



info Anforderungen an UV-Desinfektionsanlagen in der Trinkwasserversorgung

Einführung

Grundsätzlich ist natives (unbehandeltes), einwandfreies Trinkwasser, aufbereitetem Wasser für den menschlichen Genuss vorzuziehen. Trinkwasser soll möglichst naturbelassen abgegeben werden. Aufbereitungs- bzw. Desinfektionsmaßnahmen sollen daher nur aus zwingenden hygienischen oder technischen Gründen vorgenommen werden.

Befindet sich eine Wasserversorgungsanlage nicht in ordnungsgemäßem technischem Zustand oder ist das Schutzgebiet für die Wassergewinnungsstelle unzureichend, sind zuerst diese Mängel zu beseitigen bzw. ist zu prüfen, ob die Erschließung einer anderen Wassergewinnungsstelle oder der Anschluss an ein anderes Wasserversorgungsnetz möglich ist.

Die Aufbereitung bzw. Desinfektion von verunreinigtem Wasser ist daher nur dann sinnvoll, wenn die Verunreinigungsursache nicht nachhaltig beseitigt werden kann und auch die Errichtung einer Ersatzwasserversorgung nicht zumutbar ist.

Wenn allerdings Wässer herangezogen werden müssen, welche nicht bereits bei der Gewinnung stets den mikrobiologischen Anforderungen an Trinkwasser genügen, besteht die Gefahr, dass darin auch Krankheitserreger vorhanden sind.

Wässer, die in nativem Zustand den mikrobiologischen Anforderungen – wenn auch nur zeitweilig – nicht entsprechen, jedenfalls aber Wässer, die aus Oberflächengewässern und Niederschlagswässern gewonnen werden, müssen daher desinfiziert werden. Bei stärker belasteten Wässern sind der Desinfektion geeignete weitere Aufbereitungsverfahren vorzuschalten bzw. sind nötigenfalls Kombinationen mehrerer Verfahren erforderlich.

UV-Bestrahlung als Desinfektionsverfahren

Für eine ausreichende Trinkwasserdesinfektion ist es erforderlich, dass eine Reduktion von mindestens 99,99 % von im Wasser befindlichen Krankheitserregern erreicht wird.

Bei ausreichender Bestrahlung von Mikroorganismen mit ultraviolettem Licht (UV-Licht) im Wellenlängenbereich von 240 bis 290 nm werden diese derart geschädigt, dass sie sich nicht mehr weiter vermehren können.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass es aufgrund von Reparaturmechanismen in den Zellen zu einer Wiederherstellung der Vermehrungsfähigkeit von Mikroorganismen kommen kann, wenn die Bestrahlung zu gering ist.

Daher müssen die Desinfektionsbedingungen so gewählt werden, dass es zu einer unumkehrbaren Inaktivierung kommt. Solcherart inaktivierte Mikroorganismen stellen keine Infektionsgefahr mehr für den Menschen dar.

Bei der Anwendung einer Fluenz (Raumbestrahlung) von mindestens 400 J/m², bezogen auf eine Wellenlänge von 253,7 nm sind die erforderlichen Desinfektionsbedingungen gegeben.

Der Nachweis, dass in einem bestimmten UV-Gerät unter praktischen Betriebsbedingungen auch tatsächlich eine ausreichende, desinfektionswirksame Bestrahlung („reduktionsäquivalente“ Fluenz von mindestens 400 J/m²) erreicht wird, kann aber nur durch praktische Labortests mittels Testsuspensionen mit speziellen Bakteriosporen ("Biodosimeter") erfolgen.

Jede Anlage muss für die jeweils charakteristische Wasserqualität und den maximalen Durchfluss ausgelegt werden. Trübungen, geringe UV-Transmission (UV-Durchlässigkeit) und färbende Stoffe (z.B. Huminsäuren, Eisen und Mangan) können die Wirksamkeit der UV-Desinfektion nachteilig beeinflussen.

Das Entstehen von Stoffen mit mutagenen Eigenschaften kann bei der UV-Desinfektion unter den üblicherweise vorliegenden Randbedingungen mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Eine Geschmacksbeeinflussung tritt nicht ein. Die UV-Strahlen sind in der Regel auch gegen Parasiten wirksam.

Rechtliche Grundlagen, Normen und Richtlinien für den Betrieb von UV-Desinfektionsgeräten in der Trinkwasserversorgung

Trinkwasserverordnung - TWV

In der Trinkwasserverordnung (§ 5 "Eigenkontrolle") wird festgehalten, dass eine Wasserversorgungsanlage vom Anlagenbetreiber dem Stand der Technik entsprechend zu errichten, in ordnungsgemäßem Zustand zu erhalten und dafür zu sorgen ist, dass eine negative Beeinflussung des Wassers hintangehalten wird.

Österreichisches Lebensmittelbuch (Codex), Kapitel B1 "Trinkwasser",

Im Abschnitt 4 des Kapitels B1 ist u.a. die UV-Bestrahlung als zulässiges Verfahren für die Trinkwasserdesinfektion gelistet und es sind dort auch die für eine sichere Desinfektion erforderlichen Bedingungen festgelegt.

Normenserie ÖNORM M 5873

Regelt die Anforderungen an Auslegung, Betrieb und Überwachung von Geräten zur Desinfektion von Wasser mittels Ultraviolett-Strahlen sowie die "Typprüfung" dieser Geräte an einem speziellen Prüfstand.

Richtlinie UV-Desinfektionsanlagen in Wasserversorgungsanlagen gemäß TWV

Zur Bewertung des Risikos durch den Betrieb von älteren UV-Anlagen, die über keine Typprüfung verfügen ("Altanlagen"), wurde vom damaligen Bundesministerium für Gesundheit Familie und Jugend (BMGFJ) die Richtlinie "UV-Desinfektionsanlagen in Wasserversorgungsanlagen gemäß Trinkwasserverordnung" (veröffentlicht mit Erlass GZ: 75210/0021-IV/B/7/2007 vom 6.12.2007) herausgegeben. Bei solchen "Altanlagen" besteht die Gefahr, dass die erforderlichen Desinfektionsbedingungen nicht immer eingehalten werden und das abgegebene Wasser daher nicht ausreichend desinfiziert wurde.

ÖVGW-Richtlinie W 107

Diese Richtlinie der österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) dient als Leitfaden für die Planung, den sicheren Betrieb und die Überwachung von Desinfektionsanlagen.

Kriterien für die Dimensionierung von UV-Desinfektionsanlagen für den praktischen Einsatz

Bei der Bemessung einer UV-Anlage sind folgende Parameter des zu desinfizierenden Wassers und ihre zu erwartenden Schwankungsbereiche im Jahresgang zu berücksichtigen:

- auftretende Wassertemperaturen und zulässiger Temperaturbereich des UV-Geräts,
- maximal auftretende Trübung,
- minimale auftretende UV- Transmission;
- maximaler möglicher Durchfluss (m³/h)

Diese Parameter stellen die Vorgaben dar, hinsichtlich derer das einzusetzende UV-Gerät auszulegen ist. Das UV-Desinfektionsgerät darf nur im Rahmen des bei der Typprüfung ermittelten zulässigen Betriebsbereiches betrieben werden. Nur innerhalb des zulässigen Betriebsbereiches sind die erforderlichen Desinfektionsbedingungen gewährleistet.

Besonders wichtig ist, dass das Wasser laufend nur eine sehr geringe Trübung aufweist, da eine erhöhte Trübung nicht durch die UV-Geräteradiometer erfasst werden und dadurch die Wirksamkeit wesentlich beeinträchtigt werden kann!

Bei Überprüfungen von UV-Desinfektionsanlagen hat sich gezeigt, dass das Kriterium der Trübung bei der Anlagen-Auslegung oft nicht ausreichend beachtet wird!

Ist bei einer Wasserversorgungsanlage zumindest fallweise mit erhöhten Trübungsmesswerten (>1 NTU) zu rechnen, wird daher jedenfalls eine befristet eingesetzte kontinuierliche Trübungsmessung empfohlen, um die Charakteristik des Auftretens der Trübung (Dauer und Intensität) genauer zu erkunden.

Bei auffälligen Messwerten für die Trübung, jedenfalls bei Messwerten >1 NTU, ist im Rahmen einer Risikoanalyse und -bewertung festzulegen, ob bzw. welche weiteren technischen Maßnahmen zur Gewährleistung der Bedingungen für eine sichere Desinfektion erforderlich sind.

Solche Maßnahmen können z.B. sein:

- ein permanent installiertes Messgerät zur kontinuierlichen Messung der Trübung, um das Wasser dann bei Erreichen eines festgelegten Wertes auszuleiten, oder
- ein dem UV-Gerät vorgeschaltetes Aufbereitungsverfahren zur Partikelabtrennung (z.B. Membranfiltration)

Anforderungen an UV-Desinfektionsanlagen und Überwachung des Betriebes

- Die Geräte und Anlagen müssen den einschlägigen Normen (dem Stand der Technik) entsprechen und gemäß den Herstellervorgaben und Auslegungskriterien (z.B. im Hinblick auf die Betriebsparameter wie Durchfluss, Referenzbestrahlungsstärke, UV-Transmission) betrieben werden. Ungeeignete oder nicht ordnungsgemäß betriebene Geräte können die erforderlichen Desinfektionsbedingungen nicht garantieren!
- Die Wirksamkeit des Desinfektionsverfahrens hängt wesentlich von der physikalisch-chemischen Beschaffenheit des zu behandelnden Wassers ab (Trübungen, organische Inhaltsstoffe, ...). Die Auslegung der Geräte und Anlagen ist daher für jeden Einzelfall von einer Fachfirma vorzunehmen.
- Es muss eine reduktionsäquivalente Fluenz von mindestens 400 J/m^2 bezogen auf eine Wellenlänge von $253,7 \text{ nm}$ angewandt werden.

Die Einhaltung der erforderlichen Desinfektionsbedingungen kann vorausgesetzt werden, wenn das UV-Desinfektionsgerät durch eine **TYPPRÜFUNG** gemäß ÖNORM M 5873-1 (2001) oder ÖNORM M 5873-2 (2003) verifiziert wurde und das Gerät durch eine **ÖVGW-QUALITÄTSMARKE** zertifiziert ist.

- Im laufenden Betrieb müssen die Parameter des zulässigen Betriebsbereiches eingehalten werden. Dies erfordert die Überwachung der Parameter für:
 - Mindest-Referenzbestrahlungsstärke (W/m^2)
 - Wasserdurchfluss (m^3/h)
 - UV-Transmission des Wassers (m^{-1} bei $253,7 \text{ nm}$ und 100 mm Schichtdicke)
 - gegebenenfalls auch Trübung (NTU) – siehe Seite 3
- Werden die Parameter des zulässigen Betriebsbereiches (Mindest-Referenzbestrahlungsstärke bzw. UV-Transmission) unterschritten, ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass kein nicht ausreichend desinfiziertes Wasser zu den Verbrauchern gelangt (z.B. durch Unterbrechen des Wasserdurchflusses).
Zertifizierte UV-Geräte besitzen ein Geräteradiometer mit einem standardisierten UV-Gerätesensor zur Messung der UV-Bestrahlungsstärke. Der Gerätesensor ist an einem Quarzmessfenster montiert, das in der Wand der Bestrahlungskammer angebracht ist. Das Geräteradiometer misst die Bestrahlungsstärke in W/m^2 , seine Funktionstüchtigkeit kann durch Vergleichsmessung mit einem Referenzsensor im laufenden Betrieb überprüft werden.
- Der Gerätesensor muss im Rahmen der Wartungsvorschriften regelmäßig überprüft werden. Erforderlichenfalls ist ein defekter Gerätesensor auszutauschen.
- Um die Wirksamkeit des Desinfektionsverfahrens zu überwachen, sind zusätzliche Untersuchungen des Trinkwassers vor und nach der Desinfektion erforderlich.
ACHTUNG: Untersuchungen alleine sind kein ausreichender Beleg für die ausreichende Wirksamkeit der UV-Desinfektion. Nur wenn auch alle anderen hier genannten Anforderungen erfüllt sind, kann von einem dauerhaft sicheren Betrieb der Anlage ausgegangen werden.

- Um den ordnungsgemäßen Betrieb des Gerätes zu dokumentieren, sind über Wartungsmaßnahmen, Überprüfungen der Wirksamkeit und Messungen von sicherheitsrelevanten Betriebsparametern entsprechende Aufzeichnungen zu führen.

Bewertung des Risikos einer mikrobiologischen Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität durch den Betrieb von "Altanlagen"

Als "Altanlagen" werden hier UV-Geräte bezeichnet, die über keine Typprüfung (gemäß ÖNORM M 5873-1, 1996 bzw. 2001 oder M 5873-2, 2003) bzw. über keine ÖVGW Qualitätsmarke oder gültiges DVGW Zertifikat verfügen.

Bei Anlagen ohne Geräteradiometer ist keine Kontrolle der ordnungsgemäßen Desinfektionsleistung möglich. Bei Altanlagen mit einem Geräteradiometer, der einen Prozentwert einer unbekanntem Größe anzeigt, ist eine nachvollziehbare Überwachung der Desinfektionsleistung nicht möglich. Bei den Anzeigen handelt es sich um Relativwerte, die keinen Rückschluss auf die Wirksamkeit des Gerätes zulassen.

Die Mindest-Referenzbestrahlungsstärke (in W/m^2) sollte an der Anzeige des Schaltschranks abgelesen werden können.

In den letzten Jahren haben umfangreiche biosimetrische Untersuchungen von UV-Geräten gezeigt, dass die Berechnungsmodelle der Hersteller falsch waren. Vielfach stellte man bei Prüfungen fest, dass die tatsächlichen Leistungen wesentlich geringer waren und daher die UV-Bestrahlung verstärkt werden musste (Reduktion des Durchflusses; höhere Anzahl an UV-Lampen).

Es ist somit davon auszugehen, dass diese Altanlagen nicht sicher dimensioniert sind.

Da auch eine standardisierte Überwachungseinheit für die Desinfektionsleistung fehlt, können sie auch nicht sicher betrieben werden. Diese UV-Geräte entsprechen nicht dem Stand der Technik. Eine ausreichende Desinfektion ist nicht sichergestellt.

Aufgrund der hohen UV-Empfindlichkeit der Indikatorbakterien (Escherichia coli, Enterokokken, Pseudomonas aeruginosa und vegetative Clostridien), welche bei der routinemäßigen Trinkwasseruntersuchung bestimmt werden, ist deren Abwesenheit in der unmittelbar nach einer UV-Desinfektionsanlage entnommenen Probe kein ausreichendes Kriterium für die irreversible Inaktivierung von Krankheitserregern wie z.B. humanpathogenen Viren, die eine wesentlich höhere UV-Resistenz aufweisen. Erforderlich ist die Reduktion von humanpathogenen Mikroorganismen um mindestens 99.99 %.

Das Auftreten von Indikatorbakterien im Wasser vor UV-Bestrahlung und deren Abwesenheit unmittelbar nach einer UV-Desinfektionsanlage gibt somit keine Sicherheit, dass eine ausreichende Inaktivierung humanpathogener Mikroorganismen stattgefunden hat.

Diese Fakten führen zu einer Unsicherheit beim Betrieb und bei der hygienischen Bewertung von Altanlagen.

Da bei Altanlagen keine Kenntnisse über die Leistungsfähigkeit vorhanden sind, ist davon auszugehen, dass sie nicht sicher dimensioniert sind.

Mögliche Kriterien für die Bewertung von Altanlagen

(lt. Richtlinie "UV-Desinfektionsanlagen in Wasserversorgungsanlagen gemäß Trinkwasserverordnung" des BMGFJ)

Im Hinblick auf die Dringlichkeit des Austausches von Altanlagen werden bei der Bewertung des Gefährdungspotentials folgende Kriterien beachtet:

- Entsprechen Situation und Konstruktion des Wasserspenders und aller Anlagenteile den hygienischen Anforderungen an eine Trinkwasserversorgungsanlage? (Risikoabschätzung des Einzugsgebietes)
- Wie war die mikrobiologische Wasserbeschaffenheit des nativen und des desinfizierten Wassers der letzten Jahre insbesondere im Hinblick auf eine fäkale Belastung?
- Liegen ausreichend Daten vor, vor allem auch bei ungünstigen Witterungsverhältnissen, die eine mikrobiologische Beurteilung des Wassers über den Jahresverlauf erlauben?
- Wird das UV-Desinfektionsgerät regelmäßig gewartet (Eigenkontrolle, Wartung durch Fachfirmen)?

Literatur

- Taschenbuch der Wasserversorgung; Johann Mutschmann, Fritz Stimmelmayer, 14. Auflage, Wiesbaden 2007
- Richtlinie „UV-Desinfektionsanlagen in Wasserversorgungsanlagen gemäß Trinkwasserverordnung“, veröffentlicht mit Erlass des Bundesministeriums für Gesundheit Familie und Jugend vom 6.12.2007, GZ: 75210/0021-IV/B/7/2007
- Trinkwasserverordnung – TWV (BGBl II Nr. 304/2001 i.d.g.F.)
- Österreichisches Lebensmittelbuch, IV. Auflage, Kapitel B1 „Trinkwasser“ in der Fassung vom 28.06.2022
- Veröffentlichungen aus dem DVGW-Technologiezentrum Karlsruhe, Band 56: Betrieb von UV-Desinfektionsgeräten in der Praxis; TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser (Hrsg.), Karlsruhe 2013
- ÖVGW-Richtlinie W 107 – Trinkwasserdesinfektionsanlagen, 12/2020

Dieses Informationsblatt sowie weitere Informationen zum Thema Trinkwasser finden Sie auch im Internet unter <https://www.land-oberoesterreich.gv.at/17437.htm>

