

Abschlussbericht

Forschungsprojekt

„Vorkommen und Beurteilung von Parasitendauerformen (Cryptosporidium-Oocysten und Giardia-Cysten) in Beckenbädern“



Gefördert durch das Bundesministerium für Gesundheit Bonn

Förderkennzeichen: Kapitel 1501, Titel: 544 01, Objektkonto: 03292364

Projektlaufzeit: 2009 - 2012

Bearbeiter: Dr. P. Renner
M. Koch
A. Schmidt
Dr. I. Feuerpfeil
Umweltbundesamt, Dienstgebäude Bad Elster

A. Raab (Probennahme)
Institut für Wasser- und Umweltanalytik, Luisenthal

Bad Elster, März 2013

Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

„Vorkommen und Beurteilung von Parasitendauerformen (*Cryptosporidium-Oocysten* und *Giardia-Cysten*) in Beckenbädern“

Gliederung		Seite
1	Inhalt und Ziele des Projektes	3
2	Untersuchungen im Projektzeitraum	12
2.1	Probennahmen	12
2.1.1	Beprobung von Spülabwässern	12
2.1.2	Beckenwasser (Filtration vor Ort)	14
2.2	Nachweis von Parasitendauerformen	14
2.2.1	Vorversuche: Dosierung von Pulveraktivkohle	15
2.2.2	Untersuchungsmethode Parasitendauerformen	16
2.2.2.1	Filtration	16
2.2.2.2	Filterelution	17
2.2.2.3	Zentrifugation	18
2.2.2.4	Immunomagnetische Separation (IMS)	19
2.2.2.5	Immunfluoreszenzfärbung	20
2.2.2.6	Mikroskopie	21
2.3	Nachweis von <i>Clostridium perfringens</i>	23
3	Untersuchungsergebnisse	23
3.1	Probenumfang, Probentypen und Aufbereitungsverfahren	23
3.2	Dotierungsversuche mit Pulveraktivkohle	28
3.3	Ergebnisse der Untersuchungen auf Parasitendauerformen und <i>Clostridium perfringens</i>	29
4	Diskussion der Ergebnisse	31
5	Literatur	33
6	Anhang	36
7	Danksagung	56

1 Inhalt und Ziele des Projektes

Schwimmbädern der unterschiedlichsten Typen (z.B. Hallenbäder, Freibäder) kommt bei der kreativen Freizeitbetätigung der Menschen eine große Bedeutung zu, sie werden täglich landesweit von Tausenden genutzt. Dabei geht der Badegast auch davon aus, dass mit der Badbenutzung seine Gesundheit gefördert wird und damit kein Risiko einer Infektion oder Erkrankung verbunden ist. Die gesetzliche Grundlage ist im § 37 des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) geregelt, wo es in Ziffer 2 heißt „Schwimm- oder Badebeckenwasser in Gewerbebetrieben, öffentlichen Bädern, sowie sonstigen nicht ausschließlich privat genutzten Einrichtungen muss so beschaffen sein, dass durch seinen Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist.“ [1].

Diese Anforderung ist insofern berechtigt, da es zahlreiche Mitteilungen in der Literatur gibt, wo badewasserbedingte Erkrankungen vor allem im Ausland, durch verschiedene Krankheitserreger beschrieben wurden [2]. Die Erkrankungen waren z.B. Wundentzündungen durch Streptokokken, Staphylokokken und *P. aeruginosa*, Ohrentzündungen durch *P. aeruginosa*, Augenentzündungen (Schwimmbadkonjunktivitis) durch Adenoviren, Atemwegserkrankungen durch verschiedene Viren und Legionellen, Gastroenteritis durch Salmonellen, Shigellen, *E. coli* (EHEC), Campylobakter, Noro- und Rotaviren und durch Parasitendauerformen. In den USA wurden z.B. Durchfallerkrankungen nach Badbesuch durch Cryptosporidium-Oocysten und Giardia-Cysten für die Jahre 1991 - 1998 beschrieben. Die Zahl der Cryptosporidium-Ausbrüche wurde hier mit 11 angegeben, die Zahl der Infizierten mit 6670. Für Giardien wurden 9 Ausbrüche registriert mit 252 Erkrankten [3].

Cryptosporidium und Giardia nehmen auch weltweit einen vorderen Platz in der Liste der Auslöser von Durchfallerkrankungen ein. Besondere Beachtung erlangten Cryptosporidium als Auslöser von Trinkwasserepidemien 1993 während des sog. Milwaukee-Ereignisses [4, 5]. Damals erkrankten 403000 Personen an einer Cryptosporidien-Infektion. Die Infektionsquelle war mit Abwasser kontaminiertes Trinkwasser.

Cryptosporidien- und Giardiadauerformen (Oocysten bzw. Cysten) sind äußerst umwelt- und desinfektionsmittelresistent und sind mit dem (bakteriellen) Indikatorsystem nicht zu erfassen. Deshalb kann es erforderlich werden, direkt auf

die Krankheitserreger zu untersuchen. Als Infektionsquellen für Parasitendauerformen kommen menschliche Abwässer und tierische Ausscheidungen in Frage.

In den letzten Jahren wurde wiederholt der Infektionspfad über Schwimm- und Badebeckenwasser hinterfragt. Eine Reihe von Untersuchungen in den USA, Spanien, Großbritannien den Niederlanden beschäftigten sich damit [6, 7, 8]. Inwieweit dieser Infektionspfad auch in Deutschland ein ernsthaftes Infektionsrisiko darstellt, ist bis jetzt nicht geklärt. Untersuchungen zum Vorkommen von Parasitendauerformen im Schwimm- und Badebeckenwasser erfolgten bis jetzt nicht. Der Eintrag von Oocysten und Cysten in das Beckenwasser kann grundsätzlich auf zwei verschiedenen Wegen geschehen.

Der erste Pfad wäre das Füllwasser. Stammt dieses aus dem öffentlichen Versorgungsnetz oder auch aus badeigenen Brunnen, kann die Gefahr als relativ gering eingeschätzt werden. Dient (evtl. kontaminiertes) Oberflächenwasser, z.B. Bäche, zur Füllung der Becken, entscheidet dessen mikrobiologische Qualität über die Wahrscheinlichkeit, Parasitendauerformen in das Becken einzubringen. Natürliche Fließgewässer sind vergleichsweise häufig mit Cryptosporidien oder Giardien kontaminiert [9, 10, 11, 12].

Dies konnten wir durch eigene Untersuchungen auch nachweisen [13].

Die zweite Kontaminationsquelle ist der Badegast selbst. Menschen können nach einer durchgemachten Infektion mit Cryptosporidien oder Giardien, die als solche oftmals gar nicht diagnostiziert wird und auch meistens von selbst ausheilt, noch über Wochen Träger und Ausscheider der Darmparasiten sein. So wird in einer niederländischen Studie [14] die Prävalenz für Giardia mit 5 % und Cryptosporidium mit 2 % im Lande angegeben.

Von diesen Personen kann eine Kontamination des Beckenwassers ausgehen, einmal durch nicht optimale Körperhygiene, die Nichtbenutzung von Duschen vor dem Beckenbesuch oder auch durch sog. „Fäkalunfälle“. Letztere sichtbare Kontaminationen werden vom Aufsichtspersonal in Schwimmbädern immer wieder einmal beobachtet. Bis zu einer adäquaten Reaktion darauf kann einige Zeit vergehen, und die Krankheitserreger verteilen sich im Wasser.

Die im Beckenwasser vorgehaltene Desinfektionsmittelkonzentration, meist Chlor, 0,3 - 0,6 (1,2) mg/l, (DIN 19643-1) [15, 16], reicht zwar aus, um vegetative Bakterien schnell und sicher abzutöten, jedoch ist die schon erwähnte Chlorresistenz der

Cysten und Oocysten um ein Vielfaches höher, und eine sichere Inaktivierung erfolgt damit nicht.

Zur Charakterisierung der Desinfektionsmittelresistenz von Mikroorganismen wird oft der sog. CT-Wert angegeben. Dieser stellt das Produkt aus Konzentration (in mg/l) und Zeit (in Minuten) dar. Er ist von mehreren Faktoren abhängig, insbesondere Temperatur und pH-Wert und auch der Konzentration selbst.

So wird beispielsweise von der WHO [17] für Giardia-Cysten bei einer Konzentration von 1 mg/l freiem Chlor bei pH 8 und 25 °C ein CT-Wert von 36 angegeben, der erforderlich ist, um eine Inaktivierung um 2 log-Stufen zu erreichen.

Für Cryptosporidium-Oocysten wird bei 25 °C, pH 7, einer Konzentration von 80 mg/l freiem Chlor eine Einwirkungszeit von 90 Minuten angegeben (das entspricht einem CT-Wert von 7200), um eine Inaktivierung von > 99 % zu erreichen (Infektiösität am Maus-Modell getestet).

Zur Entfernung und Inaktivierung von Oocysten und Cysten müssen demnach andere Aufbereitungsverfahren angewendet werden.

Infektionsrelevant ist hier auch, dass für prädisponierte Personen (Kinder, alte Menschen, Immunsupprimierte) die Infektionsdosis für Parasitendauerformen sehr gering ist – die Aufnahme einer Oocyste kann schon eine Erkrankung hervorrufen. Nach Literaturangaben kann ein kranker Mensch bis zu 10^6 – 10^7 Oocysten/g Stuhl und 3×10^6 Giardia-Cysten/g Stuhl ausscheiden, die das Badewasser belasten können [18]. Während Cryptosporidien-Oocysten nur 1 bis 2 Wochen nach Abklingen der Krankheitssymptome ausgeschieden werden können, kann dies bei Giardia-Cysten bis zu 6 Monaten dauern.

Noch höher als beim Menschen kann die Belastung durch tierische Ausscheidungen sein.

Kälberkot kann so bis zu 10^{10} Oocysten pro Gramm enthalten. Diese Tatsache ist besonders bedeutungsvoll, wenn Weideflächen im Einzugsbereich von Gewässern liegen, deren Wasser möglicherweise als Füllwasser für Bäder genutzt wird.

Es besteht also der begründete Verdacht auf einen wichtigen Infektionspfad auch im Hinblick auf die Aufbereitungsverfahren für das Beckenwasser.

Da in Deutschland zurzeit keine Schwimm- und Badebeckenwasserverordnung in Kraft ist, die die Anforderungen des IfSG umsetzt, muss zum Erreichen der Ziele gemäß Infektionsschutzgesetz auf das technische Regelwerk oder auf eine Empfehlung des Umweltbundesamtes [19] zurückgegriffen werden. Hierfür steht die DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“ mit ihren Teilen 1 - 5 zur Verfügung [15]. Dabei sind im Teil 1 allgemeine Anforderungen beschrieben, in den Teilen 2 - 5 die unterschiedlichen Verfahrenskombinationen für die Aufbereitung.

Während des Untersuchungszeitraums von 2009 bis 2012 wurde die DIN 19643 (Ausgabe 1997) überarbeitet, die novellierte Version wurde im November 2012 veröffentlicht. Im Unterschied zu den vorigen Ausgaben wurden u.a. Normenteile zusammengefasst (Teil 5 existiert jetzt nicht mehr), das Verfahren mit Ultrafiltration kam neu hinzu.

Die novellierte DIN 19643 Teile 1 - 4 (11/2012) regelt die Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser. Dabei sind im Teil 1 u.a. auch die mikrobiologischen Überwachungsparameter und ihre Richtwerte, in den Teilen 2, 3 und 4 unterschiedliche Verfahrenskombinationen für die Aufbereitung beschrieben [16].

Alle Verfahrenskombinationen der alten Version der DIN 19643 finden sich auch in der neuen Version wieder.

So enthält der Teil 2 der novellierten Fassung Verfahrenskombinationen mit Festbett- und Anschwemmfiltern. In ihm sind folgende Kombinationen beschrieben:

- Flockung – Filtration - Chlorung
- Flockung - Mehrschichtfiltration mit adsorptiver Kohle – Chlorung
- Adsorption an Pulveraktivkohle – Flockung – Filtration – Chlorung
- Flockung – Filtration – UV-Bestrahlung – Chlorung
- Flockung – Filtration – Adsorption an Kornaktivkohle – Chlorung
- Adsorption an Pulveraktivkohle – Anschwemmfiltration - Chlorung

Dabei beschreibt die DIN sowohl die Grundlagen der Verfahrenskombinationen wie auch die einzelnen Parameter aller Verfahrensstufen in den einzelnen Kombinationen, wie z.B. Flockungsmittel (Arten und Mindestzugabemengen), Mittel zur Einstellung der Säurekapazität, Beschreibung von Filtrationsparametern (Filtermaterialien, Schichthöhen, Filtrationsgeschwindigkeiten, Spülparameter), Anforderungen an Pulver- und Kornaktivkohle (Korngröße, Zugabemengen), Parameter der UV-Bestrahlung (Leistung pro Flächeneinheit).

Die Chlor-Parameter sind im Teil 1 der DIN 19643 beschrieben.

Teil 3 der DIN 19643 beschreibt Verfahrenskombinationen mit Ozonung.

- Flockung – Filtration – Ozonung – Sorptionsfiltration – Chlorung
- Flockung – Ozonung – Mehrschichtfiltration mit Sorptionswirkung – Chlorung

Auch in diesem Teil werden die Verfahrenskombinationen zunächst allgemein in ihrer Wirkungsweise charakterisiert, danach erfolgt eine genaue Beschreibung der einzelnen Parameter, vergleichbar wie im Teil 2 der DIN 19643.

In diesen Verfahrenskombinationen dient Ozon zur Oxydation chemischer Wasserinhaltsstoffe und zur Abtötung von Mikroorganismen. Die Sorptionsfiltration entfernt danach oxydierte Belastungsstoffe und noch vorhandene Ozon-Restmengen aus dem Wasser.

Der Teil 4 der DIN 19643 beschreibt Verfahrenskombinationen mit Ultrafiltration.

Unter Ultrafiltration versteht man ein Membran-Filtrationsverfahren mit einer Porengröße $\leq 0,05 \mu\text{m}$. Dadurch können sowohl Partikel, die durch Flockung gebildet werden, wie auch Parasitendauerformen, Bakterien und Viren zurückgehalten werden.

Alle im weiteren Bericht benutzten Bezeichnungen der Verfahrenskombinationen beziehen sich jedoch auf die im Zeitraum der Projektbearbeitung gültige Ausgabe der Norm (1997).

Die Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser nach DIN 19643 ist ein sehr komplexer technologischer Prozess. Sie besteht aus zahlreichen, genau

aufeinander abgestimmten Verfahrensstufen, die sich von Verfahrenskombination zu Verfahrenskombination unterscheiden.



Abb. 1 Teilansicht der Beckenwasser-Aufbereitung in einem modernen großen Schwimmbad

Vom Becken gelangt das aufzubereitende Wasser zunächst in einen Schwallwasser-Behälter, häufig auch gleichzeitig als Spülwasservorlage benutzt.



Abb. 2 Schwallwasserbehälter eines kleinen Schwimmbades

Bei allen Verfahrenskombinationen nach DIN 19643 spielen Filtrationseinrichtungen zur Entfernung von Partikeln (entweder primär im Beckenwasser enthalten oder erst nach Flockungsmittel-Zugabe gebildet) eine wichtige Rolle. Ihre Dimensionierung kann je nach Größe des Bades sehr unterschiedlich ausfallen.



Abb. 3 Filtrationseinheit eines kleinen Schwimmbades, links im Bild Mess-, Regel- und Dosiertechnik des Aufbereitungskreislaufes



Abb. 4 Teil der Filtrationseinheit eines großen Schwimmbades

Alle Filter müssen regelmäßig gespült werden. Dabei fällt das Spülabwasser, (frühere Bezeichnung auch „Schlammwasser“) an.



Abb. 5 Teil der Spülabwasser-Behandlungsanlage eines großen Bades

Während der Aufbereitung müssen dem Wasser unterschiedliche Flüssigkeiten zugesetzt werden (zur Einstellung des pH-Wertes für die Flockung, Desinfektionsmittel). Hierfür sind genau arbeitende automatische Dosieranlagen erforderlich.



Abb. 6 Dosierstand für flüssige Aufbereitungschemikalien

In Beckenbädern nach DIN 19643 wird eine ständige Desinfektionskapazität im Beckenwasser vorgehalten, die bei regelrechtem Betrieb die bakteriellen Überwachungsparameter (und chloresensible fäkale Krankheitserreger) abtötet. Dies ist für die chlorresistenten Parasitendauerformen nicht der Fall; sie müssen durch Partikelentfernung, vorzugsweise durch Filtrationsverfahren, entfernt werden.

Abgeklärt werden sollte deshalb im Projektzeitraum, wie das Risiko in Bezug auf desinfektionsmittelresistente Parasitendauerformen in Deutschland für nach DIN 19643 betriebene Bäder beschrieben werden kann. Die Ergebnisse sollen auch dazu beitragen, wirksame Aufbereitungstechniken zu beschreiben, um Kontaminationen des Badewassers mit diesen Krankheitserregern ausschließen zu können.

Im Projektzeitraum wurden deshalb für ausgewählte Bäder, die nach DIN 19643 betrieben werden, Beckenwasserproben und Proben von Spülabwässern auf das Vorkommen der desinfektionsmittelresistenten Protozoendauerformen (Giardia-Cysten, Cryptosporidium-Oocysten) und auf weitere Parameter (ausgewählte mikrobiologische Überwachungsparameter nach DIN 19643 und *Clostridium perfringens*) untersucht.

Clostridium perfringens bildet Sporen, die vergleichsweise ähnlich widerstandsfähig gegenüber Umwelteinflüssen und Aufbereitungsverfahren für Trink- und Badewasser wie die Dauerformen der Parasiten sind. Im Trinkwasserbereich muss *Clostridium perfringens* deshalb bei der Aufbereitung von (möglicherweise auch mit Parasitendauerformen) kontaminierten Oberflächenwässern als „Indikator“ und Überwachungsparameter regelmäßig mit untersucht werden.

Für die Projektuntersuchungen wurde deshalb *Clostridium perfringens* als „Indikator“ mit in die Untersuchungen einbezogen.

Mit dem Filtrationsprozess werden partikuläre oder durch Flockungsprozesse in partikuläre Form überführbare Wasserverunreinigungen aus dem Aufbereitungskreislauf entfernt und im Filterbett zurückgehalten. Filterspülungen zum endgültigen Austrag dieser Stoffe werden nach DIN 19643 zweimal wöchentlich gefordert, meist aber nur mindestens einmal wöchentlich durchgeführt. Die im Filterbett zurückgehaltenen Partikel stellen somit eine aufkonzentrierte Mischprobe der über einen Zeitraum von 3 – 7 Tagen durch Badegäste in das Wasser eingebrachten Verunreinigungen und Krankheitserreger (u.a. Parasiten oder deren Dauerformen) dar.

Spülabwässer wurden daher in die Untersuchungen primär einbezogen, da hier eine Anreicherung der Krankheitserreger aus dem Beckenwasser erfolgt und

Rückschlüsse auf Kontaminationen des Beckenwassers über einen längeren Zeitraum mit entsprechend vielen Nutzern und somit möglichen Kontaminationsquellen möglich werden.

Für das Umweltbundesamt ergibt sich aus § 40 IfSG (Aufgaben des Umweltbundesamtes) die Verpflichtung zur Entwicklung von Konzeptionen zur Vorbeugung, Erkennung und Verhinderung der Weiterverbreitung von durch Wasser übertragbaren Krankheiten – somit auch das Interesse an der Bearbeitung dieser Thematik.

2 Untersuchungsumfang während des Projektzeitraums

2.1 Probennahme

2.1.1 Beprobung von Spülabwässern

Die Probennahme erfolgte in Kooperation mit dem Institut für Wasser- und Umweltanalytik (IWU) in Luisenthal (Thüringen), deren Mitarbeiter regelmäßig Schwimmbäder in mehreren Bundesländern nach der DIN 19643 beproben und die Überwachungsparameter für die Betreiber der Bäder nach Auftrag bestimmten.

Die Badbetreiber erhielten bei der ersten Probennahme ein Schreiben, in welchem der Zweck und das Ziel der zusätzlichen Untersuchungen beschrieben und Anonymität bei der Auswertung der Ergebnisse zugesichert wurden (s. Anhang 3).

Da eine regelmäßige Untersuchung des Spülabwassers nach der DIN 19643 nicht gefordert ist, gibt es auch keine einheitlich beschaffenen Probennahmestellen (z.B. in Form von Zapfhähnen an bestimmten Stellen im System) und auch keine verbindliche Vorgabe zur Probennahme.

Im Idealfall existieren an den Spülabwasser führenden Rohrleitungen spezielle Hähne für die Beprobung. (Abb. 7)



Abb. 7 Probennahmeahn am Spülabwasser-Rohr

An diesen Hähnen liegt während des ca. 5 Minuten dauernden Spülprozesses sehr stark hinsichtlich der Beschaffenheit (Trübstoffgehalt) schwankendes Spülabwasser an. Die Hauptschmutzfracht ist hier innerhalb der ersten Minute des Spülprozesses anfallend. Die Proben wurden daher möglichst in diesem Zeitraum entnommen, um die Hauptfracht eventuell enthaltener Dauerformen zu erfassen.

Diese Vorrichtungen sind jedoch nur bei einem kleinen Teil der untersuchten Bäder vorhanden. Häufig müssen deshalb auch Schöpfproben aus einem Kanal genommen werden, welcher das Spülabwasser weiterleitet, oder aus dem Spülabwasserbehälter bzw. der Spülabwasserbehandlungsanlage. In letzteren beiden Fällen ist es möglich, eine homogenisierte Probe des über den Spülprozess angefallenen gesamten Spülabwassers zu erhalten.

Vor Ort wurden jeweils 10 l Spülabwasser in Polyethylenkanister abgefüllt, diese in Kühlboxen verpackt und wenn möglich noch am gleichen Tag, spätestens jedoch am Folgetag, per Kurier nach Bad Elster transportiert.

In der Regel erfolgte die Weiterverarbeitung noch am gleichen Tag. War dies nicht möglich, wurden die Proben bis dahin im Kühlschrank gelagert.

Für die Bestimmung des Parameters *Clostridium perfringens* wurden 100 ml der Probe untersucht.

2.1.2 Beckenwasser (Filtration vor Ort)

Die Probennahme aus Schwimmbecken erfolgte durch Labormitarbeiter des FG II 3.5 aus Bad Elster mit einer Probennahmevorrichtung, die aus einer batteriebetriebenen Membranpumpe (12 V), einem Druckbegrenzer, einem Durchflussmengenmesser und Envirocheck® HV Filterkapsulen (Fa. PALL) bestand. (Abb. 8)

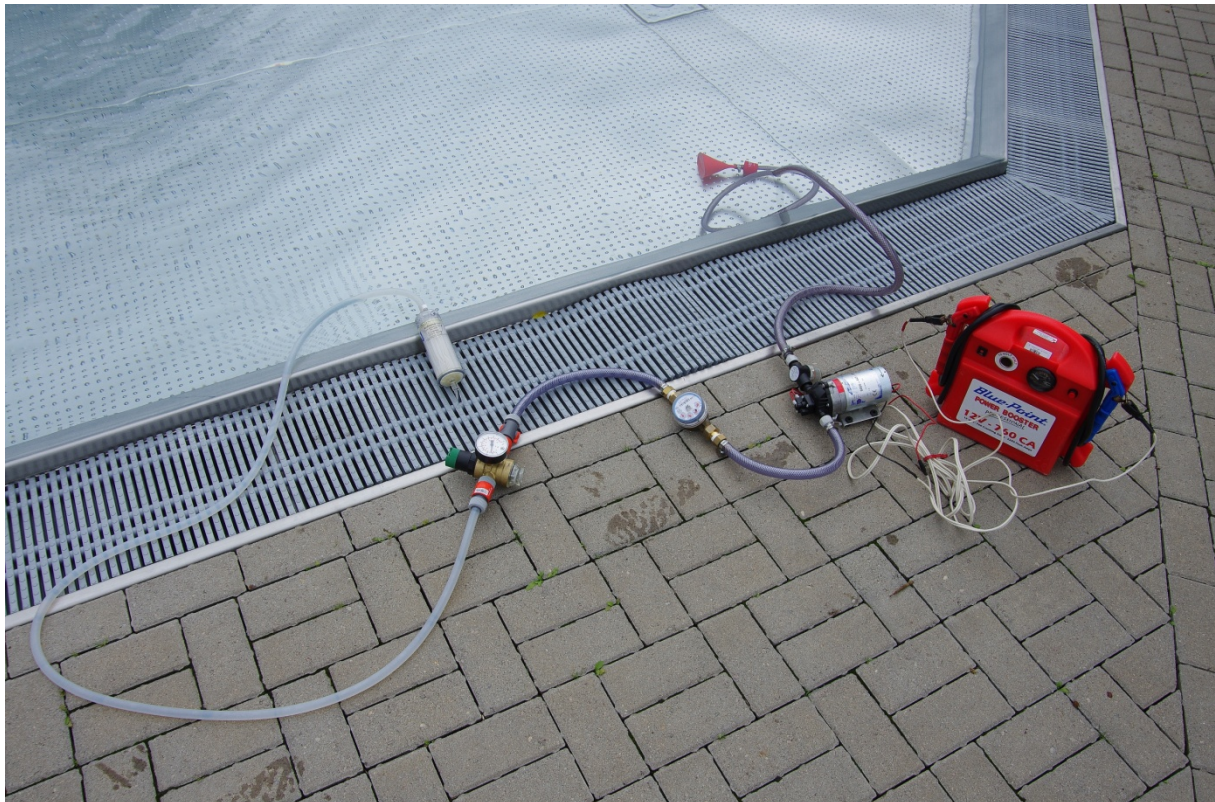


Abb. 8 Filtrationsvorrichtung vor Ort

Vor Ort wurden bis zu 250 l Beckenwasser durch das Filter gepumpt. Die Probennahme erfolgte gemäß DIN EN ISO 19458 [20] etwa 50 cm vom Beckenrand entfernt in ca. 30 cm Tiefe. Die weitere Aufarbeitung erfolgte analog zu den 10 l Spülabwasserproben im Labor nach ISO 15553 [21].

2.2 Nachweis von Parasitendauerformen

Eine in Deutschland standardisierte Methode zur Untersuchung von Schwimm- und Badebeckenwässern sowie Spülabwässern auf Cryptosporidien-Oocysten und Giardia-Cysten existiert nicht. Deshalb wurden die Untersuchungen in Anlehnung an die ISO 15553 „Water Quality – Isolation and Identification of Cryptosporidium oocysts and Giardia cysts from Water“ [21] durchgeführt.

Bei unseren Versuchen kam jedoch erschwerend hinzu, dass die o.g. Vorschrift vorzugsweise für wenig mit Feststoffen belastetes Wasser bestimmt ist, was bei Spülabwässern oft nicht gewährleistet ist, da z.B. Pulveraktivkohle oder Flockungsmittel-Aggregate (Aluminiumhydroxid) sowie Schmutz in nicht unerheblichem Maße enthalten sein können. Dies führt mitunter zu erheblichen Schwierigkeiten und erforderte eine teilweise Anpassung der Aufarbeitungsmethode.

2.2.1 Vorversuche: Dotierung von Pulveraktivkohle

Die Entfernung der Parasitendauerformen aus dem Beckenwasser kann einmal auf einer rein mechanischen Filtration beruhen oder auch auf der Kombination mit einem Flockungsmittel.

Viele der untersuchten Bäder arbeiten auch mit einer Filtration unter Zusatz von Pulveraktivkohle. Hier ist es möglich, dass es auch zu einer Oberflächenwechselwirkung zwischen den Oocysten/Cysten und der Aktivkohle mit nachfolgender Bindung an diese kommt.

In der Aufbereitung von Rohwasser zu Trinkwasser wird ebenfalls häufig Aktivkohle eingesetzt, hier allerdings eher zu dem Zweck, organische chemische Verunreinigungen in geringen Konzentrationen zu binden; HIJNEN et.al. [22] untersuchten dazu auch die Effektivität von gekörnter Aktivkohle zur Entfernung von Viren, Bakterien und Protozoen und fanden dabei Eliminationsraten von Cryptosporidium und Giardia im Bereich von 1,3 - 2,7 logarithmischen Stufen.

Von uns wurden auch einige Versuche durchgeführt, die Hinweise auf den Effekt der Adsorption von Parasitendauerformen an Aktivkohle geben sollten, hier allerdings um abschätzen zu können, inwiefern sich Belastungen der Wasserproben mit Aktivkohle auf die Nachweismethode der Parasitendauerformen nach ISO 15553 auswirken können.

Dazu wurden jeweils 10 l Leitungswasser mit unterschiedlichen Mengen Pulveraktivkohle (100 mg, 200 mg, 500 mg) dotiert und der Suspension jeweils eine Mischung aus 100 Cryptosporidium-Oocysten und 100 Giardia-Cysten (Easy-Seed®; TCS Bio-Sciences Ltd, Buckingham, United Kingdom) zugesetzt.

Als Vergleich dienten 10l Leitungswasser ohne Aktivkohlezusatz.

Nach Standard-Aufarbeitung (wie bei allen anderen Proben) wurde die Zahl der wiedergefundenen Dauerformen beider Spezies verglichen (s. Tab. 8).

2.2.2 Untersuchungsmethode Parasitendauerformen

Die Bestimmung der Parasitendauerformen Cryptosporidium Oocysten und Giardia Cysten erfolgt parallel in einem Arbeitsgang. Dieser besteht aus folgenden Schritten:

- Filtration der Probe
- Elution der Filter
- Volumenreduktion des Filtrats
- selektive Abtrennung der Oocysten/Cysten durch Immunomagnetische Separation (IMS)
- nochmalige Volumenverringern
- Immunfluoreszenzfärbung
- Zählung der Oocysten / Cysten im Fluoreszenzmikroskop

2.2.2.1 Filtration

Nach ISO 15553 können grundsätzlich zwei unterschiedliche Filtrationsmethoden verwendet werden:

1. Das System IDEXX Filta-Max[®] (komprimierte Schaumstoff-Filter)
2. Das System PALL Envirocheck[®] in den Varianten STD (Standard für Volumina von 10 - 200 l) und HV (High Volume für Proben von 10 – 1000 l). Dabei werden Filterkapseln mit gefalteten Filtermembranen verwendet.

Nach zahlreichen Vorversuchen entschieden wir uns für das Envirocheck[®]-System von PALL mit den Standardkapseln. Für einige Versuche zur Filtration von größeren Mengen Beckenwasser wurden HV-Kapseln eingesetzt.

Ausschlaggebend für diese Wahl war die Tatsache, dass bei Proben mit starker Feststoffbelastung die Filterelution besser möglich war als bei den IDEXX Filta-Max[®] Kapseln.

Vor der Filtration lässt man die Kanister mit der Wasserprobe bei Zimmertemperatur stehen, um die Proben auf Zimmertemperatur zu erwärmen. Mit Hilfe einer Schlauchpumpe werden die 10 l Probenvolumen durch eine Envirocheck[®] STD Kapsule bei einer Durchflussrate von 1,0 - 1,5 l/min gepumpt (Abb. 9).



Abb. 9 Filtration im Labor

In einigen Fällen, in denen die Proben durch Schwebstoffe wie Pulveraktivkohle, Flockungsmittel oder Schmutzpartikel stärker verunreinigt waren, setzten sich die Filter zu, bevor 10 l hindurch gepumpt waren. Die filtrierte Flüssigkeitsmenge wurde dann vermerkt (Tabelle 9; Anhang 1).

2.2.2.2 Filterelution

Im Anschluss wird das Filter eluiert, um alles, was sich auf der Filteroberfläche abgesetzt hat, vom Filter zu spülen und anschließend der Volumenverringerung zuzuführen. Die Filterspülung erfolgt mit Elutionspuffer, bestehend aus dem Tensid Laureth 12[®] der Fa. PALL, TRIS-Puffer, EDTA und einem Entschäumungsmittel.

Die Filterkapsule wird mit dem Elutionspuffer (nicht vollständig) gefüllt, horizontal in eine Schüttelapparatur eingespannt und auf dieser 5 min lang bei einer Schüttelfrequenz von 600 min⁻¹ geschüttelt. Die Flüssigkeit wird danach in ein 500 ml Zentrifugengefäß gefüllt, die Filterkapsule erneut mit Elutionspuffer gefüllt und um 120 ° gedreht wieder in die Schüttelapparatur eingespannt. Danach ist dieser Vorgang noch einmal zu wiederholen (Abb. 10).



Abb. 10 Filterkapseln auf dem Schüttler zur Elution

2.2.2.3 Zentrifugation

Die vereinigten Eluate werden bei 1000 g für 15 min zentrifugiert; die Zentrifuge muss ungebremst auslaufen. Danach wird der Überstand mit Hilfe einer Vakuum-Absaugvorrichtung bis auf ca. 50 ml abgesaugt, das Gefäß im Vortex-Schüttler geschüttelt und der Restinhalt in ein 50 ml Falcon-Röhrchen überführt. Dieses wird abermals bei 1000 – 1100 g für 15 min zentrifugiert und dann bis auf 10 ml abgesaugt (Abb. 11).



Abb. 11 Filtereluat nach Zentrifugation

Das Pelletvolumen sollte danach 1 ml nicht überschreiten. Ist dies trotzdem der Fall (durch Pulveraktivkohle, Fällungsmittel u.ä.), muss der Ansatz geteilt werden. Dazu ist zusätzlich Wasser hinzuzufügen. Das erforderliche Volumen errechnet sich nach:

erforderliches Volumen (in ml) = Pelletvolumen (in ml) x 10/1 ml

2.2.2.4 Immunomagnetische Separation (IMS)

Die immunomagnetische Separation arbeitet nach folgendem Prinzip:

Die Oberfläche feinsten paramagnetischer Kügelchen (Dynabeads) ist mit spezifischen Antikörpern für die Dauerformen von Cryptosporidien und Giardien beladen. An diese binden die Zielorganismen selektiv. Das Ganze erfolgt in einem Rotationsapparat (Abb. 12, 13) in einem Volumen von 10 ml innerhalb einer Stunde. Anschließend werden die Magnetpartikel, die nun die gesuchten Parasitendauerformen gebunden haben, mit Hilfe eines starken Permanentmagneten aus der Suspension entfernt. Nach Entfernen des Permanentmagneten werden die Partikel mit 1 ml Pufferlösung in ein 2 ml-Eppendorfgefäß überführt. Durch Zugabe von Salzsäure wird die Bindung an die Antikörper aufgebrochen, die Oocysten und Cysten in die Lösung abgelöst.

Nach Entfernen der Magnetpartikel mit dem Dauermagneten wird die verbleibende Suspension (50 µl) auf einen mikroskopischen Objektträger überführt, der schon eine äquivalente Menge Natronlauge zur pH-Neutralisation enthält. An der Luft lässt man das Ganze antrocknen.



Abb. 12 Bestandteile des Sets für immunomagnetische Separation

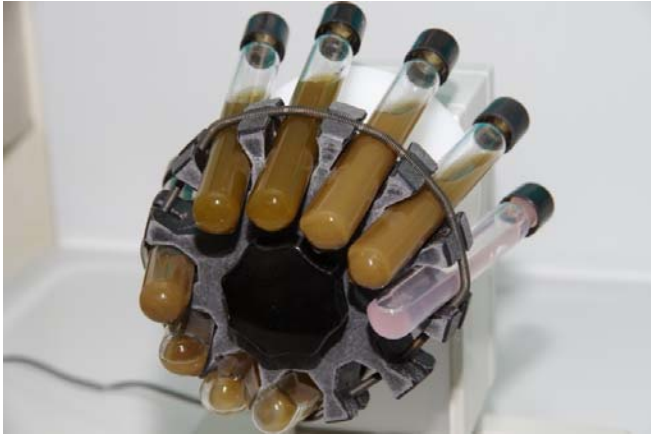


Abb. 13 Rotationsapparat für immunomagnetische Separation

2.2.2.5 Immunfluoreszenzfärbung

Die Färbung der Oocysten und Cysten erfolgt mit dem Farbstoff FITC (Fluorescein-Isothiocyanat), welcher an monoklonale Antikörper gegenüber *Cryptosporidium* bzw. *Giardia* gebunden ist. Zusätzlich wird die in den Zellkernen enthaltene DNA mit dem Farbstoff DAPI (4',6-Diamidino-2-phenylindol) gefärbt.

Die DAPI-Farblösung muss jeden Monat neu aus einer Stammlösung hergestellt werden. Die Effizienz der DAPI-Färbung ist deshalb in jedem Monat anhand käuflich erworbener Oocysten/Cysten-Präparate zu überprüfen (Positivkontrollen).

Die Färbung erfolgt bei $(37 \text{ }^\circ \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ im Brutschrank im Zeitraum von 30 min. Anschließend werden die Objektträger mit einem Einbettungsmittel bedeckt, ein Deckglas aufgelegt und dessen Ränder mit Lack verschlossen. Die fertigen Präparate werden sofort unter dem Mikroskop untersucht bzw. kühl und dunkel im Kühlschrank bis zum Mikroskopieren aufbewahrt.

2.2.2.6 Mikroskopie

Zur Zählung der Cryptosporidium-Oocysten und Giardia-Cysten ist ein Fluoreszenzmikroskop erforderlich, welches mit entsprechenden Filterkombinationen für FITC- und DAPI-Anregung ausgerüstet ist.

Zur Untersuchung der Präparate wird das gesamte Gesichtsfeld mäanderförmig durchmustert.

Die FITC-gefärbten Oocysten und Cysten sollen bei Betrachtung (FITC-Filterblock) folgende Eigenschaften aufweisen, die ihrer Identifizierung dienen:

Cryptosporidium-Oocysten: - apfelgrüne Fluoreszenz (oft mit hellerem Rand)
 - kugelige oder leicht sphärische Form
 - Durchmesser 4 – 6 µm

Giardia-Cysten: - apfelgrüne Fluoreszenz (oft mit hellerem Rand)
 - ovale Form, häufig Einbuchtungen
 - Größe 8 – 12 µm x 7 – 10 µm

(Abb.14)

Es ist möglich, dass auch andere Mikroorganismen, die durch die IMS nicht selektiv entfernt werden konnten, eine ähnlich grüne Eigenfluoreszenz wie die FITC-gefärbten Zielorganismen aufweisen, z.B. manche Algen. Deshalb ist es wichtig, die verdächtigen Objekte anhand der DAPI-Färbung zu bestätigen. Dazu wird im Mikroskop der DAPI-Filterblock in den Strahlengang gebracht. Die Cysten und Oocysten erscheinen hellblau, in vielen Fällen (aber nicht immer) sind 2 - 4 heller leuchtende Kerne in der Zelle erkennbar. (Abb. 15)

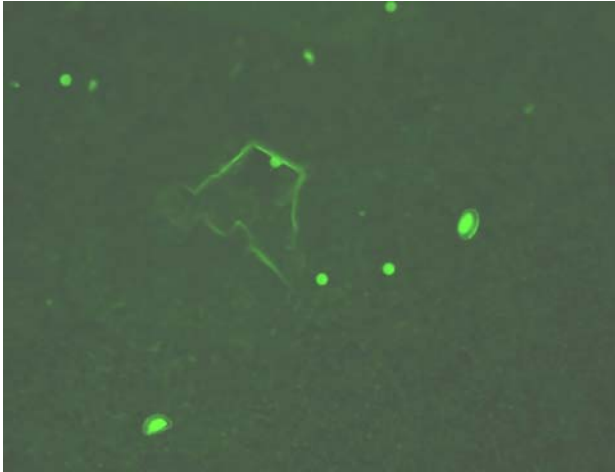


Abb. 14 Giardia-Cysten und Cryptosporidium-Oocysten mit FITC-Färbung

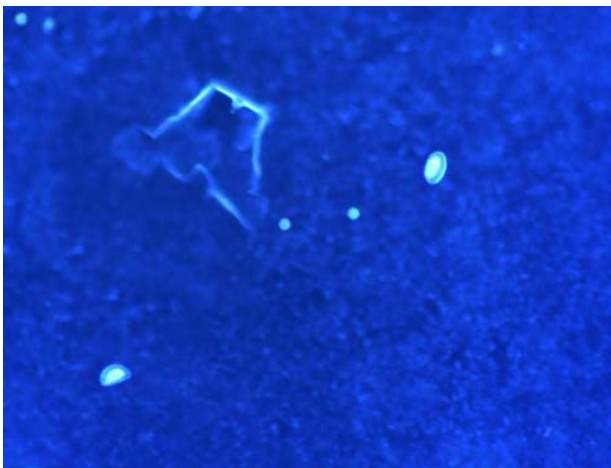


Abb. 15 Giardia-Cysten und Cryptosporidium-Oocysten mit DAPI-Färbung

Angabe der Ergebnisse:

Die Anzahl der im mikroskopischen Präparat gefundenen Oocysten und Cysten wird auf das Ausgangsvolumen vor der Filtration hochgerechnet (bei 10 l ist das der Faktor 1,0).

Ist es erforderlich, das Pellet nach der Filtration zu teilen und einzeln weiterzuverarbeiten, werden die Ergebnisse der Teilfraktionen addiert und auf das Ausgangsvolumen hochgerechnet.

Werden größere Volumina von Beckenwasser direkt filtriert (z.B. 250 l), wird das Ergebnis in Bezug auf dieses Volumen angegeben.

2.3 Nachweis von *Clostridium perfringens*

Die Bestimmung von *Clostridium perfringens* erfolgt nach dem Verfahren, welches im Anhang 5 der Trinkwasserverordnung beschrieben ist [23]. Dabei handelt es sich um ein Membranfiltrationsverfahren mit anschließender Kultivierung auf einem Selektivmedium.

Auf dem Selektivmedium m-CP-Agar wächst *Clostridium perfringens* unter anaeroben Bedingungen innerhalb von (21 ± 3) Stunden bei $(44 \pm 1)^\circ\text{C}$ zu dunkelgelben Kolonien, welche sich nach Bedampfung in einer Ammoniakatmosphäre innerhalb 20 – 30 Sekunden rosa bis rot verfärben. Hintergrund der Methode ist der Saccharose-Abbau durch *Clostridium perfringens*, die Aktivität des Enzyms saure Phosphatase und das Fehlen der β -D-Glukuronidase-Aktivität.

Filtriert wird ein Volumen von 100 ml (Filter-Porenweite $0,45\ \mu\text{m}$), bei stärkerer Belastung auch 10 ml oder 1 ml, damit Filter mit Einzelkolonien erhalten werden, die nach DIN EN ISO 8199 auszählbar sind [24].

Die Angabe der Ergebnisse erfolgt in koloniebildenden Einheiten (KBE) in 100 ml.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Probenumfang, Bädertypen und Aufbereitungsverfahren

Im Beprobungszeitraum vom 16.12.2009 bis zum 08.08.2012 wurden 176 Proben aus 52 unterschiedlichen Bädern genommen.

Die Bäder befanden sich in den Bundesländern Berlin, Brandenburg, Hessen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen.

Die Anzahl der zu unterschiedlichen Zeitpunkten pro Bad genommenen Proben schwankte zwischen 1 und 17.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen Auskunft darüber geben, welche Bädertypen,

Beckentypen, Aufbereitungsarten, Filtertypen, Füllwasserarten und Probennahmelokalitäten die Proben repräsentieren.

Tabelle 1: Badtypen

Typ der Einrichtung	Anzahl der Proben	Anzahl der Bäder
Freizeitbad*	60	9
Hallenbad	43	10
Klinik/Therapieeinrichtung	29	12
Freibad	21	11
Hotelbad	15	7
Saunaanlage/Wellnesseinrichtung	8	3

* Unter Freizeitbädern werden solche Einrichtungen verstanden, die außer reinen Schwimmbecken auch noch über andere Beckenarten (Attraktionsbecken, Rutschenbecken, Whirlpool u.ä.) verfügen.

Die Auswahl repräsentiert in etwa gleich viele Bäder aus den Kategorien Freizeitbad, Hallenbad, Freibad in Klinik/Therapieeinrichtung; Hotelbäder und Saunaanlagen sind weniger vertreten. Sie spiegelt damit einen repräsentativen Querschnitt der in Deutschland vorhandenen öffentlichen Bäder wider.

Die Tabelle 2 zeigt die Zuordnung der Proben zu den untersuchten Becken. Bei nicht möglicher Zuordnung, was in vielen Bädern der Fall ist, handelt es sich um Mischwasser.

Tabelle 2: Zuordnung der Proben zu den Beckentypen

Art des Beckens / der Probe	Anzahl der Proben	Anzahl der Bäder
Mischwasser	58	7
Schwimmerbecken	36	15
Bewegungsbecken	27	10
Nichtschwimmerbecken	25	10
Kinderbecken	12	7
Warmsprudelbecken	11	5
Therapiebecken	2	2
Warmbecken	2	1
Rutschen-Landebecken	2	1

Tabelle 3: Probenart

Art der Probe	Anzahl der Proben	Anzahl der Bäder
Spülabwasser	128	36
Beckenwasser	46	18
Überlauf Beckenwasser zum Vorfluter	1	1
Füllwasser aus Bach	1	1

Die meisten Proben wurden von Spülabwässern genommen, jedoch auch direkt aus dem Becken und einmal aus dem Füllwasser (Bach).

In manchen Bädern wurden Proben von Spülabwasser bzw. Beckenwasser genommen, die unterschiedlichen Beckenarten zuzuordnen waren.

Bei den Beckenwasserproben handelte es sich in 30 Fällen (aus 14 Bädern) um 10 l-Schöpfproben aus dem Becken; in 16 Fällen (4 Bäder) wurden große Volumina (bis 250 l) direkt aus dem Becken filtriert.

Die Proben des Spülabwassers wurden an unterschiedlichen Probennahmestellen gewonnen.

Tabelle 4: Probennahmestellen

Probennahmestelle	Anzahl der Proben	Anzahl der Bäder
direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	62	18
Spülabwasserspeicher	36	12
Spülabwasserbehandlungsanlage	14	1
Schöpfprobe aus Abwasserschacht*	14	3
Einleitestelle	2	2

* Probenahme vor der Vermischung mit Abwässern anderer Herkunft

Die Bäder bezogen ihr Füllwasser aus unterschiedlichen Quellen. Tabelle 5 gibt darüber Auskunft.

Tabelle 5: Herkunft des Füllwassers

Füllwasser aus:	Anzahl der Proben	Anzahl der Bäder
öffentliche Wasserversorgung	120	38
Eigenwasserversorgung Brunnen/Bohrbrunnen	29	7
Öffentliche Wasserversorgung mit Anteil sekundärem Füllwassers (regeneriertes Spülabwasser)	9	1
Mischwasser aus öffentlicher Versorgung und Eigenversorgung	7	2
Eigenwasserversorgung Natursole	6	2
Eigenwasserversorgung Oberflächengewässer (Bach / Quelle)	5	2

Aus der Tabelle 5 wird ersichtlich, dass die überwiegende Anzahl der untersuchten Bäder ihr Füllwasser ausschließlich aus der öffentlichen Wasserversorgung bezieht, gefolgt von der Versorgung aus eigenen Brunnen und Bohrbrunnen.

Die Aufbereitung des Beckenwassers erfolgte mit Hilfe unterschiedlicher Technologien, die in der Tabelle 6 aufgeführt sind.

Tabelle 6: Aufbereitungsverfahren nach DIN 19643 (Ausgabe 1997)

Aufbereitungsverfahren	Anzahl der Proben	Anzahl der Bäder
DIN 19643-2 ohne Pulveraktivkohle	99	39
DIN 19643-2 mit Pulveraktivkohle	40	6
DIN 19643-3	15	1
DIN 19643-5	12	1
in Anlehnung an DIN 19643-5	6	1
DIN 19643-4	2	2
nicht genormtes Verfahren	1	1
ohne Aufbereitung	1	1

In Tabelle 7 sind die eingesetzten Filtrationsarten und Filtertypen aufgelistet.

Tabelle 7: Filtrationsart, Filtertypen

Filtrationsart	Anzahl der Proben	Anzahl der Bäder
geschlossene Druckfilter / Mehrschichtfilter	129	40
geschlossene Druckfilter / Sandfilter	34	8
geschlossene Druckfilter / Kornaktivkohlefilter	9	1
offene Filter im Unterdruckbetrieb	3	2
ohne Aufbereitung	1	1

Aus den Tabellen 6 und 7 wird ersichtlich, dass in der überwiegenden Mehrzahl der von uns beprobten Bäder nach DIN 19643-2 ohne Pulveraktivkohle unter Nutzung von geschlossenen Druckfiltern als Mehrschichtfilter das Beckenwasser aufbereitet wird, gefolgt vom Pulveraktivkohleverfahren nach DIN 19643-2.

Das Spektrum der beprobten Aufbereitungsverfahren sowie der damit erfassten Filtertypen/Filtrationsarten entspricht damit repräsentativ den tatsächlich in der deutschen Bäderlandschaft vorkommenden Verhältnissen. Nicht beprobt wurden Anlagen mit Ultrafiltration, da diese einerseits im Zeitraum der Projektbearbeitung noch nicht genormt waren, andererseits in der Bäderlandschaft erst allmählich Einzug halten werden. Weiterhin ist durch die Art der eingesetzten Membranen und bei Aufbereitung im Vollstrom mit einem vollständigen Rückhalt von Parasitendauerformen im Aufbereitungsprozess zu rechnen.

3.2 Dotierungsversuche mit Pulveraktivkohle

Die Ergebnisse der Dotierungsversuche mit Aktivkohle sind in der Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Ergebnisse der Dotierungsversuche mit Pulveraktivkohle

Versuchs-Nr.	Pulver-Aktivkohle Dotierung in mg / 10l	Anzahl Giardia-Cysten	Anzahl Cryptosporidium-Oocysten
1	ohne	29	52
	100	2	17
	200	1	5
	500	1	7
2	ohne	10	65
	100	0	42
	200	0	27
	500	0	10
3	ohne	26	58
	100	0	0
	200	0	0
	500	0	0

Versuche mit noch höheren Gehalten an Pulveraktivkohle (bis 2,0 g) führten wegen zu großer Mengen Sediment nach der Filtration zu keinen auswertbaren Resultaten. Wie die Ergebnisse der Tabelle 8 zeigen, wurden nach Zugabe von Pulveraktivkohle deutlich weniger Oocysten/Cysten gefunden als in reinem Wasser. Bei den Giardia-Cysten ist der Effekt noch größer als bei den Cryptosporidium-Oocysten. Mit zunehmender Pulveraktivkohle Konzentration werden offensichtlich mehr Oocysten/Cysten gebunden.

Die wenigen Versuche sind zwar nicht statistisch repräsentativ, lassen jedoch den Schluss zu, dass die Adsorption bei der Entfernung der Parasitendauerformen eine Rolle spielen könnte und ein Einfluss auf Wiederfindungsraten bei Spülabwasserproben mit hohem Gehalt an Aktivkohle auf die Versuchsergebnisse nicht ausgeschlossen werden kann.

3.3 Ergebnisse der Untersuchungen auf Parasitendauerformen und *Clostridium perfringens*

Im Verhältnis zu der Gesamtzahl der im Untersuchungszeitraum genommenen Proben war die Anzahl jener mit positiven Befunden für *Cryptosporidium*-Oocysten und *Giardia*-Cysten sehr gering. Auch *Clostridium perfringens* wurde vergleichsweise selten nachgewiesen.

In der Tabelle 10 (Anhang 1) sind alle positiven Befunde aufgelistet.

In der Tabelle 10 wurde anders als in den beiden Zwischenberichten, die Probenkennung vereinheitlicht und auf zweistellige Zahlen umgestellt. Für jedes Bad steht nun eine Zahl, während es bei den Zwischenberichten auch für gleiche Bäder unterschiedliche Buchstaben-Kennungen geben konnte, welche vom Probennehmer ausgewählt wurden.

Lediglich in 4 Spülabwasserproben wurden *Giardia*-Cysten (maximal 3) gefunden.

3 Spülabwasserproben lieferten positive Befunde für *Cryptosporidium*-Oocysten; in einer Probe aus einem Bach, dem Füllwasser entnommen wurde, konnten *Cryptosporidium*-Oocysten gefunden werden (44 in 100 l). Dieses Bad war auch einmal unter den positiven Befunden für *Cryptosporidien* im Spülabwasser.

Eine einzige Probe enthielt gleichzeitig *Giardia*-Cysten (3 in 10 l) und *Cryptosporidium*-Oocysten (1 in 10 l).

In keiner einzigen Beckenwasserprobe, auch nicht in jenen, bei denen 250 l vor Ort filtriert wurden, konnten Parasitendauerformen gefunden werden.

Clostridium perfringens wurde in insgesamt 14 Proben gefunden, darunter auch die oben erwähnte Bach-Probe (hier 88 KBE in 100 ml).

In 3 Fällen waren die Filter wegen Bildung eines Bakterienrasens nicht auszählbar. Die übrigen Konzentrationen lagen zwischen 1 und 23 KBE in 100 ml.

Zusätzlich zu den von uns erhobenen Befunden für Giardien, *Cryptosporidien* und *Clostridium perfringens* wurde versucht, bei allen Proben, welche positiv im Hinblick

auf die o.g. Parameter waren, Beziehungen zu den standardmäßig nach DIN 19643-1, Tabelle 1 erhobenen Überwachungsparametern *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, und Koloniezahl aufzuzeigen.

Dazu wurden uns vom IWU Luisenthal die entsprechenden Daten zur Verfügung gestellt. Aus organisatorischen Gründen lagen nicht für alle Probennahmezeitpunkte für die Parasitendauerformen auch die zeitgleich zugehörigen Werte für die Überwachungsparameter vor. Lediglich bei Bad Nr. 12 ergaben sich exakte Übereinstimmungen der Daten für den 25.02.2011, 28.06.2012 und 27.07.2012. Einzige Auffälligkeiten für diese Probennahme-Tage waren zweistellige Koloniezahlen für Whirlpool und Tauchbecken (78 KBE und 79 KBE [20 °C Bebrütung] am 28.06.2012 und 17 KBE bzw. 13 KBE [36 °C Bebrütung] am 27.02.2012 für das Kinder- bzw. Attraktionsbecken). Bei allen vier Proben war die Konzentration für freies Chlor im Sollbereich von 0,3 - 0,6 mg/l bzw. 0,7 - 1,0 mg/l für Warmsprudelbecken gemäß DIN 19643 Teil 1.

Positive Befunde für *E. coli* wie auch erhöhte Koloniezahlwerte wurden im Füllwasser aus einem Bach des Bades Nr. 18, sowohl am 18.05.2010 wie auch am 09.05.2012 festgestellt:

Tabelle 9: Mikrobiologische Ergebnisse von Füllwasseruntersuchungen (Bach)

Parameter	18.05.2010	09.05.2012
<i>E. coli</i> /100 ml	1	17
<i>P. aeruginosa</i> /100 ml	0	0
Koloniezahl bei 20 °C/1 ml	270	480
Koloniezahl bei 36 °C/ 1ml	120	170

Am 03.07.2012 wurden nach Beprobung des Füllwassers aus dem Bach 44 *Cryptosporidium*-Oocysten in 100 l, keine *Giardia*-Cysten und 88 KBE *Clostridium perfringens* in 100 ml nachgewiesen.

Damit wird für diesen einen (Sonder-)Fall (Füllwasser aus natürlichem Fließgewässer) ein Zusammenhang zwischen bakteriellen Kontaminationen durch den „Indikator“ *Clostridium perfringens* und *Cryptosporidium*-Oocysten erkennbar.

4 Diskussion der Ergebnisse

Die Tatsache, dass in keiner einzigen Beckenwasserprobe Parasitendauerformen gefunden wurden, und auch nur wenige der Spülabwässer Oocysten bzw. Cysten enthielten, zeugt von einem hohen hygienischen Standard in den untersuchten Bädern und einer großen Sicherheit für den Badegast in Bezug auf die Infektionsmöglichkeit durch Parasitendauerformen. Da immer wieder einmal mit einem Eintrag von Cryptosporidium-Oocysten oder auch Giardia-Cysten durch Badegäste in das Beckenwasser zu rechnen ist, spricht die Befundsituation gleichzeitig für eine sehr effektive Aufbereitung des Beckenwassers im Hinblick auf die Parasitendauerformen.

Dass dies nicht weltweit so Standard ist, zeigen z.B. die Ergebnisse aus den USA, veröffentlicht in den Wochenberichten des Center for Disease Control and Prevention in Atlanta [25].

Im Bericht vom 23. September 2011 wurden beispielsweise für den Beobachtungszeitraum 2007 - 2008 insgesamt 134 Badewasser-bedingte Krankheitsausbrüche mit insgesamt 13966 Erkrankungsfällen mitgeteilt. Für 105 Ausbrüche konnte die Ätiologie durch Laboruntersuchungen geklärt werden. Davon waren 68 (= 64,8 %) von Parasiten verursacht worden, Cryptosporidien waren für 60 Ausbrüche mit 12154 Erkrankungsfällen verantwortlich.

Diese Zahlen zeigen deutlich, dass sich seit den 90-er Jahren viele Menschen beim Baden mit Cryptosporidien infiziert hatten.

Ein möglicher Grund kann sein, dass die unterschiedlichen Strategien der Beckenwasseraufbereitung beider Länder – in den USA die Bevorzugung chlorhaltiger Desinfektionsmittel in erheblich höheren Konzentrationen als nach DIN 19643 – und dagegen in Deutschland mehrstufige Aufbereitungsverfahrenskombinationen nach DIN 19643 mit Flockung, Filtration, Aktivkohlezusatz, Ozonung, Ultrafiltration besser geeignet sind, auch die chlorresistenten Parasitendauerformen aus dem Badewasser zu entfernen.

Auch in Europa wurden teilweise starke Belastungen des Spülabwassers mit Parasitendauerformen beobachtet. So z.B. in einer Studie in Barcelona 2011 [7], wo bis zu 30 Oocysten pro Liter Spülabwassers nachgewiesen werden konnten und in 54 % der Bäder Cryptosporidien-Oocysten gefunden wurden.

In einer Studie von SCHETS, ENGELS und EVERS aus den Niederlanden 2004 [6] wurden im Zeitraum von einem Jahr 7 Becken mit insgesamt 153 Proben untersucht. Davon waren 18 (11,8 %) positiv für entweder *Cryptosporidium* (4,6 %) oder *Giardia* (5,9 %). Die hierbei angewandte Untersuchungsmethode ist mit der in unserem Labor eingesetzten vergleichbar. Im Unterschied zu unseren Untersuchungen wurden hier aber nur wenige Becken über einen längeren Zeitraum immer wieder beprobt, darunter auch Becken für Kleinkinder.

Wie schon erwähnt, stellt der Badegast selbst die wichtigste Eintrags-Quelle für die Parasiten dar. Weiterhin muss noch ein Pfad betrachtet werden, nämlich der über das Füllwasser. Solange dieses aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung stammt, kann in der Regel davon ausgegangen werden, dass keine Parasitendauerformen eingetragen werden. Wird jedoch Oberflächenwasser, beispielsweise aus natürlichen Fließgewässern, als Füllwasser benutzt, ist generell die Möglichkeit einer Kontamination mit Parasitendauerformen gegeben. Dies ist einerseits durch Abspülungen von Weideflächen in das Fließgewässer möglich, andererseits durch Kot von in Wasser lebenden Tieren wie z.B. Bibern.

In diesem Fall sollte die mikrobiologische Qualität des Füllwassers besonders kritisch analysiert werden.

Zurzeit gibt es keine Grenz- oder Richtwerte für zulässige Höchstkonzentrationen von *Cryptosporidium*-Oocysten oder *Giardia*-Cysten für Trinkwasser. Es wurden lediglich sog. „Action-Level“ in der Literatur beschrieben, das sind Konzentrationen, oberhalb derer mit Ausbrüchen gerechnet werden muss. Bei *Cryptosporidien* liegt dieser Wert zwischen 10 und 30 Oocysten in 100 l Trinkwasser und bei *Giardien* bei 3 – 5 Cysten in 100 l Trinkwasser [26].

Bei Schwimm- und Badebeckenwasser wird davon ausgegangen, dass ein Badegast durchschnittlich 20 – 50 ml Badewasser beim Baden unbeabsichtigt verschluckt (WHO) [27].

Da bei unseren Untersuchungen in keinem Fall Parasitendauerformen im Beckenwasser gefunden wurden und auch nur wenige Spülabwasserproben Oocysten bzw. Cysten enthielten, kann in den untersuchten Bädern in der Regel von

einem sehr geringen Risiko ausgegangen werden, sich beim Schwimmen mit Giardien oder Cryptosporidien zu infizieren.

Da die in die Untersuchungen einbezogenen Bäder nach allen Verfahrenskombinationen der DIN 19643 das Beckenwasser aufbereiten, kann deshalb auch von einer hohen hygienischen Sicherheit für die Badenden in diesen Bädern und weiteren, ähnlich nach der DIN 19643 betriebenen Bädern, in Deutschland ausgegangen werden.

5 Literatur

- [1] Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz IfSG) vom 20.02.2000; BGBl. I S1045
- [2] Nießner, R. (Hrsg.): Höll.Wasser. Nutzung im Kreislauf. Hygiene, Analyse und Bewertung, Gryter, 9. Aufl. (2010)
- [3] Center for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA: Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), 47, 5 (1998); 50, 20 (2001); 59 Surveillance Summaries 6 (2010)
- [4] MacKenzie, W.R., N.J Hoxie, M.E. Proctor, M.S. Gradus, K.A. Blair., D.E. Peterson, J.J. Kazmierczak, D.G. Addis, K.R. Fox, J.B. Rose and J.P. Davis: A massive Outbreak in Milwaukee of Cryptosporidium Infection transmitted through the public Water Supply. New England J. Med. 331,161-167, (1994)
- [5] Gradus, M.S., A. Singh and G.V. Sedmark: The Milwaukee Cryptosporidium outbreak: its impact on drinking water standard, laboratory diagnostics and public health surveillance. Clin. Microbiol. Newsletter 16, 57-64 (1994)
- [6] Schets, F.M., G.B. Engels and E.G. Evers: Cryptosporidium and Giardia in swimming pools in the Netherlands. Journal of Water and Health, 02.3 191-200 (2004)
- [7] Gomez, M.S., M. Gracenea, L. Angel and N. Beneyto: *Cryptosporidium* sp. in public swimming pools in Barcelona. Recent Advances in Pharmaceutical Sciences, 275-282 (2001)
- [8] Shields, J.M., E.R. Gleim and M.J. Beach: Prevalence of *Cryptosporidium* sp. and *Giardia intestinalis* in swimming pools, Atlanta, Georgia. Emerging Infectious Diseases. 14 , 948-950 (2008)
- [9] Metzler, A. und A. Tabisch: Fakten und Spekulationen über die Kontamination der Umwelt mit Cryptosporidium-Oocysten. GWA Gas Wasser Abwasser 78, 32-36 (1998)

- [10] Karanis, P., D. Schoenen und H.M. Seitz: Distribution and removal of Giardia and Cryptosporidium in water supplies in Germany. *Water Science and Technology* 37, 9-18 (1998)
- [11] Castro-Hermida, J.A., I. Garcia-Presedo, M. Gonzalez-Warleda and M. Mezo: Cryptosporidium and Giardia detection in water bodies of Galicia, Spain. *Water Research* 44, 5887-5896 (2010)
- [12] Moulin, L., F. Richard, S. Stefania, M. Goulet, S. Gosselin, A. Gonçalves, V. Rocher, C. Paffoni and A. Dumètre: Contribution on treated wastewater to the microbiological quality of Seine River in Paris. *Water Research* 44 , 5222-5231 (2010)
- [13] Bischoff, K.: Belastung von Trinkwassertalsperren unterschiedlicher Nutzung in Einzugsgebieten Sachsens und Thüringens mit Parasitendauerformen (Cryptosporidium-Oocysten und Giardia-Cysten) und ausgewählten potentiell pathogenen Bakterien als hygienisches Risiko für die Trinkwasseraufbereitung. Dissertation, TU Berlin, (2005)
- [14] de Wit, M.A.S., M.P.G. Koopmans, L.M. Kortbeek, W.J.B. Wannet, J. Vinje, F. van Leusden, A.I.M. Bartelds and Y.T.H.P. van Duynhoven: Sensor, A population- based cohort study on gastroenteritis in the Netherlands, incidence and etiology. *Am. J. Epidemiol.* 154-7 , 666-674 (2001)
- [15] DIN 19643-1 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - 1997-04 Teil 1: Allgemeine Anforderungen
 DIN 19643-2 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - 1997-04 Teil 2: Verfahrenskombination: Adsorption, Flockung, Filtration, Chlorung
 DIN 19643-3 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - 1997-04 Teil 3: Verfahrenskombination: Flockung, Filtration, Ozonung, Sorptionsfiltration, Chlorung
 DIN 19643-4 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - 1999-02 Teil 4: Verfahrenskombination: Flockung, Ozonung, Mehrschichtfiltration, Chlorung
 DIN 19643-5 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - 2000-09 Teil 5: Verfahrenskombination: Flockung, Filtration, Adsorption an Aktivkohle; Chlorung
 Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin
- [16] DIN 19643-1 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - 2012-11 Teil 1: Allgemeine Anforderungen
 DIN 19643-2 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - 2012-11 Teil 2: Verfahrenskombination mit Festbett- und Anschwemmfiltern
 DIN 19643-3 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - 2012-11 Teil 3: Verfahrenskombinationen mit Ozonung
 DIN 19643-4 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - 2012-11 Teil 4: Verfahrenskombinationen mit Ultrafiltration
 Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

- [17] LeChevalier, M.W. and K.-K. Au: Water treatment and pathogen control. Process efficiency in achieving safe drinking water; Chapter 3: Inactivation (disinfection processes). WHO, Genf (2004)
- [18] Guidelines for safe recreational water environments (Volume 1: Coastal and fresh Waters), Chapter 3, S. 39. WHO, Genf, (2006)
- [19] Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung, Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit beim Umweltbundesamt. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 9; 926-937 (2006)
- [20] DIN EN ISO 19458: Probennahme für mikrobiologische Untersuchungen
- [21] ISO 15553: "Water Quality – Isolation and Identification of Cryptosporidium oocysts and Giardia cysts from Water",
- [22] Hijnen, W.A.M., G.H.M. Suylen, J.A. Bahlmann, A. Brouwer-Hanzens and G.J. Medema: GAC adsorption filters as barriers for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water treatment. Water Research, 44, 1224-1234 (2010)
- [23] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001) vom 21. Mai 2001, Bundesgesetzblatt T. 1, 2001, 959; Zweite Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung vom 5. Dezember 2012; Bundesgesetzblatt T. 1, 2012, 58, 2562-2567
- [24] DIN EN ISO 8199: Wasserbeschaffenheit – Allgemeine Anleitung zur Zählung von Mikroorganismen durch Kulturverfahren
- [25] Center for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA: Surveillance for Waterborne Disease Outbreaks and other Health Events associated with recreational Water - United States, 2007 -2008. MMWR (Morbidity and Mortality Weekly Report), 23. September (2011)
- [26] Haas, C. N. and J. B. Rose: Developing an action level for Cryptosporidium. J. Am. Water Works Assoc. 87(9):81-84 (1995)
- [27] Guidedlines for safe recreational water environments (Volume 2: Swimming pools and similar environments), Chapter 4, S. 62, WHO, Genf, (2006)

Fotonachweis: Alle Fotos: Renner (UBA, FG II 3.5)

6 Anhang 1: Tabelle 10: Positive Befunde für Parasitendauerformen und *Clostridium perfringens*

Proben-Kennung	Probennahme-Datum	Badtyp	Aufbereitung	Beckenart nach DIN 19643-1 (untersuchtes Becken)	Probenart	filtriertes Volumen in l	Giardia-Cysten im filtrierten Volumen	Cryptosporidium-Oocysten im filtrierten Volumen	<i>Clostridium perfringens</i> in 100 ml
33	16.12.2009	Hallenbad	DIN 19643-2 mit PAK ¹⁾	Schwimmerbecken	Spülabwasser	10	2	0	nicht bestimmt
47	22.04.2010	Freibad	DIN 19643-2 ohne PAK	Mischwasser ²⁾	Spülabwasser	8	2	1	0
50	29.06.2010	Freibad	DIN 19643-2 mit PAK	Schwimmerbecken	Spülabwasser	9	3	0	0
33	25.11.2010	Hallenbad	DIN 19643-2 mit PAK	Schwimmerbecken	Spülabwasser	8,5	3	1	0
18	10.06.2010	Freibad	DIN 19643-2 ohne PAK	Mischwasser	Spülabwasser	10	0	3	0
18	03.07.2012	Freibad	DIN 19643-2 ohne PAK	Füllwasser Zulauf	Oberflächenwasser, Bach	100	0	44	88
17	26.04.2010	Freizeitbad	in Anlehnung an DIN 19643-5	Mischwasser	Spülabwasser	10	0	0	11
17	10.06.2010	Freizeitbad	in Anlehnung an DIN 19643-5	Mischwasser	Spülabwasser	9	0	0	1
33	10.02.2011	Hallenbad	DIN 19643-2 mit PAK	Schwimmerbecken	Spülabwasser	10	0	0	4
51	10.02.2011	Hallenbad	DIN 19643-2 ohne PAK	Schwimmerbecken	Spülabwasser	10	0	0	1
33	03.03.2011	Hallenbad	DIN 19643-2 mit PAK	Rutschen-Landebecken	Spülabwasser	10	0	0	1
12	25.02.2011	Freizeitbad	DIN 19643-2 mit PAK	Mischwasser	Spülabwasser	9	0	0	1
48	23.05.2011	Freizeitbad	DIN 19643-2 ohne PAK	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	9	0	0	23
32	10.07.2011	Klinik/Therapie-einrichtung	DIN 19643-2 ohne PAK	Bewegungsbecken	Spülabwasser	9	0	0	7
33	15.05.2012	Hallenbad	DIN 19643-2 mit PAK	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	11	0	0	1
12	28.06.2012	Freizeitbad	DIN 19643-2 mit PAK	Mischwasser	Spülabwasser	8	0	0	2
12	27.07.2012	Freizeitbad	DIN 19643-2 mit PAK	Mischwasser	Spülabwasser	10	0	0	2
25	08.02.2012	Hallenbad	DIN 19643-5	Schwimmerbecken	Spülabwasser	9	0	0	nicht auswertbar ³⁾
33	09.02.2012	Hallenbad	DIN 19643-2 mit PAK	Rutschen-Landebecken	Spülabwasser	9	0	0	nicht auswertbar ³⁾
42	16.02.2012	Freizeitbad	DIN 19643-3	Mischwasser	Spülabwasser	9	0	0	nicht auswertbar ³⁾

¹⁾ PAK = Pulver-Aktivkohle

²⁾ Mischwasser = Filter wird von Wasser aus unterschiedlichen Becken durchströmt

³⁾ Nach DIN EN ISO 8199 sind Koloniezahlen über 200 pro Filter als „nicht auswertbar“ anzugeben [22]

Anhang 2: Zusammenstellung aller Einzelproben - Teil 1 (Die Zusammenstellung erfolgt der Übersicht halber in 2 Teilen)

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Lfd. Nr. (Laborbuch) ¹⁾	Probennahme-Datum	Verarbeitungs-Datum	Badtyp	Füllwasser	Aufbereitung	Filtrationsart
ESS	33		16.12.2009	18.12.2009	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK ²⁾	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
EJA	25		17.12.2009	18.12.2009	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/ Kornaktivkohlefilter
NBU	12		26.01.2010	28.01.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung mit Anteil Füllwasser Typ 2 (recyc. Spülabw.)	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
LLB	30		26.01.2010	28.01.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MTT (A)	48		24.02.2010	02.03.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ESA	33		09.03.2010	10.03.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
EJ 2.1.	25		09.03.2010	10.03.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
JG	17		19.03.2010	23.03.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen / Bohrbrunnen	in Anlehnung an DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
LBB	30		26.03.2010	30.03.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen / Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
WWW1	51		09.03.2010	30.03.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MTT	48		20.04.2010	27.04.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MRJ	39		22.04.2010	27.04.2010	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
JG	17		26.04.2010	28.04.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	in Anlehnung an DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
TFB 1	47		22.04.2010	28.04.2010	Freibad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ESS 2	33		28.04.2010	04.05.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
NBH	05		26.04.2010	04.05.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
EJ 13	25		28.04.2010	04.05.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
B28	07		03.05.2010	11.05.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
B47	08		05.05.2010	11.05.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
LUW	31		05.05.2010	11.05.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
JG	17		19.05.2010	25.05.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen / Bohrbrunnen	in Anlehnung an DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
IBB 1	11		17.05.2010	25.05.2010	Freizeitbad	Mischwasser aus öffentlicher Wasserver. und Eigenwasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Lfd. Nr. (Laborbuch) ¹⁾	Probennahme-Datum	Verarbeitungs-Datum	Badtyp	Füllwasser	Aufbereitung	Filtrationsart
IBB 2	11		17.05.2010	25.05.2010	Freizeitbad	Mischwasser aus öffentlicher Wasserver. und Eigenwasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
B9H	09		15.05.2010	25.05.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-4, Variante D (Komplex-Ozon-Verfahren)	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
LLB	30		01.06.2010	08.06.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
ESS	33		02.06.2010	08.06.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
JG	17		10.06.2010	15.06.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	in Anlehnung an DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
JFH	16		04.06.2010	15.06.2010	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
GBF	18		10.06.2010	15.06.2010	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Oberflächengewässer	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
ESS1	33		16.06.2010	06.07.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
ESH JP	25		16.06.2010	06.07.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Kornaktivkohlefilter
BKL	29		16.06.2010	06.07.2010	Saunaanlage/Wellness	Eigenwasserversorgung; Natursole oder Solezusatz	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
NBU	12		22.06.2010	08.07.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung mit Anteil Füllwasser Typ 2 (recyc. Spülabw.)	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
KFB	27		17.06.2010	08.07.2010	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
JFH2	16		25.06.2010	08.07.2010	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
HE	50		29.06.2010	08.07.2010	Freibad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
SHF	46		08.07.2010	13.07.2010	Freibad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	offener Filter im Unterdruckbetrieb/Mehrschichtfilter
BS	03		13.07.2010	20.07.2010	Klinik/Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
LLB	30		21.07.2010	27.07.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
KFB	27		20.07.2010	27.07.2010	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
MTT	48		16.07.2010	27.07.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
MO	36		20.07.2010	27.07.2010	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
FHD	20		23.10.2010	29.07.2010	Freibad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
SHK	21		22.07.2010	29.07.2010	Klinik/Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	nicht genormtes Verfahren: Bromierung-Ozonung-Flockung-Sorptionsfiltration	geschlossener Druckfilter/Mehrschichtfilter
EJ 1.3	25		05.08.2010	18.08.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Kornaktivkohlefilter

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Lfd. Nr. (Laborbuch) ¹⁾	Probennahme-Datum	Verarbeitungs-Datum	Badtyp	Füllwasser	Aufbereitung	Filtrationsart
ESS 1	33		05.08.2010	18.08.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
NBU	12		05.08.2010	18.08.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung mit Anteil Füllwasser Typ 2 (recyc. Spülabw.)	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
APE	02		23.08.2010	15.09.2010	Hallenbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
FBM	36		08.09.2010	15.09.2010	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
PhE	15		22.09.2010	27.09.2010	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
BULAN	12		29.09.2010	11.10.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung mit Anteil Füllwasser Typ 2 (recyc. Spülabw.)	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
WHWW	51		05.10.2010	11.10.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
SHJF	25		29.09.2010	11.10.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/ Kornaktivkohlefilter
LBL	30		05.10.2010	18.10.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
TTHM	48		08.10.2010	18.10.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
IBB	11		04.11.2010	10.11.2010	Freizeitbad	Mischwasser aus öffentlicher Wasserver. und Eigenwasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
OLY	37		26.10.2010	22.11.2010	Saunaanlage/ Wellness	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
EJ11	25		25.11.2010	29.11.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/ Kornaktivkohlefilter
NBU	12		25.11.2010	29.11.2010	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung mit Anteil Füllwasser Typ 2 (recyc. Spülabw.)	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
ALG	01		25.11.2010	29.11.2010	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
UK	49		24.11.2010	29.11.2010	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ESS	33		25.11.2010	08.12.2010	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MARL	39		30.11.2010	08.12.2010	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
KTBKL	29		10.12.2010	20.12.2010	Saunaanlage/ Wellness	Eigenwasserversorgung; Natursole oder Solezusatz	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
ESAAP	02		13.12.2010	20.12.2010	Hallenbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
EOSZ	37		13.12.2010	20.12.2010	Saunaanlage/ Wellness	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
LFLB	30		14.12.2010	20.12.2010	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
GLS	41		20.12.2010	03.01.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Lfd. Nr. (Laborbuch) ¹⁾	Probennahme-Datum	Verarbeitungs-Datum	Badtyp	Füllwasser	Aufbereitung	Filtrationsart
GHS	41		20.12.2010	03.01.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
SRH	44		20.12.2010	03.01.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
NSC	40		21.12.2010	03.01.2011	Hallenbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
UK	49		21.12.2010	03.01.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
SHM	43		21.12.2010	03.01.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ESS 1	33		19.12.2010	13.01.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
EJ 13	25		20.12.2010	13.01.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/ Kornaktivkohlefilter
GIMP	24		23.12.2010	13.01.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	Ozonverfahren nach DIN 19643-4 Variante noch prüfen	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
BTM	34		21.12.2010	13.01.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ALGW	01		23.12.2010	13.01.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
NABUSB	12		27.01.2011	07.02.2011	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung mit Anteil Füllwasser Typ 2 (recyc. Spülabw.)	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
ERMEWP	35		26.01.2011	07.02.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MUSHBW	43		28.01.2011	07.02.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
BESWB	10		28.01.2011	07.02.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MSAB	32		03.02.2011	14.02.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
LFLB	30		08.02.2011	14.02.2011	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
JPSHSW	25		04.02.2011	14.02.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/ Kornaktivkohlefilter
NDWLGH	41		03.02.2011	14.02.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
DIHBSB	13		28.01.2011	14.02.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MARZ	39		14.02.2011	17.02.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
SDSH (ESS)	33		10.02.2011	17.02.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
FRSISH	23		09.02.2011	17.02.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
WWWFI (WHWW)	51		10.02.2011	17.02.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
EMWB	35		22.02.2011	08.03.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Lfd. Nr. (Laborbuch) ¹⁾	Probennahme-Datum	Verarbeitungs-Datum	Badtyp	Füllwasser	Aufbereitung	Filtrationsart
BTMK	34		22.02.2011	08.03.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ESHSF (ESS)	33		03.03.2011	08.03.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
BKKBF	29		24.02.2011	08.03.2011	Saunaanlage/ Wellness	Eigenwasserversorgung; Natursole oder Solezusatz	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
NSFBA (NBU)	12		25.02.2011	08.03.2011	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung mit Anteil Füllwasser Typ 2 (recycl. Spülabwasser)	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
BHADB	10		23.03.2011	28.03.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
OTHPB	38		21.03.2011	28.03.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
SZSPB	44		21.03.2011	28.03.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MARFR	39		23.03.2011	28.03.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
BIBS 1	11		29.03.2011	04.04.2011	Freizeitbad	Mischwasser aus öffentlicher Wasserversorg. und Eigenwasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
BIBK 2	11		29.03.2011	04.04.2011	Freizeitbad	Mischwasser aus öffentlicher Wasserversorg. und Eigenwasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
TKR	28		29.03.2011	04.04.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
BTMKB	34		01.04.2011	12.04.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ZKSBB	44		18.04.2011	02.05.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
LBFSW	30		21.04.2011	02.05.2011	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
SHMBW	43		26.04.2011	02.05.2011	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
RZMFR	39		26.04.2011	02.05.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
RMSHKB	33		20.04.2011	02.05.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
SZKB	44		09.06.2011	14.06.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
EPEB	15		08.06.2011	14.06.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MRZRS	39		26.05.2011	14.06.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MTT 6	48		23.05.2011	14.06.2011	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
IFB	19		27.06.2011	11.07.2011	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Oberflächengewässer	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
IAT	04		27.06.2011	11.07.2011	Saunaanlage/ Wellness	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Lfd. Nr. (Laborbuch) ¹⁾	Probennahme-Datum	Verarbeitungs-Datum	Badtyp	Füllwasser	Aufbereitung	Filtrationsart
MRJ	39		27.06.2011	11.07.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
BRO3	11		18.06.2011	11.07.2011	Freizeitbad	Mischwasser aus öffentlicher Wasserversorg. und Eigenwasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter / Sandfilter
LLB	30		30.06.2011	11.07.2011	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
BKLFRS	29		04.07.2011	20.07.2011	Saunaanlage/ Wellness	Eigenwasserversorgung; Natursole oder Solezusatz	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter / Sandfilter
MSFRARN	32		ca. 10.07.2011	20.07.2011	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MOFB	36		24.08.2011	29.08.2011	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
HBWOFR	51		24.08.2011	29.08.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AWOEF2	52		01.09.2011	19.09.2011	Freizeitbad	Mischwasser aus öffentlicher Wasserversorg. und Eigenwasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
LBSW	30		08.09.2011	19.09.2011	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ESS (1)	33		27.09.2011 (9.20Uhr- 10.00Uhr)	28.09.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ESS (2)	33		27.09.2011 (10.05 - 10.50 Uhr)	28.09.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
ESS (3)	33		27.09.2011 (10.55 - 11.40 Uhr)	28.09.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AFRS	52		25.10.2011	07.11.2011	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
LBFRS	30		02.11.2011	07.11.2011	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
FRWOHB	51		ca. 20.11.2012	23.11.2011	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
BHNEBRWSW	05	1	04.01.2012	16.01.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
SHJ	25	3	08.02.2012 (12.00Uhr)	13.02.2012	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/ Kornaktivkohlefilter
SU	33	4	09.02.2012	13.02.2012	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
RZMUFR	39	10	13.02.2012	23.02.2012	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
LFBFRSW	30	11	21.02.2012	23.02.2012	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAA	06	13	29.02.2012	05.03.2012	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAB	26	14	29.02.2012	05.03.2012	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAC	25	24	13.03.2012	26.03.2012	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
AAD	33	25	10.03.2012	26.03.2012	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAE	51	28	02.03.2012	02.04.2012	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Lfd. Nr. (Laborbuch) ¹⁾	Probennahme-Datum	Verarbeitungs-Datum	Badtyp	Füllwasser	Aufbereitung	Filtrationsart
AAF	33	69	15.05.2012	29.05.2012	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAG	25	70	16.05.2012	29.05.2012	Hallenbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/ Kornaktivkohlefilter
FBT	47	88	31.05.2012	25.06.2012	Freibad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAI	17	87	01.06.2012	25.06.2012	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	in Anlehnung an DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
FBI	19	115	08.06.2012	04.07.2012	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Oberflächengewässer	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
MRZ	39	114	25.06.2012	04.07.2012	Klinik/ Therapieeinrichtung	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
FHJ	16	116	27.06.2012	04.07.2012	Hotelbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
KBKL	29	113	26.06.2012	04.07.2012	Saunaanlage/ Wellness	Eigenwasserversorgung; Natursole oder Solezusatz	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
AAJ	30	146	03.07.2012	24.07.2012	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAK	22	147	04.07.2012	24.07.2012	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAL	48	148	08.06.2012	24.07.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAM	14	162	25.06.2012	06.08.2012	Freibad	Eigenwasserversorgung; Natursole oder Solezusatz	ohne Aufbereitung; lediglich Chlorung	ohne Aufbereitung
AAN	12	163	28.06.2012	06.08.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung mit Anteil Füllwasser Typ 2 (recycl. Spülabwasser)	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
AAO	17	164	30.07.2012	06.08.2012	Freizeitbad	Eigenwasserversorgung aus Brunnen/Bohrbrunnen	in Anlehnung an DIN 19643-5	geschlossener Druckfilter / Sandfilter
AAP	12	165	27.07.2012	06.08.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung mit Anteil Füllwasser Typ 2 (recycl. Spülabwasser)	DIN 19643-2 mit PAK	geschlossener Druckfilter/Sandfilter
AAQ	47	166	26.07.2012	06.08.2012	Freibad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
AAR	46	187	08.08.2012	21.08.2012	Freibad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	offener Filter im Unterdruckbetrieb/ Mehrschichtfilter
AAS	20	188	31.07.2012	21.08.2012	Freibad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
1	45	117	03.07.2012	04.07.2012	Freibad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-2 ohne PAK	offener Filter im Unterdruckbetrieb/ Mehrschichtfilter
2	18	118	03.07.2012	04.07.2012	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Oberflächengewässer	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
3	18	119	03.07.2012	04.07.2012	Freibad	Eigenwasserversorgung aus Oberflächengewässer	DIN 19643-2 ohne PAK	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
1a	42		24.03.2011	24.03.2011	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
1b	42		24.03.2011	24.03.2011	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
(1) Wellenbecken	42		25.10.2011 (9.05 - 9.45 Uhr)	25.10.2011	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Lfd. Nr. (Laborbuch) ¹⁾	Probennahme-Datum	Verarbeitungs-Datum	Badtyp	Füllwasser	Aufbereitung	Filtrationsart
(2) oberes Schwimmbecken - Lagune	42		25.10.2011 (9.55 - 10.35 Uhr)	25.10.2011	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
(3) Whirlpool	42		25.10.2011 (10.40 - 11.10 Uhr)	25.10.2011	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Wellenbad	42	5	14.02.2012 (11.10 - 12.05 Uhr)	14.02.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Lagunenbad	42	6	14.02.2012 (13.30 - 14.05 Uhr)	14.02.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Whirlpool	42	7	14.02.2012 (13.00 - 13.30 Uhr)	14.02.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Babybecken	42	8	14.02.2012 (12.10 - 12.55 Uhr)	14.02.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Spülabwasser	42	9	16.02.2012	22.02.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Babybecken	42	30	10.04.2012 (16.15 - 17.05 Uhr)	11.04.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Wellenbad	42	31	10.04.2012 (17.11 - 18.00 Uhr)	11.04.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Lagunenbad	42	32	10.04.2012 (18.40 - 19.30 Uhr)	11.04.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Whirlpool	42	33	10.04.2012 (19.36 - 20.45 Uhr)	11.04.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter
Spülabwasser	42	34	11.04.2012	12.04.2012	Freizeitbad	öffentliche Wasserversorgung	DIN 19643-3	geschlossener Druckfilter/ Mehrschichtfilter

Anhang 2: Zusammenstellung aller Einzelproben - Teil 2

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Beckenart nach DIN 19643-1 (untersuchtes Becken)	Probenart	Probennahme-Stelle	Aufarbeitungs-Methode	Probenmenge in L	Giardia-Cysten	Cryptosp.-Oocysten	Clostridien in 100 ml
ESS	33	Schwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l	2	0	
EJA	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l	0	0	
NBU	12	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 L (leichte Trübung durch PAK)	0	0	
LLB	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	9,3 l	0	0	
MTT (A)	48	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (starke Trübung)	nicht auswertbar ₃₎	nicht auswertbar ₃₎	
ESA	33	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall 1	10 l aufgeteilt (starke Trübung), (5 l Pall)	nicht auswertbar ₃₎	nicht auswertbar ₃₎	0
EJ 2.1.	25	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	keine Filtration, gleich Zentrifugation von ca. 2,5 L	10 l	0	0	0
JG	17	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l	0	0	0
LBB	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l	0	0	0
WWW1	51	Schwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (leichte orange-braune Farbe)	0	0	0
MTT	48	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (starke Trübung durch PAK)	nicht auswertbar ₃₎	nicht auswertbar ₃₎	0
MRJ	39	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,5 l	0	0	0
JG	17	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l	0	0	11
TFB 1	47	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	8 l	2	1	0
ESS 2	33	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,7 l (milchig trüb)	0	0	0
NBH	05	Kinderbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (leichte braune Farbe)	0	0	0
EJ 13	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (starke braune Trübung)	0	0	0
B28	07	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l	0	0	0
B47	08	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l	0	0	0
LUW	31	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l	0	0	0
JG	17	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (klares Probenwasser)	0	0	0
IBB 1	11	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (leicht trübes Probenwasser)	0	0	0
IBB 2	11	Kinderbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (leicht trübes Probenwasser)	0	0	0
B9H	09	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (sehr verschmutzt-braun-schwarze Trübung, aber keine Kohle)	0	0	0
LLB	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Beckenart nach DIN 19643-1 (untersuchtes Becken)	Probenart	Probenahme-Stelle	Aufarbeitungs-Methode	Probenmenge in L	Giardia-Cysten	Cryptosp.-Oocysten	Clostridien in 100 ml
ESS	33	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (milchig trüb)	0	0	0
JG	17	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	1
JFH	16	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
GBF	18	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 l (klare Probe)	0	2	0
ESS1	33	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (stark trüb mit einzelnen großen PAK-Körnern)	0	0	0
ESH JP	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (starke Trübung – schwarz - durch PAK)	0	0	0
BKL	29	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (starke Trübung – schwarz - durch PAK)	0	0	0
NBU	12	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 l (leicht trüb, wenig PAK)	0	0	0
KFB	27	Kinderbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
JFH2	16	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	8,4 l (klare Probe)	0	0	0
HE	50	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9 l (stark trüb (durch PAK))	3	0	0
SHF	46	Kinderbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9 l (stark trüb)	0	0	0
BS	03	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9 l (bräunlich "dreckig" trüb)	0	0	0
LLB	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (leicht gräulich trüb - durch PAK)	0	0	0
KFB	27	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
MTT	48	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	7 l (gräulich trüb - durch PAK)	0	0	0
MO	36	Mischwasser	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (milchig trüb)	0	0	0
FHD	20	Mischwasser	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	7,1 l (leicht trüb - durch PAK)	0	0	0
SHK	21	Therapiebecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
EJ 1.3	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	7 l (stark trüb - schwarz)	0	0	0
ESS 1	33	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,4 l (stark trüb - braun/schwarz)	0	0	0
NBU	12	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 l (leicht trüb durch PAK)	0	0	0
APE	02	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (leicht trüb)	0	0	0
FBM	36	Mischwasser	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (milchig trüb)	0	0	0
PhE	15	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
BULAN	12	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 l (PAK vorhanden, grobkörnig)	0	0	0
WHWW	51	Schwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (gelblich-orange trüb)	0	0	0

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Beckenart nach DIN 19643-1 (untersuchtes Becken)	Probenart	Probennahme-Stelle	Aufarbeitungs-Methode	Probenmenge in L	Giardia-Cysten	Cryptosp.-Oocysten	Clostridien in 100 ml
SHJF	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,8 l (stark schwarz trüb durch PAK)			0
LBL	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
TTHM	48	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	9,1 l (stark grau schwarz trüb, teilweise grobkörnige PAK)	0	0	nicht auswertbar ⁴⁾
IBB	11	Kinderbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,4 l (schwarz trüb, durch fein pulvrige PAK)	0	0	0
OLY	37	Warmbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
EJ11	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	6 l (leicht trüb mit wenigen groben PAK)	0	0	0
NBU	12	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 l (schwarz trüb, durch PAK)	0	0	0
ALG	01	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
UK	49	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
ESS	33	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	8,5 l (gräulich milchig trüb)	3	1	0
MARL	39	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
KTBKL	29	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (klare Probe mit wenigen groben PAK)	0	0	0
ESAAP	02	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (leicht milchig trüb, wenige grobe PAK)	0	0	0
EOSZ	37	Warmbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
LFLB	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
GLS	41	Nichtschwimmerbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
GHS	41	Nichtschwimmerbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
SRH	44	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
NSC	40	Schwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	9,5 l (klare Probe)	0	0	0
UK	49	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	6 l (klare Probe)	0	0	0
SHM	43	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
ESS 1	33	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9 l (milchig trüb)	0	0	0
EJ 13	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (schwarz trüb, durch fein pulvrige PAK)	0	0	0
GIMP	24	Therapiebecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
BTM	34	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
ALGW	01	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
NABUSB	12	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
ERMEWP	35	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
MUSHBW	43	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
BESWB	10	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
MSAB	32	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
LFLB	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (klar, mit weniger grober PAK)	0	0	0
JPSHSW	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (leicht trüb, mit grober PAK)	0	0	0
NDWLGH	41	Nichtschwimmerbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Beckenart nach DIN 19643-1 (untersuchtes Becken)	Probenart	Probennahme-Stelle	Aufarbeitungs-Methode	Probenmenge in L	Giardia-Cysten	Cryptosp.-Oocysten	Clostridien in 100 ml
DIHBSB	13	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
MARZ	39	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,6 l (klare Probe)	0	0	0
SDSH (ESS)	33	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9 l (schwarz trüb, durch fein pulvrige und grobe PAK)	0	0	4
FRSISH	23	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,1 l (braun trüb)	0	0	0
WWWFI (WHWW)	51	Schwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (gelb-bräunlich trüb)	0	0	1
EMWB	35	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
BTMK	34	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
ESHSF (ESS)	33	Rutschenlandebecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (schwarz trüb, durch fein pulvrige PAK)	0	0	1
BKKBF	29	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	9,6 l (leicht trüb)	0	0	0
NSFBA (NBU)	12	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 l (schwarz trüb, durch fein pulvrige PAK)	0	0	1
BHADB	10	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
OTHPB	38	Schwimmerbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
SZSPB	44	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
MARFR	39	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	8 l (gelb-bräunlich trüb)	0	0	0
BIBS 1	11	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (leicht trüb durch PAK)	0	0	0
BIBK 2	11	Kinderbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (leicht trüb durch PAK)	0	0	0
TKR	28	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
BTMKB	34	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
ZKSBB	44	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
LBFSW	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
SHMBW	43	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (leicht gelblich)	0	0	0
RZMFR	39	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	7 l (klare Probe)	0	0	0
RMSHKB	33	Kinderbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,8 l (gräulich milchig trüb)	0	0	0
SZKB	44	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
EPEB	15	Bewegungsbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
MRZRS	39	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	7,6 l (klare Probe)	0	0	0
MTT 6	48	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	9 l (gräulich milchig trüb)	0	0	23
IFB	19	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
IAT	04	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	Schöpfprobe Becken	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
MRJ	39	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,4 l (klare Probe)	0	0	0
BRO3	11	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (leicht bräunlich trüb)	0	0	0

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Beckenart nach DIN 19643-1 (untersuchtes Becken)	Probenart	Probennahme-Stelle	Aufarbeitungs-Methode	Probenmenge in L	Giardia-Cysten	Cryptosp.-Oocysten	Clostridien in 100 ml
LLB	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (grau milchig durch PAK)	0	0	0
BKLFRS	29	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (klar)	0	0	0
MSFRARN	32	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	8,8 l (bräunlich trüb + grobkörnige PAK)	0	0	7
MOFB	36	Mischwasser	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (milchig trüb)	0	0	0
HBWOFR	51	Schwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (gelb-bräunlich trüb)	0	0	0
AWOEF2	52	Nichtschwimmerbecken	Erstfiltrat !	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,5 l (klare Probe)	0	0	0
LBSW	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
ESS (1)	33	Schwimmerbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall (Envirochek HV)	250 l	0	0	0
ESS (2)	33	Nichtschwimmerbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall (Envirochek HV)	250 l	0	0	0
ESS (3)	33	Kinderbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall (Envirochek HV)	250 l	0	0	0
AFRS	52	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	7 l (schwarz trüb durch pulvrige PAK)	0	0	0
LBFRS	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (gräulich milchig trüb durch PAK)	0	0	0
FRWOHB	51	Schwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (gelb-milchig trüb)	0	0	0
BHNEBRW	05	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (milchig trüb, wenig grobe PAK)	0	0	0
SHJ	25	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,8 l (schwarz trüb durch pulvrige PAK)	0	0	nicht auswertbar ⁵⁾
SU	33	Rutschenlandebecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	8,8 l (schwarz trüb durch pulvrige und wenige grobe PAK)	0	0	nicht auswertbar ⁵⁾
RZMUFR	39	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
LBFERSW	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
AAA	06	Schwimmerbecken	Spülabwasser	Einleitstelle	Pall	6,5 l (klare Probe)	0	0	0
AAB	26	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (klare Probe)	0	0	0
AAC	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	10 l (bräunlich trüb)	0	0	0
AAD	33	Schwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	8,8 l (milchig trüb)	0	0	0
AAE	51	Schwimmerbecken	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (gelb-bräunlich trüb)	0	0	0
AAF	33	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall (Envirochek HV, da keine Envirochek (grün) mehr vorhanden)	9,3 l (schwarz trüb durch feine PAK)	0	0	1
AAG	25	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,8 l (schwarz trüb durch feine und wenig grobe PAK)	0	0	0
FBT	47	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall HV	10 l (klare Probe)	0	0	0
AAI	17	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall HV	8,3 l (leicht gelblich trüb)	0	0	0

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Beckenart nach DIN 19643-1 (untersuchtes Becken)	Probenart	Probennahme-Stelle	Aufarbeitungs-Methode	Probenmenge in L	Giardia-Cysten	Cryptosp.-Oocysten	Clostridien in 100 ml
FBI	19	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	8,6 l (milchig trüb)	0	0	0
MRZ	39	Bewegungsbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	9,8 l (klare Probe)	0	0	0
FHJ	16	Nichtschwimmerbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall	8,3 l (klare Probe)	0	0	0
KBKL	29	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10,2 l (klare Probe mit Schwebstoffen)	0	0	0
AAJ	30	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserbehandlungsanlage	Pall	10,7 l (klare Probe)	0	0	0
AAK	22	Mischwasser	Spülabwasser	Einleitstelle	Pall	10,6 l (klare Probe)	0	0	0
AAL	48	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	10 l (grau/schwarz trüb, feine und grobe PAK)	0	0	0
AAM	14	Nichtschwimmerbecken	Überlauf Beckenwasser zum Vorfluter	Einleitstelle	Pall	8,4 l (klare Probe)	0	0	0
AAN	12	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10,8 l (grau trüb durch feine PAK)	0	0	2
AAO	17	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	8 l (leicht gelblich trüb)	0	0	0
AAP	12	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	7,8 l (grau trüb durch feine PAK und andere grobe Begleitstoffe)	0	0	2
AAQ	47	Mischwasser	Spülabwasser	Spülabwasserspeicher	Pall	8,6 l (klare Probe)	0	0	0
AAR	46	Kinderbecken	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall HV	10 l (leicht milchig trüb mit wenig groben PAK)	0	0	0
AAS	20	Mischwasser	Spülabwasser	direkt bei Spülung (Hahn am Rohr)	Pall HV	7,8 l (leicht milchig trüb mit groben PAK)	0	0	0
1	45	Kinderbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	220 l	0	0	0
2	18	Schwimmerbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l	0	0	0
3	18		Oberflächenwasser, Bach	Bacheinlauf	Pall	100 l	0	44	88 K/100 ml
1a	42	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 l (schwarz trüb durch pulvrige PAK)	0	0	nicht auswertbar ⁴⁾
1b	42	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	10 l (schwarz- bräunlich trüb durch pulvrige PAK)	0	0	nicht auswertbar ⁴⁾
(1) Wellenbecken	42	Schwimmerbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
(2) oberes Schwimmbecken – Lagune	42	Schwimmerbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
(3) Whirlpool	42	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	150 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
Wellenbad	42	Schwimmerbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
Lagunenbad	42	Schwimmerbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
Whirlpool	42	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
Babybecken	42	Kinderbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0

Proben-Kennung orig.	Proben-Kennung neu	Beckenart nach DIN 19643-1 (untersuchtes Becken)	Probenart	Probennahme-Stelle	Aufarbeitungs-Methode	Probenmenge in L	Giardia-Cysten	Cryptosp.-Oocysten	Clostridien in 100 ml
Spülabwasser	42	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	9 l (milchig gräulich trüb mit wenigen groben PAK)	0	0	nicht auswertbar ⁵⁾
Babybecken	42	Kinderbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
Wellenbad	42	Schwimmerbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
Lagunenbad	42	Schwimmerbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
Whirlpool	42	Warmsprudelbecken	Beckenwasser	direkt Filtration am Becken	Pall HV	250 l (klare Probe) Beckenwasser	0	0	0
Spülabwasser	42	Mischwasser	Spülabwasser	Schöpfprobe aus AW-Schacht	Pall	9 l (grau-bräunlich trüb mit wenig groben PAK)	0	0	0

- 1) Laborbuch-Nummern existieren erst ab 2012
- 2) PAK = Pulver-Aktivkohle
- 3) Die Proben waren so stark mit Schwebstoffen (Pulver-Aktivkohle, Flockungsmitteln, Schmutzpartikeln) verunreinigt, dass eine Weiterverarbeitung nach ISO 15553 nicht möglich war.
- 4) Wegen hoher Feststoff-Mengen (Pulver-Aktivkohle) in der Probe waren die Filter nicht auszählbar, Bakterienkolonien nicht erkennbar.
- 5) Die Bakteriendichte auf dem Filter war so hoch, dass ein geschlossener Bakterienrasen vorhanden war. Nach DIN EN ISO 8199 sind Koloniezahlen über 200 pro Filter „nicht auswertbar“ anzugeben.

Anhang 3:

Vertraulichkeitserklärung

zur Zusammenarbeit im vom BMG geförderten Projekt „Parasitendauerformen in Beckenbädern“

Vereinbarung zur vertraulichen Behandlung von Daten, Informationen und Projektergebnissen

Die nachfolgenden Vereinbarungen betreffen den Umgang mit unternehmensinternen Daten und Informationen, die im Rahmen der Arbeit an dem oben genannten Projekt im Kreise der Teilnehmer zusammengetragen werden.

Teilnehmende am Projekt sind:

- Umweltbundesamt, DG Bad Elster
- Institut für Wasser- und Umweltanalytik (IWU GmbH) Luisenthal

Die Steuerung und fachliche Lenkung des Projektes liegt beim UBA Bad Elster (Dr. I. Feuerpfeil), in Abstimmung mit der IWU GmbH Luisenthal (Herrn Raab).

Die nachfolgenden Vereinbarungen sind bindend für alle Mitarbeiter aller teilnehmenden Unternehmen, Gesundheitsämter und Badbetreiber.

1. Die beteiligten Unternehmen verpflichten sich, die für die Projektarbeit erforderlichen Daten und Informationen – soweit verfügbar – der Projektleitung zur Verfügung zu stellen.
2. Sämtliche unternehmensbezogenen Daten und Informationen, die im Rahmen der Projektarbeit zugänglich gemacht werden, dürfen nur im Kreis der Projektteilnehmer und nur zu Zwecken der Projektbearbeiter verwendet werden. Während der Projektdauer und nach der Beendigung des Projektes werden alle unternehmensbezogenen Daten und Informationen mit absoluter Vertraulichkeit behandelt. Eine Weitergabe an Dritte ist grundsätzlich nicht zulässig (Ausnahmen davon werden unter Punkt 5 geregelt).
3. a) Im Rahmen der Projektarbeit werden Informationen und Daten grundsätzlich nicht anonymisiert behandelt.

b) Jedem Unternehmen steht jedoch das Recht zu, für bestimmte Teilbereiche des Unternehmenshandelns die anonymisierte Behandlung zu verlangen. In diesem Falle werden die Daten und Informationen **aller** beteiligten Unternehmen für diesen Teilbereich anonymisiert behandelt. Die Anonymisierung erfolgt durch die Codierung des Unternehmensnamens durch eine eindeutige, nur dem jeweiligen Unternehmen bekannte Nummer sowie durch andere Maßnahmen der Neutralisierung der Information (Mittelwertbildung, Datenaggregation etc.).

4. Nicht-unternehmensbezogene Projektergebnisse dürfen im Rahmen der Projekterfordernisse von der Projektleitung und allen Projektteilnehmern verwendet und weitergegeben werden. Dies betrifft insbesondere auch die Berichte an den Fördermittelgeber des Projekts und die im Förderantrag angezeigte Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Projektarbeit.
5. Jedes Unternehmen kann selbständig entscheiden, welche Daten und Informationen seines Unternehmens über den Kreis der Projektteilnehmer hinaus veröffentlicht werden dürfen. Die Veröffentlichung unternehmensbezogener Daten und Informationen bedarf grundsätzlich der Zustimmung aller Projektteilnehmer.

Nach Unterzeichnung wird diese Erklärung durch das UBA kopiert und an alle Beteiligten als Bestätigung versandt.

Sollten im Projektverlauf noch weitere teilnehmende Personen oder Institutionen hinzukommen, so trägt das UBA Sorge dafür, dass diese Vertraulichkeitserklärung auch von Ihnen unterzeichnet und an alle Beteiligten verteilt wird.

Umweltbundesamt

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

IWU GmbH

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

Projekt: Vorkommen und Beurteilung von Parasitendauerformen in Beckenbädern

In Deutschland gibt es keine Badewasserverordnung, die die Anforderungen der §§ 37 und 38 des IfSG (2000) umsetzt. Deshalb muss auf das technische Regelwerk, hier die DIN 19643, zurückgegriffen werden. Nach den Anforderungen der DIN 19643 können Bäder im hygienischen Sinn betrieben und überwacht werden. Damit kann die Sicherheit vor bakteriellen und weiteren Krankheitserregern gewährleistet werden.

Alle in der DIN 19643 angegebenen Desinfektionsverfahren können aber derzeit nicht sicher stellen, dass desinfektionsmittelresistente Krankheitserreger, wie die Parasitendauerformen, wirksam abgetötet werden können. Auch nicht alle in der DIN 19643 angegebenen Verfahrenskombinationen sind in der Lage, Parasitendauerformen wirkungsvoll aus dem Badewasser zu entfernen.

Es besteht also der begründete Verdacht auf einen wichtigen Infektionspfad auch im Hinblick auf neue Aufbereitungsverfahren.

Die Untersuchungen dienen deshalb dem Ziel, einen möglicherweise neuen, noch nicht wissenschaftlich abgeklärten Infektionspfad von Darmparasiten zu erkennen und durch Optimierung der Aufbereitungstechnik von Badebeckenwasser (Filtrationsverfahren) mögliche Gefährdungen der Badbenutzer zu minimieren bzw. auszuschließen. Darüber hinaus wird eine Gefährdungseinschätzung in Bezug auf Parasitendauerformen in Badebeckenwasser möglich.

Im Projektzeitraum sollen für ausgewählte Bäder, die nach DIN 19643 betrieben werden, Beckenwasserproben und Proben von Spülabwässern auf das Vorkommen der desinfektionsmittelresistenten Protozoendauerformen (Giardien, Cryptosporidien) und auf weitere Parameter (ausgewählte mikrobiologische Überwachungsparameter nach DIN 19643 und *C. perfringens* als Indikator für Parasitendauerformen) untersucht werden.

In Beckenbädern nach DIN 19643 wird eine ständige Desinfektionskapazität im Beckenwasser vorgehalten, die bei regelgerechtem Betrieb die bakteriellen

Überwachungsparameter (und chloresensible fäkale Krankheitserreger) abtötet. Dies ist für die chlorresistenten Parasitendauerformen nicht der Fall; sie müssten durch Partikelentfernung durch Filtrationsverfahren entfernt werden.

Deshalb sollen vorwiegend Spülabwässer auf die Parasitendauerformen untersucht werden, da hier möglicherweise eine Anreicherung der Krankheitserreger aus dem Beckenwasser erfolgt und Rückschlüsse auf Kontaminationen des Beckenwassers möglich werden.

Für das BMG sind diese Informationen von besonderer Bedeutung, weil der gesundheitliche Schutz der Verbraucherinnen und Verbraucher unmittelbar berührt ist.

Gleichzeitig wird eine wichtige Forderung des Infektionsschutzgesetzes (§ 37 Absatz 2 und 3 IfSG) zur Verhinderung badewasserbedingter Infektionen aufgegriffen. Für den Infektionsschutz ist das BMG federführend zuständig.

Die Ergebnisse werden außerdem bei der Überarbeitung der DIN 19643 und in Hygieneempfehlungen der BWK (Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des BMG beim Umweltbundesamt) und des UBA berücksichtigt.

7. Danksagung

Wir bedanken uns beim Bundesministerium für Gesundheit für die finanzielle Förderung des Forschungsprojektes.

Weiterhin danken wir allen Badbetreibern, die durch ihre Teilnahme wesentlich mit zum Gelingen des Projektes beigetragen haben.

Unser besonderer Dank gilt auch Herrn Dipl.-Chemiker Andreas Raab vom Institut für Wasser- und Umweltanalytik (IWU) in Luisenthal, ohne dessen Unterstützung bei der Beschaffung der Proben das Projekt in diesem Umfang nicht möglich gewesen wäre.

Den Labormitarbeitern des FG II 3.5 „Mikrobiologie des Trink- und Badebeckenwassers“ gilt unser Dank für ihr Interesse und für alle die Projektarbeiten unterstützenden Tätigkeiten.