# Institut für Wasserund Umweltanalytik **GmbH**





# Gutachten über den Belastbarkeitstest von CAPTURA-Filtern im Kreislauf Lehrschwimmbecken des Hallenbades Spandau-Süd in Berlin

Berichts-Nr.:

2220787

Auftraggeber:

aquila Wasseraufbereitungs-

technik GmbH

Willy-Brandt-Straße 9

97877 Wertheim

Bearbeiter:

Dr. Klaus Gunkel

Luisenthal, 18. 02. 2003



# Inhaltsverzeichnis

		Seite
	Vorwort	1
1.	Überprüfung der Unterlagen zur Feststellung der Verfahrens-	
	wirksamkeit	2
1.1	Ziele der Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung	2
1.2	Verfahrenskombination	3 3
1.3	Betriebsbuch	3
1.4	Füllwasseruntersuchungen	7
1.5	Chemikalien zur Wasseraufbereitung	10
2.	Feststellung der Nennbelastung und der Volumenströme	11
3.	Wirksamkeit der Beckendurchströmung	13
3.1	Aufgaben der Beckendurchströmung	13 13
3.2	Anordnung der Einströmvorrichtungen	13
3.3	Ableitung des Volumenstromes	14
3.4	Färbeversuche	15
4. 4.1	Technische Bedingungen für die Badewasseraufbereitung Allgemeines	15
4.1	pH-Wert-Regulierung	15
4.2	Flockungsfilterung	16
4.3.1	Angaben zum CAPTURA-Filter (nach Herstellerangaben)	16
4.3.2	Prüfung der Konstruktionsunterlagen für die Filterbehälter	
4.0.2	auf Einhaltung der Anforderungen nach DIN 19605	16
4.3.3	Prüfung der Schüttpläne	20
4.3.4	Flockungsmittelzugabe	21
4.3.5	Filtration	22
4.3.6	Filterspülung	23
4.4	Desinfektion	26
5.	Füllwasserzusatz	27
6.	Untersuchungsergebnisse der Wasserproben für den	
	Belastbarkeitstest	28
6.1	Überprüfung der Flockung und Filtration	28
6.1.1	Einstellung der Säurekapazität K <sub>S4,3</sub>	28
6.1.2	Überprüfung der Flockungsmittelzugabe	28
6.1.3	Untersuchung des Filterablaufs	32
6.1.4	Untersuchung des Reinwassers	39
6.2	Untersuchung des Beckenwassers	40
7.	Bewertung der Ergebnisse des Belastbarkeitstests	43
7.1	Allgemeine Bedingungen für die Wasseraufbereitung	43
7.2	Bewertung der Verfahrensstufen	44
7.2.1	Füllwasserqualität	44
7.2.2	Flockung und Filtration	44
8.	Schlußfolgerungen und Maßnahmen	46

Institut für Wasser- und Umweltanalytik GmbH An der Ohratalsperre 99885 Luisenthal

#### Gutachten über den Belastbarkeitstest von CAPTURA-Filtern im Kreislauf Lehrschwimmbecken des Hallenbades Spandau-Süd in Berlin

#### Vorwort

Die Fa. aquila Wasseraufbereitungstechnik GmbH, Wertheim, hat ein neues Filtersystem entwickelt, das im Vergleich zu den bisherigen geschlossenen Druckfiltern nach DIN 19605 eine Reihe von Veränderungen aufweist.

Mit Schreiben vom 06.11.2002 der Fa. aquila Wasseraufbereitungstechnik GmbH, Wertheim, hat unser Institut den Auftrag bekommen, einen Belastbarkeitstest der Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser unter Verwendung von CAPTURA-Filtern im Hallenbad Spandau-Süd auf der Grundlage der DIN 19643 und des Merkblattes 65.04 "Funktionsprüfung von Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser" der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen durchzuführen.

Mit unserem Schreiben (FAX) vom 06.11.2002 an den Auftraggeber haben wir darauf aufmerksam gemacht, daß in Vorbereitung der Überprüfung die Sicherstellung der Besucherauslastung gemäß Nennbelastung und die Kalibrierung und Einstellung der Betriebsmeßgeräte für die Messung der Hygiene-Hilfsparameter notwendig sind.

Die Probenahme für die Laboruntersuchungen für die Überprüfung der Anlagen wurde am 27.11.2002 durchgeführt.

Die Besichtigung und Überprüfung der Anlagen und die Volumenstrom-Messungen mit einem mobilen Ultraschallmeßgerät erfolgten am 27.11.2002.

Die Ergebnisse der Überprüfungen, die Meßwerte der Laboruntersuchungen sowie Schlußfolgerungen aus den Prüfergebnissen sind in diesem Bericht enthalten.

Die Vorgaben der DIN 19643 – Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – sind im Text *kursiv* gedruckt. Wichtige und zusammenfassende Angaben sind **fett gedruckt** oder <u>unterstrichen</u>. In den Tabellen zum Punkt 6 mit den Ergebnissen der Laboruntersuchungen sind die Vorgabewerte der DIN 19643 <u>blau</u> ausgedruckt, alle Meßwerte mit Über- oder Unterschreitungen der Vorgabewerte der DIN 19643 sind <u>rot</u> gedruckt.

# 1. Überprüfung der Unterlagen zur Feststellung der Verfahrenswirksamkeit

#### 1.1 Ziele der Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung

Das Infektionsschutzgesetz vom 20.07.2000 verlangt im § 37, daß das Wasser in Schwimm- und Badebecken so beschaffen sein muß, daß eine Schädigung der menschlichen Gesundheit nicht zu befürchten ist.

Die Forderung des Infektionsschutzgesetzes ist im derzeitigen Entwurf der Badewassser-Verordnung ebenfalls verankert und bildet die Grundlage für die Qualitätsanforderungen an das Schwimm- und Badebeckenwasser.

Es hat sich die Auffassung durchgesetzt, daß mit Einhaltung der Vorgaben der DIN 19643 – Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – auch die Forderungen des Infektionsschutzgesetzes eingehalten werden.

Ziel der DIN 19643 ist es, eine gute, gleichbleibende Beschaffenheit des Beckenwassers in bezug auf Hygiene, Sicherheit und Ästhetik sicherzustellen, damit eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist. Dabei ist auch das Wohlbefinden der Badegäste zu berücksichtigen.

Dazu werden in der DIN 19643 Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit, die Bemessung, den Betrieb und die Kontrolle festgelegt. Für die Aufbereitung werden Anforderungen genannt, mit denen dieses Ziel erreicht werden kann.

Deshalb wird auch in der DIN 19643 vorgegeben, daß die Leistungsfähigkeit einer Schwimm- oder Badebeckenanlage , die <u>nach den Vorgaben der DIN 19643</u> errichtet worden ist und danach betrieben wird, bis zur Erreichung der Nennbelastung mit Sicherheit die Anforderungen der DIN 19643 an die Wasserqualität einhält.

In der Neufassung der DIN 19643, die im April 1997 inkraft getreten ist, gelten neue obere Werte für gebundenes Chlor (0,2 mg/l) und für Trihalogenmethane (0,02 mg/l berechnet als Chloroform), um das Wohlbefinden der Badegäste zu erhöhen und gesundheitliche Gefährdungen zu verringern. Diese Werte können nur durch Verbesserungen der Wasseraufbereitung erreicht werden

Es ist deshalb erforderlich, eine der in der DIN 19643 aufgeführten Verfahrenskombinationen bei der Badewasseraufbereitung anzuwenden.

Sollen Verfahrenskombinationen zur Erprobung angewendet werden, muß sichergestellt sein, daß die Anforderungen der DIN 19643-1 Abschnitt 5 eingehalten werden und keine Stoffe verwendet werden, die in den angewandten Konzentrationen gesundheitlich bedenklich sein können.

#### 1.2 Verfahrenskombination

Im Hallenbad Spandau-Süd sind mehrere Badewasseraufbereitungskreisläufe vorhanden.

Nur im Kreislauf (KL) Lehrschwimmbecken sind CAPTURA-Filter der Fa. aquila Wasseraufbereitungstechnik GmbH Wertheim installiert, so daß nur dieser Kreislauf zu überprüfen war.

Die Badewasseraufbereitung wird für den Kreislauf (KL) Lehrschwimmbecken mit der Verfahrenskombination

Flockung - Filtration - Chlorung

durchgeführt.

Diese Verfahrenskombination entspricht dann der DIN 19643 Teil 2, wenn das Füllwasser ein geringes Trihalogenmethanbildungspotential besitzt.

Untersuchungsergebnisse zur Bestimmung des Trihalogenmethanbildungspotentials wurden uns nicht vorgelegt. Das Trihalogenmethanbildungspotential hätte bereits zur Begründung des ausgewählten Verfahrens bestimmt und herangezogen werden müssen.

Aus unseren Füllwasseruntersuchungen im Rahmen der Funktionsprüfung (Tabelle 1.4/1) geht hervor, daß das Füllwasser nach Aufbereitung (Probenummer 2220790) noch leicht erhöhte Konzentrationen organischer Wasserinhaltsstoffe aufweist und somit ein gewisses Bildungspotential für THM und andere Desinfektionsnebenprodukte besitzt. Inwieweit sich daraus Einflüsse auf Überschreitungen der oberen Werte für THM und ggf. gebundenes Chlor im Beckenwasser ergeben können, kann nicht angegeben werden.

#### 1.3 Betriebsbuch

Nach DIN 19643-1 Punkt 13.6 soll zur Überwachung der Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitungsanlage und als Nachweis einer einwandfreien Betriebsführung gegenüber der Gesundheitsbehörde ein Betriebsbuch vom Bedienungspersonal geführt werden. In Tabelle 5 der DIN 19643-1 ist eine Aufstellung der im Betriebsbuch festzuhaltenden Daten aufgeführt. Zur leichteren Umsetzung dieser Vorgabe hat die Deutsche Gesellschaft für das Badewesen ein "Betriebsbuch für die Wasseraufbereitungsanlage" herausgegeben.

Die vorgelegten Auszüge aus dem Betriebsbuch weichen von dem o.a. Betriebsbuch ab. Außerdem werden nicht alle Daten des Betriebsbuches ausgefüllt. Sofern die im Betriebsbuch fehlenden Angaben anderweitig dokumentiert werden (z.B. in der betrieblichen EDV-Anlage) und auf Verlangen auch nachgewiesen werden können, ergeben sich daraus keine Nachteile.

Die <u>richtige Messung</u> der Hygiene-Hilfsparameter sichert auch die richtige Dosierung der Aufbereitungschemikalien und trägt damit zur optimalen Wasseraufbereitung bei.

Wegen der großen Bedeutung der richtigen Messung soll die PMT (Prozeßmeßtechnik = Betriebsmeßgerät zur Messung und Registrierung der Hygiene-Hilfsparameter) nach DIN 19643-1 Pkt. 13.6.2 durch eine Kontrollmessung (Wasser aus der Meßleitung) täglich einmal geprüft werden.

Außerdem sollen freies Chlor und gebundenes Chlor von jedem Becken dreimal täglich gemessen und die pH-Werte von jedem Becken zweimal täglich (morgens und abends) gemessen und die Meßwerte in das Betriebsbuch eingetragen werden.

Die Überprüfung der PMT erfolgt durch gelegentliche Kontrollmessungen. Die Meßwerte werden nicht dokumentiert. Dies wird nach DIN 19643-1 nicht verlangt.

Im vorgelegten Auszug des Betriebsbuches (Zeitraum 15.10. bis 27.11.2002) sind die Meßwerte <u>der Handmessungen</u> aus dem Beckenwasser des Lehrschwimmbecken für freies Chlor (3- bis 5mal/d) und für den pH-Wert (2mal/d) sowie für gebundenes Chlor (2-3mal/d) aufgeführt.

# Die Vorgabe der DIN 19643 wird hinsichtlich der Messung des gebundenen Chlor nicht immer eingehalten.

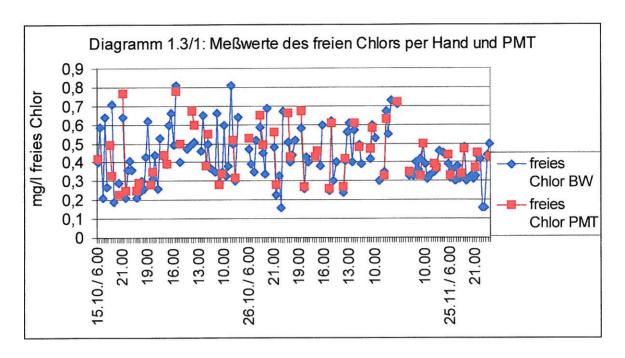
Darüberhinaus werden noch <u>Meßwerte der PMT</u> zweimal pro Tag für freies Chlor, den pH-Wert und die Redoxspannung eingetragen.

Für den Zeitraum vom 15.10. bis 05.11.02 und 22.11. bis 27.11.02 sind die Meßwerte des freien Chlors für das Lehrschwimmbecken aus dem Betriebsbuch im Diagramm 1.3/1 graphisch dargestellt. Damit soll eine Übersicht über die Fahrweise des untersuchten Kreislaufes über einen längeren Zeitraum erhalten werden.

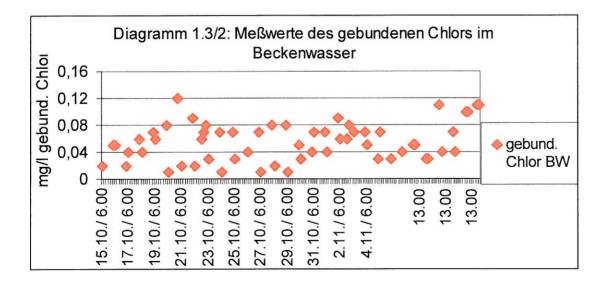
Im Zeitraum bis 05.11. schwanken alle Meßwerte erheblich. Es gibt auch deutliche Abweichungen zwischen den Handmeßwerten und den Meßwerten der PMT zur gleichen Meßzeit. Hier muß ein Defekt oder eine falsche Einstellung an der PMT vorgelegen haben, die über den betrachteten Zeitraum nicht behoben worden ist.

Die Meßwerte ab 22.11.02 schwanken meist nur noch zwischen 0,3 und 0,5 mg/l. Die Handmeßwerte stimmen mit denen der PMT besser überein. Sie zeigen auf, daß irgendwann zwischen 05. und 22.11.02 eine Reparatur oder

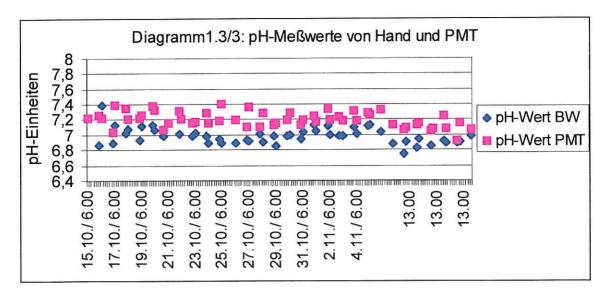
Kalibrierung der PMT durchgeführt worden ist. Im Betriebsbuch ist eine diesbezügliche Eintragung nicht vorhanden.



Das Diagramm 1.3/2 enthält eine Übersicht über die Meßwerte des gebundenen Chlors im Beckenwasser des Lehrschwimmbeckens im gleichen Zeitraum wie für das freie Chlor. Die Konzentrationen des gebundenen Chlors liegen deutlich unter dem oberen Wert der DIN 19643 von 0,2 mg/l.



Die pH-Meßwerte von Hand und von der PMT vom gleichen Zeitraum wie beim freien Chlor sind im Diagramm 1.3/3 dargestellt.



Es besteht eine Differenz zwischen den Handmessungen und den Meßwerten der PMT, wobei die PMT höhere pH-Werte gemessen hat, die häufig über dem oberen Wert des pH-Intervalls von 6,5 bis 7,2 (für den Einsatz von Aluminiumsalzen als Flockungsmittel) liegen. Die Meßwerte der Handmessungen liegen außer einer Messung immer im vorgegebenen pH-Intervall. Zu bemängeln ist die lange Zeit, bevor Maßnahmen zur Behebung der Meßdifferenzen eingeleitet worden sind.

Die veränderten pH-Meßwerte ab 22.11.02 zeigen an, daß zur gleichen Zeit wie beim freien Chlor eine Überprüfung und Kalibrierung der PMT oder eine andere Einstellung des Soll-pH-Wertes durchgeführt worden ist.

Die Meßwerte der Hygiene-Hilfsparameter der Handmessungen und der PMT von freiem Chlor und pH-Wert weichen zeitweilig voneinander ab. Aus den Differenzen über einen längeren Zeitraum geht hervor, daß das Badpersonal wahrscheinlich zu wenig mit den Meßwerten gearbeitet hat, um Abweichungen möglichst schnell zu erkennen und zu reduzieren. Die Meßwerte des gebundenen Chlors aus dem Beckenwasser des Lehrschwimmbeckens liegen alle deutlich unter dem oberen Wert der DIN 19643. Sie lassen erkennen, daß ihre Reduzierung während des Badewasseraufbereitungsprozesses für die Belastung mit Badegästen ständig ausreichend ist.

#### 1.4 Füllwasseruntersuchungen

Es liegen die in der Tabelle 1.4/1 im Rahmen der Funktionsprüfung durchgeführten Untersuchungen des Stadtwassers (Objekteinspeisung) und des eigentlichen Füllwassers nach der Aufbereitung vor.

Das Stadtwasser wird über Aktivkohle aufbereitet, um die Belastung mit organischen Wasserinhaltsstoffen zu verringern und so das Bildungspotential für Desinfektionsnebenprodukte zu minimieren.

#### 1.4.1 Stadtwasser (Objekteinspeisung – Probenummer 2221430)

Der pH-Wert des Stadtwassers liegt oberhalb des pH-Wertes der Calcitsättigung. Das Wasser neigt dadurch deutlich zur Kalkabscheidung.

Das Wasser gehört wegen seiner Gesamthärte von 18,5 °dH zum Härtebereich 3 (hart). Etwas mehr als die Hälfte der Gesamthärte resultiert aus der Karbonathärte. Sie bedingt eine Säurekapazität  $K_{\rm S4,3}$  von 3,72 mmol/l. Das Wasser besitzt damit eine erhöhte Pufferkapazität und kann zur Erhaltung der notwendigen Säurekapazität in den Umwälzkreisläufen in gewissem Maße beitragen.

Das Füllwasser besitzt einen niedrigen Gehalt von 0,018 mg/l o-Phosphat. Diese Menge liegt knapp oberhalb des zulässigen o-Phosphatgehaltes im Beckenwasser (oberer Wert nach DIN 19643 0,005 mg/l P bzw. 0,015 mg/l PO<sub>4</sub>), und trägt somit zur o-Phosphatbelastung des Beckenwassers nur geringfügig bei.

Die Meßwerte der organischen Summenparameter Oxidierbarkeit, UV-Absorption und TOC sind erhöht. Sie zeigen auf, daß organische Wasserinhaltsstoffe in erhöhten Konzentrationen vorhanden sind. Das Füllwasser kann ohne Reduzierung der organischen Wasserinhaltsstoffe zur Bildung der Desinfektionsnebenprodukte THM und AOX und evtl. gebundenem Chlor erheblich beitragen.

Mangan und Eisen sind nur in unbedeutender Konzentrationen nachweisbar, sie beeinflussen die Qualität des Beckenwassers nicht.

Das Füllwasser ist wegen des Nachweises von Pseudomonas aeruginosa mikrobiologisch nicht einwandfrei. Es besteht die Gefahr von Filterverkeimungen durch die Ps. aeruginosa (ggf. schon von dem Aktivkohlefilter zur Füllwasseraufbereitung).

Die anderen untersuchten Parameter haben in den festgestellten Konzentrationen keine nachteiligen Einflüsse auf die Verwendung als Füllwasser.

Tabelle 1.4/1
Untersuchungsergebnisse des Füllwassers

Untersuchungserg					
Probenummer	EINHEIT	P_2221430	P_2220790		
Meßstellen-Nr.		9967601	9967602		
Entnahmestelle	Entnahmestelle		Füllwasser	Füllwasser	Misch-
		Objekteinspeisg.	nach Aufbereitg.	Mittelwerte	wasser-
Entnahmeort		Berlin-Spandau	Berlin-Spandau	des	werte
Anlage		Kombibad	Kombibad	Ablaufs der	
Entnahmedatum		27,11,2002	27,11,2002	SAB-Anlage	
Entnahmezeit		11:00	10:50		
Probenehmer		IWU GmbH	IWU GmbH		9 19 19 19 19 19
pH-Wert		7,58	7,65	6,66	7,35
pH CalcSättigung		7,36	7,38	8,44	7,80
Calcitlösevermögen	mg/I CaCO <sub>3</sub>	-13,5	-15,5	7,8	6,8
El, Leitfähigkeit	µS/cm	730	720	720	553
Trübung	FNU	0,01	0,03	0,01	0,02
Wassertemperatur	°C	12,1	12,1	26,0	22,5
SAK 254 nm	1/m	6,8	2,9	< 0,1	1,5
Chlorid	mg/l	49	47	159	131
Nitrat	mg/l	2,6	2,3	10,5	8,4
Nitrit	mg/l	< 0,02	0,05		
Sulfat	mg/l	111	114	66	78
o-Phosphat	mg/l	0,018	0,018		
Mangan,ges,	mg/l	0,003	< 0,001		
Eisen, ges.	mg/l	0,047	0,010		
Magnesium	mg/l	9,3	8,7	5,0	5,9
Calcium	mg/l	117	110	60,4	72,8
Aluminium	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Natrium	mg/l	33,1	31,1	63,7	55,5
Kalium	mg/l	3,2	3,1	3,8	3,6
Ammonium	mg/l	< 0,01	< 0,01		
Oxidierbarkeit	mg/l	2,1	1,4	1,0	1,1
Härte	°dH	18,5	17,4	9,6	11,6
Karbonath,ber,	°dH	10,4	10,7	0,6	3,1
Ks 4,3	mmol/l	3,72	3,81	0,2	1,1
AOX	µg/l	5	6	200	151,5
TOC	mg/l	3,29	2,05	1,50	1,63
THM	μg/l	< 0,5	< 0,5	16,8	16,8
Trichlormethan	µg/l	< 0,1	< 0,1	14,7	14,7
DiClBrmethan	µg/l	< 0,1	< 0,1	2,1	2,1
DiBrClmethan	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tribrommethan	µg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
freies Chlor	mg/l Cl	0	0	0,08	0,06
E,coli	in 100 ml	0	0	0	0
Ps,aeruginosa	in 100 ml	1	0	0	0
Legionellen	KbE/100 ml	0	0		
KZ 20°C	KbE/ml	41	8	0	2
KZ 36°C	KbE/ml	40	72	0	18

#### 1.2 Füllwasser nach Aufbereitung (Probenummer 2220790)

Die Summenparameter für die organischen Wasserinhaltsstoffe sind im Vergleich zum Stadtwasser um ca. 35 bis 40 % reduziert. Die Restkonzentrationen an organischen Substanzen sind noch leicht erhöht und können zur Bildung von Desinfektionsnebenprodukten im Wasser des Aufbereitungskreislaufes beitragen.

Im Gegensatz zum Stadtwasser sind keine Ps. aeruginosa nachzuweisen.

Die anderen untersuchten Parameter sind im Vergleich zum Stadtwasser kaum verändert. Sie haben in den festgestellten Konzentrationen keine nachteiligen Einflüsse auf die Verwendung als Füllwasser.

In den Aufbereitungskreislauf des Lehrschwimmbeckens wird ein Füllwasser mit ca. 50 % Recyclingwasser aus einer SAB-Filtrationsanlage und ca. 50 % aufbereitetem Stadtwasser eingespeist.

Das Recyclingwasser (Betriebswasser) der SAB-Anlage wurde am 27.11.2002 mehrfach zu unterschiedlichen Probenahmezeiten untersucht. Die Mittelwerte der Untersuchungsergebnisse sind in der Tabelle 1.4/1 enthalten (Füllwasser, Mittelwerte des Ablaufs der SAB-Anlage). Einige Parameter unterscheiden sich deutlich vom Füllwasser, insbesondere die höheren Konzentrationen der Desinfektionsnebenprodukte THM und AOX.

Für das Mischungsverhältnis 50 % Recyclingwasser der SAB-Anlage und 50 % aufbereitetes Stadtwasser wurde die Mischwasserzusammensetzung mit dem Rechenprogramm "PHACUS" (von T. Andrusch, Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz GmbH) berechnet. Die Mischwasserwerte sind in der Tabelle 1.4/1 orangefarben dargestellt. Bei Einhaltung dieses Mischungsverhältnisses repräsentieren die Mischwasserwerte die Qualität des eingespeisten Füllwassers. Auch hier sind die höheren Konzentrationen von THM und AOX zu beachten, die mit diesem Füllwasser in den Aufbereitungskreislauf gelangen. Nachteilig ist weiterhin die deutliche Absenkung der Säurekapazität durch die Zumischung des Wassers der SAB-Anlage.

#### 1.5 Chemikalien zur Wasseraufbereitung

Nach dem Kommentar zur DIN 19643 muß bei der Bestellung und Lieferung der Chemikalien zur Badewasseraufbereitung zur Sicherheit des Betreibers einer Schwimm- und Badebeckenanlage darauf bestanden werden, daß in allen Fällen die DIN-Norm der Chemikalie, der Verwendungszweck und der Gehalt der Chemikalie in der Lieferform angegeben sind. Weiterhin müssen diese Angaben auf dem Liefergebinde enthalten sein. Bei der Lieferung muß der Betreiber ein Sicherheitsdatenblatt erhalten.

In der DIN 19643 sind die Chemikalien, die zur Badewasseraufbereitung eingesetzt werden dürfen, mit den entsprechenden E DIN EN-Normen aufgeführt. Folgende Chemikalien werden verwendet:

#### 1. Flockungsmittel

SBF F 70 -

Polyaluminiumhydroxichlorid

Hersteller/Lieferant:

SBF Wasser und Umwelt

Moorbeerenweg 1

31228 Peine

Das Mittel enthält auf dem Liefergebinde und im Sicherheitsdatenblatt keine Hinweise auf die entsprechende E DIN EN-Norm (z. B. Polyaluminiumchloridhxdroxid und Polyaluminiumchlorid-hydroxidsulfat nach DIN EN 883) und keine Hinweise auf den Wirkstoffgehalt in mg/l Al.

#### 2. pH-Wert-Korrekturmittel

SBF pH-Minus-37 flüssig - Schwefelsäure ca. 37 %

Hersteller/Lieferant:

SBF Wasser und Umwelt

Moorbeerenweg 1

31228 Peine

Das Mittel enthält auf dem Liefergebinde keine Hinweise auf die entsprechende E DIN EN-Norm (Schwefelsäure nach E DIN EN 899).

SBF pH-Plus-50 flüssig – Natronlauge ca. 50 %

Hersteller/Lieferant:

SBF Wasser und Umwelt

Moorbeerenweg 1

31228 Peine

Das Mittel enthält auf dem Liefergebinde keine Hinweise auf die entsprechende E DIN EN-Norm (Natriumhydroxid nach E DIN EN 896).

#### 3. Desinfektionsmittel

Chlorgas in Druckbehältern - keine Hinweise auf die E DIN EN-Norm

Hersteller/Lieferant: SBF Wasser und Umwelt

Moorbeerenweg 1

31228 Peine

## 2. Feststellung der Nennbelastung und der Volumenströme

Die Berechnung der Nennbelastung und des Volumenstromes wurde für das Lehrschwimmbecken nach den Angaben und Formeln der DIN 19643-1 Tab. 4 überprüft.

Die berechneten Werte sind in Tabelle 2/1 aufgeführt. Tabelle 2/1 Nennbelastung und Volumenströme

Kreislauf	Nennbelastung	Volumenstrom Q		Pumpen-
	Personen/h	Soll Ist		leistung
		m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
Lehrschwimm-	44,4	89	90	90
becken				

Der Volumenstrom wurde entsprechend der Anforderungen der DIN 19643 richtig berechnet und als Soll für die Pumpenleistung zugrunde gelegt.

Die Entnahme von Wasserproben zur Überprüfung der Aufbereitungsleistung erfolgte am 27.11.02 in der Zeit zwischen 10.50 bis 14.30 Uhr. Im Zeitraum zwischen 10 bis 13.00 Uhr waren insgesamt 552 Personen - davon 210 Erwachsene, 306 Schüler und 36 Kindergartenkinder – im Hallenbad. Das entspricht 184 Personen/h. Die Besucher wurden so gelenkt, daß das Lehrschwimmbecken intensiv genutzt worden ist. Die Nennbelastung von 44,4 Personen/h wurde dadurch deutlich überschritten.

Nach DIN 19643-1 Abschnitt 10.7.1. müssen bei Anlagen mit mehr als einem Filter und bei Anschluß mehrerer Becken an einen gemeinsamen Förderstromkreis Volumenstrom-Meßgeräte vorhanden sein.

Der Volumenstrom für jedes Schwimm- und Badebecken und die Volumenströme bei Betrieb und Spülung eines jeden Filters müssen durch Meßgeräte erfaßt werden. Bei Anlagen mit nur einem Filter und nur einem Becken genügt das Meßgerät des Filters.

In der Filtratleitung von jedem Captura-Filter ist ein Durchflußmengenmesser vorhanden, mit dem der Volumenstrom für jeden Filter separat gemessen und eingeregelt werden kann (Bild1, Abschnitt 4.3.1).

Die Vorgabe der DIN 19643 wird damit erfüllt.

An der gemeinsamen Filtratleitung wurden Ultraschallmessungen zur Überprüfung des Volumenstromes und zur Kontrolle der Meßwerte der stationären Meßgeräte durchgeführt. Sie erfolgten mit dem Meßgerät

Transport Modul PT 868 der Fa. PANAMETRICS.

Die Meßwerte sind zusammen mit den abgelesenen Meßwerten der stationären Meßgeräte in der Tabelle 2/2 enthalten.

Tabelle 2/2 Meßwerte der Volumenstrommessungen

Ultraschall-	Stationäre Durchflußmengenmesser						
Meßgerät	Captura 1	Captura 2	Captura 3				
m <sup>3</sup> /h	$m^3/h$ $m^3/h$		m <sup>3</sup> /h				
	29,9	29,9	29,9				
83 bis 85	29,9	30,0	29,9				
	27,9	31,1	38,1				

Das Ultraschallmeßgerät zeigt einen um durchschnittlich 7 % geringeren Volumenstrom als die stationären Durchflußmengenmesser an. Die einzelnen Filter werden insgesamt gleichmäßig mit der vorgesehenen Menge von rund 30 m³/h durchströmt.

In dem überprüften Kreislauf stimmen die Meßwerte der Volumenstrom-Meßgeräte relativ gut überein. Der Sollwert von 90 m³/h wird annähernd erreicht.

#### 3. Wirksamkeit der Beckendurchströmung

#### 3.1 Aufgaben der Beckendurchströmung

Die Beckendurchströmung muß nach DIN 19643-1 das Desinfektionsmittel rasch verteilen und an allen Stellen der Becken eine ausreichende Desinfektionsmittelkapazität sichern sowie die eingetragenen Verunreinigungen möglichst rasch aus den Becken entfernen.

Dazu müssen die Zuläufe an den Becken so angeordnet werden, daß sowohl bei der Horizontal- als auch bei der Vertikaldurchströmung das Umwälzwasser in alle Bereiche der Becken verteilt wird. Entsprechende Anforderungen an die hydraulischen Systeme sind in der DIN 19643-1 Abschnitt 9.2 aufgeführt.

#### 3.2 Anordnung der Einströmvorrichtungen

Nach DIN 19643-1 Abschnitt 9.2 muß bei <u>vertikaler Beckendurchströmung</u> bei Wassertiefen > 1,35 m für jeweils etwa 8 m² Beckengrundfläche und für Becken mit einer Wassertiefe < 1,35 m für jeweils etwa 6 m² Beckengrundfläche eine Einströmöffnung vorhanden sein. Die Einströmöffnungen sind so auf dem Beckenboden zu verteilen, daß sich die jeweiligen Flächen berühren.

Das Lehrschwimmbecken wird vertikal durchströmt. Im Beckenboden sind 16 Einströmöffnungen verteilt. Damit entfallen auf 1 Einströmöffnung 7,5 m² Beckengrundfläche.

Die Anforderungen der DIN 19643 werden hinsichtlich der Durchströmung und der Anordnung der Einströmvorrichtungen erfüllt.

## 3.3 Ableitung des Volumenstromes

Nach DIN 19643-1 Abschnitt 9.2 muß zur Reinigung des oberflächennahen Bereichs der gesamte Volumenstrom über die Beckenoberflächen abgeleitet werden.

#### Diese Forderung wird für alle Becken erfüllt.

Nach DIN 19643 Blatt 1 Punkt 9.2 und nach "Richtlinien für den Bäderbau", 3. Auflage 1996, müssen die Überlaufrinnen stets allseitig angeordnet werden. Sie müssen so dimensioniert sein, daß der Volumenstrom einschl. des von den Badegästen verdrängten und durch Wellen ausgetragenen Wassers gesammelt und abtransportiert werden kann. Dabei muß der gleichmäßige und kontinuierliche Wasserüberlauf auf der gesamten Länge der Überlaufrinne sichergestellt sein (waagerechte Überlaufkanten mit max. 2 mm Abweichung).

Die dazu notwendigen Überlaufrinnen sind umlaufend angeordnet. Sie sind abgedeckt. Mittels Sichtprüfung waren unregelmäßige Überlaufkanten und Pfützenbildungen auf den Beckenumgängen nicht sicher erkennbar.

Die Forderungen der DIN 19643 hinsichtlich allseitiger Anordnung der Überlaufrinnen und gleichmäßiger Ableitung des Überlaufwassers sind erfüllt.

#### 3.4 Färbeversuche

Zur Bewertung der Transport- und Vermischungsvorgänge kann durch Zugabe eines Farbstoffes zum Filtrat die Strömung im Becken beobachtet und dokumentiert werden. Dabei muß die Einfärbung des gesamten Beckenvolumens visuell innerhalb von höchstens 15 Minuten erkennbar sein (Merkblatt 65.04 der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen).

Versuchsprotokolle von der Durchführung eines Färbeversuches wurden nicht vorgelegt, so daß hierzu keine Aussage möglich ist.

# 4. Technische Bedingungen für die Badewasseraufbereitung

#### 4.1 Allgemeines

Die Räumlichkeiten für die Aufbereitungsanlagen sind z. T. beengt und wenig übersichtlich. Dies gilt für die gesamten Anlagen im Aufbereitungskeller. Die Captura-Filter sind übersichtlich angeordnet und die Anlagenteile gut gekennzeichnet.

Die Rohrleitungen sind alle als PE-HD-Leitungen installiert.

Vorteilhaft ist, daß sich alle Zapfhähne für die Probenahme direkt auf den entsprechenden Leitungen befinden. Dadurch werden mögliche Einflüsse von Anschlußschläuchen ausgeschaltet.

Alle Zapfhähne sind für eine normgerechte Probenahme wegen des ungleichmäßigen und spritzenden Ablaufens schlecht geeignet. Sie sollten ausgetauscht werden.

#### 4.2 pH-Wert-Regulierung

Für eine einwandfreie Flockung und eine ausreichende Desinfektion bei möglichst niedrigem Desinfektionsmittelaufwand wird der pH-Wert des Wassers unter Verwendung einer automatisch den pH-Wert regelnden Dosieranlage auf einen Soll-pH-Wert eingestellt (DIN 19643-2, Punkt 4.2.1). Die zugesetzten Stoffe (pH-Wert-Heber oder –Senker) müssen vor Erreichen des pH-Wert-Sensors vollständig mit dem Wasser vermischt sein. Der pH-Wert-Bereich für die Flockung mit Aluminiumsalzen beträgt pH 6,5 bis 7,2 (DIN 19643-2 Punkt 4.2.3). Der innerhalb des zulässigen pH-Wert-Bereiches gewählte Soll-pH-Wert muß auf +/- 0,1 pH-Einheiten eingehalten werden (DIN 19643-2, Punkt 4.2.4). Dem Wasser mit eingestelltem pH-Wert wird nach der Zugabe von Pulver-Aktivkohle unter Verwendung einer Dosieranlage Flockungsmittel zugesetzt (DIN 19643-2 Punkt 4.4.1).

Eine automatische Anlage für die Messung und Regelung des pH-Wertes ist vorhanden. Die pH-Wert -Messung erfolgt im Beckenwasser. Das Meßwasser wird etwa 20 cm unterhalb der Wasseroberfläche entnommen und über eine Meßwasserleitung mit Meßwasserpumpe an die Prozeßmeßtechnik herangeführt.

Die Zugabe des pH-Korrekturmittels erfolgt in die Reinwasserleitung ca. 20 cm nach der Chlordosierstelle.

Der Soll-pH-Wert ist auf pH 7,0 eingestellt. Die Meßwerte der PMT liegen am Tag der Überprüfung zwischen pH 6,93 und 7,0, so daß sich die pH-Werte im zulässigen Soll-Bereich bewegen.

Die Vorgaben der DIN 19643 und des Merkblattes 65.01 – pH-Wert-Einstellung bei Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – werden eingehalten.

# 4.3 Flockungsfilterung

#### 4.3.1 Angaben zum CAPTURA-Filter (nach Herstellerangaben)

Der CAPTURA-Filter ist ein Filter in Modulbauweise mit einer Filterfläche zwischen 0,5 und 2 m<sup>2</sup>, insbesondere 1 m<sup>2</sup> und einer Filterhöhe zwischen 1 und 3 m, insbesondere etwa 2,5 m.

Die Filteraußenwände und die Rohranbauten bestehen aus Polypropylen. Im Filterraum sind keine Einbauten vorhanden, so daß Materialverlagerungen des Filtermaterials vermieden werden können.

Das Verhältnis Filterfläche zu Einströmfläche bzw. Schmutzablauffläche ist um ein Mehrfaches größer als bei den konventionellen geschlossenen Schnellfiltern mit mittig angeordnetem Trichter. Dadurch kann einerseits eine möglichst laminare Strömung während des Filterns und andererseits eine möglichst vollständige Ausschwemmung von abfiltrierten Stoffen bei der Filterspülung erreicht werden.

Die Ausbildung der laminaren Strömung ermöglicht den Anschluß einer Saugpumpe an den Filterablauf jedes Filters. Dadurch wird die gleichmäßige
Durchströmung des Filtermaterials gefördert und bei der Parallelschaltung
mehrerer Filter unabhängig vom Verschmutzungsgrad eines Filters eine gleichmäßige Aufteilung des Rohwassers auf die angeschlossenen Filter bewirkt.

Der Wasserverbrauch für Filterspülungen wird durch die Filterkonstruktion und
durch Rückführung des Absenkwassers und des Erstfiltrates reduziert.

# 4.3.2 Prüfung der Konstruktionsunterlagen für die Filterbehälter auf Einhaltung der Anforderungen nach DIN 19605

Für den Soll-Volumenstrom von 90 m³/h ist für die maximal zulässige Filtergeschwindigkeit von 30 m/h eine Filterfläche von 3 m² erforderlich. Günstige Filtrationsbedingungen werden beim CAPTURA-Filter insbesondere bei Filterflächen von 1 m² erzielt. Deshalb sind 3 CAPTURA-Filter mit je 1 m² Filterfläche installiert.

Das Bild 1 zeigt eine Übersicht über die CAPTURA-Filteranlage im Hallenbad Spandau-Süd.



Bild 1: Übersicht über die 3 CAPTURA-Filter im Hallenbad Spandau-Süd

Zur Filtration werden Schnellfilter nach DIN 19605 verwendet.

Die DIN 19605 – Festbettfilter zur Wasseraufbereitung, Aufbau und Bestandteile – gilt für Filter zur Wasseraufbereitung, deren Füllgut aus gekörntem Material in Form eines Festbettes vorliegt.

Der CAPTURA-Filter erfüllt diese Vorgabe der DIN 19605. Er kann mit allen Filtermaterialien und Korngruppen nach DIN 19643 ausgerüstet werden.

Geschlossene Schnellfilter müssen nach DIN 19605 (Punkt 3.2.2) allseitig geschlossen sein und absperrbare Verbindungen zur Atmosphäre aufweisen.

Der CAPTURA-Filter ist allseitig geschlossen und mit einer Plasteabdeckung verschließbar. Absperrbare Verbindungen zur Atmosphäre sind nicht vorhanden und nicht notwendig, da der Filter nicht unter Druck steht. Mit Abnahme der Plasteabdeckung bestehen unmittelbare Verbindungen zur Atmosphäre. Das Bild 2 veranschaulicht die Draufsicht auf den CAPTURA-Filter bei abgenommener Abdeckung.

Der CAPTURA-Filter erfüllt diese Vorgaben der DIN 19605.



Bild 2: Draufsicht auf den CAPTURA-Filter (Abdeckung entfernt)

Die Maße und die Filterform des CAPTURA-Filters weichen von den Vorgaben der DIN 19605 z. T. ab. Die Änderungen sind aus verschiedenen Gründen gewollt und in der Offenlegungsschrift DE 101 06 322 A 1 des Deutschen Patentund Markenamtes dargelegt.

Als Werkstoff wird nach DIN 19605 in der Regel Stahlblech, als Baustoff Beton verwendet. Bei Verwendung von Kunststoff sind die KTW- und KSW-Empfehlungen des Bundesgesundheitsamtes sowie das DVGW-Arbeitsblatt W 270 zu beachten.

Die Außenwände des CAPTURA-Filters bestehen aus PP-DWU- Platten und die Rohre aus PP-H-Material.

Aus dem vorgelegten Werkszeugnis der Fa. SIMONA AG aus Kirn geht hervor, daß die Platten den technischen Lieferbedingungen der DIN EN ISO 15013 "Extrudierte Tafeln aus Polypropylen (PP) – Anforderungen und Prüfverfahren" entsprechen (Anlage 1).

Die Materialien PP-DWU und PP-H wurden entsprechend KTW-Empfehlungen geprüft. Beide Materialien erfüllen gemäß vorgelegter Prüfberichte die Anforderungen der KTW-Empfehlungen (siehe Anlage 2 und 3).

Gemäß DIN 19605 Punkt 4.3.1 müssen Zu- und Ableitungen für Rohwasser und Filtrat, Spülwasserzuleitung und Schlammwasserableitung, Luftzuleitung, Erstfiltratableitungen und Entleerungsleitungen vorhanden sein.

Aus dem vorgelegten Schema CAPTURA (Anlage 4) ist zu entnehmen, daß alle diese Leitungen vorhanden sind.

In den Bildern 3 bis 5 sind einige dieser Zu- und Ableitungen fotografisch dargestellt.





Bild 3: Rohwasserzulauf

Bild 4: Filtratablauf mit Saugpumpe



Bild 5: Schlammwasserablauf an der Filterrückseite

# 4.3.3 Prüfung der Schüttpläne

Für die Einschicht- und Mehrschichtfiltration mit Schnellfiltern nach DIN 19605 gelten Vorgaben der DIN 19643-2 Punkt 4.5.2.1 Tabelle 2.

Aus den Unterlagen geht hervor: für die mechanische Badewasseraufbereitung wir

für die mechanische Badewasseraufbereitung wird die Korngruppe a/d für Mehrschichtfiltration herangezogen.

# Die Korngruppen betragen:

100 mm Filtersand 1,0 bis 2,0 mm

500 mm Filtersand 0,4 bis 0,8 mm

600 mm Hydroanthrasit H 0,6 bis 1,6 mm.

Die Körnungen der Filterschichten entsprechen den Anforderungen der DIN 19643-2.

Die Freibordhöhe muß nach DIN 19643-2 mindestens 25 % der Filterschichthöhe + 0,2 m betragen.

Aus den Unterlagen ist zu entnehmen, daß die Freibordhöhe 570 mm beträgt.

Der Vorgabewert der DIN 19643 von mindestens 500 mm wird damit eingehalten.

#### 4.3.4 Flockungsmittelzugabe

Nach DIN 19643-2 Punkt 4.4 muß das Flockungsmittel unmittelbar an der Dosierstelle schnell und vollständig eingemischt werden. Die Reaktionszeit bis zum Eintritt des Wassers in den Filterüberstau muß mindestens 10 s betragen, dabei darf die Fließgeschwindigkeit des Wassers 1,5 m/s nicht übersteigen. Die DIN 19643-2 Punkt .4.4.1 schreibt vor:

"Das Flockungsmittel ist unmittelbar an der Dosierstelle schnell und vollständig einzumischen. Die Vermischung kann z.B. durch einen Rohrsprung unmittelbar nach der Dosierstelle erreicht werden….".

Im Artikel "Einstellung der Säurekapazität und Optimierung der Flockung" von U. Hässelbarth (Arch. Badewes.51(1998) Heft 3, S. 108 – 111) wird eindeutig darauf verwiesen, daß der Einbau eines Mischelementes erforderlich ist. Ferner ist darauf zu verweisen, daß im DVGW-Merkblatt W 217 – Flockung in der Wasseraufbereitung Teil 1: Grundlagen - , das im Jahr 1987 erschienen ist, auf die Notwendigkeit und Bedeutung der schnellen und vollständigen Vermischung aufmerksam gemacht wird.

Die Dosierung des Flockungsmittels erfolgt nach der Umwälzpumpe in die Rohwasserleitung (Da 160) ohne zusätzliche Einmischung.

Die Dosierstelle ist vom Filterüberstau der einzelnen Filter etwa zwischen 9 und 13 m entfernt.

Die Fließgeschwindigkeit des Wassers in der Rohwasserleitung beträgt bei dem Volumenstrom von 90 m³/h knapp 1,6 m/s.

Die Reaktionszeiten von der Flockungsmitteldosierstelle bis auf den Filterüberstau der einzelnen Filter liegen zwischen 6 und 8 s.

Die technischen Bedingungen für die Zugabe des Flockungsmittels und die Ausbildung der Flocken erfüllen nicht die Anforderungen der DIN 19643, so daß die Bedingungen für den Flockungsprozeß nicht optimal sind.

#### 4.3.5 Filtration

Nach DIN 19643-2 Punkt 4.5.2 (Tabelle 3) darf die Filtergeschwindigkeit in geschlossenen Filtern 30 m/h nicht übersteigen.

Die Filterfläche der 3 Filter beträgt insgesamt 3 m². Sie wurde damit so ausgelegt, daß die Filtergeschwindigkeiten den Vorgabewert von 30 m/h nicht überschreiten. Aus den gemessenen Volumenströmen geht hervor, daß die Filtergeschwindigkeiten den Vorgabewert von 30 m/h einhalten.

Eine wesentliche Voraussetzung für einen einwandfreien Filtrationsprozeß über die gesamte Filterfläche ist die Einhaltung der Filterschichthöhe im gesamten Bereich der Filterschicht. Dazu ist durch konstruktive Maßnahmen sicherzustellen, daß die Strömungskräfte im Filterzulauf das Filtermedium nicht verlagern (siehe auch DVGW-Arbeitsblatt W 211 – Filtration in der Wasseraufbereitung, Teil 2: Planung und Betrieb von Filteranlagen).

Im Rahmen der Überprüfung wurde die Filteroberfläche nach Entfernen der Filterabdeckung und durch das Sichtfenster besichtigt werden. Die Materialoberfläche war sehr eben und wies **keinerlei Materialverlagerungen** auf.
Das Bild 6 zeigt den Blick durch das Sichtfenster auf die Kohleoberfläche.

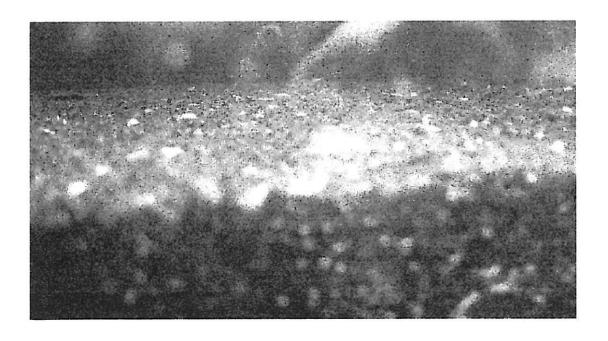


Bild 6: Blick durch das Sichtfenster auf die Filtermaterialoberfläche

#### 4.3.6 Filterspülung

Zur Sicherstellung hygienisch einwandfreier Verhältnisse sollte nach DIN 19643-1 Punkt 13.4 eine Filterspülung unabhängig von der Filterlaufzeit mindestens zweimal wöchentlich durchgeführt werden. Die Filterlaufzeit muß mindestens 24 h betragen.

Die Filterspülung soll nach den Spülprogrammen für Ein- und Mehrschichtfilter gemäß DIN 19643-2 Punkt 4.5.2.2 erfolgen. Die Wassergeschwindigkeit soll dabei 50 bis 55 m/h für die Materialkombination a/d betragen, um eine Filterbettausdehnung um mindestens 10 % zu erreichen. Nach Abschluß der Spülung muß das Erstfiltrat in die Schmutzwasserkanalisation abgeleitet werden.

In der Tabelle 4.3.6/1 ist eine Übersicht über die Filterspülzeiten aller Filter enthalten.

Die Angaben wurden dem Betriebsbuch des Betreibers entnommen.

Tabelle 4.3.6/1

Filterspülungen in den einzelnen Kreisläufen

Datum	Filter 1	Filter 2	Filter 3	Datum	Filter 1	Filter 2	Filter 3
15.10.02	Х			5.11.02	Х	Х	
16.10.02		Х		6.11.02			X
17.10.02			Х	7.11.02	Х		
18.10.02	Х			8.11.02		Х	
19.10.02		Х		9.11.02			Х
20.10.02			Х	10.11.02	Х		
21.10.02	Х	2000		11.11.02		Х	
22.10.02		Х		12.11.02			Х
23.10.02			Х	13.11.02	Х		
24.10.02	Х			14.11.02		Х	
25.10.02		Х		15.11.02			Х
26.10.02		1,200	Х	16.11.02	Х		
27.10.02	Х			17.11.02		Х	
28.10.02		Х		18.11.02			Х
29.10.02			Х	19.11.02	Х		
30.10.02	х х			20.11.02		Х	
31.10.02		Х	Х	21.11.02			Х
1.11.02		Х		22.11.02	Х		
2.11.02			Х	23.11.02		Х	
3.11.02		X		24.11.02			X
4.11.02			Х	25.11.02	Х		

Aus den Angaben geht eine durchschnittliche Filterlaufzeit von 3 Tagen für jeden Filter hervor.

Damit überschreiten die Filterlaufzeiten den Mindestwert der Laufzeit von 24 h, die geforderte Häufigkeit der Spülung (zweimal wöchentlich) wird bei allen Filtern erreicht.

Damit werden die Vorgaben der DIN 19643 (Laufzeit mindestens 24 h und Spülung mindestens zweimal wöchentlich) bei allen Filtern eingehalten.

Für die Spülung der Filter ist in der Tabelle 4.3.6/2 das Spülprogramm aufgeführt.

Tabelle 4.3.6/2 Filterspülprogramm

Spülprogramm	Zeit in Sekunden
Umwälzung aus	
Beruhigung vor Start Spülung	10
Absenken	
Luftspülen	300
Pause Restluft entfernen	30
Wasserspülen	keine Zeitangabe
Auffüllen	
Erstfiltrat	120
Beruhigen vor Umwälzen	
Umwälzung ein	

Das Spülprogramm weicht von den Vorgaben der DIN 19643 ab. Für die Wasserspülung ist keine Zeit angegeben, weil die Spüldauer nach Wasserverbrauch festgelegt wird.

Ausgehend vom Vorgabewert der DIN 19643 von 6 m³ Spülwasser pro m² Filterfläche und vom Ersatz der Spülwassermenge durch Füllwasser wird die Spülwassermenge so weit reduziert wie die Beckenwasserqualität, insbesondere der Anstieg des Nitratgehaltes im Vergleich zum Füllwasserwert, den Anforderungen der DIN 19643 entspricht.

Nach Angaben des Herstellers liegt die Spülwassermenge bei den überprüften Filtern bei 4 m³/m². Dies kann schon zu wenig sein, weil der Anstieg des Nitratgehaltes im Beckenwasser den oberen Wert von 20 mg/l über den Füllwasserwert übersteigt.

Die Verfahrensweise zur Reduzierung der Spülwassermenge ist hygienisch bedenklich, weil sie den Materialaustrag aus den Filtern in Abhängigkeit von Spülgeschwindigkeit und Spülwassermenge nicht berücksichtigt.

Während einer Filterspülung wurde eine gesamte Filterbettausdehnung von 29 cm gemessen. In welcher Weise die Ausdehnung des Filtersandes daran beteiligt war, konnte wegen der ungünstigen Lage des Sichtfensters nicht beobachtet werden. Mit einem eingebrachten Lot konnte jedoch festgestellt werden, daß das Lot bis auf den Filterboden abgesunken ist. Das bedeutet, daß eine Fluidisierung aller Filterschichten stattgefunden hat.

Die Fluidisierung betrug insgesamt rund 25 % der Filterschichthöhe und lag damit deutlich über dem Mindestwert von 10 %.

Das Erstfiltrat wird für 120 s abgeführt. Es wird zur Einsparung von Wasser direkt auf die Filteroberfläche zurückgeleitet. Diese Verfahrensweise ist hygienisch bedenklich, weil im Erstfiltrat durch die Strömungsumkehr im Filter vor allem Trübstoffe enthalten sind, an denen auch Mikroorganismen anhaften können. Da keine Flockungsmittel vorhanden sind, kann ein Durchschlagen der Trübungsteilchen durch den Filter nicht ausgeschlossen werden.

Das Spülprogramm weicht von den Vorgaben der DIN 19643 ab. Die Verfahrensweise zur Einsparung von Spülwasser ist hygienisch bedenklich, weil sie nicht auf dem Materialaustrag in Abhängigkeit von Spülgeschwindigkeit und/oder Spülwassermenge beruht.

Die Fluidisierung des Filtermaterials liegt deutlich über dem Mindestwert der DIN 19643. Der Anteil des Filtersandes daran kann nicht quantifiziert werden.

Das Erstfiltrat wird abgeführt. Die direkte Rückleitung auf die Filteroberfläche ist hygienisch bedenklich.

#### 4.4 Desinfektion

Für jedes Schwimm- und Badebecken müssen eine automatisch gesteuerte Dosieranlage und die Geräte zur Messung und Registrierung der Hygiene-Hilfs-Parameter freies Chlor, Redoxspannung und pH-Wert installiert werden. Es dürfen nur die in der DIN 19643-1 Punkt 11.2 genannten Desinfektionsmittel eingesetzt werden.

Die Dosierleistung ist für den maximalen Bedarf an Desinfektionsmitteln auszulegen. Die Kapazität für Hallenbäder muß mindestens 2 g Chlor je m³ Filtrat betragen.

Für das Lehrschwimmbecken ist eine automatisch gesteuerte Dosieranlage vorhanden. Die Hygiene-Hilfsparameter freies Chlor, Redoxspannung und pH-Wert werden ständig gemessen und registriert.

Damit werden die diesbezüglichen Forderungen der DIN 19643-1 Punkt 11.1 erfüllt.

Als Desinfektionsmittel wird Chlorgas, abgefüllt in Druckbehältern, verwendet. Die Chlorgas-Anlage ist eine Vollvakuum-Anlage.

#### Das Verfahren entspricht der DIN 19643-1 Punkt 11.2.

Der Regelbereich der Chlorgasdosieranlage ermöglicht Dosiermengen von 20 bis 400 g/h Chlor. Die Dosiermengen sind so ausgelegt, daß bei dem Volumenstrom von 90 m³/h die Dosierungskapazität nach DIN 19643 von 2 g Chlor je m³ Filtrat erreicht wird.

Die technischen Bedingungen der Chlorung entsprechen den Vorgaben der DIN 19643-1. Damit sind die Voraussetzungen für eine ständige und ausreichende Desinfektion des Badewassers in allen Becken der untersuchten Kreisläufe erfüllt.

#### 5. Füllwasserzusatz

Nach DIN 19643-1 Punkt 9.6 sind zur Wassererneuerung kontinuierlich oder einmal am Tag je Besucher mindestens 30 l Beckenwasser gegen Füllwasser auszutauschen.

Der Wasseraustausch, der sich durch die Filterspülung ergibt, und das Betriebswasservolumen (z.B. der Chlorgasanlage) dürfen in der Wassererneuerungsrechnung berücksichtigt werden.

Das Füllwasservolumen muß täglich am Wasserzähler (für jeden Umwälzkreislauf) abgelesen und in das Betriebsbuch eingetragen werden.

Zur Kontrolle der Füllwassernachspeisung sind je ein Wasserzähler für das aufbereitete Stadtwasser und das Wasser der SAB-Anlage vorhanden. Die Wasseruhren werden täglich abgelesen und die Meßwerte in das Betriebsbuch eingetragen.

Der durchschnittliche Füllwasserzusatz je Person kann nur über den Füllwasserzusatz in alle vorhanden Becken und über die Besucherzahlen für das gesamte Objekt ermittelt werden.

Vom Hersteller wird ein täglicher Füllwasserzusatz von 4.000 l angegeben (entsprechend dem Ersatz der Spülwassermenge von 4.000 l). Dieser Füllwasserzusatz ist bei der notwendigen Zugabemenge von 30 l je Badegast für 133 Badegäste pro Tag ausreichend. Ob diese Personenzahl/d überschritten wird, ist nicht bekannt, aber sicherlich wiederholt möglich.

Der Füllwasserzusatz in das Lehrschwimmbecken beträgt 4.000 l/d. Diese Menge reicht für 133 Badegäste/d aus (30 l je Badegast).

## 6. Untersuchungsergebnisse der Wasserproben für den Belastbarkeitstest

#### 6.1 Überprüfung der Flockung und Filtration

#### 6.1.1 Einstellung der Säurekapazität K<sub>S4,3</sub> und des pH-Wertes

Die Untersuchungsergebnisse sind in der Tabelle 6.1/1 enthalten.

Tabelle 6.1/1 Meßwerte der Säurekapazität und des pH-Wertes im Rohwasser

		Filter 1 bis 3				
EntnDatum		27.11.02	27.11.02	27.11.02	27.11.02	27.11.02
EntnZeit		10:50	11:55	12:25	13:25	14:20
pH-Wert		7,18	7,22	7,25	7,10	7,05
Säurekapazität	mmol/l	0,36		0,33	0,32	0,31

Die pH-Werte schwanken um den oberen Wert des pH-Intervalls von 6,5 bis 7,2, das für den Einsatz von Aluminiumsalzen als Flockungsmittel in der DIN 19643 vorgegeben ist.

Die Meßwerte der Säurekapazität unterschreiten den Mindestwert erheblich und sind damit für eine optimale Flockung ungünstig.

## 6.1.2 Überprüfung der Flockungsmittelzugabe

Im Rohwasser wurde der Aluminiumgehalt zur Überprüfung der Flockungsmittelzugabe bestimmt (siehe Tabelle 6.1/2). Von diesen Werten wurde der Aluminiumrestgehalt im Filtrat der Filter 1 bis 3 (siehe Tabelle 6.1/3) abgezogen. Die so ermittelten Aluminiumwerte stellen die Flockungsmittelzugabe dar. Sie soll mindestens 0,05 mg/l Al betragen. Die Werte sind in der Tabelle 6.1/4 zusammengefaßt.

Tabelle 6.1/4 Flockungsmittelzugabe zum Rohwasser

	Aluminiumkonzentrationen in mg/l Al							
EntnDatum	27.11.02	27.11.02	27.11.02	27.11.02	27.11.02			
EntnZeit	10:50	11:55	12:25	13:25	14:20			
Rohwasser	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14			
Filtrat F 1	0,09	0,09	0,09	0,09				
Differenz	0,06	0,06	0,06	0,06				
Rohwasser	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14			
Filtrat F 2		0,09	0,09	0,09	0,09			
Differenz		0,06	0,06	0,06	0,05			
Rohwasser	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14			
Filtrat F 3	0,09		0,10	0,09	0,10			
Differenz	0,06		0,05	0,06	0,04			

Die Differenz der Aluminiumkonzentrationen in Rohwasser und Filtrat liegt fast immer knapp über dem Mindestwert von 0,05 mg/l Al, so daß ein Flockungsprozeß ablaufen kann.

In der Tabelle 6.1/2 sind weitere Untersuchungsergebnisse des Rohwassers aufgeführt. Sie dienen hauptsächlich der Bewertung der Aufbereitungsleistung und werden im Abschnitt 6.1.3 beschrieben.

Tabelle 6.1/2 **Belastbarkeitstest Captura-Anlage Untersuchungsergebnisse des Rohwassers** 

Probenummer	TEINHEIT	P 2220793	P 2220799	P 2220805	
Meßstellen-Nr.		9967603	9967603	9967603	
Entnahmestelle		Rohwasser vor	Rohwasser vor	Rohwasser vor	Vorgabe-
		FM-Zugabe	FM-Zugabe	FM-Zugabe	werte
Entnahmeort		BlnSpandau	BlnSpandau	BlnSpandau	nach
Anlage		Kombibad	Kombibad	Kombibad	DIN
Entnahmedatum		27,11,2002	27,11,2002	27,11,2002	19643
Entnahmezeit		10:50	11:55	12:25	
Probenehmer		IWU GmbH	IWU GmbH	IWU GmbH	
pH-Wert		7,18	7,22	7,25	6,5 - 7,2
Färbung, visuell			klar		
Trübung	FNU			0,04	
Klarheit (Bb J/N)			Ja		Instruction of the second
Wassertemp,	°C		32,8		
SAK 254 nm	1/m			< 0,1	
Nitrat	mg/l			25	
Nitrit	mg/l			< 0,02	
o-Phosphat	mg/l			0,064	5 m m m m m m m m m m m m m m m m m m m
Aluminium	mg/l	0,15	0,15	0,15	mind. 0,05
Ammonium	mg/l			< 0,01	
Oxidierbarkeit	mg/I O <sub>2</sub>		1	0,8	
Oxidierb. ü. Füllw.	mg/I O <sub>2</sub>		0		
Karbonath,ber,	°dH	1		0,9	
Ks 4,3	mmol/l	0,36		0,33	mind. 0,7
TOC	mg/l			1,02	
THM	μg/l			4,5	
Trichlormethan	μg/l			3,6	
DiClBrmethan	µg/l	1333		0,9	
DiBrClmethan	µg/l			< 0,01	
Tribrommethan	μg/l			< 0,01	
THM/Chloroform	μg/l			4,2	
freies Chlor	mg/l Cl		0,21	0,48	3
Chlor,gesamt	mg/l Cl		0,23	0,56	
geb, Chlor	mg/l Cl	10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	0,02	0,08	
E,coli	in 100 ml		0		
Ps,aeruginosa	in 100 ml		0		
Legionellen	KbE/100 ml		0		
KZ 20°C	KbE/ml		0		
KZ 36°C	KbE/ml		2		

# Fortsetzung Tabelle 6.1/2

# Belastbarkeitstest Captura-Anlage Untersuchungsergebnisse des Rohwassers

Probenummer	EINHEIT	P 2220812	P 2221461	
Meßstellen-Nr.		9967603		
Entnahmestelle		Rohw. n.	Rohw. n.	Vorgabe-
		FM-Zugabe	FM-Zugabe	werte
Entnahmeort		BlnSpand.	BlnSpand.	nach
Anlage		Kombibad	Kombibad	DIN
Entnahmedatum		27,11,2002	27,11,2002	19643
Entnahmezeit		13:25	14:20	
Probenehmer		IWU GmbH	IWU GmbH	
pH-Wert		7,10	7,05	6,5 - 7,2
Aluminium	mg/l	0,15	0,14	mind.0,05
Karbonath,ber,	°dH	0,9	0,9	
Ks 4,3	mmol/l	0,32	0,31	mind. 0,7

#### 6.1.3 Untersuchung des Filterablaufs

Die Untersuchungsergebnisse des Filtrats der Filter 1 bis 3 sind in der Tabelle 6.1/3 aufgeführt.

Tabelle 6.1/3 **Belastbarkeitstest Captura-Anlage -**Untersuchungsergebnisse des Filtrats - Filter 1

Probenummer	EINHEIT	P 2220796	P 2220801	P 2220808	P 2220815	
Meßstellen-Nr.		9967606	9967606	9967606	9967606	Vorgabe-
Entnahmestelle	100 to participate from the control of the control	Filtrat	Filtrat	Filtrat	Filtrat	werte
		Filter 1	Filter 1	Filter 1	Filter 1	
Entnahmeort		Spandau	Spandau	Spandau	Spandau	nach
Anlage		Kombibad	Kombibad	Kombibad	Kombibad	
Entnahmedatum			27,11,2002		27,11,2002	DIN
Entnahmezeit		11:00	11:45	12:25	13:20	19643
Probenehmer		IWU GmbH	IWU GmbH	IWU GmbH	IWU GmbH	80 80 80
Trübung	FNU	0,13	0,02	0,03	0,03	0,1
SAK 254 nm	1/m			0,1		
Nitrat	mg/l			25		
Nitrit	mg/l			0,08		
o-Phosphat	mg/l	0,020	0,022	0,035	0,011	0,015
Aluminium	mg/l	0,09	0,09	0,09	0,09	0,05
Ammonium	mg/l			0,03		1385988
Oxidierbarkeit	mg/l O <sub>2</sub>	1,0	0,8	0,3	1,2	
Oxidierbark. ü.F.*	mg/l O <sub>2</sub>	0	0	0	0	0
AOX	μg/l			54		
TOC	mg/l		T010025 00000000	0,8		
THM	μg/l			4,9		10 2735
Trichlormethan	μg/l			3,8		
DiClBrmethan	μg/l			1,1		
DiBrClmethan	μg/l			< 0,1		
Tribrommethan	μg/l			< 0,1		
THM/Chloroform	μg/l			4,6		20
freies Chlor	mg/l Cl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Chlor,gesamt	mg/l Cl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,07	
gebund. Chlor	mg/l Cl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,2
E,coli	in 100 ml	n.n.**	n.n.**		n.n.**	n.n.
Ps,aeruginosa	in 100 ml	n.n.**	n.n.**		n.n.**	n.n.
Legionellen	KbE/100 ml			n.n.**		n.n.
KZ 36°C	KbE/ml	18	17		20	100

ü.F.\* - über Füllwasserwert

n.n.\*\* - nicht nachweisbar

# Fortsetzung Tabelle 6.1/3

# Belastbarkeitstest Captura-Anlage -

# Untersuchungsergebnisse des Filtrats - Filter 2

Probenummer	EINHEIT	P_2220802	P_2220809	P_2220816	P_2220822	
Meßstellen-Nr.		9967607	9967607	9967607	9967607	Vorgabe-
Entnahmestelle		Filtrat	Filtrat	Filtrat	Filtrat	werte
		Filter 2	Filter 2	Filter 2	Filter 2	
Entnahmeort		Spandau	Spandau	Spandau	Spandau	nach
Anlage		Kombibad	Kombibad	Kombibad	Kombibad	
Entnahmedatum		27,11,2002	27,11,2002	27,11,2002	27,11,2002	DIN
Entnahmezeit		11:50	12:35	13:25	14:30	19643
Probenehmer		IWU GmbH	IWU GmbH	IWU GmbH	IWU GmbH	
Trübung	FNU	0,36	0,06	0,04	0,03	0,1
SAK 254 nm	1/m			< 0,1		
Nitrat	mg/l			25		
Nitrit	mg/l			0,16		
o-Phosphat	mg/l	0,020	0,014	0,029	0,013	0,015
Aluminium	mg/l	0,09	0,09	0,09	0,09	0,05
Ammonium	mg/l			0,04		
Oxidierbarkeit	mg/l O <sub>2</sub>	0,8	0,6	8,0	0,9	
Oxidierbark. ü.F.*	mg/l O <sub>2</sub>	0	0	0	0	0
AOX	μg/l			59		
TOC	mg/l			0,82		
THM	μg/l			4,7		
Trichlormethan	µg/l			4		
DiClBrmethan	μg/l			0,7		
DiBrClmethan	μg/l			< 0,1		
Tribrommethan	μg/l			< 0,1		
THM/Chloroform	μg/l			4,5		20
freies Chlor	mg/l Cl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Chlor,gesamt	mg/l Cl	0,07	0,06	< 0,05	0,06	
gebund. Chlor	mg/l Cl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,2
E,coli	in 100 ml	n.n.**	n.n.**		n.n.**	n.n.
Ps,aeruginosa	in 100 ml	n.n.**	n.n.**		n.n.**	n.n.
Legionellen	KbE/100 ml			n.n.**		n.n.
KZ 36°C	KbE/ml	37	22		15	100

ü.F.\* - über Füllwasserwert

n.n.\*\* - nicht nachweisbar

# Fortsetzung Tabelle 6.1/3 **Belastbarkeitstest Captura-Anlage - Untersuchungsergebnisse des Filtrats - Filter 3**

Probenummer	EINHEIT	P 2220797	P_2220810	P 2220817	P 2220823	
Meßstellen-Nr.		9967608	News Committee of the C	9967608		Vorgabe-
Entnahmestelle		Filtrat	Filtrat	Filtrat	Filtrat	werte
# # ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ##		Filter 3	Filter 3	Filter 3	Filter 3	
Entnahmeort		Spandau	Spandau	Spandau	Spandau	nach
Anlage		Kombibad	Kombibad	Kombibad	Kombibad	
Entnahmedatum		27,11,2002	27,11,2002	27,11,2002	27,11,2002	DIN
Entnahmezeit		11:05	12:40	13:30	14:45	19643
Probenehmer		IWU GmbH	IWU GmbH	IWU GmbH	IWU GmbH	
Trübung	FNU	0,16	0,01	0,07	0,03	0,1
SAK 254 nm	1/m				< 0,1	-
Nitrat	mg/l				25	
Nitrit	mg/l				0,1	
o-Phosphat	mg/l	0,020	0,020	0,020	0,013	0,015
Aluminium	mg/l	0,09	0,1	0,09	0,1	0,05
Ammonium	mg/l				0,06	
Oxidierbarkeit	mg/l O <sub>2</sub>	1	1,5	1,5	1,6	
Oxidierbark. ü.F.*	mg/l O <sub>2</sub>		0,1	0,1	0,2	0
AOX	μg/l				110	
TOC	mg/l				0,78	
THM	μg/l				4,9	
Trichlormethan	μg/l				4,2	
DiClBrmethan	μg/l				0,7	
DiBrClmethan	μg/l				< 0,1	
Tribrommethan	μg/l				< 0,1	
THM/Chloroform	μg/l				4,7	20
freies Chlor	mg/l Cl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	
Chlor,gesamt	mg/l CI	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,06	
gebund. Chlor	mg/l Cl	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,2
E,coli	in 100 ml	n.n.**	n.n.**	n.n.**		n.n.
Ps,aeruginosa	in 100 ml	n.n.**	n.n.**	n.n.**		n.n.
Legionellen	KbE/100 ml				n.n.**	n.n.
KZ 36°C	KbE/ml	21	20	23		100

ü.F.\* - über Füllwasserwert

n.n.\*\* - nicht nachweisbar

Die Meßwerte der Oxidierbarkeit als Maß für den Eintrag von Verunreinigungen und als Maß für die Leistung der Aufbereitungsanlage sowie die Meßwerte der UV-Absorption und des gesamten organischen Kohlenstoffs sind in der Tabelle 6.1/5 im Vergleich von Filtrat und Beckenwasser dargestellt.

Tabelle 6.1/5
Meßwerte der organischen Summenparameter im Wasser des Kreislaufes
Lehrschwimmbecken

Meßstelle	Oxidierbarkeit	ges.org.Kohlenstoff	UV-Absorption
	mg/l O <sub>2</sub>	TOC in mg/l C	1/m
Füllwasser	1,4	2,05	2,9
BW LehrschwBecken			
Probe 1	0,8		
Probe 2	1,0		
Probe 3	1,2	1,01	< 0,1
Probe 4	1,1		
Probe 5	1,2		
Rohwasser			
Probe 2	1,0		
Probe 3	0,8	1,02	< 0,1
Filtrat Filter 1			
Probe 1	1,0		
Probe 2	0,8		
Probe 3	0,3	0,80	< 0,1
Probe 4	1,2		
Filtrat Filter 2			
Probe 1	0,8		
Probe 2	0,6		
Probe 3	0,8	0,82	< 0,1
Probe 4	0,9		
Filtrat Filter 3		7.0 10 10010000 - 0.45 8	
Probe 1	1,0	100110	
Probe 2	1,5		
Probe 3	1,5		
Probe 4	1,6	0,78	< 0,1

Die Konzentrationen der organischen Summenparameter sind im Wasser des Kreislaufes meist geringer als im Füllwasser.

Die Meßwerte der organischen Summenparameter der Filtratproben der Filter 1 und 2 zeigen im Vergleich zu Becken- und Rohwasser eine Reduzierung der organischen Wasserinhaltsstoffe um etwa 20 % an.

Im Filtrat soll gemäß DIN 19643 die Oxidierbarkeit so weit gesenkt werden, daß der Füllwasserwert erreicht wird und im Beckenwasser ist ein Anstieg der Oxidierbarkeit bis 0,75 mg/l O<sub>2</sub> über den Füllwasserwert erlaubt (die Differenz gilt ab 0,5 mg/l O<sub>2</sub> im Füllwasser). Die in der Tabelle 6.1/5 aufgezeigten Meßwerte des Filtrats der Filter 1 und 2 liegen um ca. 40 % unter dem Füllwasserwert, so daß das Aufbereitungsziel in dieser Hinsicht sehr gut erreicht wird. Im Filtrat des Filters 3 unterschreiten die Meßwerte der Oxidierbarkeit den Füllwasserwert meist nicht, so daß hier das Aufbereitungsziel nicht erreicht wird. Die unterschiedlichen Aufbereitungsleistungen der einzelnen Filter sind auch an den AOX-Meßwerten (siehe Tabelle 6.1/7) zu erkennen. Offensichtlich ist der Filter 3 nach einer Filterlaufzeit von 49 h so weit belastet, daß eine Filterspülung notwendig ist.

Bereits mit dem Füllwasser gelangen <u>o-Phosphate</u> in den Aufbereitungskreislauf. Sie erreichen dort Konzentrationen, die knapp über dem oberen Wert von 0,015 mg/l o-Phosphat (entsprechend 0,005 mg/l P) für Beckenwasser liegen. Mit dem Eintrag von Verunreinigungen durch die Badegäste werden weitere o-Phosphate in das Beckenwasser eingebracht. Die Meßwerte können dadurch ansteigen.

In der Tabelle 6.1/6 sind die o-Phosphat-Meßwerte vom Kreislauf Lehrschwimmbecken zusammengefaßt. Im Vergleich zum Füllwasser ist meist eine geringe Erhöhung der o-Phosphatkonzentrationen zu erkennen, der zulässige Höchstwert von 0,015 mg/l wird durchschnittlich um etwa 25 % überschritten. Im Filtrat aller Filter ist im Vergleich zu Roh- und Beckenwasser eine Reduzierung um durchschnittlich 50 % festzustellen.

Die Meßwerte der <u>Trübung</u> von Beckenwasser, Rohwasser und Filtrat sind ebenfalls in der Tabelle 6.1/6 aufgeführt.

Bei der ersten Probenahme von allen drei Filtern überschreiten die Trübungsmeßwerte den oberen Wert der DIN 19643 von 0,1 FNU, danach liegen sie alle sicher darunter. Eine eindeutige Erklärung dafür kann nicht gegeben werden. Außer bei der ersten Probenahme sind im Filtrat die Trübungsmesswerte etwa so niedrig wie in Becken- und Rohwasser.

Tabelle 6.1/6 Meßwerte von o-Phosphat und Trübung im Kreislauf Lehrschwimmbecken

Meßstelle	o-Phosphat	Trübung
	mg/l	FNU
Füllwasser	0,018	0,03
BW LehrschwBecken		
Probe 1	manager accepte monoic es - sone	0,03
Probe 2		0,06
Probe 3	0,027	0,08
Probe 4		0,06
Probe 5		0,07
Rohwasser		
Probe 3	0,064	0,04
Filtrat Filter 1		
Probe 1	0,020	0,13
Probe 2	0,022	0,02
Probe 3	0,035	0,03
Probe 4	0,011	0,03
Filtrat Filter 2		
Probe 1	0,020	0,36
Probe 2	0,014	0,06
Probe 3	0,029	0,04
Probe 4	0,013	0,03
Filtrat Filter 3		
Probe 1	0,020	0,16
Probe 2	0,020	0,01
Probe 3	0,020	0,07
Probe 4	0,013	0,03

Die Veränderungen der Konzentrationen des freien Chlors und der Desinfektionsnebenprodukte während der Badewasseraufbereitung zeigt die Tabelle 6.1/7.

Tabelle 6.1/7
Meßwerte des freien Chlors und der Desinfektionsnebenprodukte im Kreislauf Lehrschwimmbecken

Meßstelle	freies Chlor	gebund. Chlor	THM	AOX
	mg/l	mg/l	μg/l	μg/l
Füllwasser	< 0,05		< 0,5	6
BW LehrschwBecken				
Probe 1	0,21	0,24		
Probe 2	0,34	0,22		
Probe 3	0,33	0,21	5,0	63
Probe 4	0,36	0,23		
Probe 5	0,39	0,21		
Rohwasser				
Probe 2	0,21	0,02		
Probe 3	0,48	0,08	4,2	
Filtrat Filter 1				
Probe 1	< 0,05	< 0,05		
Probe 2	< 0,05	< 0,05		VI 3000 COMMONWO
Probe 3	< 0,05	< 0,05	4,6	54
Probe 4	< 0,05	< 0,05		
Filtrat Filter 2				
Probe 1	< 0,05	< 0,05		1 1 100
Probe 2	< 0,05	< 0,05		
Probe 3	< 0,05	< 0,05	4,5	59
Probe 4	< 0,05	< 0,05		
Filtrat Filter 3				
Probe 1	< 0,05	< 0,05		
Probe 2	< 0,05	< 0,05		12000
Probe 3	< 0,05	< 0,05	4,7	110
Probe 4	< 0,05	< 0,05		

Auf Grund der hohen Belastung mit Badegästen (siehe Abschnitt 2) übersteigen die Meßwerte des gebundenen Chlors im Beckenwasser den oberen Wert der DIN 19643 bis zu 20 %.

Durch die Flockung und vor allem die Filtration über den Hydroanthrasit H werden das gebundene Chlor und (leider) auch das freie Chlor bis unter die Nachweisgrenzen eliminiert.

Bei den THM ist eine Reduzierung nicht eindeutig erkennbar. Jedoch ist das Gesamtniveau der THM im Aufbereitungskreislauf als Folge guter Aufbereitungsleistungen sehr niedrig.

Die AOX werden bei der Filtration über die Filter 1 und 2 im Vergleich zum Beckenwasser um etwa 10 % verringert. Im Filter 3 ist wegen der Filterbelastung mit organischen Wasserinhaltsstoffen (siehe Tabelle 6.1/5) eine Zunahme der AOX durch Reaktion mit Chlor festzustellen. Das Gesamtniveau der AOX ist im Aufbereitungskreislauf als Folge guter Aufbereitungsleistungen sehr niedrig.

#### 6.1.4 Untersuchung des Reinwassers

Die Untersuchungsergebnisse der im Reinwasser zu untersuchenden Parameter sind in der Tabelle 6.1/8 enthalten.

Tabelle 6.1/8 Untersuchungsergebnisse des Reinwassers

Probenummer	EINHEIT	P_2220803	P_2220818	
Meßstellen-Nr.		9967609	9967609	Vorgabe-
Entnahmestelle		Reinwasser	Reinwasser	werte
		LehrschwB.	LehrschwB.	nach
Entnahmeort		Berlin-Spandau	Berlin-Spandau	DIN
Anlage		Kombibad	Kombibad	19643
Entnahmedatum		27,11,2002	27,11,2002	
Entnahmezeit		11:20	13:40	
Probenehmer		IWU GmbH	IWU GmbH	
pH-Wert		7,1	6,98	6,5 - 7,6
freies Chlor	mg/l Cl	1,35	0,97	mind. 0,3
E,coli	in 100 ml	n.n.*	n.n.*	n.n.*
Ps,aeruginosa	in 100 ml	n.n.*	n.n.*	n.n.*
KZ 36°C	KbE/ml	0	0	20

n.n.\* - nicht nachweisbar

Alle untersuchten Parameter entsprechen den Anforderungen der DIN 19643.

#### 6.2 Untersuchung des Beckenwassers

Die Untersuchungsergebnisse des Beckenwassers vom Lehrschwimmbecken sind in der Tabelle 6.2/1 aufgeführt.

<u>Die Oxidierbarkeit</u> darf nach DIN 19643 im Beckenwasser um 0,75 mg/l O<sub>2</sub> über den Füllwasserwert ansteigen. Alle Meßwerte liegen unter diesem Vorgabewert und sogar unter dem Füllwasserwert.

Das niedrige Niveau der organischen Belastungen trägt zur Bildung von THM und AOX wenig bei, so daß diese Desinfektionsnebenprodukte nur in geringen Konzentrationen nachweisbar sind.

Die <u>o-Phosphatkonzentration</u> überschreitet den oberen Wert der DIN 19643 von 0,015 mg/l (entsprechend 0,005 mg/l P) nur um knapp das Doppelte. Sie liegt gering über dem Füllwasserwert. Trotz der mittels Flockung und Filtration nachgewiesenen Reduzierung gelingt es nicht, die Konzentration bis unter den Vorgabewert zu senken. Im Vergleich zu vielen bisher untersuchten Aufbereitungskreisläufen in zahlreichen Bädern wird hier ein sehr niedriges Niveau der o-Phosphatkonzentrationen erreicht.

Das <u>freie Chlor</u> liegt im vorgegebenen Intervall von 0,3 bis 0,6 mg/l bzw. zeitweilig knapp darunter. Die Durchführung der Desinfektion sichert bei allen Beckenwasserproben einwandfreie mikrobiologische Untersuchungsergebnisse.

Die Meßwerte des gebundenen Chlors im Beckenwasser liegen wegen der Überlastung mit Badegästen bis zu 20 % über dem zulässigen Höchstwert von 0,2 mg/l.

Die Zunahme des <u>Nitratgehaltes</u> im Vergleich zum Füllwasserwert übersteigt den zulässigen Höchstwert der DIN 19643 von 20 mg/l. Dies deutet auf einen zu geringen Füllwasserzusatz je Badegast hin.

Die <u>Säurekapazität  $K_{S4,3}$ </u> wird im Vergleich zum Füllwasser auf etwa 8 % reduziert, der Mindestwert der DIN 19643 von 0,7 mmol/l wird damit weit unterschritten.

Das Beckenwasser ist erheblich stärker mineralisiert als das Füllwasser. Dies ist an der Erhöhung der Leitfähigkeit und dem Anstieg des Chlorid- und Nitratgehaltes sowie des Natriumgehaltes erkennen.

Die Bewertung der Untersuchungsergebnisse erfolgt im Abschnitt 7.

Tabelle 6.2/1: Belastbarkeitstest Captura-Anlage
Untersuchungsergebnisse Beckenwasser

		_	D coccost		
Probenummer	EINHEIT	P_2220798	P_2220804	P_2220811	\/
Meßstellen-Nr.		9967610	9967610	9967610	Vorgabe-
Entnahmestelle		Beckenw. LSB	Beckenw. LSB	Beckenw. LSB	werte
Entnahmeort	ate to Table			Berlin-Spandau	nach
Anlage		Kombibad	Kombibad	Kombibad	DIN
Entnahmedatum		27,11,2002	27,11,2002	27,11,2002	19643
Entnahmezeit		11:10	12:00	12:55	
Probenehmer		IWU GmbH	IWU GmbH	IWU GmbH	
pH-Wert		7,12	7,14	6,94	6,5 - 7,6
El, Leitfähigkeit	μS/cm			1590	
Trübung	FNU	0,03	0,06	0,08	0,5
Wassertemp,	°C	33,4	33,9	34,2	
SAK 254 nm	1/m			< 0,1	
Chlorid	mg/l			444	
Nitrat	mg/l			25	
Nitrat ü. FüllwW.				22,7	20
Nitrit	mg/l			< 0,02	
Sulfat	mg/l			113	
o-Phosphat	mg/l			0,027	0,015
Magnesium	mg/l			10	
Calcium	mg/l			124	
Natrium	mg/l			185	545-004500
Kalium	mg/l			8,6	
Ammonium	mg/l			< 0,01	
Oxidierbarkeit	mg/l O <sub>2</sub>	0,8	1	1,2	
Oxidierb, ü,F,	mg/l O <sub>2</sub>	0	0	0	0,75
Härte	°dH		5 TECHTOM (A. 10.0)	19,7	
Karbonath,ber,	°dH			0,9	
Ks 4,3	mmol/l			0,32	
Stickstoff ges.	mg/l N			6,8	
	mg/l N			1,2	
AOX	µg/l			63	X
TOC	mg/l			1,01	
THM	μg/l			5,3	
Trichlormethan	µg/l		0 0000	4,2	
DiClBrmethan	μg/l			1,1	
DiBrClmethan	μg/l			< 0,1	
Tribrommethan	μg/l			< 0,1	
THM/Chloroform	µg/l			5,0	20
freies Chlor	mg/l Cl	0,21	0,34	0,33	0,3 - 0,6
gebund. Chlor	mg/l Cl	0,24	0,22	0,21	0,2
E,coli	in 100 ml	n.n.	n.n.		n.n.
Ps,aeruginosa	in 100 ml	n.n.	n.n.		n.n.
Legionellen	KbE/ml			n.n.	n.n.
KZ 20°C	KbE/ml	0	1		100
KZ 36°C	KbE/ml	1	0		100

# Fortsetzung Tabelle 6.2/1: Belastbarkeitstest Captura-Anlage Untersuchungsergebnisse Beckenwasser

Probenummer	EINHEIT	P 2220819	P 2220824	
Meßstellen-Nr.		9967610	9967610	Vorgabe-
Entnahmestelle		Beckenwass. LSB	Beckenwass. LSB	werte
Entnahmeort		Berlin-Spandau	Berlin-Spandau	nach
Anlage		Kombibad	Kombibad	DIN
Entnahmedatum		27,11,2002	27,11,2002	19643
Entnahmezeit		13:40	14:25	
Probenehmer		IWU GmbH	IWU GmbH	
pH-Wert		6,93	6,94	6,5 - 7,6
Trübung	FNU	0,06	0,07	0,5
Wassertemp,	°C	34,4	33,9	
Oxidierbarkeit	mg/l O <sub>2</sub>	1,1	1,2	
Oxidierb, ü,F,	mg/l O <sub>2</sub>	0	0	0,75
freies Chlor	mg/l CI	0,36	0,39	0,3 - 0,6
Chlor,gesamt	mg/l Cl	0,59	0,6	
gebund. Chlor	mg/l Cl	0,23	0,21	0,2
E,coli	in 100 ml	n.n.	n.n.	n.n.
Ps,aeruginosa	in 100 ml	n.n.	n.n.	n.n.
Legionellen	KbE/ml			n.n.
KZ 20°C	KbE/ml	0	0	100
KZ 36°C	KbE/ml	1	0	100

# 7. Bewertung der Ergebnisse des Belastbarkeitstests

Ziel der Badewasseraufbereitung ist die Erhaltung eines stationären Zustandes zwischen Verunreinigung und Reinigung des Beckenwassers in Abhängigkeit von den notwendigen Transportvorgängen.

Das Ziel kann nur erreicht werden, wenn die in den allgemein anerkannten Regeln der Technik – insbesondere in der DIN 19643 – aufgeführten Angaben und Kriterien beim Bau und Betrieb des Bades berücksichtigt werden.

Mit dem Belastbarkeitstest des CAPTURA-Filters nach Merkblatt 65.04 der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen sollte im Kreislauf Lehrschwimmbecken überprüft werden, ob die in der DIN 19643 enthaltenen Angaben und Kriterien berücksichtigt worden sind und ob die Verfahrenswirksamkeit nachgewiesen werden kann.

## 7.1 Allgemeine Bedingungen für die Wasseraufbereitung

Die gewählte Verfahrenskombination Flockung – Mehrschichtfiltration – Chlorung entspricht den Vorgaben der DIN 19643 Teil 2 (bei optimaler Aufbereitung des Stadtwassers zur Reduzierung organischer Wasserinhaltsstoffe).

Der Volumenstrom wurde anhand der Nennbelastung richtig errechnet und entsprechend ausgelegt. Zuschläge mussten nicht berücksichtigt werden, weil Attraktionen nicht vorhanden sind.

Die vorgegebenen Volumenströme in den einzelnen Filtern und insgesamt werden im Kreislauf realisiert.

Die in der DIN 19643 geforderte Bereitstellung von 2 m<sup>3</sup> aufbereitetem Beckenwasser – gemessen an der Nennbelastung – wird eingehalten.

Die Ausstattung des Lehrschwimmbeckens hinsichtlich der Anforderungen der DIN 19643 an die Beckendurchströmung wird erfüllt. Der Nachweis der Durchströmung mittels Färbeversuch fehlt.

Die allgemeinen Bedingungen für die Wasseraufbereitung entsprechen den Anforderungen der DIN 19643 und bilden damit die Voraussetzung für die Aufbereitung und Verteilung von DIN-gerechtem Schwimm- und Badebeckenwasser.

## 7.2 Bewertung der Verfahrensstufen

#### 7.2.1 Füllwasserqualität

Das Stadtwasser ist mit erhöhten Konzentrationen organischer Wasserinhaltsstoffe belastet. Mittels Aufbereitung über Aktivkohle wird eine Reduzierung der organischen Stoffe erreicht, die noch nicht befriedigend ist.

Das aufbereitete Stadtwasser wird etwa 1:1 mit aufbereitetem Schlammwasser einer SAB-Anlage vermischt. Das Mischwasser hat Vor- und Nachteile. Die Nachteile ergeben sich aus den erhöhten Konzentrationen an THM und AOX und an der starken Absenkung der Säurekapazität.

Die anderen untersuchten Parameter (vor allem o-Phosphat, Eisen und Mangan, mikrobiologische Parameter) haben in den festgestellten Konzentrationen keine nachteiligen Einflüsse auf die Verwendung als Füllwasser.

## 7.2.2 Flockung und Filtration

Alle überprüften und nachfolgend beschriebenen Aufbereitungsleistungen sind unter den Aspekten zu sehen, daß die Auslastung mit Badegästen am Tag der Überprüfung über der Nennbelastung lag und daß der eher geringe Füllwasserzusatz keine hohenVerdünnungen bewirkt.

Die PMT war am Tag der Überprüfung (27.11.02) insgesamt so eingestellt, daß sich die Meßwerte für die Hygiene-Hilfsparameter freies Chlor, pH-Wert und Redoxspannung in den optimalen Bereichen bewegen und somit den Aufbereitungsprozeß nicht nachteilig beeinflussen.

Die Meßwerte der Hygiene-Hilfsparameter seit dem 15.10.02 von Handmessungen und PMT weichen zeitweilig voneinander ab und liegen auch zeitweilig außerhalb der Vorgabewerte der DIN 19643. Es ist nicht erkennbar, ob sich daraus ungünstige Einflüsse auf den Aufbereitungsprozess ergeben haben. Nachweisbar ist, daß die Meßwerte des gebundenen Chlors in diesem Zeitraum immer deutlich unter dem zulässigen Höchstwert von 0,2 mg/l lagen.

Die physikalisch-chemischen Flockungsbedingungen werden nur zum Teil eingehalten. Der pH-Wert liegt meist im vorgegebenen Intervall, die Säurekapazität K<sub>S4,3</sub> unterschreitet den Mindestwert von 0,7 mmol/l deutlich und kann den optimalen Flockungsprozeß beeinträchtigen.

Die technischen Bedingungen für die pH-Wert-Regelung erfüllen die Anforderungen der DIN 19643 und des Merkblattes 65.01.

Die technischen Bedingungen für die Zugabe des Flockungsmittels und die Ausbildung der Flocken erfüllen die Anforderungen der DIN 19643 nicht, so daß sie für den Flockungsprozeß nicht optimal sind.

Die dosierte Flockungsmittelmenge liegt knapp über dem Mindestwert der DIN 19643. Die erhöhte Restkonzentration an löslichen Aluminiumverbindungen im Filtrat und damit im gesamten Aufbereitungskreislauf deutet auf nicht optimale Flockungsbedingungen hin.

Die technischen Bedingungen für die Filtration entsprechen den Anforderungen der DIN 19605 (außer Anordnung Sichtfenster) und der DIN 19643. Abweichungen in den Maßen und der Filterform sind in der Offenlegungsschrift DE 101 06 322 A 1 des Deutschen Patent- und Markenamtes dargelegt. Schüttplan und Freibordhöhe erfüllen die Anforderungen der DIN 19643.

Trotz der Überschreitung der Nennbelastung im Lehrschwimmbecken und der nicht optimalen Flockungsbedingungen gelingt durch Flockung und Filtration (außer im beladenen Filter 3) eine deutliche Reduzierung organischer Wasserinhaltsstoffe, wodurch im Beckenwasser der zulässige Höchstwert der DIN 19643 hinsichtlich des Parameters Oxidierbarkeit erheblich unterschritten wird. Darüberhinaus ist auch eine deutliche Eliminierung des o-Phosphatgehaltes erkennbar, der zulässige Höchstwert im Beckenwasser wird jedoch zeitweilig überschritten. Die Trübung erreicht außer bei der jeweils ersten Filtratprobe im Filtrat Werte unter dem zulässigen Höchstwert und unterschreitet im Beckenwasser immer den zulässigen Höchstwert sehr deutlich.

Bei der Filtration über den Hydroanthrasit H gelingt durch Adsorptionseffekte eine restlose Entfernung des gebundenen Chlors und (leider auch) des freien Chlors. Unter normalen Bedingungen erfolgt auch eine Reduzierung der AOX. Die THM werden auf einem sehr niedrigen Niveau gehalten, das deutlich unter dem zulässigen Höchstwert der DIN 19643 für Beckenwasser liegt.

Die Vorgaben der DIN 19643 hinsichtlich Filterlaufzeit und Häufigkeit der Filterspülung werden eingehalten. Das Spülprogramm weicht von den Vorgaben der DIN 19643 ab. Die Verfahrensweise zur Einsparung von Spülwasser ist hygienisch bedenklich, weil sie nicht auf dem Materialaustrag in Abhängigkeit von Spülgeschwindigkeit und/oder Spülwassermenge beruht. Die Fluidisierung des Filtermaterials liegt deutlich über dem Mindestwert der DIN 19643. Der Anteil des Filtersandes daran kann nicht quantifiziert werden. Das Erstfiltrat wird abgeführt. Die direkte Rückleitung auf die Filteroberfläche ist hygienisch bedenklich.

Die technischen Bedingungen für die Chlorzugabe entsprechen den Anforderungen der DIN 19643. Die Chlorzugabe erfolgt so, daß die Konzentrationen an freiem Chlor im Beckenwasser fast immer zwischen 0,3 und 0,6 mg/l liegen. Darüberhinaus liegt die Redoxspannung fast immer über dem Mindestwert von 750 mV.

Die günstigen Chlorungsbedingungen sichern die ständige Bereitstellung von seuchenhygienisch einwandfreiem Beckenwasser.

# 8. Schlußfolgerungen und Maßnahmen

Mit den durchgeführten Untersuchungen und deren Ergebnissen kann im untersuchten Kreislauf Lehrschwimmbecken des Hallenbades Spandau-Süd die Verfahrenswirksamkeit der CAPTURA-Filter nachgewiesen werden. Die zeitweilig leicht erhöhten o-Phosphatkonzentrationen im Beckenwasser müssen auf die nicht erfüllten technischen Bedingungen für die Zugabe des Flockungsmittels und die Ausbildung der Flocken zurückgeführt werden. Sie sind dem CAPTURA-Filter nicht anzulasten.

Bei der mit den gleichen Untersuchungsprogrammen durchgeführten Untersuchung von bisher etwa 60 Aufbereitungskreisläufen mit der gleichen Verfahrenskombination (ohne CAPTURA-Filter) in verschiedenen Bädern (mit geringeren Auslastungen und höheren Füllwasserzusätzen) konnten ähnlich gute Aufbereitungsergebnisse nicht festgestellt werden.

Inwieweit die guten Aufbereitungsergebnisse von den günstigen Filtrationseigenschaften - besonders von der gleichen Filtergeschwindigkeit in allen Filtern, der laminaren Strömung im Filter, der sehr ebenen Materialoberfläche und evtl. der Filterspülung – der CAPTURA-Filter abhängen, sollte durch die Untersuchung weiterer Aufbereitungskreisläufe bestätigt werden. Dafür können ähnliche, ggf. weiter spezifizierte Untersuchungsprogramme angewendet werden. Interessant und notwendig sind auch Untersuchungen zum Einsatz von CAPTURA-Filtern in anderen Verfahrenskombinationen der DIN 19643.

Die Veränderungen des Spülprogramms, die eine Reduzierung des Wasserverbrauchs erbringen sollen, müssen in Abhängigkeit vom Materialaustrag während der Filterspülung realisiert werden. Dazu können Materialaustragskurven während des Spülprozesses in Abhängigkeit von Spülgeschwindigkeit und Spülwassermenge aufgenommen werden (Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe und evtl. der AOX, mikrobiologische Untersuchungen) und so die günstigsten Bedingungen für die Spülung herausgefunden werden.

Im Zusammenhang mit diesen Untersuchungen sollte auch die erreichbare Fluidisierung des Filtersandes bei der Spülung untersucht werden.

Das Erstfiltrat sollte mehrfach untersucht werden (insbesondere Mikrobiologie und Trübung), um dessen Eignung für die direkte Rückführung auf den Filter zu prüfen. Die direkte Rückführung muß hygienisch unbedenklich sein, da zu dieser Zeit kein Flockungsmittel im rückgeführten Wasser und im Filter vorhanden ist.

Der Füllwasserzusatz in den betreffenden Aufbereitungskreislauf muß je nach Qualität des Füllwassers so geregelt werden, daß Beeinträchtigungen der Wasserqualität im Aufbereitungskreislauf vermieden werden und die notwendigen Verdünnungseffekte erzielt werden.