werten gehörten die tägliche Zahl der Badegäste, die gebundenen Chlorwerte jeweils gemittelt über einen Tag und nicht zuletzt die Füllwassermenge in Liter pro Badegast (l/BG) und Tag.

Die Messung von gebundenem Chlor erfolgte zusätzlich zur Handmessung des Betriebspersonals im Becken auch „online“ vor und nach der UV-Anlage.

Vor der Installation und dem Betrieb der UV-Anlage in der ersten Energiestufe wurde ein deutliches Überschreiten des Grenzwertes von gebundenem Chlor beobachtet. Nach dem Einschalten von UV konnte der gewünschte Grenzwert – trotz steigender Besucherzahl – nach ca. fünf Tagen erreicht werden. Im Mittel lagen die gemessenen Werte mit wenigen Ausnahmen unterhalb des Grenzwertes. Das Betriebspersonal, das gewohnt war, die hohen gebundenen Chlorwerte mit Hilfe von Füllwasserzugaben zu kompensieren (in Form von zusätzlichen Filterspülungen), stellte die Filterspülungen von drei auf zwei pro Woche um. Damit wurde ca. 1/3 der Füllwassermenge gespart, trotz steigender Zahl der Badegäste.

Das gebundene Chlor konnte trotz steigender Badegastzahlen im Mittel von 0,3 auf 0,17 mg/l verringert werden. Dies entspricht einer Verringerung des Chloramin-Wertes um 43 %. Die Füllwassermenge in Liter pro Badegast konnte hier um mehr als 24 % verringert werden, wie auch spätere Messungen ergaben. Die absolute Füllwassermenge blieb nahezu konstant, obwohl die Anzahl der Badegäste extrem stieg. Es war deutlich zu sehen, dass die vor dem Einsatz von UV verbrauchten knapp 50 l pro Badegast und Tag sich mit dem Einsatz von UV auf weniger als 38 l pro Badegast und Tag verringerten.

Quelle: Archiv des Badewesens, Sonderdruck Heft 04/2003

4.3 Beispiel: UV-Behandlung mit Niederdruckstrahlern; Lehrschwimmbecken Universitätsbad Bremen

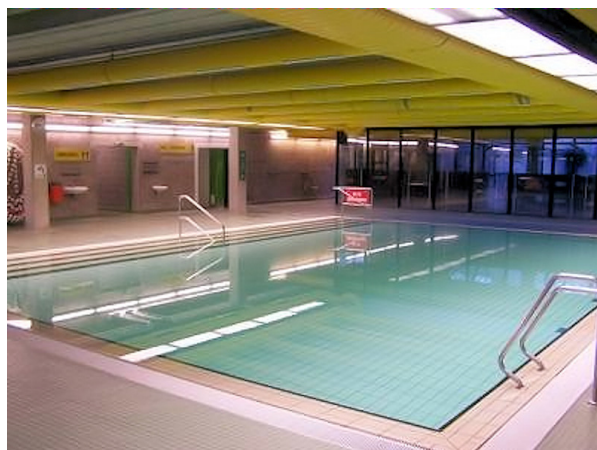


Bild 5: Lehrschwimmbecken



Bild 6: Niederdruck UV-Gerät

Das o.g. Lehrschwimmbecken wurde 2003 von Chrobok im Rahmen einer Dissertation über einen Zeitraum von mehreren Wochen auf die Wirkung von UV-Licht auf die Beckenwasserqualität, insbesondere auf Chloramine und THM's, untersucht [Chrobok K., 2003].

Beckenparameter:	ca. 125 m ³ , Umwälzung: ca. 70 m ³ /h, Wassertemperatur: 30 °C
Nutzung:	allgemein, Schulkinder, Sportvereine
Besucherzahl:	ca. 100 / Tag
Dosis:	350 J/m ² auf 30 m ³ /h im Wärmetauscher-Teilstrom
Anschlussleistung:	0,56 KW
Ergebnis:	Reduktion des gebundenen Chlors von 0,2 – 0,3 mg/l auf einen Durchschnitt von 0,16 mg/l Verlängerung der Filterspülintervalle von 2 – 3 Tagen auf 5 Tage Verbesserung der Desinfektionswirkung

4.4 Beispiel: Solebad

Anwendung der UV-Bestrahlung in einem Solebad

Ort: Meißen / Sachsen
Beckenparameter: Beckenvolumen 120 m³, Wassertemperatur: 34 °C, Umwälzleistung: 120 m³/h
Beckenart: Solebecken, 3-5% Salz davon 90% NaCl
Besucherzahl: 400 / Tag

Anwendung: Abbau von Chloramin. Erreichte Werte gebundenes Chlor:
ohne UV (0,3 bis 0,4 mg/l)
mit UV < 0,2 mg/l

UV-Anlage: Mitteldruckstrahler, Elektr. Leistung 3,5 kW, Einbau im Vollstrom

5. Gesetze - Verordnungen - Technisches Regelwerk

Infektionsschutzgesetz in der aktuellen Fassung

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch TrinkwV 2001 - Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001, (BGBl. I Nr. 24 vom 28.5. 2001 S. 959; 25.11.2003 S. 2304; 31.10.2006 S. 2407 06). Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001

<http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/downloads/trinkwasser/trink11.pdf>

DIN EN 14897:2006+A1:2007 Anlagen zur Behandlung von Trinkwasser innerhalb von Gebäuden - Geräte mit Quecksilberdampf-Niederdruckstrahlern - Anforderungen an Ausführung, Sicherheit und Prüfung

DIN 19643-1, 1997-04

Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN 19643-2, 1997-04

Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Teil 2: Verfahrenskombination: Adsorption, Flockung, Filtration, Chlorung

DIN 19643-3, 1997-04

Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Teil 3: Verfahrenskombination: Flockung, Filtration, Ozonung, Sorptionsfiltration, Chlorung

DIN 19643-4, 1999-02

Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Teil 4: Verfahrenskombination: Flockung, Ozonung, Mehrschichtfiltration, Chlorung

DIN 19643-5, 2000-09

Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Teil 5: Verfahrenskombination: Flockung, Filtration, Adsorption an Aktivkohle; Chlorung

DVGW Arbeitsblatt W 290 | Februar 2005 Trinkwasserdesinfektion
- Einsatz- und Anforderungskriterien

DVGW Arbeitsblatt W 294-1 | Juni 2006

UV-Geräte zur Desinfektion in der Wasserversorgung;
Teil 1: Anforderungen an Beschaffenheit, Funktion und Betrieb

DVGW Arbeitsblatt W 294-2 | Juni 2006

UV-Geräte zur Desinfektion in der Wasserversorgung;
Teil 2: Prüfung von Beschaffenheit, Funktion und Desinfektionswirksamkeit

DVGW Arbeitsblatt W 294-3 | Juni 2006

UV-Geräte zur Desinfektion in der Wasserversorgung;
Teil 3: Messfenster und Sensoren zur radiometrischen Überwachung von UV-Desinfektionsgeräten;
Anforderungen, Prüfung und Kalibrierung

Technische Regel, Arbeitsblatt W 551 | April 2004,

Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen

VDI 6023 Blatt 1, 07/2006

Hygiene in Trinkwasser-Installationen - Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung

6. Bezugsquellen

DIN EN ISO-Normen, ÖNORM; Beuth Verlag, Tel. 030/26 01-26 68, Fax 030/26 01-12 60
DVGW-Regelwerk; WVGW Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft mbH, Tel. 0228/25 98-4 00, Fax 0228/25 98-4 20
Verein Deutscher Ingenieure e.V., Graf-Recke-Straße 84, 40239 Düsseldorf, Tel. 0211/62 14-0, Fax. 0211/62 14-5 75

7. Quellenangaben

Chrobok K., 2003: Desinfektionsverfahren in der Schwimmbeckenwasseraufbereitung unter besonderer Berücksichtigung des Elektrochemischen-Aktivierungs-Verfahrens zur Verbesserung der Beckenwasserqualität. Dissertation, Universität Bremen, 2003

Rohmann, U.; Rödelberger, M., 1999: Cryptosporidien und Giardien – Rohwasserbehandlung durch Inaktivierungs- und Filtrationsverfahren, Technologiezentrum Wasser Karlsruhe (10) ISSN: 1434-5765

Gregory et al, 2002: Bench-marking Pool Water Treatment for coping with Cryptosporidium, Jour. Environmental Health, Vol.1, No.1, 11-18

Croll, B., 2004: The management of Cryptosporidium affects all pool operators, and there is a need for the optimisation of treatment of all swimming pools, recreation, May 2004, 32-35

Clancy,J.L., 2004: Cryptosporidium Occurrence in Wastewater and Control Using UV Disinfection, IUVA NEWS, Vol. 6, No. 3, 10-14

Gwy-Am Shin, 2000: Low pressure UV Inactivation of Cryptosporidium parvum and Giardia lamblia based on Infectivityassays and DNA Repair of UV-irradiated Cryptosporidium parvum Oocysts, American Water Works Association, Water Quality Technology Conference Proceedings

Van Stone, G.; Brooks, D.R., 2001: UV Experience in Inactivating Cryptosporidium in Surface Water Plants, WaterWorld, May 2001, Cryptosporidiosis Action Report 2008, Salt Lake Valley Health Department

UV-Desinfektion in der Wasserbehandlung, Technische Mitteilung 01/08, (Überarbeitung der Technischen Mitteilung Nr. 20/98), figawa-Arbeitskreis „UV-Wasserbehandlung“, figawa e.V., Köln 2008

Wörner, Beyer: UV-Einsatz zum Abbau von gebundenem Chlor, Archiv des Badewesens, Sonderdruck Heft 04/2003

Csontos, van Esch, Kappel: Der Abbau von Chlorstickstoffverbindungen in Schwimmbeckenwasser durch UV-Bestrahlung, AB Heft 09/2008

8. Autoren / figawa

Die vorliegende Information wurde maßgeblich von einer ad hoc-Arbeitsgruppe, bestehend aus Mitgliedern der figawa-Arbeitskreise UV-Wasserbehandlung und Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung, erarbeitet. Mit freundlicher Unterstützung der Mitgliedsunternehmen und deren Mitarbeiter:
Kommentare und Anregungen zu dieser Information nimmt die figawa-Geschäftsführung gerne entgegen.
Betreuender figawa-Referent: Dipl.-Ing. Mario Jahn

Seit 1926 organisieren sich Hersteller von Produkten und Dienstleister des Gas- und Wasserfachs in einem technisch-wissenschaftlichen Dachverband, der Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach - **figawa e. V.** Das Ziel dieser Vereinigung besteht seit ihrer Gründung darin, Produkte und Verfahren im Hinblick auf Sicherheit, Hygiene, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit in Regelwerken zu verankern. Insgesamt sind mehr als tausend Unternehmen Mitglied in der figawa. Einen aktuellen Überblick finden Sie unter www.figawa.de .

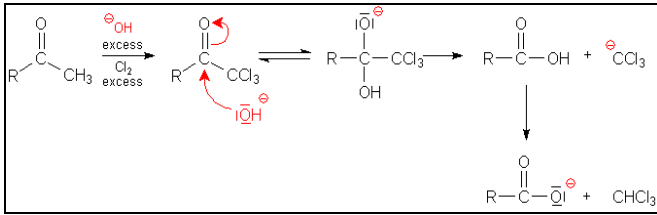


Abb.: THM Bildung – Beispiel: THM-Entstehung durch die Haloformreaktion

Inaktivierung von Parasiten (z.B. Cryptosporidien) mit UV-Strahlung

Im Schwimmbeckenwasser können einzellige Parasiten wie z.B. Cryptosporidien oder Giardien auftreten. Sie können schwere Infektionen auslösen.

Die im Schwimmbadbereich zur Desinfektion zulässige Chlorkonzentration reicht für die Inaktivierung der Parasiten nicht aus. Mit der zur Chloraminreduktion erforderlichen UV-Bestrahlung, werden Cryptosporidien und Giardien zuverlässig inaktiviert.

Bei den Cryptosporidien handelt es sich um einzellige Parasiten, die u.a. in verunreinigtem Trinkwasser weit verbreitet sind. Sie können bei Menschen und Tieren schwere Infektionen (Cryptosporidose) auslösen, die sich in Form von Durchfällen äußern.

Die Konzentration der Oozysten (Entwicklungsstadium der Cryptosporidien) im Schwimmbecken kann durchaus Werte bis zu 50.000 Oocysten/l erreichen. Soll der Trinkwasserstandard erreicht werden, der bei 1 Oocyste pro 10 l liegt, erfordert dies eine Reduktion um 6-log-Stufen.

Insbesondere die weitgehende Unempfindlichkeit von Cryptosporidien gegenüber dem weitläufig bekannten Desinfektionsverfahren mittels Chlorung, haben in der letzten Zeit die UV-Desinfektion immer mehr in den Vordergrund des Interesses gesetzt. Zahlreiche weltweit durchgeführte Untersuchungen zeigen deren hohe Effektivität sowohl beim Einsatz von Nieder- als auch von Mitteldruckstrahlern. Am effektivsten für die Inaktivierung ist dabei der Wellenlängenbereich zwischen 250 und 270 nm.

Bereits mit einer Dosis von 10 mJ/cm² kann ein Vorkommen von Cryptosporidium im Trinkwasser verhindert werden, wie dutzende Studien belegen. Infektionsuntersuchungen an Mäusen mit unterschiedlichen Abwasserproben zeigen eine Inaktivierung um drei log-Stufen schon bei einer UV-Dosis von 3 mJ/cm². Durch die Einwirkung der UV-Strahlung wird die DNA dabei soweit geschädigt, dass eine weitere Entwicklung und Vermehrung nicht mehr möglich ist. Im Gegensatz zu den meisten Mikroorganismen sind die Oozysten von Cryptosporidium parvum nicht in der Lage, ihre durch die UV-Bestrahlung zerstörte DNA weder durch Photoaktivierung noch durch Dunkelreparaturmechanismen einfach wieder herzustellen.

Der Einbau der UV-Behandlungsanlagen sollte wegen der UV-Transmission des Wassers und möglicher Ablagerungen auf den Quarz-Schutzrohren insbesondere beim Einsatz von Mitteldruckstrahlern hinter einer Filtrationsstufe erfolgen. Entscheidend für die Dimensionierung der UV-Anlage sind die jeweils vorliegenden Strömungsbedingungen. Primär sollte hier eine ausreichend große Umwälzung (pool turnover größer 4) realisiert werden.

Neben den allgemeinen Maßnahmen der Hygiene stellt die kontinuierliche UV-Behandlung des Schwimmbeckenwassers nicht nur ein wirksames Mittel zur Reduzierung der allgemeinen Keimbelastung dar, sondern verhindert effizient die Entwicklung und Vermehrung von Parasiten, wie der Cryptosporidien.