

## Untersuchungen über die Wirkung von Badebeckenbodenreinigungsgeräten in Schwimmbecken

R. Schubert\* und B. Bornhofen

Durch die hydraulischen Bedingungen im Badebecken wird zwar das Beckenwasser über die Überlaufrinne bzw. den Bodenablauf regelmäßig der Aufbereitungsanlage zugeführt und entsprechend der eingesetzten Verfahrenskombination aufbereitet, dies gilt jedoch keineswegs auch für solche Stoffe und Gegenstände, die aufgrund ihres spezifischen Gewichtes dazu neigen, sich im Badebeckenwasser abzusetzen. Aus diesem Grunde bildet sich in Abhängigkeit von der Frequentierung des Bades mit mehr oder weniger sorgfältig körperlich vorgereinigten Gästen mit der Zeit am Beckenboden eine Schicht von Absatzstoffen aus, die dem Schwimmbecken ein schon rein ästhetisch unbefriedigendes Aussehen verleiht, außerdem scheiden sich oft Stoffe auf dem Boden ab. Um diese Schicht aus Körperabschilferungen, Haaren und gelegentlich auch anderen in das Bad eingetragenen Abfallstoffen zu beseitigen und Abscheidungen zu lösen, wurden Badebeckenbodenreinigungsgeräte entwickelt, die wie ein Staubsauger den Beckenboden abfahren, bürsten und so absaugen, daß die partikulären und geflockten Feststoffe, durch die hohe Ansaugeschwindigkeit mitgerissen, im Filter abgeschieden werden.

Für die Beurteilung der Badebeckenbodenreinigungsgeräte in hygienischer Hinsicht ist es wichtig zu wissen, ob der Einsatz der Geräte neben der Verbesserung der Verhältnisse in ästhetischer Hinsicht noch mit Wirkungen verbunden ist, die die Badebeckenwasserqualität beeinflussen.

### Technische Details der Untersuchung

Die Überprüfung erfolgte mit dem Bodenabsauggerät Mariner 2000 S der Firma 3S Pumpen GmbH in Gießen. Die Ansaugleistung des Gerätes beträgt nach Herstellerangabe 1100 l in der Minute, die Filterpatronen haben eine Gesamtoberfläche von 7,5 m<sup>2</sup>. Das Wasser wird nach Passage durch das Gerät wieder dem Beckenwasser zugeführt. (Die Untersuchungen wurden durch die Zurverfügungstellung des Gerätes von der Fa. 3S Pumpen GmbH in Gießen

unterstützt.)

Um sicherzustellen, daß das Gerät bzw. seine Bestandteile nicht im voraus verkeimen, wurde das Gehäuse des Gerätes vor jedem Versuch in einer 1-2 mg/l freies Chlor enthaltenden Lösung durch Einlegen über Nacht desinfiziert. Die eigentlichen Prüfobjekte, die Filterpatronen, wurden 15 Minuten bei 121°C autoklaviert und dann steril und trocken aufbewahrt. Die Versuche bestanden darin, daß das frisch (mit sterilen Handschuhen) zusammengesetzte Gerät in das Prüf-Badebecken zu Boden gelassen und dann im jeweils ersten Versuch über 15 Minuten und im jeweils zweiten Versuch über 30 Minuten in Betrieb gesetzt wurde; damit sind jeweils zeitentsprechende Beckenbodenflächen gereinigt worden.

Am jeweiligen Versuchsende wurde eine Filterpatrone dem Gerät sofort entnommen und einzeln in ein Glasgefäß mit etwa 10cm Durchmesser und 32cm Höhe (Fassungsvermögen 2,2 l), das etwa zur Hälfte mit einem Liter sterilen Leitungswassers (autoklaviertem Frankfurter Leitungswasser) mit Natriumthiosulfatzusatz (10 mg/l) gefüllt war, überführt. Nach Aufsetzen des Glasdeckels (mit Schliff) wurde der Filter im entchlordenen Wasser für fünf Minuten intensiv ausgeschüttelt. Das Wasser wurde dann in 1 l Glasflaschen abgefüllt und sofort in das Laboratorium verbracht.

Da die Kenntnis der vor und während des Versuchs im Badebecken vorherrschenden Badebeckenwasserqualität Voraussetzung für die Interpretation der Ergebnisse ist, stand am Anfang jedes Versuches die Ermittlung der jeweils

gegebenen Verhältnisse, d.h. eine Probenahme zur Durchführung der bakteriologischen Kontrolluntersuchungen und eine Bestimmung des Gehaltes an freiem und gebundenem Chlor mit der DPD-Methode im Badebeckenwasser an der Probenahmestelle.

Die Untersuchungen auf das Vorkommen von E.coli, Coliformen Bakterien, Enterokokken und auf Sporen sulfitreduzierender anaerober Sporenbildner sowie die Koloniezahlbestimmungen erfolgten gemäß den Vorgaben der Anlage 1 der TrinkwV. Für die Primärkultur von P. aeruginosa wurde das ABGP-Medium [2] eingesetzt, die weitere Untersuchung erfolgte gemäß DIN 38411, Teil 8. Die Primärkultur von S. aureus erfolgte in Casein-Soja-Lösung, die Sekundärkultur auf dem Medium von Vogel und Johnson [3] mit nachgeschalteter Blutagarplatte. Die Eignung des Verfahrens wurde durch ausführliche Prüfungen evaluiert.

### Ergebnisse

Die Untersuchungen wurden an vier Schwimmbecken in 3 Bädern im Raum Frankfurt am Main durchgeführt. Die Ergebnisse der am jeweiligen Untersuchungstag durchgeführten Badebeckenwasseruntersuchungen finden sich in Tabelle 1. Wie aus den Untersuchungen hervorgeht, war die Badebeckenwasserqualität in bakteriologischer Hinsicht einwandfrei. Die Chlorwerte waren in den verschiedenen Becken zwar unterschiedlich, jedoch in einem wirksamen Bereich, dies geht insbesondere aus dem Vergleich der Gehalte an frei-

	Schwimmbecken			
	A	B	C1	C2
Konzentration an freiem Chlor in mg/l	0,4	0,3	0,8	0,3
gebundenem Chlor in mg/l	0,2	0,1	0,2	0,1
E.coli in 100 ml	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Coliforme in 100 ml	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
P. aeruginosa in 100 ml	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Koloniezahl in 1 ml				
20°C	0	1	0	0
36°C	61	1	0	0
Zeichenerklärung: n.n. = nicht nachweisbar				

Tabelle 1: Ergebnisse der Badebeckenwasseruntersuchungen

\* Prof. Dr. med. Ralph H.W. Schubert, Zentrum der Hygiene, 6000 Frankfurt a. M.

Bodenabsauggerät Mariner 2000 S Betriebszeit in Minuten	A		B		C1		C2	
	15	30	15	30	15	30	15	30
Nachweis von E.coli in ml	100	1	1	1	100 n.n.	100	100	100
andere Coliforme in ml	100 n.n.	100	100 n.n.	100 n.n.	100	100	100	100
P. aeruginosa in ml	100 n.n.	0.1	100 n.n.	1	10	1	1	1
Enterokokken in ml	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.
S. aureus in ml	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.
Sporen sulfitreduzierender anaerober Sporenbildner in ml	50 n.n.	50 n.n.	50 n.n.	50 n.n.	50 n.n.	50 n.n.	50 n.n.	50 n.n.
Koloniezahl in 1 ml 20°C 36°C	89000 90000	100000 76000	370 5600	4500 22400	2 117	1000 10000	8 1064	21 560
Zeichenerklärung: n.n. = nicht nachweisbar								

**Tabelle 2: Ergebnisse der Badebeckenwasseruntersuchungen der Filterpatronen-Abspülflüssigkeiten**

em und gebundenem Chlor hervor. Die unter diesen Rahmenbedingungen ermittelten Ergebnisse der von den Filterpatronen abgespülten Bakterien finden sich in Tabelle 2. Die Ergebnisse zeigen, daß mit dem Bodenreinigungsgerät Mariner 2000 S in nicht unerheblichem Maße Bakterien vom Beckenboden aufgenommen und an der Filterpatrone abgeschieden werden. Ob diese Keime allein durch die hohe Ansaugleistung mobilisiert werden oder ob eine mechanische Komponente

eine Rolle spielt, kann aus den vorliegenden Daten nicht ermittelt werden. Unklar ist auch, welcher Anteil im Filter abgeschieden und welcher Anteil dem Badebeckenwasser zugeführt wird. Daß die Bakterien vom Boden bzw. bodennahen Bereich stammen, konnte experimentell belegt werden. In drei weiteren Paralleluntersuchungen wurde das Bodenreinigungsgerät einmal über 15 Minuten an der Oberfläche des Badebeckens in Betrieb gehalten, sodann im zweiten Versuch über 15 Minuten in

Bodenabsauggerät Mariner 2000 S	Probenahme		
	Oberfläche	80 cm unter Oberfläche	Beckenboden
Nachweis von E.coli in ml	100 n.n.	100 n.n.	100
andere Coliforme in ml	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.
P. aeruginosa in ml	100 n.n.	100 n.n.	1
Enterokokken	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.
S. aureus	100 n.n.	100 n.n.	100 n.n.
Sporen sulfitreduzierende anaerobe Sporenbildner	50 n.n.	50 n.n.	50 n.n.
Koloniezahl in ml 20°C 37°C	0 7	0 1	8 1064
Zeichenerklärung: n.n.= nicht nachweisbar			

**Tabelle 3: Vergleich der Ergebnisse der bakteriologischen Badebeckenwasseruntersuchungen von Filterproben aus verschiedenen Tiefen des Badebeckens bei einer 15 minütigen Betriebszeit**

80cm unter der Wasseroberfläche in Schwebetrieb betrieben und schließlich im dritten Versuch über 15 Minuten am Boden eingesetzt.

Die in der Tabelle 3 wiedergegebenen Ergebnisse zeigten, daß nur die Filterpatronen des am Beckenboden betriebenen Gerätes zu einer Anreicherung von E.coli, P.aeruginosa und einer hohen Koloniezahl führen. Ein großes durch die Filterpatrone geschicktes Volumen an Beckenwasser von der Oberfläche des Beckens und aus 80cm Tiefe ergab keine von der Badebeckenwasserqualität abweichenden Resultate. Es kann somit ausgeschlossen werden, daß es sich bei den in der Tabelle 2 zusammengefaßten Keim-Nachweisen um das Ergebnis einer Abscheidung von Keimen handelt, die im Badebeckenwasser frei suspendiert sind bzw. frei flotieren. Von besonderem Interesse erscheint der Befund, daß von den untersuchten Fäkalindikatoren und Krankheitserregern nur die gramnegativen nachgewiesen wurden. Da die in Frage stehenden grampositiven spezielle Nährstoffbedürfnisse aufweisen, die gramnegativen aber nicht und P. aeruginosa in höheren Konzentrationen gefunden wurde als E.coli, ist daran zu denken, daß es sich um eine Bodenkolonisation handeln könnte. Daß unter den Bedingungen einer Oberflächenanhaftung das im Badebeckenwasser sich findende freie Chlor in seiner mikrobiziden Kapazität unwirksam bleibt, steht im Einklang mit Beobachtungen aus anderen Bereichen [1]. Dagegen ist davon auszugehen, daß die von der schützenden Oberfläche abgelösten in Suspension geratenen, d.h. nicht in der Filterpatrone zurückgehaltenen Keime dem Desinfektionspotential des Badebeckenwassers ausgesetzt unter dem Einfluß des freien Chlors schnell absterben. Zu den Funktionen des Badebeckenreinigungsgeräts gehört somit die Ablösung am Beckenboden haftender in dieser Form der Badebeckenwasserchlorung nicht zugänglicher Keime.

**Zusammenfassung**

Durch bakteriologische Untersuchungen an einem Badebeckenreinigungsgerät wurde festgestellt, daß sich auch unter den Bedingungen einwandfreier Badebeckenwasserqualität am Beckenboden in nicht unerheblicher Menge Bakterien nachweisen lassen. Das eingesetzte Badebeckenreinigungsgerät führt somit nicht nur zu einer Verbesserung der Verhältnisse in ästhetischer Hinsicht, sondern beseitigt auch die am Beckenboden haftenden, der Badebeckenwasserchlorung nicht zugänglichen Keime.