

Empfehlung

Hygieneanforderungen an künstliche Bioteiche, die als Badegewässer benutzt werden

Mitteilung der Badewasserkommission des Umweltbundesamtes

Sachstand

Belastung der Bioteiche durch Badende

Bioteiche (und Biobadebecken) im Sinne dieser Empfehlung sind künstlich angelegte Oberflächengewässer. Sie werden zunehmend als Schwimm- und Badestellen öffentlich und gewerblich benutzt, und es ist daher geboten, auf geeignete Hygieneanforderungen aufmerksam zu machen, damit bei der öffentlichen oder gewerblichen Nutzung das Gesundheitsrisiko der Benutzer vertretbar niedrig gehalten wird.

In Bioteichen werden eingetragene organische Verunreinigungen infolge natürlicher Abbauprozesse biologisch abgebaut. Ebenso werden Erreger übertragbarer Krankheiten, die von Badenden eingetragen werden, durch natürliche Prozesse eliminiert oder vermindert. Dieser Effekt beruht u. a. darauf, daß

humanpathogene Keime unter Freilandbedingungen den dort besser angepaßten Mikroorganismen in der Konkurrenz um Ressourcen unterliegen.

Unter den Krankheitserregern, die von Badenden unbeabsichtigt ins Badewasser ausgeschieden werden, seien exemplarisch drei genannt: Rotaviren treten im Darm von Mensch und Tieren auf. Ihre Konzentration kann 10^{12} PFU/g Stuhl (PFU = Plaque Forming Unit) betragen. Die unbeabsichtigte Freilassung beim Baden kann daher eine Größenordnung von 10^8 PFU je infizierte Person erreichen. Die Infektionsdosis liegt bei weniger als 10 PFU. Bei einer Aufnahme dieser Menge wird erfahrungsgemäß die Mehrheit der Exponierten mehr oder minder schwer erkranken. Für den Darmparasiten *Cryptosporidium* und für das Bakterium *E. coli* O 157:H7, den Erreger der enterohämorrhagischen Darmentzündung

(EHEC), liegen die Infektionsdosen in der gleichen Größenordnung. Diese Krankheitserreger können von Badenden ausgeschieden werden, die keine Symptome aufweisen, deren Wohlbefinden unbeeinträchtigt ist und die demzufolge keine Bedenken haben zu baden. Die Dauer der Inaktivierung dieser Krankheitserreger im Gewässer kann Wochen und länger betragen.

Eine Desinfektion des Wassers mit oxidierend wirkenden Mitteln wie Chlor, Ozon oder Chlorverbindungen, wie es in Schwimmbädern vorgeschrieben ist, oder mit UV-Strahlen, ist in Bioteichen nicht angezeigt und darf in keinem Falle durchgeführt werden.

Die unfreiwillige Aufnahme von Wasser beim Baden je Person wird allgemein auf 50 ml angesetzt. Ein Badender sondert bei jedem Bad 2,3 bis 2,6 Milliarden Mikroorganismen ab, darunter u. U. die oben erwähnten Krankheitserreger. Um

Tabelle 1: Parameter, Grenzwerte und Häufigkeit der Analysen

Einheit	Grenzwert	Mindesthäufigkeit der Analysen	Bestimmungsverfahren
E. coli/100 ml	100	wöchentlich	Mikrobiologische Untersuchungsverfahren von Badegewässern nach Badegewässerrichtlinie 76/160/EWG Bundesgesundheitsblatt 38, 10 (1995) 385-396
Enterokokken/100 ml	50	wöchentlich	Mikrobiologische Untersuchungsverfahren von Badegewässern nach Badegewässerrichtlinie 76/160/EWG Bundesgesundheitsblatt 38, 10 (1995) 385-396
Pseudomonas aeruginosa/100 ml	10	wöchentlich	DIN 38411, Teil 8
Staphylococcus aureus/100 ml	<1	wöchentlich	
Sichttiefe (Meter)	>2	wöchentlich	Secchi-Scheibe
Phosphorverbindungen (gesamt) (µg in 1000 ml)	<10	wöchentlich	nach F. Koroleff, Determination of Phosphorous. Methods of Seawater Analysis Weinheim Verlag Chemie, 1983

andere Badende keinem erhöhten Gesundheitsrisiko auszusetzen, muß unter Berücksichtigung der Konzentrationsabnahme von Krankheitserregern unter den gegebenen natürlichen Bedingungen des Biotops ein ausreichend großes Volumen an Wasser pro Person und Tag zur Verfügung stehen.

Mikrobiologische Parameter

Die Übernahme der Grenzwerte der EU-Badegewässerrichtlinie für Biotische wird den hygienischen Problemen dieser Einrichtungen nicht gerecht. Die EU-Grenzwerte sind für freie Badegewässer mit einem großen Volumen gedacht, bei denen, sei es durch den Austausch mit dem Grundwasser, sei es, weil die Badestellen Teil eines Fließgewässers sind, mit einem schnelleren Wasseraustausch zu rechnen ist. Bei der Mehrzahl der freien Badegewässer kann daher angenommen werden, daß die Konzentration der durch die Badenden eingetragenen Krankheitserreger durch Verdünnung rasch abnimmt und gegenüber der mikrobiellen Belastung aus fäkalbelastenden Einleitungen in den Hintergrund tritt. Daher sind die mikrobiologischen Grenzwerte darauf gerichtet, auf hygienische Risiken aus Einleitungen aufmerksam zu machen. Hingegen kann bei Biotischen eine ausrei-

chende Verdünnung der von den Badenden abgegebenen Krankheitserreger nicht ohne weiteres angenommen werden.

Bei der Bewertung von Fäkalindikatoren (E. coli, Enterokokken) sind bei Biotischen andere Kriterien anzuwenden als bei freien Badegewässern, wo Fäkalindikatoren Verunreinigungen anzeigen, die längere Zeit zurückliegen (beispielsweise durch Zulauf von Wasser, das bereits eine Kläranlage passiert hat). Es ist davon auszugehen, daß sich bei älteren Verunreinigungen das Konzentrationsverhältnis zugunsten der gut überlebensfähigen Fäkalbakterien E. coli und Enterokokken verschiebt, weil die Konzentration der meisten (nicht jedoch aller) anderen Krankheitserreger infolge natürlicher Selektionsprozesse deutlich stärker abnimmt als die Konzentration der Fäkalbakterien. In Biotischen zeigen Fäkalindikatoren hingegen primär frische Verunreinigungen an, die mit einer höheren Konzentration an Krankheitserregern verbunden sind. Daher sind in Biotischen strengere Grenzwerte anzuwenden (Tab. 1).

Darüber hinaus muß in Biotischen mit einer mikrobiellen Besiedelung der Aufbereitungseinrichtung gerechnet werden, da eine Desinfektion nicht praktikabel ist.

Indikatoren nicht-fäkalen Ursprungs (z. B. das auf der Haut nicht selten anzutreffende Bakterium *Staphylococcus aureus*) sind bei Biotischen sehr wichtig, weil sie die Abscheidung von Krankheitserregern aus der Haut anzeigen. Außerdem sind sie selbst fakultativ pathogen.

Wasserdargebot und -aufbereitung

Da die natürliche Verminderung von Krankheitserregern ein sehr langsamer Prozeß sein kann und deshalb pro Tag und Person sehr große Wassermengen mit u. U. hohen Konzentrationen an Krankheitserregern belastet werden können, ist ein unbedenklicher Betrieb eines Biotisches oder eines Biobeckenbades als Freibad nur vertretbar, wenn das Wasser durch biologisch unbedenkliche Verfahren aufbereitet wird.

Als Verfahren stehen die Flockungsfiltration (FF) und die Grundwasserinfiltration oder Bioinfiltration (BI) sowie deren Kombination zur Verfügung. Bei der Flockungsfiltration wird nach den Regeln der Technik - mit Eisen(III) - oder Aluminiumsalzen geflockt und über inertem Filtermaterial (Sand) filtriert. Die Filtergeschwindigkeit darf 15 m/h nicht überschreiten.

Bei der Bioinfiltration wird das aufzubereitende Wasser auf einen mit Schilf oder Binsen bestellten Boden gegeben. Die Mächtigkeit der Bodenschicht muß mindestens 0,9 m betragen. Unter der Bodenschicht muß sich eine Drainage mit freiem Auslauf befinden, die einen gleichmäßigen Fluß sicherstellt. Die Infiltrationsgeschwindigkeit darf 1 m/Tag, entsprechend 1 m³/m² je Tag nicht überschreiten. Sie ist über Wehre an der Drainage einzustellen und zu regeln. Biotope, die nicht im Infiltrationsbereich liegen, werden bei der Berechnung der Aufbereitung nicht berücksichtigt. Horizontal durchströmte Feuchtbiotope (Filterteiche) haben eine vernachlässigbar geringe Leistungsfähigkeit und dienen deshalb ausschließlich der Zierde und Verschönerung.

Für Biotische, die öffentlich oder gewerblich für das Baden bestimmt sind, oder für diesen Zweck errichtete oder umgerüstete Biobecken müssen mindestens 60 m³ pro Badenden und Tag Frischwasser oder durch BI aufbereitetes Wasser bereitgestellt werden. Wird das Wasser lediglich durch FF aufbereitet, müssen mindestens 100 m³ für jeden

Badenden pro Tag bereitgestellt werden. Besteht sowohl eine Bioinfiltration als auch eine Flockungsfiltration und beträgt die Menge des zugeführten Frischwassers bzw. des bioinfiltrierten Wassers gemeinsam weniger als 60 m^3 pro Tag und Badenden, dann ist die Menge Wasser, die durch Flockungsfiltration bereitgestellt werden muß, folgendermaßen zu berechnen:

$(60 - [\text{Menge Frischwasser oder durch BI aufbereitetes Wasser}]) \times 1,66 = \text{Menge des mit FF aufzubereitenden Wassers.}$

Das Frischwasser für Bioteiche muß hinsichtlich seiner Konzentration an Fäkalindikatoren Trinkwasserqualität haben.

Für die Wasserfläche eines Bioteiches oder Biobadebeckens braucht aus hygienischen Gründen keine Mindestgröße festgelegt zu werden. Für einen übersichtlichen Badebetrieb sollte die Wasserfläche je Person bei der zuläs-

sigen Belastung 5 m^2 nicht unterschreiten.

Werden Teile des Bioteiches zwecks unterschiedlicher Nutzung (z. B. Kinderplanschbecken) abgetrennt, muß sichergestellt werden, daß in diesen der o. a. Wasseraustausch sichergestellt wird.

Eine Desinfektion mit oxidierend wirkenden Mitteln, wie Chlor oder Ozon, oder UV-Bestrahlungen darf nicht durchgeführt werden. Mittel zur Algenbekämpfung dürfen nicht angewendet werden.

Das Umfeld ist entsprechend den Anforderungen an Freibäder nach den Richtlinien für den Bäderbau des Koordinierungskreises Bäder (2. Auflage 1982) einzurichten und zu pflegen. Auf die Notwendigkeit der Bekämpfung von Nagetieren, insbesondere Ratten und Bisamratten, wird hingewiesen.

Der Öffentlichkeit zum Schwimmen und Baden zur Verfügung gestellte Bio-

teiche bedürfen ebenso wie Schwimm- und Badebecken sowie Badegewässer der Überwachung durch die zuständige Behörde. Die Errichtung solcher Teiche sollte daher bei der zuständigen Behörde angemeldet und deren Inbetriebnahme spätestens 14 Tage vor Aufnahme des Badebetriebes angezeigt werden.

Mitwirkende der Badewasserkommission:

Dr. I. Chorus, Berlin; Dr. A. Czepuck, Bonn; PD Dr. H. Dieter, Berlin; Dr. W. Dorau, Berlin; Dr. D. Eichelsdörfer, München; Prof. Dr. M. Exner, Bonn; Dr. I. Feuerpfel, Bad Elster; Prof. Dr. A. Grohmann, Berlin; PD Dr. C. Höller, Kiel; Prof. Dr. K.-O. Gundermann, Kiel; Dr. U. Hässelbarth, Berlin; Prof. Dr. M. Henseling, Wiesbaden; Dr. A. Knobling, Kiel; Prof. Dr. H. Lange-Asschenfeldt, Berlin; PD Dr. J. López-Pila, Berlin; Dr. C. Markard, Berlin; Dr. W. Popp, München; Dr. E. Roßkamp, Berlin; Dr. C. Sacré, Stuttgart; Prof. Dr. W. Schimmelpfennig, Berlin; Prof. Dr. D. Schoenen, Bonn; Prof. Dr. R. Schubert, Frankfurt/M.; Min.Rat a.D. Dr. W. Schumacher, Überlingen; Prof. Dr. W. Steuer, Stuttgart; Dr. E. Stottmeister, Bad Elster; Dr. R. Szewzyk, Berlin. Prof. Dr. F. Tiefenbrunner, Innsbruck