UV-Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser

Autor(en): **Egberts, Gerhard**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **81 (1989)**

Heft 4-5

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-940472

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

UV-Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser

Dr. Gerhard Egberts

Die Desinfektion des Ablaufs vollbiologischer Kläranlagen gewinnt zunehmend an Bedeutung. In den Vereinigten Staaten ist heute die UV-Desinfektion das Verfahren der Wahl. Dabei hat sich vor allen Dingen bei grösseren Anlagen das Konzept der UV-Bestrahlung im offenen Gerinne als wirtschaftlich und wartungsfreundlich durchgesetzt. Durch den Einsatz von Hochleistungsstrahlenquellen konnten die Betriebskosten auf etwa 1 Pf./m³ gesenkt werden.

1. Stand der Abwasserbeseitigung in der Bundesrepublik Deutschland

In der letzten Dekade wurde erheblich in den Ausbau der Abwasserreinigung investiert. Dies hat dazu geführt, dass heute fast alle Kläranlagen mit biologischen Reinigungsstufen ausgestattet sind, die in ihrer überwiegenden Mehrheit die Mindestanforderungen an die Qualität des Ablaufs erfüllen. Das Ziel des Umweltprogramms von 1971, nämlich die vollbiologische Behandlung des gesamten kommunalen Abwassers, konnte nahezu erreicht werden. Dementsprechend hat sich – von wenigen Ausnahmen abgesehen – die Güte der Oberflächengewässer in der Bundesrepublik Deutschland sichtbar verbessert.

Der mikrobiologischen Beschaffenheit des Abwassers wurde in der Vergangenheit dagegen weniger Aufmerksamkeit geschenkt. Der Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe «Desinfektion von Abwasser» vom Dezember 1987 [2] zeigt, dass nun auch die mikrobiologische Fracht des Abwassers als Infektionsquelle und Beeinflussung des ökologischen Gleichgewichts im Vorfluter verstärkt ins Blickfeld rückt. Die Bedeutung dieser Frage wird durch im zurückliegenden Jahre verhängte Badeverbote, z.B. an der Nordseeküste, belegt.

Die Bedeutung kommunaler Abwässer unterschiedlicher Reinigungsstufen als Infektionsquellen geht aus Tabelle 1 hervor.

Trotz der Keimzahlreduktion um 1 bis 2 Zehnerpotenzen durch die Verfahrensschritte moderner vollbiologischer Kläranlagen bleibt auch biologisch gereinigtes Abwasser eine bedeutsame Infektionsquelle. Insbesondere auf die Gefährdung durch Viren muss hingewiesen werden.

Vorrangig sind Konstellationen, wo der Vorfluter wassersportlich genutzt wird. Die derzeit gültige EG-Richtlinie für Badegewässer gibt für die mikrobiologischen Parameter die Werte (pro 100 ml) gemäss Tabelle 2 an.

Der Vergleich von Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigt, dass vor allen Dingen bei räumlicher Nähe des Kläranlagenablaufs zu einer Freizeitnutzung des Gewässers Desinfektionsmassnahmen geboten sein können. Zum hygienischen Aspekt tritt die Beeinträchtigung der Gewässerökologie durch massive Einleitung von mikrobiologisch hoch kontaminierten Abwässern.

2. Stand der UV-Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser

2.1 Die derzeitige Situation in den USA

In den Vereinigten Staaten wurden bereits 1973 mikrobiologische Mindestanforderungen an den Kläranlagenablauf formuliert [5]. Die derzeit in den USA gültigen Grenzwerte variieren von Bundesstaat zu Bundesstaat. Der Höchstwert von 200 Fäkalcoliformen pro 100 ml kann als typisch gelten.

Grundsätzlich stehen zur Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser die Chlorung, die Ozonung und die UV-Bestrahlung zur Verfügung.

Bei der *Chlorung* des Kläranlagenablaufes hat in den USA Besorgnis hinsichtlich unerwünschter Wirkungen des Restchlorgehaltes häufig zur Zusatzauflage einer nachgeschalteten Entchlorung geführt. Die zusätzlichen Kosten haben eine Abkehr von der Abwasserdesinfektion durch Chlor bewirkt.

Die *Ozonung* des Abwassers hat neben der Desinfektion den zusätzlichen Vorteil einer weiteren, oxidativen Reinigung des Wassers von unerwünschten Inhaltsstoffen. Zur ausschliesslichen Desinfektion ist Ozonung aber ein teures Verfahren.

Die *UV-Bestrahlung* ist heute als das Mittel der Wahl zur Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser zu betrachten. Hier ist auch bedeutsam, dass UV-Strahlung im Unterschied zu chemischen Desinfektionsmitteln auch gegenüber Viren eine hohe Wirksamkeit besitzt [6]. Nach einer Übersicht der Environmental Protection Agency [7] bestanden im Jahre 1986 in Nordamerika 53 Anlagen zur UV-Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser mit einer Anlagengrösse von bis zu 2000 m³/h, 64 weitere waren in Planung oder in Bau.

2.2 Grundlagen der UV-Verfahrenstechnik

In einer UV-Anlage zur Desinfektion von Wasser strömt das zu behandelnde Wasser in geringem Abstand an einer oder mehreren UV-Lichtquellen entlang. Die Inaktivierung von Mikroorganismen erfolgt augenblicklich durch Absorption von UV-Licht der Wellenlängen zwischen 240 und 270 nm im Zellkern. Massgeblich für den Entkeimungseffekt ist die applizierte Dosis, die als Produkt von Bestrahlungsstärke und Bestrahlungszeit definiert ist.

Bei der Konzeption bzw. Auslegung von Anlagen zur UV-Desinfektion von Abwasser müssen vor allen Dingen folgende Parameter des Abwassers berücksichtigt werden:

- Schwebstoffgehalt
- UV-Durchlässigkeit (Transmission)

Biologisch gereinigtes Abwasser hat typischerweise eine UV-Transmission (1 cm) zwischen 60 und 70% und einen Schwebstoffgehalt zwischen 5 und 30 mg/l. Die Bauarten

Tabelle 1. Grössenordnungen typischer Keimzahlen des Abwassers biologischer Kläranlagen [3].

	Anzahl/100 ml	
	Zulauf	Ablauf
Gesamtcoliforme	$>10^6$	10^4–10^6
Fäkalcoliforme	10^5–10^7	10^4–10^6
Fäkalstreptoc.	10^4–10^6	10^3–10^5
Viren	10^0–10^4	10^0–10^3
Salmonellen	keine Angabe	10^1–10^3

Tabelle 2. Qualitätsanforderungen an Badegewässer gemäss EG-Richtlinien [4].

	Richtwert	Grenzwert
Gesamtcoliforme	500	10000
Fäkalcoliforme	100	2000
Streptococcus faec.	100	—
Salmonellen	—	0
Darmviren	—	0

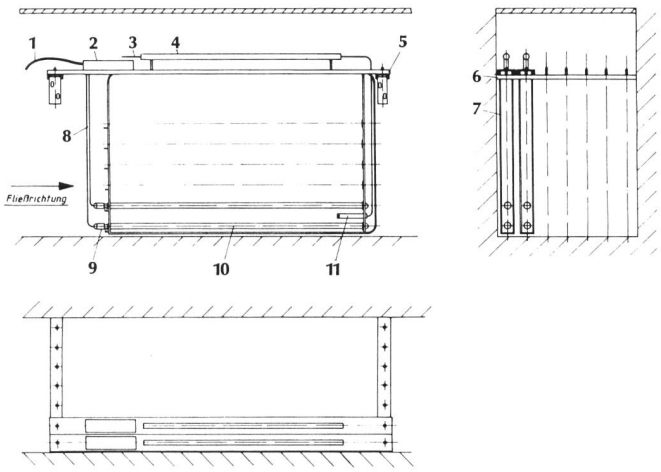

Bild 1. UV-Tauchstrahleranordnung im offenen Gerinne. 1 Elektrischanschluss zum Schaltschrank, 2 Klemmkasten, 3 Sensoranschluss, 4 Handgriff, 5 Abdeckung, 6 Traverse, 7 Strahlermodul, 8 Elektrischanschluss zum Klemmkasten, 9 Polyäthylen-Kopf, 10 Quarzrohr mit UV-Strahler, 11 UV-Sensor.

von UV-Anlagen zur Entkeimung von Trinkwasser sind hier nur bedingt einsetzbar. Denn zur Applikation einer hinreichenden UV-Dosis muss die niedrige UV-Durchlässigkeit des Abwassers durch eine entsprechend verringerte Schichtdicke, eine erhöhte UV-Leistung oder eine angepasste Geometrie der Strahleranordnung kompensiert werden.

2.3 UV-Anlagen nach dem Prinzip der positiven Bestrahlungsgeometrie

UV-Entkeimungsanlagen mit positiver Bestrahlungsgeometrie konnten erfolgreich zur Desinfektion kleinerer Mengenströme biologisch gereinigten Abwassers eingesetzt werden. Bei dieser Bauart sind die UV-Strahlenquellen aussen achsparallel mit Reflektoren um ein wasserführendes Rohr aus UV-Licht-durchlässigem Material (Quarz) angeordnet. Durch Fokussierung des UV-Lichts wird ein Intensitätsmaximum in der Mitte des wasserführenden Quarzrohres erzielt. Die Verluste durch schlechte UV-Durchlässigkeit des Wassers werden dadurch weitgehend kompensiert [8]. UV-Anlagen dieser Bauart stehen zur Desinfektion von Abwasser für die Wiederverwendung als Betriebswasser im Klärwerk zur Verfügung.

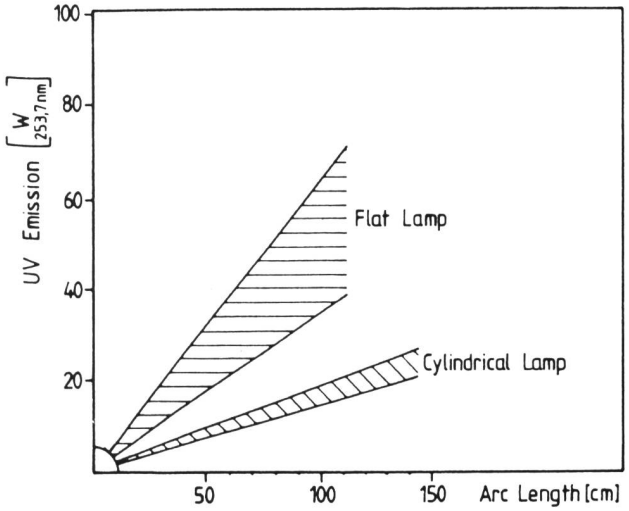

Bild 2. Leistungsdaten von Hg-Niederdruckstrahlern.

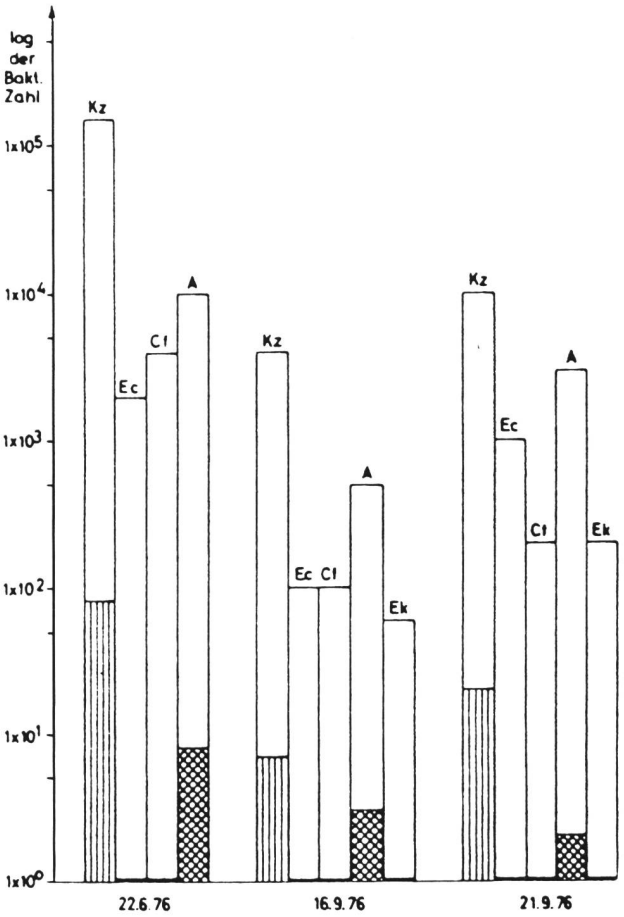

Bild 3. Keimzahlreduzierung durch UV-Bestrahlung von biologisch gereinigtem Abwasser [10]. Kz Koloniezahl, Ec E.-coli, Cf Coliforme, A Aeromonaden, Ek Enterokokken. Gesamte Säulenhöhe: Zulauf, schraffiert: Ablauf.

2.4 UV-Anlagen nach dem Prinzip des offenen Gerinnes

Zur Desinfektion grösserer Abwassermengen, z.B. des gesamten Ablaufes einer Kläranlage, wurde das Verfahren der UV-Desinfektion im offenen Gerinne entwickelt. Hier wird der gesamte Querschnitt des Kläranlagenablaufs durch eine Anordnung von UV-Tauchstrahlern in Fliessrichtung oder quer zur Fliessrichtung abgedeckt. Das biologisch gereinigte Abwasser umströmt drucklos die Strahleranordnung und wird dabei desinfiziert. In Nordamerika hat sich dieses Prinzip bei grösseren Einheiten weitgehend durchgesetzt.

2.5 UV-Strahlenquellen

Als Strahlenquellen werden Quecksilber-Niederdruckstrahler eingesetzt, die einen hohen Wirkungsgrad haben, da sie über 90% ihrer Strahlungsleistung im mikrobiologisch wirksamen Wellenlängenbereich emittieren. Nachteilig ist beim Niederdruckstrahler seine im Vergleich zu Hochdruck-Strahlenquellen niedrige Strahlungsleistung. Zur Erzielung eines bestimmten Entkeimungseffektes ist deshalb eine entsprechend grosse Zahl von Hg-Niederdruckstrahlern erforderlich.

Mit dem Ziel der Senkung von Anlagen- und Betriebskosten wurde für die Abwasserdesinfektion im offenen Gerinne ein Hg-Niederdruckstrahler entwickelt. Dieser Spezialstrahler

Tabelle 3. Kosten der UV-Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser im offenen Gerinne, Preisbasis 1989, Energiepreis 25 Pf./kWh.

Durchsatz (m^3/h)	159	2650
UV-Transmission (%)	65	65
Schwebstoffe (mg/l)	10	30
Anzahl der UV-Strahler	15	300
Anschlusswert (kW)	3	60
Preis (DM)	60000	800000
Strahlerkosten (Pf./m^3)	0,43	0,51
Energiekosten (Pf./m^3)	0,47	0,57

mit flachovalem Querschnitt besitzt eine um den Faktor 4 erhöhte UV-Strahlungsleistung gegenüber Strahlern gleicher Abmessungen [9] mit kreisförmigem Querschnitt. Dadurch konnte eine entsprechende Verminderung der baulichen Abmessungen sowie des Wartungsaufwands für Reinigung und Strahlerwechsel erzielt werden. Dies schlägt besonders bei Grossanlagen zu Buche.

3. Betriebserfahrungen

In einer Reihe von Versuchen unterschiedlicher wissenschaftlicher Institutionen konnte die Eignung der UV-Verfahrenstechnik zur Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser gezeigt werden [10], [11]. Die mittlerweile gewonnenen Praxiserfahrungen in Grossanlagen haben diese wissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse bestätigt.

4. Kosten

Die Bemessung von UV-Dosis und UV-Leistung einer Anlage zur Abwasserdesinfektion hängt von den Gegebenheiten des Einzelfalles ab, insbesondere von den Anforderungen und der Beschaffenheit des Abwassers. Die Beispiele in Tabelle 3 sind deshalb nur als Anhaltswerte für Kosten- und Auslegungsdaten zu verstehen.
Die Betriebskosten einer UV-Anlage setzen sich zusammen aus den Kosten der Energie, des Strahlerwechsels sowie den Personalkosten für Reinigung und Strahlerwechsel. Die Personalaufwendungen sind bei ordnungsgemässem Betrieb gegenüber Energie- und Strahlerkosten zu vernachlässigen. Je nach Beschaffenheit des Abwassers ist von Betriebskosten einer UV-Desinfektionsanlage von 0,8 Pf./m^3 bei 1,2 Pf./m^3 auszugehen.

Literatur

[1] *Gilles, J.:* Öffentliche Abwasserbeseitigung im Spiegel der Statistik. «Korrespondenz Abwasser», Mai 1987, S. 414f.

[2] NN: Desinfektion von Abwasser «Korrespondenz Abwasser», Dezember 1987, S. 1329f.

[3] NN: EPA Design Manual Municipal Waste Water Disinfection. Environment Protection Agency, EPA Cincinnati 1986.

[4] *Veh, G.-M.* et al.: Vorschriften der Europäischen Gemeinschaften auf dem Gebiet des Wassers. Brüssel 1984.

[5] NN: Secondary Treatment Information Regulation, Part 133, Title 40, Code of Federal Regulations, 1973.

[6] *Mahnel, H.:* Persönliche Mitteilung. Institut für medizinische Mikrobiologie der Universität München, 1980.

[7] EPA Design Manual a.a.O.

[8] *Schenck, G.:* Einsatz der Ultraviolett-Bestrahlung von Wasser in der pharmazeutischen Industrie. «Concept Heidelberg» Heft 1/1980.

[9] *Ehrich, H.:* Gutachten. Universität Essen 1988.

[10] *Popp, W.:* Der Einsatz von UV-Strahlern bei der Nachbehandlung von biologisch vorgereinigtem Abwasser. «Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie», Band 29.

[11] *Scherb, K.:* Desinfektion von biologisch vorgereinigtem Abwasser durch UV-Bestrahlung. «Wasserwirtschaft», Heft 7–8/1984.

Adresse des Verfassers: Dr. *Gerhard Egberts,* Wedeco Gesellschaft für Entkeimungsanlagen mbH, Daimlerstrasse 5, D-4900 Herford.

Eine internationale Dekade zur Verminderung von Naturkatastrophenschäden

Wie es begann

Überflutungen in Indien und China, ein Erdbeben in Mexiko, ein Taifun auf den Philippinen – Naturkatastrophen hat es immer gegeben und wird es immer geben. Doch mit dem raschen Ansteigen der Weltbevölkerung fordern sie immer mehr Opfer.
Naturwissenschaftliche Untersuchungen haben uns geholfen, die Ursachen von Katastrophen zu verstehen. Das Wichtigste ist nun, die Gefahren zu erkennen und das Risiko für Leib und Gut zu vermindern.
Die Idee für eine internationale Dekade wurde im Jahre 1984 erstmals erörtert. Im Dezember 1987 stimmten an der UNO-Generalversammlung die Delegationen von 93 Ländern dieser Idee zu. Die 1990er Jahre wurden als Dekade zur Verminderung von Naturkatastrophenschäden bestimmt.

Was kann unternommen werden?

Es kann viel getan werden. Grundlage dazu ist jedoch, soviel wie möglich über die Ursachen und die technischen Hilfsmittel zu wissen. Es geht nicht nur darum, dass Naturwissenschaftler und Ingenieure Untersuchungen durchführen; die Ergebnisse müssen dann auch gut verständlich an Sicherheitsverantwortliche, Landschaftsplaner, Architekten, Politiker usw. weitergegeben werden.
Mit dieser Dekade soll die Kommunikation zwischen den Wissenschaftlern und den Anwendern dieser Informationen gefördert werden.

Die Dekade

Die Dekade ist international. Die vorbeugenden Massnahmen müssen aber an Ort und Stelle ergriffen werden. Der Schlüssel zum Erfolg liegt also bei den einzelnen Ländern, die selbst die mit der Dekade anvisierten Ziele verfolgen müssen. Da aber Naturkatastrophen vor Grenzen nicht haltmachen, ist eine internationale Zusammenarbeit nötig. Ein internationales Führungskomitee soll eine optimale Zusammenarbeit gewährleisten. Die spezialisierten Abteilungen der Vereinten Nationen und viele internationale Organisationen werden mithelfen und ihre Erfahrungen zusammentragen. Ziel der Dekade ist, dass die Menschen lernen, mit Naturkatastrophen zu leben und nicht durch sie zu leiden.

Beteiligung der Schweiz

In seiner Antwort auf die Interpellation *Petitpierre* «Kampf gegen Naturkatastrophen – Beteiligung der Schweiz» hat der Bundesrat die Absicht geäussert, aktiv an der UNO-Dekade mitzuwirken. Er wird über die Einsetzung eines nationalen Komitees befinden. Dieses soll für die Schweiz den Stand des Wissens, aber auch den Handlungsbedarf aufzeigen und sich mit dem Transfer von Wissen und Technologie in die Entwicklungsländer befassen.
Als ein Beitrag zum internationalen Erfahrungsaustausch wird vom 22. Juni bis 3. Juli 1992 in Bern das 7. internationale Symposium Interpraevent mit dem Thema «Schutz des Lebensraumes vor Hochwasser, Muren und Lawinen» stattfinden. Kontaktadresse ist: Interpraevent 1992, c/o Bundesamt für Wasserwirtschaft, Postfach 2743, CH-3001 Bern.