

Desinfektion von Abwasser

Technical Field:

- Energy / Environment (E)
- Water / Sanitation (W)
- Agriculture (A)
- Foodprocessing (F)
- Manufacturing (M)

This Technical Information is available in:

- English (e)
- French (f)
- German (g)
- Spanish (s)
- Other:.....

Naturgerechte Technologien, Bau- und Wirtschaftsberatung (TBW) GmbH Frankfurt, Germany
March 2001

1 EINFÜHRUNG

Über die Abläufe von Kläranlagen gelangen zahlreiche unterschiedliche Krankheitserreger in die Gewässer. Während Wurmeier nahezu vollständig über den Belebtschlamm und aufgrund ausreichender Absetzzeiten in den Nachklärbecken entfernt werden können, sind Bakterien, Viren und Protozoen noch in ausreichender Konzentration vorhanden, um die unterschiedlichsten Infektionskrankheiten auslösen zu können. So hat die Kontamination von Trinkwasser immer wieder zu Epidemien wie Cholera, Typhus oder Ruhr geführt. Darüber hinaus sind die Viehtränkung, der Verzehr von Fischen, Obst und Gemüse (Abwasserverrieselung), sowie das Verschlucken von Wasser beim Baden weitere Infektionswege.

Um die Infektionsgefahr durch das Abwasser zu vermindern, werden die Abläufe der Anlagen desinfiziert, wobei der Begriff Abwasserdesinfektion nicht im medizinischen Sinne zu verstehen ist (Abtötung aller pathogenen Keime), sondern vielmehr die Verminderung der Keimbelastung unter einen gegebenen Wert bedeutet. Zur Reduktion pathogener Keime im Ablauf stehen mechanische Verfahren (Filtration), physikalische (Bestrahlung) sowie chemische Verfahren (Chlorung, Ozonierung) zur Verfügung, die sowohl kombiniert, als auch alternativ zueinander verwendet werden können. Um die Keimkonzentrationen im Ablauf

beurteilen zu können, werden Indikatorengruppen verwendet, deren zugehörigen Keime nicht unbedingt selbst pathogen sind, jedoch auf eine fäkale Verunreinigung des Wassers hinweisen. Die Indikatoren (Gesamtcoliforme- und fäkalcoliforme Bakterien, Fäkalstreptokokken und Darmviren) können zum einen über das Auszählen von Bakterienkolonien auf zuvor angeimpften Nährböden ausgewertet, als auch durch Tests mit Indikatorlösungen abgeschätzt werden.

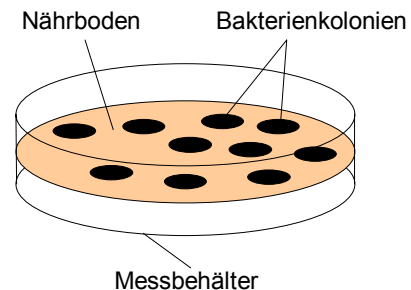


Abb. 1: Bakterienkolonien auf beimpftem Nährboden

1.1 Grundlegende Verfahrensprinzipien

1.1.1 Filtration zur Vorbehandlung

Durch den Einsatz von Sandfiltern kann die Qualität des Kläranlagenablaufs hinsichtlich der konventionellen Parameter (CSB, BSB₅, TS, TKN, P) z.T. deutlich gesenkt werden. Die Adsorptionswirkung des Filtermaterials bewirkt zusätzlich eine deutliche Keimreduktion (ca. eine Zehnerpotenz), die jedoch in der Regel nicht ausreicht, einen hygienisch

einwandfreien Ablauf zu gewährleisten. Daher kommt die Filtration alleine, zur Abwasserdesinfektion nicht in Betracht. Sie ist jedoch zur Unterstützung anderer Verfahren meist unverzichtbar, da sie zu einer wirtschaftlichen Dimensionierung der Desinfektionsstufen entscheidend beiträgt. Dies beruht zum einen auf der Verminderung von Strahlungsabschirmungen durch Feststoffrückhalt (UV-Behandlung), sowie auf der Entlastung der Desinfektionsstufe durch Elimination oxidierbarer Substanzen (Chlor- und Ozonbehandlung). Darüberhinaus werden durch die Filtration pathogene Amöben (Protozoen) nahezu vollständig abgetrennt. Dies erlaubt eine Fokussierung der Desinfektionsverfahren auf Bakterien und Viren, die gegenüber den einzelnen Desinfektionsmethoden eine deutlich niedrigere Resistenz als Protozoen besitzen.

1.1.2 Physikalische Desinfektionsmethoden (Bestrahlung)

Bestrahlungsmethoden in der Abwasserdesinfektion verfolgen das Ziel, durch Schädigung der Erbinformation der Keime (DNS), die Zellen zu inaktivieren, d.h. deren Stoffwechselaktivität zu stoppen (s. Abb. 2).

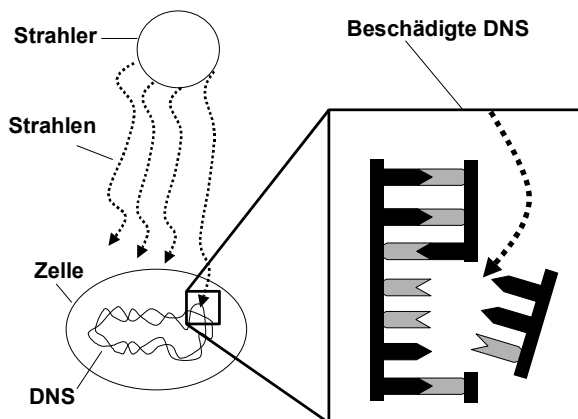


Abb. 2: Schädigung der DNS-Struktur durch UV-Bestrahlung

Hierfür sind verschiedene Verfahren vorstellbar, die sich jedoch hinsichtlich des technischen und finanziellen Aufwandes

stark voneinander unterscheiden. Unter diesem Aspekt ist die β - und γ -Bestrahlung für einen großtechnischen Einsatz uninteressant. Im Gegensatz dazu existiert mit der UV-Bestrahlung ein kostengünstiges und technisch unkompliziertes Verfahren, welches weltweit zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Die UV-Bestrahlung hat folgende Vorteile:

- leicht handhabbares Verfahren mit unkomplizierter Wartung
- hohe Umweltverträglichkeit
- große praktische Erfahrung
- zuverlässiges Berechnungsverfahren zur Anlagendimensionierung vorhanden
- kostengünstig (ca. 0,05-0,10 DM/m³)

Nachteile sind:

- Die Desinfektionsleistung ist insbesondere durch die Möglichkeit zur Reaktivierung der Keime (Eigenreparatur des Erbgutes) begrenzt.
- Umweltschädliche Oxidationsvorgänge im Zusammenhang mit der Bestrahlung können nicht vollständig ausgeschlossen werden.

1.1.3 Chemische Desinfektionsverfahren

Bei den chemischen Desinfektionsverfahren sind im wesentlichen die Chlor- und Ozonbehandlung von Bedeutung, während sich andere Methoden aus finanziellen und technischen Gründen nicht durchsetzen konnten. Die Chlorbehandlung ist das älteste Abwasserdesinfektionsverfahren überhaupt, welches u.a. in den USA weitverbreitet ist. Ebenfalls in den USA ist die Ozondesinfektion in der kommunalen Abwasserreinigung erprobt worden (ca. 40 Anlagen). Sie nutzt ebenso wie die Chlorung die oxidative Eigenschaft dazu aus, mit den Viren und Bakterien in Reaktion zu treten und die Organismen dadurch zu zerstören.

Die Ozondesinfektion hat folgende Vorteile:

- relativ gute Desinfektionsleistung
- zusätzliche Belüftung des Anlagenablaufs
- Betriebserfahrung in ausreichendem Maße vorhanden

Nachteile sind:

- relativ hohe Kosten (ca. 0,10-0,30 DM/m³)
- Anlagenbemessung ist sehr schwierig – umfangreiche Tests in der Planung notwendig
- Umweltbelastung durch Oxidationsprodukte
- aufwendige Technik und hohe Gefährdung im Störfall

Die Chlordesinfektion hat folgende Vorteile:

- kostengünstiges Verfahren
- effektives Verfahren
- weitverbreitet - große Betriebserfahrung

Nachteile sind:

- Gefährdung des biologischen Gleichgewichtes im Vorfluter, durch Restchlorgehalt im Ablauf
- Schädliche Nebenprodukte der Chlorung, insbesondere bei der Bildung von Chloraminen (cancerogen), die bei der Ammonium-/Ammoniakoxidation entstehen

1.1.4 Mikrofiltration

Die Mikrofiltration unterscheidet sich von den anderen Verfahren dadurch, daß die Keime hier nicht beschädigt oder zerstört, sondern vollständig zurückgehalten werden. Dies wird durch den Einsatz von Mikromembranen (aus Keramik, Porenweite: 0,2 µm) erreicht. Von ihnen werden sowohl Bakterien (Größe ca. 1-5 µm) als auch die wesentlich kleineren Viren zurückgehalten, die an den Feststoffen haften und daher die Membran nicht passieren können. Messungen auf Testanlagen sowie der derzeit in der kommunalen Abwasserreinigung existierenden Anlage

(Blackheath/Australien), haben ergeben, daß ein nahezu vollständiger Keimrückhalt bei intakten Membranen möglich ist.

Vorteile der Mikrofiltration sind:

- nahezu keimfreier Ablauf möglich
- keine Umweltbelastungen

Nachteile sind:

- sehr hohe Kosten (ca. 0,50 DM/m³)
- kaum Betriebserfahrungen

2 Betrieb der wichtigsten Verfahren

Für die Desinfektion von Abwasser sind in der Vergangenheit zahlreiche Verfahren untersucht worden. Aufgrund ihrer Effektivität und Finanzierbarkeit sind dabei vier Verfahren großtechnisch realisiert worden.

2.1 UV-Behandlung

Die unterschiedlichen Verfahrensvarianten der UV-Desinfektion lassen sich hinsichtlich der Strahler, Strahleranordnung und Bauweisen voneinander unterscheiden.

Tab. 1: Verfahrensvarianten der UV-Behandlung

Strahler	Strahleranordnung	Bauweise
Niedrigdruck	horizontal	offen
Hochdruck	vertikal	geschlossen

2.1.1 Strahler

Als Strahler werden Quecksilberdampflampen verwendet, die Wellen im besonders effektiven UV-A-Bereich emittieren (100 - 300 nm), welcher im Sonnenlicht nicht vorhanden ist. Für den Einsatz kommen Niedrig- und Mitteldruckstrahler in Betracht. Letztere haben eine höhere Leistung, jedoch ein wesentlich breiteres Emissionsspektrum, welches zum großen Teil ungenutzt bleibt. Der Einsatz von Niedrigdruckstrahlern, die fast ausschließlich im Bereich von 254 nm emittieren, ist

daher wirtschaftlicher und weiter verbreitet.

2.1.2 Bauweisen & Strahleranordnungen

Die UV-Strahler können in abgeschlossenen Behältern oder nach oben offenen Betonkanälen untergebracht sein. Letzteres System hat den Vorteil bei Wartungs- und Reparaturarbeiten leicht zugänglich zu sein. Es ist daher in der Abwasserdesinfektion vorherrschend (s. Abb. 3). Die Strahler (Durchmesser ca. 25 mm) werden in Abständen von wenigen Zentimetern zu Paketen zusammengefaßt und entweder längs oder senkrecht zur Fließrichtung angeordnet.

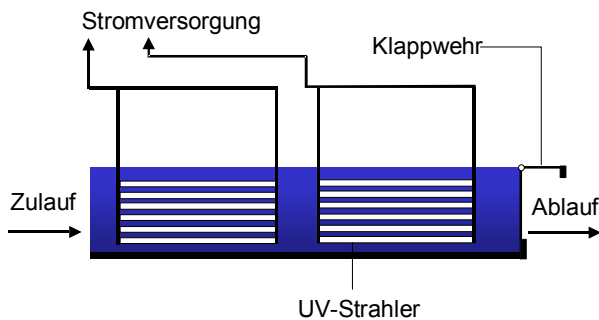


Abb. 3: Anordnung der UV-Strahler

2.1.3 Betrieb

Neben der Wasserbeschaffenheit (SAK spektraler Absorptionskoeffizient, TSS total suspended solids) haben die Strömungsverhältnisse einen entscheidenden Einfluß auf die Ablaufqualität einer Bestrahlungsanlage. Da schon geringfügige Kurzschlußströmungen das Desinfektionsergebnis völlig in Frage stellen können, wird eine möglichst gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung (Pfropfströmung) im Kanal angestrebt. Diese wird annähernd durch den Einbau eines Lochblechs im Zulauf erreicht. Die Betonkanäle selbst, sind auf einen Durchfluß von ca. 500-600 m³/h ausgelegt und sollten eine Durchflußzeit von ca. 15

Sekunden gewährleisten. Die Regelung der Wasserstandshöhe erfolgt über ein Klappenwehr im Ablaufbereich der Anlage.

2.2 Ozonbehandlung

Die Verfahren zur Ozondesinfektion lassen sich anhand mehrerer Kriterien voneinander unterscheiden: Die Ozonerzeugung, Kühlung, der Ozoneintrag und die Vernichtung.

2.2.1 Ozonerzeugung

Die Herstellung von Ozon (O₃) aus Sauerstoff erfolgt in einem elektrischen Feld (s. Abb. 4). Es kann sowohl reiner Sauerstoff als auch Luft eingeblasen werden. Im Falle von Luft muß diese trocken und staubfrei sein und dahingehend aufbereitet werden.

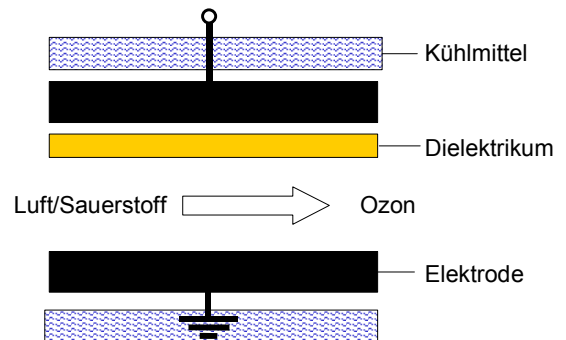


Abb. 4: Ozonerzeugung im elektrischen Feld

2.2.2 Kühlung

Die Ozonerzeugung aus Sauerstoff oder Luft ist ein sehr energieintensiver Prozeß, bei dem eine große Menge an Abwärme entsteht. Diese muß, um eine Überhitzung des Systems zu vermeiden, abgeführt werden. Dies kann durch Luftzufuhr oder die Energieabgabe an Wasser geschehen.

2.2.3 Ozoneintrag

Für den Eintrag des Ozons kommen sowohl Kreislaufbelüfter, als auch Druckbelüfter in Frage. Die Druckbelüftung ist mit dem Sauerstoffeintrag im Belebtschlammverfahren vergleichbar, wenngleich die bauliche Gestaltung beim Ozonkontaktbecken (s. Abb. 5) anders ist. So ist das Becken durch Trennwände unterteilt. Diese bringen die Strömung auf einen slalomartigen Kurs, welcher die Gefahr von Kurzschlußströmungen reduziert. Durch das Herausragen der Trennwände über dem Wasserspiegel, wird ein Übersäumen des Wassers vermieden.

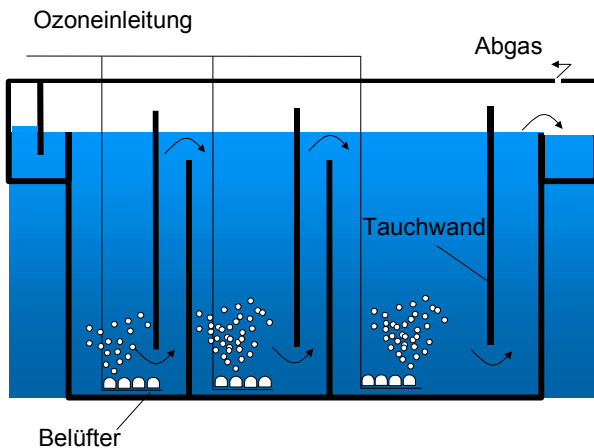


Abb. 5: Ozonkontaktbecken mit Ozoneintrag über Belüfter

2.2.4 Ozonzerstörung

Um das Restozon zu zerstören, gibt es verschiedene Lösungsansätze: chemische, thermische und katalytische Verfahren. Bei den chemischen Verfahren werden die Ozonverbindungen in einer Reaktionszeit von 1-3 Sekunden zerstört. Katalytische Verfahren sind noch relativ neu, so daß diesbezüglich kaum Daten vorliegen. Bei den Katalysatoren handelt es sich um Metalloxide (z.B. Aluminiumoxid) bzw. Metalle (Platin oder Palladium). Während letztere Betriebstemperaturen von weniger als 30°C benötigen, muß bei Metalloxiden für eine Betriebstemperatur von 50-70°C gesorgt werden.

2.3 Chlordesinfektion

Das Hauptunterscheidungskriterium bei Chlordesinfektionsverfahren, ist der chemische Aufbau der einzelnen Chlorverbindungen. So weisen Chlorgas (Cl_2) und die Hypochloritverbindungen das gleiche chemische Verhalten auf, bei dem Chlor (Cl_2), Hypochlorit ($HOCl$) und Chlorat (ClO^-) im pH-abhängigen chemischen Gleichgewicht stehen. Die Desinfektionswirkung nimmt dabei mit zunehmendem pH-Wert (ClO^- -Bildung) ab. Diese kann jedoch erst einsetzen, nachdem das Ammonium/Ammoniak zu den erwähnten Chloraminen abgebaut ist. Davon abweichend ist mit dem ebenfalls einsetzbaren Chlordioxid (ClO_2) weder eine Chloraminbildung, noch eine pH-Abhängigkeit der Desinfektionswirkung verbunden.

2.3.1 Chloreintrag

Für alle Chlorverbindungen ist das Vakuum-Injektor-Prinzip verbreitet (s. Abb. 6). Dabei wird das Wasser an der Verbindungsleitung zum Chlorbehälter vorbeigeführt, wodurch ein Unterdruck entsteht, der die Chlorverbindung herausaugt und in die Kreislaufführung einbringt. Ist die Verbindungsleitung beschädigt, wird dadurch der Austritt des Desinfektionsmittels sofort gestoppt.

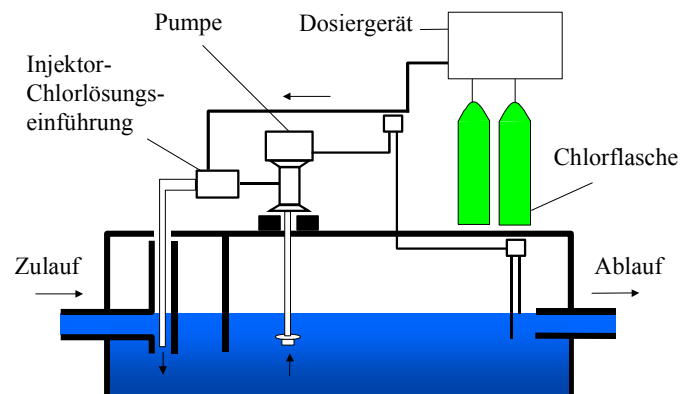


Abb. 6: Vakuum-Injektor-Prinzip zum Chloreintrag in das Abwasser

2.3.2 Kontaktbecken

Für ein zufriedenstellendes Desinfektionsergebnis ist eine ausreichende Kontaktzeit des Chlors mit dem Wasser erforderlich (ca. 15 - 30 min), wofür separate Kontaktbecken zur Verfügung gestellt werden müssen. Dies kann zum einen serpentinartigen Kurs (s. Ozonbehandlung) oder durch einen Ring um das Nachklärbecken geschehen.

2.4 Mikrofiltration

Bei der Mikrofiltration wird zwischen cross-flow- und dead-end Verfahren (s. Abb. 7) unterschieden. Beim cross-flow-Verfahren wird das Filtermaterial seitlich überströmt. Dadurch erfolgt die Deckschichtbildung über der Filtermembran langsamer, was einen höheren Flächenbedarf mit sich bringt. Bei der dead-end-Filtration dagegen wird die Filtermembran direkt angeströmt (s. Abb. 8). Die Nachteile der cross-flow-Filtration entfallen. Die dead-end-Filtration ist daher das interessantere Verfahren, welches jedoch weltweit erst auf einer kommunalen Kläranlage in Blackheath/Australien (nahe Sydney) zum Einsatz gekommen ist.

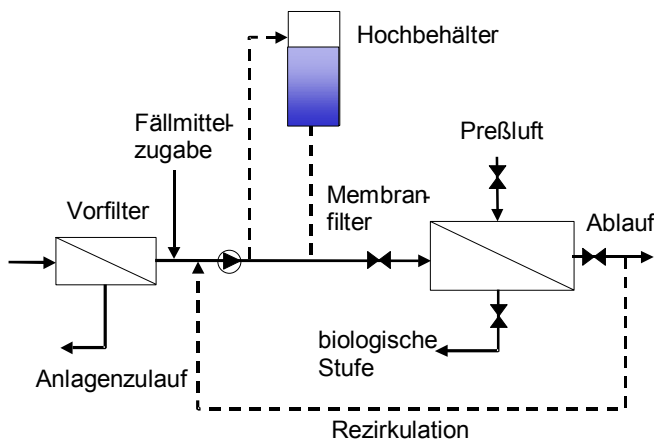


Abb. 7: Prinzip der dead-end-Filtration

Der eigentlichen dead-end-Filtration ist ein Vorfilter (konventioneller Sandfilter) vorgeschaltet, der größere Feststoffe zurückhalten und damit die Membran vor Verstopfungen schützen soll. Anschlie-

ßend gelangt das Wasser in einen Hochbehälter, der für einen gleichmäßigen Betriebsdruck auf die Membran sorgt. Diese besteht aus mehreren tausend Hohlfasern, welche in einem Modul zusammengefaßt sind. In bestimmten Zeitintervallen muß die Membran mit Druckluft rückgespült werden, um ein Zusetzen der Membran zu vermeiden.

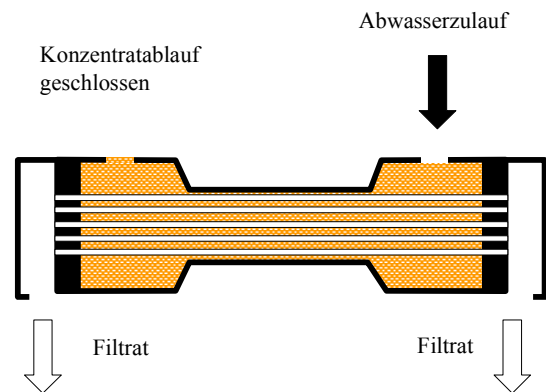


Abb. 8: Direkt angeströmter Membranfilter

3 Verfahrenvergleich

Um die Auswahl einer Desinfektionsmethode übersichtlich zu gestalten, werden die einzelnen Verfahren abschließend miteinander verglichen. Dies erfolgt anhand von sieben Kriterien: Betriebserfahrung, Planbarkeit, Betrieb & Störanfälligkeit, Sicherheit für das Betriebspersonal, Umweltverträglichkeit, Leistungsfähigkeit und Kosten.

3.1 Betriebserfahrung

Da die Chlordesinfektion das älteste Abwasserdesinfektionsverfahren ist, verfügt man insbesondere in den USA über zahlreiche Erfahrungen im Umgang mit dieser Technik. Dies gilt aber auch für die UV-Desinfektion, welche die Chlorverfahren in zunehmendem Maße ablöst. Auch die Ozondesinfektion wurde in ca. 40 kommunalen Anlagen in den USA erprobt, während die Mikrofiltration nur auf einer Anlage (Blackheath/ Australien) in Betrieb ist.

3.2 Planbarkeit

UV-Anlagen lassen sich besonders zuverlässig dimensionieren. Neben den ausreichenden Betriebserfahrungen, liegt dies an dem realistischen Berechnungsmodell der e.p.a. (environmental protection agency, USA). Die in das Modell einfließenden Parameter Dispersion (hydraulische Geschwindigkeitsverteilung) und Feststoffgehalt lassen sich problemlos ermitteln. Bei den chemischen Verfahren (Ozon, Chlor) ist dies aufgrund der zahlreich im Wasser vorhanden oxidierbaren Stoffe wesentlich schwieriger.

3.3 Betrieb und Störanfälligkeit

Auch betriebstechnisch hat die UV-Desinfektion große Vorteile gegenüber den anderen Verfahren, da Reparatur und Wartungsarbeiten hier relativ unkompliziert sind. So können die einzelnen UV-Strahler problemlos ausgewechselt werden (bei abgeschaltetem Strahlerfeld). Bei den anderen Verfahren ist aufgrund der aufwendigen Verfahrenstechnik die Gefahr von Betriebsstörungen größer.

3.4 Sicherheit für das Betriebspersonal

Von einem gewissen Gefährdungspotential kann bei den chemischen Verfahren ausgegangen werden, wenn Chlor bzw. Ozon austritt. Bei der UV-Desinfektion besteht eine Gefährdung im wesentlichen nur dann, wenn Sicherheitsmaßnahmen (Abdecken des Strahlerfeldes bzw. Ausschalten bei Reparaturarbeiten) beachtet werden.

3.5 Umweltverträglichkeit

Aus ökologischer Sicht besonders fragwürdig sind die chemischen Verfahren Chlorung und Ozonung, da durch die Oxidationsvorgänge schädliche Nebenprodukte in den Vorfluter gelangen können. Vor allem die Chloraminbildung hat in vielen Ländern dazu geführt, die Chlordesinfektion durch die umweltfreundlichere UV-Desinfektion zu ersetzen.

3.6 Leistungsfähigkeit

Nur die Mikrofiltration ist in der Lage, einen nahezu keimfreien Ablauf zu erreichen. Mit anderen Verfahren kann eine Reduktion der Indikatororganismen um mehrere Zehnerpotenzen erreicht werden. Bei der UV-Desinfektion ist die Verschlechterung des Ergebnisses durch enzymatische Reparaturmechanismen an der DNS möglich.

3.7 Kostenübersicht

Zu den Kosten der einzelnen Desinfektionsverfahren gibt Tab. 2 einen tabellarischen Überblick.

Tab. 2: Kostenübersicht zu Desinfektionsverfahren

Verfahren	Kosten [DM/m ³]
UV-Bestrahlung	0,05 – 0,10
Ozon	0,15 – 0,35
Chlor	0,08 – 0,12
Mikrofiltration	mind. 0,50

4 Zusammenfassung

Für die großtechnische Desinfektion von Abwasser stehen mit der UV-Bestrahlung, Ozonierung, Chlorung und Mikrofiltration vier in der Praxis erprobte Verfahren zur Verfügung.

Dabei kann nur die Mikrofiltration einen annähernd keimfreien Ablauf gewährleisten. Aufgrund mangelnder Betriebserfahrung und extrem hoher Kosten wird eine Weiterverbreitung dieses Verfahrens in absehbarer Zeit jedoch stark beschränkt bleiben.

Mit den übrigen Verfahren ist ein keimfreier Ablauf kaum zu erreichen. Dennoch kann die Keimreduktion einen entscheidenden Beitrag zur Minimierung des Infektionsrisikos leisten.

Dabei setzt sich UV-Bestrahlung als Desinfektionsverfahren weltweit immer mehr durch. Dies liegt an der leichten Wartung der UV-Anlage, deren guter Planbarkeit, sowie an den verhältnismäßig geringen Kosten des Verfahrens. Diese

Aspekte legen daher eine verstärkte Anwendung des Verfahrens nahe.

Email: gate-id@gtz.de
 Internet: <http://www.gtz.de/gate/gateid.afp>

5 Quellen und weitere Informationen

- [1] Abwassertechnische Vereinigung ATV: Desinfektion von Abwasser. Hinweisblatt H205, Regelwerk Abwasser-Abfall, Germany, 1993.
- [2] Borneff, J. Hygiene. Ein Leitfaden für Studierende und Ärzte. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, Stuttgart Germany, 1982.
- [3] Claims: Ultraviolet disinfection – an overview of process and application. Proceedings of Oxford International Conference „Bathing Waters – Recreation and Management“. Bristol, U.K., 1990.
- [4] Dingfelder, M.: Desinfektion von Abwasser. Diplomarbeit Technische Universität Darmstadt, Institut WAR, Darmstadt, Germany, 1999.
- [5] Environmental Protection Agency (EPA): Design Manual Municipal Wastewater Disinfection. EPA/625/1-86/021, Cincinnati, Ohio, U.S.A., 1995.
- [6] Gan, H.B. et al.: The significance of water quality on wastewater disinfection with ozone. Forum on Ozone Disinfection, International Ozone Institute, 1976.
- [7] Harris, Adams, Sorensen, Curtis: Ultraviolet inactivation of selected bacteria and viruses with photoreactivation of the bacteria. Wat. Res. 21, 1987.
- [8] Popp, W.: Notwendigkeit und Wirkung der Desinfektion von Abwasser. GWA Nr. 152 3/95. Institut für Siedlungswasserwirtschaft RWTH Aachen, 28. Essener Tagung, Germany, 1995.
- [9] Scheible, O.K.: Pilot studies at several wastewater treatment plants. Summary report. Environmental Protection Agency (EPA), Cincinnati, Ohio, U.S.A., 1986.

Naturgerechte Technologien, Bau- und Wirtschaftsberatung (TBW) GmbH

Baumweg 10, 60316 Frankfurt, Germany
 Phone: ++49 (0)69 / 943507-0
 Fax: ++49 (0)69 / 943507-11
 Email: tbw@tbw-frankfurt.com

Technische Universität Darmstadt

Institut WAR Wasserversorgung,
 Abwassertechnik, Abfalltechnik, Umwelt- und Raumplanung
 Petersenstr. 13, 64287 Darmstadt, Germany
 Phone: ++49 (0)6151 / 16-2748
 Fax: ++49 (0)6151 / 16-2758

5.2 Nützliche Links

<http://www.wastewater.de>

German Association for Water, Wastewater and Waste (ATV-DVWK). Links to further associations ([/D_LINKS/verbaende.htm](#)) and universities/institutes ([/D_LINKS/uni.htm](#))

<http://www.wef.org>

Water Environment Federation (WEF), USA. Publications related to different wastewater disinfection processes.

<http://www.iawq.org.uk>

International Water Association. Specialist groups on wastewater related issues, publications.

<http://europa.eu.int/water/cgi-bin.bw.p>

Bathing water in the European Union

5.1 Institutionen und Organisationen

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, German Appropriate Technology Exchange GATE Information Service

P.O. Box 5180, 65726 Eschborn, Germany
 Phone: ++49 (0)6196 / 79-3094
 Fax: ++49 (0)6196 / 79-7352