



Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung

Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA) nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt

Teil A

1. Grundsätze und Begriffsbestimmung

§ 37 Absatz 2 Infektionsschutzgesetz (IfSG) [1] regelt die grundlegende Anforderung an die Beschaffenheit von Schwimm- und Badebeckenwasser:

„Wasser, das in Gewerbebetrieben, öffentlichen Bädern sowie in sonstigen nicht ausschließlich privat genutzten Einrichtungen zum Schwimmen oder Baden bereitgestellt wird

1. in Schwimm- oder Badebecken oder
2. in Schwimm- oder Badeteichen, die nicht Badegewässer im Sinne der Richtlinie 2006/7/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Februar 2006 über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG (ABl. L 64 vom 04.03.2006, S. 37; L 359 vom 29.12.2012, S. 77), die zuletzt durch die Richtlinie 2013/64/EU (ABl. L 353 vom 28.12.2013, S. 8) geändert worden ist, sind,

muss so beschaffen sein, dass durch seinen Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu besorgen ist. Bei Schwimm- oder Badebecken muss die Aufbereitung des Wassers eine Desinfektion einschließen. Bei Schwimm- oder Ba-

deteichen hat die Aufbereitung des Wassers durch biologische und mechanische Verfahren, die mindestens den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen, zu erfolgen.“

1.1 Präambel

Die Aufbereitung des Beckenwassers muss so erfolgen, dass jederzeit in allen Beckenbereichen die Anforderungen des § 37 Absatz 2 IfSG [1] erfüllt sind. Bei den Bädern, bei denen Bau, Betrieb und Wasseraufbereitung den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und bei denen insbesondere die Durchströmung, Aufbereitung und Betriebskontrolle normgerecht erfolgen [2] und die Anforderungen der **Tab. 1, 2 und 3** dieser Empfehlung erfüllt sind, kann davon ausgegangen werden, dass eine hygienisch einwandfreie Beckenwasserbeschaffenheit erzielt wird. Alle anderen Bäder bedürfen einer Einzelfallprüfung, ob sie dennoch die Anforderungen des IfSG nachvollziehbar und kontinuierlich einhalten können. Diese Anforderungen sind durch den Betreiber sicherzustellen und werden durch das Gesundheitsamt überwacht.

1.2 Geltungsbereich

Die vorliegende Empfehlung legt neben den mikrobiologischen und chemischen Anforderungen an die Qualität von Wasser in Schwimm- oder Badebecken, das in Gewerbebetrieben, öffentlichen Bädern sowie sonstigen nicht ausschließlich privat genutzten Einrichtungen zur Verfügung

gestellt wird, insbesondere auch Maßnahmen bei Nichteinhaltung der mikrobiologischen und chemischen Anforderungen fest. Sie gibt Hinweise zur Hygiene sonstiger Einrichtungen in Bädern wie Barfußbereiche, Sitzflächen, raumluftechnische Anlagen sowie Trinkwasserinstallationen und gibt Hilfestellung, was beim Neubau eines Bades oder bei Änderungen an Schwimm- oder Badebeckenanlagen beachtet werden sollte. Sie gilt auch für mobile Schwimm- und Badebeckenanlagen.

Diese Empfehlung ersetzt unter anderem wegen der Neuerscheinung der Normenreihe DIN 19643 [2] (Neuerscheinung Teile 1 bis 4 2023, Teil 5 2021) die 2014 herausgegebene Empfehlung [3]. Bei Verweis auf die Normenreihe DIN 19643 in dieser Empfehlung ist, sofern nicht anders angegeben, stets die Ausgabe 2023-06 (bzw. sofern es sich auf Teil 5 bezieht die Ausgabe von 2021) gemeint.

Diese Empfehlung gilt nicht für

- a) Schwimm- oder Badeteiche nach § 37 Absatz 2 IfSG [1], diesbezüglich gilt die Empfehlung für Kleinbadeteiche [4],
- b) Wannen und andere Badegefäße, die nach jeder Benutzung entleert, gereinigt und mit Füllwasser neu befüllt werden,
- c) Wannen und andere Badegefäße, die der medizinischen Anwendung dienen,
- d) Floating-Anlagen für ein bis zwei Personen. Für diese ist das technische Regelwerk der Deutschen Gesellschaft

Inhaltsverzeichnis

Teil A

1. Grundsätze und Begriffsbestimmung
 - 1.1 Präambel
 - 1.2 Geltungsbereich
 - 1.3 Hinweise zum Biozidrecht
 - 1.4 Begriffsbestimmungen
2. Mikrobiologische und chemisch-physikalische Anforderungen an die Beschaffenheit von Beckenwasser
 - 2.1 Mikrobiologische Anforderungen
 - 2.2 Chemische und physikalisch-chemische Anforderungen
 - 2.2.1 Hygiene-Hilfsparameter
 - 2.2.2 Vorsorgewerte mit Minimierungsbedarf
 - 2.2.3 Technische Werte mit gegebenenfalls erforderlichem Optimierungsbedarf
 - 2.2.4 Vermeiden von Algenaufwuchs
 - 2.3 Eigenkontrollen durch den Betreiber und Überwachung durch das Gesundheitsamt
 - 2.3.1 Eigenkontrollen durch den Betreiber
 - 2.3.1.1 Hygiene-Hilfsparameter und Betriebsbuch
 - 2.3.1.2 Probennahme und Laboruntersuchungen
 - 2.3.1.3 Informationskette
 - 2.3.2 Überwachung durch das Gesundheitsamt
 - 2.3.2.1 Begehungen
 - 2.3.2.2 Untersuchungen des Beckenwassers
 - 2.3.2.3 Überprüfung des Wasserkreislaufes
 - 2.3.2.4 Trinkwasserinstallationen einschließlich Duschen sowie sonstige Einrichtungen in Bädern
 - 2.4 Vorgehensweise und Maßnahmen bei Nichteinhaltung der Anforderungen
 - 2.4.1 Vorgehensweise und Maßnahmen des Betreibers bei Nichteinhaltung der mikrobiologischen Anforderungen
 - Pseudomonas aeruginosa
 - Legionella spec.
 - Sichtbare fäkale Verunreinigung und Eintrag von Erbrochenem
 - 2.4.2 Vorgehensweise und Maßnahmen des Betreibers bei Nichteinhaltung der chemischen und chemisch-physikalischen Anforderungen
 - 2.4.3 Vorgehensweise und Maßnahmen des Gesundheitsamtes
3. Hygienische Anforderungen an sonstige Einrichtungen in Bädern
 - 3.1 Barfußbereiche, Sitzflächen, Sanitärbereiche und Gerätschaften
 - 3.2 Raumlufttechnische Anlagen
 - 3.3 Trinkwasserinstallation in Bädern
4. Anforderungen an die Schwimm- und Badebeckenanlage bei Neu- und Umbau von Bädern
 - 4.1 Vor dem Neubau oder Umbau eines Bades
 - 4.2 Während der Bauphase oder des Umbaus
 - 4.3 Nach Fertigstellung der Baumaßnahme

Teil B

- Erläuterungen
- Erläuterungen zu 1.4 Begriffsbestimmungen
 - sonstige nicht ausschließlich privat genutzte Einrichtungen
- Erläuterungen zu 2.1 Mikrobiologische Anforderungen
- Erläuterungen zu 2.2 Chemische und physikalisch-chemische Anforderungen
- Erläuterungen zur Kategorisierung der Wasserqualitätsparameter
- Erläuterungen zu 2.2.2 Vorsorgewerte mit Minimierungsbedarf
 - Desinfektionsnebenprodukte
- Erläuterungen zu 2.2.3 Technische Werte mit gegebenenfalls erforderlichem Optimierungsbedarf
- Erläuterungen zu 2.3.1 Eigenkontrollen durch den Betreiber
- Erläuterungen zu 3.1 Barfußbereiche, Sitzflächen, Sanitärbereiche und Gerätschaften

Teil C

- Anhang I:
 - Hochchlorung
- Anhang II:
 - Stammdatenblatt
- Anhang III:
 - Nützliche Richtlinien (R) und Arbeitsunterlagen (A) der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen

Literatur
Autorenverzeichnis

für das Badewesen R 65,11 [8] zu beachten.

1.3 Hinweise zum Biozidrecht

Gemäß Artikel 17 der Verordnung (EU) Nr. 528/2012 (Biozidverordnung) [5] dürfen Biozidprodukte nur auf dem Markt bereitgestellt oder verwendet werden, wenn sie gemäß der Verordnung zugelassen wurden. (<https://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de>)

Zugelassene Produkte sind in der Datenbank der Europäischen Chemikalienagentur aufgeführt: <https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/biocidal-products>

Weitere Informationen zu verkehrsfähigen und zugelassenen Biozidprodukten sind auf der Seite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin verfügbar: (<https://www.baua.de/DE/Themen/Chemikalien-Biostoffe/Chemikalienrecht/Biozide/Zugelassene-Biozidprodukte.html>)

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Empfehlung gelten für die im Beckenwasser sowie zur Flächenhygiene üblichen Desinfektionsmittel teilweise noch Übergangsregelungen. Biozidprodukte, die ausschließlich alte Wirkstoffe enthalten, dürfen in Deutschland im Rahmen von Übergangsregelungen bis zur Entscheidung über die Genehmigung oder Nichtgenehmigung der enthaltenen Wirkstoffe ohne Zulassung in den Verkehr gebracht und verwendet werden. Dies gilt auch für Biozidprodukte, die in situ (vor Ort) alte Wirkstoffe generieren. Voraussetzung dafür ist, dass die Hersteller diese Produkte gemeldet haben. Altwirkstoffe, die derzeit noch bewertet werden, sind in Anhang II der Verordnung (EU) Nr. 1062/2014 (Review-Verordnung) aufgeführt (Stand 17.03.2022) [6].

Die Datenbank für gemeldete Biozidprodukte stellt die Bundesstelle für Chemikalien (BfC) als Zulassungsstelle für Biozidprodukte in Deutschland unter folgendem Link zur Verfügung: https://www.ebiomeld.de/DE/Offen/offen_node

1.4 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Empfehlung

- sind allgemein anerkannte Regeln der Technik diejenigen Prinzipien und Lösungen, die in der Praxis er-

- probt und ausreichend lange bewährt sind, sich in der Praxis mehrheitlich durchgesetzt haben sowie von Fachleuten anerkannt werden. Sie werden üblicherweise im Einspruchs- und Konsensverfahren erarbeitet und verabschiedet; dazu gehört in der Regel auch deren schriftliche Dokumentation. Für die Aufbereitung von Beckenwasser sind hier unter anderem die Normenreihe DIN 19643 [2] sowie die einschlägigen im Anhang (Teil C) zusammenfassend genannten Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen (DGfDB) zu nennen,
- sind „Bäder“ sämtliche in § 37 Absatz 2 Satz 1 Nummer 1 IfSG bezeichnete Einrichtungen: Gewerbebetriebe, öffentliche Bäder sowie sonstige nicht ausschließlich privat genutzte Einrichtungen, in denen Wasser zum Schwimmen oder Baden in Schwimm- oder Badebecken bereitgestellt wird,
 - ist „Betreiber“ die natürliche oder juristische Person, die als Eigentümer oder sonstiger Inhaber eines Bades dafür verantwortlich ist, dass die gesetzlichen Bestimmungen und hygienischen Anforderungen in den ihrer Kontrolle unterstehenden Bädern erfüllt werden,
 - sind „sonstige nicht ausschließlich privat genutzte Einrichtungen“ solche Einrichtungen, in denen Schwimm- oder Badebecken vom Betreiber oder einem sonstigen Inhaber der tatsächlichen Gewalt (Mieter) nicht lediglich einem familiären Personenkreis (Angehörige und persönliche Gäste; auch bei gemeinschaftlicher Nutzung von Schwimm- oder Badebecken einer Eigentumswohnanlage) zugänglich gemacht werden, sondern einem darüber hinausgehenden wechselnden Personenkreis; Beispiele sind Hotels, Kur-, Ferien- und Sporteinrichtungen, Fitness- und Wellness-Center sowie Krankenhäuser, Rehabilitationseinrichtungen, Schulen, Kindertagesstätten und Kindergärten.
 - sind „Schwimm- oder Badebecken“ Wasserbecken, die dazu bestimmt sind, dass sich darin Menschen gleichzeitig oder nacheinander zum Schwimmen oder Baden aufhalten,
 - sind „Schwimm- oder Badebeckenanlagen“ die Gesamtheit der Becken einschließlich der zugehörigen Anlagen zur Wasseraufbereitung,
 - ist „Beckenwasser“ das Wasser, welches sich in Schwimm- oder Badebecken befindet,
 - ist „Füllwasser“ das zur Erst- und Nachfüllung benutzte Wasser,
 - ist „sekundäres Füllwasser“ das speziell als Füllwasser nach DIN 19645 [7] aufbereitete Betriebswasser,
 - ist „Rohwasser“ das Wasser, das der Wasseraufbereitung zugeleitet wird,
 - ist „Filtrat“ das filtrierte Wasser nach der Aufbereitung des Wassers beziehungsweise vor Einmischung des Desinfektionsmittels,
 - ist „Reinwasser“ Filtrat nach Einmischung des oxidierenden Desinfektionsmittels,
 - ist „Beckenhydraulik“ die Durchströmung des Beckens durch Zu- und Abfuhr von Wasser (Beckendurchströmung),
 - sind „sonstige Einrichtungen in Bädern“ für die Bäderhygiene relevante Bereiche, insbesondere Barfußbereiche, Sitzflächen, Sanitärbereiche, raumlufttechnische Anlagen und Attraktionen der Schwimm- oder Badebeckenanlage,
 - sind „Raumlufttechnische Anlagen“ die Gesamtheit der Anlagen zur Be- und Entlüftung (siehe auch Punkt 3.2),
 - ist „Trinkwasserinstallation“ die Gesamtheit der Rohrleitungen, Armaturen, Behälter und Geräte zwischen der Stelle der Übergabe von Trinkwasser aus einer Wasserversorgungsanlage und den Entnahmestellen einschließlich Duschen,
 - ist „Gesundheitsamt“ die im Sinne des § 2 Nummer 14 IfSG [1] nach dem Landesrecht für die Durchführung des IfSG bestimmte und mit einem Amtsarzt besetzte Behörde.

2. Mikrobiologische und chemisch-physikalische Anforderungen an die Beschaffenheit von Beckenwasser

Um die Anforderungen an die Beschaffenheit von Beckenwasser nach § 37 Absatz

2 IfSG [1] zu erfüllen, sind mindestens die allgemein anerkannten Regeln der Technik einzuhalten. Zudem ist ein optimales Zusammenwirken folgender Faktoren notwendig:

- Aufbereitung (Entfernung von Mikroorganismen und Belastungsstoffen),
- Desinfektion (Reduktion unerwünschter Mikroorganismen durch Abtötung oder Inaktivierung),
- kontinuierlich durchströmte Becken zur optimalen Verteilung des Desinfektionsmittels und zum möglichst schnellen Austrag von Belastungsstoffen (funktionierende Beckenhydraulik),
- im Wochendurchschnitt Zusatz von mindestens 30 l Füllwasser pro Badegast zur Verhinderung einer unerwünschten Anreicherung von Stoffen, die durch Aufbereitung nicht aus dem Wasser entfernt werden. Wird zur Filterspülung Wasser aus dem Beckenkreislauf verwendet, kann das daraufhin ergänzte Volumen auf den Füllwasseranteil angerechnet werden.
- Reinigungen von mit dem Wasser in Kontakt stehenden Oberflächen (zum Beispiel Beckenboden und -wände, Überlaufrinnen, Wasserspeicher) in regelmäßigen Abständen, unter anderem zur Verhinderung beziehungsweise Beseitigung von Anhaftungen, Sedimentationen und Biofilmen,
- Hinweise an die Badegäste, dass unmittelbar vor dem Baden die gründliche Reinigung des gesamten Körpers notwendig ist, um die Menge von organischem Material, die ins Beckenwasser eingebracht wird, zu reduzieren.

2.1. Mikrobiologische Anforderungen

Verschiedene Krankheitserreger können durch Wasser oder Aerosole in Bädern auf Badegäste übertragen werden und zum Beispiel Erkrankungen der Atemwege, des Magen- und Darmtraktes, der Leber, Augen, Ohren sowie der Haut hervorrufen. Der Nachweis, dass Beckenwasser keine fäkal-oral übertragbaren Krankheitserreger in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen enthält, ist wegen der Vielzahl möglicher Krankheitserreger aus dieser Gruppe routinemäßig nicht durch-

Tab. 1 Mikrobiologische Anforderungen (obere Werte) an Beckenwasser, Filtrat und Reinwasser

Parameter	Einheit	Beckenwasser	Filtrat	Reinwasser	Nachweisverfahren ^a
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KBE/100 ml	0	0	0	DIN EN ISO 16266 [13]
<i>Escherichia coli</i>	KBE/100 ml	0	0	0	DIN EN ISO 9308-1 [14]
<i>Legionella spec.</i>	KBE/100 ml	b,c	b,d	b	DIN EN ISO 11731 [12]
Koloniezahl (KBE) bei 36 °C	KBE/ml	100	100	20	DIN EN ISO 6222 [15] TrinkwV [16]

^aEs dürfen die in der Tabelle genannten Nachweisverfahren oder gleichwertige Verfahren für Trink- und/oder Schwimm- und Badebeckenwasser nach DIN EN ISO 17994 [17] eingesetzt werden

^bBewertung und Maßnahmen bei *Legionella spec.* – Befunden richten sich nach [Tab. 7 und 8](#)

^cBei Becken mit einer Beckenwassertemperatur ≥ 23 °C und gleichzeitig vorhandenen aerosolbildenden Wasserkreisläufen (z. B. Warmsprudelbecken)

^dFiltrate bei Beckenkreisläufen mit einer Beckenwassertemperatur ≥ 23 °C

führbar. Deshalb wird die Konzentration von Indikatorbakterien, die ihrerseits auf das Vorhandensein von Krankheitserregern hinweisen können, bestimmt. Darüber hinaus werden zwei ausgewählte potentielle Krankheitserreger mit Relevanz für das Beckenwasser (*Pseudomonas aeruginosa* und *Legionella spec.*) untersucht, da diese mittels Indikatorbakterien für fäkale Einträge nicht erfasst werden. Durch die Festlegung von Höchstwerten ([Tab. 1](#)) soll ein Infektionsrisiko für Badegäste möglichst ausgeschlossen oder geringgehalten werden.

Die Untersuchungsparameter und die vorgesehenen Verfahren sind in [Tab. 1](#) gelistet.

Der Ansatz für die Legionellenuntersuchung sowie die Angabe der Ergebnisse hat analog zur Legionellenuntersuchung des Trinkwassers entsprechend der jeweils aktuellen UBA-Empfehlung zur systemischen Untersuchung der Trinkwasserinstallation auf Legionellen zu erfolgen [9–11]. Dabei dient die Verwendung von zwei Teilverfahren der DIN EN ISO 11731 [12] der Vergrößerung des Messbereiches und Erhöhung der Nachweissicherheit. Es wird sowohl ein Direktansatz (2 × 0,5 ml ausplattiert auf BCYE + AB-Agar) als auch ein Ansatz mit Membranfiltration (50–80 ml mit anschließender Auflage des Filters auf BCYE + AB-Agar oder GVPC-Agar) durchgeführt. Sofern bei Filtratuntersuchungen wiederkehrend eine hohe Konzentration an

Begleitorganismen zu erwarten ist, kann zusätzlich mit einer verdünnten Probe gearbeitet werden.

2.2 Chemische und physikalisch-chemische Anforderungen

Kategorisierung der Überwachungsparameter. Von der Vielzahl der in der Beckenwasseraufbereitung überwachten Parameter, die im Rahmen der regelmäßigen Überprüfung ein wesentlicher Bestandteil zur Beurteilung und Sicherstellung der Wasserqualität sind, sind nicht alle von gleicher Bedeutung. Im Zuge der Neufassung der DIN 19643 Teil 1 [2] wurde zur besseren Einschätzung der chemischen und physikalischen Parameter eine dreistufige Kategorisierung der Parameter in das Regelwerk aufgenommen, die in den folgenden Abschnitten erläutert wird.

2.2.1 Hygiene-Hilfsparameter. In Ermangelung der Möglichkeit einer kontinuierlichen mikrobiologischen Überwachung geben die Hygiene-Hilfsparameter (freies Chlor (freies Brom bei entsprechenden Verfahren), Redox-Spannung und pH-Wert) wertvolle Hinweise über den jeweils aktuellen hygienischen Status des Wassers. Idealerweise werden sie fortwährend automatisch erfasst und dokumentiert. Bei Nichteinhaltung der Hygiene-Hilfsparameter liegt ein hygienischer Mangel vor und eine (akute) Gefährdung der menschlichen Gesundheit kann nicht

sicher ausgeschlossen werden. Daher ist unverzügliches Handeln erforderlich und entsprechende Maßnahmen sind umzusetzen, welche vorher vorzugsweise zwischen Betreiber und Gesundheitsamt abgestimmt wurden.

Für die nach § 37 Absatz 2 IfSG [1] geforderte Desinfektion des Beckenwassers muss ein Desinfektionsmittel eingesetzt werden, welches in der Lage ist, innerhalb kürzester Zeit durch den Nutzer und/oder die Umwelt eingetragene Mikroorganismen zu inaktivieren. Um eine hinreichend schnelle Wirksamkeit des Desinfektionsmittels bei gleichzeitig möglichst geringen Konzentrationen sicherzustellen, hat sich der Einsatz von oxidierend wirkenden Verbindungen bewährt. Für die Wirksamkeit der Desinfektion wird eine Reduktion der Konzentration von *Pseudomonas aeruginosa* um vier Zehnerpotenzen innerhalb von 30 s zugrunde gelegt (Δ 99,99 %) [22]. Derzeit erfüllen in Deutschland nur Chlor und Brom diese Anforderung.

2.2.2 Vorsorgewerte mit Minimierungsbedarf. Bei der Desinfektion von Beckenwasser entstehen diverse, potentiell gesundheitlich bedenkliche Desinfektionsnebenprodukte (DNP). Teilweise kann auch das Füllwasser gesundheitsbeeinträchtigende Stoffe (zum Beispiel Arsen) enthalten. Diese Stoffe sind in ihrer Konzentration zu minimieren. Die Einhaltung toxikologisch vertretbarer und technisch einhaltbarer Konzentrationen sollte überwacht werden. Gelegentliche und einzelne Überschreitungen können in der Regel bei der Bewertung unberücksichtigt bleiben. Bei mehrmalig aufeinanderfolgender oder regelmäßiger Überschreitung sollten Maßnahmen zu deren Einhaltung implementiert werden.

2.2.3 Technische Werte mit gegebenenfalls erforderlichem Optimierungsbedarf. Den Parametern Trübung, Färbung, Klarheit, Säurekapazität, Aluminium, Eisen, Nitrat, Oxidierbarkeit und TOC (siehe DIN 19643-1, Tabelle 2; [2]) kommt keine unmittelbare hygienische oder gesundheitliche Bedeutung zu. Sie dienen in erster Linie der Beurteilung der Leistungsfähigkeit der gesamten Aufbereitung oder einzelner Aufbereitungsstufen. Abweichungen können allerdings eine

Tab. 2 Hygiene-Hilfsparameter im Beckenwasser

Bezeichnung	Unterer Wert	Oberer Wert	Anzuwendendes Referenzverfahren ^a	Bemerkungen
Freies Chlor ^b			DIN EN ISO 7393-1 [18] DIN EN ISO 7393-2 [19]	Die Bestimmung hat unmittelbar nach der Probenahme vor Ort zu erfolgen. Bei bromid- und iodidhaltigen Wässern wird freies Halogen als Chlor bestimmt. Die Konzentration an freiem Chlor kann vorübergehend bis auf 1,2 mg/l erhöht werden, wenn die mikrobiologischen Anforderungen auf anderem Wege nicht erfüllt werden können. In diesen Fällen ist den Ursachen nachzugehen und für Abhilfe zu sorgen. Bei bestimmten Verfahrenskombinationen kann ein unterer Wert von 0,20 mg/l an Stelle von 0,30 mg/l ausreichend sein, wenn der untere Wert der Redox-Spannung nicht unterschritten wird
Allgemein	0,30 mg/l	0,60 mg/l		
In Warmsprudelbecken	0,70 mg/l	1,0 mg/l		
pH-Wert ^c			DIN EN ISO 10523 [20]	Die Bestimmung erfolgt mit einer pH-Elektrode oder photometrisch
Bei Flockung mit Aluminium- oder Flockung mit Aluminium-Eisen-Produkten	6,5	7,2		
Bei Flockung mit Eisen-Produkten				
a) Süßwasser	6,5	7,5	DIN 38404-6 [21]	Die Bestimmung hat in ortsfesten Mess- und Registriergeräten mit kontinuierlicher Messung zu erfolgen. Bei Unterschreitung der Werte um mehr als 50 mV sind die Funktion und der Betrieb der Messeinrichtung und der Aufbereitungsanlage zu prüfen. Messwertangabe nur unter der Bezeichnung der Bezugselektrode oder der Umrechnung. Ablesung aus der betrieblichen Messwertanzeige
b) Meerwasser	6,5	7,8		
Redox-Spannung Gegen Ag/AgCl 3,5 M KCl				
a) Süßwasser	750 mV ^d			
	770 mV ^d			
b) Meerwasser	700 mV ^d			Bei pH-Werten $\geq 6,5$ bis $\leq 7,3$
	720 mV ^d			Bei pH-Werten $> 7,3$ bis $\leq 7,5$
				Bei pH-Werten $\geq 6,5$ bis $\leq 7,3$
				Bei pH-Werten $> 7,3$ bis $\leq 7,8$
				Für Wasser mit einem Iodidanteil über 0,5 mg/l ist der Wert für die ausreichende Redox-Spannung experimentell zu bestimmen ^e

^a Die Vorschriften für die angegebenen Referenzverfahren sind beim DIN Media GmbH, 10772 Berlin erhältlich und sind in den „Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung“ (DEV), WILEY-VCH-Verlag GmbH und Co. KGaA, Weinheim, enthalten

^b Eine Justierung des Messwertgebers ist durchzuführen, wenn es Abweichungen zwischen Anzeigegerät und der täglichen photometrischen Kontrollmessung nach der DPD-Methode gibt

^c Die tägliche Funktionskontrolle der fest installierten pH-Elektrode sollte durch eine elektrometrische pH-Wert-Messung (Handmessgerät) vorgenommen werden. Abweichungen zwischen dem kontinuierlichen Anzeigegerät und dem Kontrollgerät dürfen nicht größer als $\pm 0,2$ pH-Einheiten sein. Die Messung kann auch mittels Photometer mithilfe von Phenolrot als Indikator vorgenommen werden, wenn das Puffervermögen bzw. der Salzgehalt des Wassers diese Methode nicht einschränken. Weiterhin ist der begrenzte Messbereich von pH 6,4 bis pH 8,2 zu beachten

^d Für die Redox-Spannung wird eine Messungenauigkeit von ± 40 mV akzeptiert (s. 2.3.1)

^e [22]

unzureichende und/oder nicht optimale Funktion der Aufbereitung signalisieren. Hieraus kann sich dann ein Anpassungs- und Optimierungsbedarf ergeben. Die Einhaltung der in DIN 19643-1, Tabelle 2 [2] aufgeführten Werte bedeutet für die meisten Bäder einen optimalen Betriebszustand der Wasseraufbereitung. Die Einhaltung der Anforderungen sollte daher angestrebt werden.

2.2.4 Vermeiden von Algenaufwuchs.

Mit der verbreitet eingesetzten Flockungs-filtration findet eine Phosphat-Eliminierung statt. Dadurch wird den Algen ein lebenswichtiger Nährstoff entzogen oder so stark minimiert, dass ein Algenwachstum verhindert wird. Die obligatorische Desinfektion des Beckenwassers im Zusammenwirken mit der erforderlichen Beckenhydraulik ist ausreichend, um einen

stabilen Zustand des Beckens einschließlich des Beckenwassers aufrecht zu erhalten, der das Wachstum von Algen sicher hemmt. Der Einsatz von Algiziden ist unter diesen Voraussetzungen im Allgemeinen entbehrlich. Algenbewuchs an wasserberührten Oberflächen ist mechanisch zu entfernen.

Tab. 3 Vorsorgewerte mit Minimierungsbedarf im Beckenwasser

Bezeichnung	Oberer Wert	Anzuwendendes Referenzverfahren	Bemerkungen
Gebundenes Chlor ^{a,c,d}	0,20 mg/l	DIN EN ISO 7393-1 [18] DIN EN ISO 7393-2 [19]	Die Bestimmung hat unmittelbar nach der Probennahme vor Ort zu erfolgen. Der Gehalt an gebundenem Chlor wird berechnet aus der Differenz zwischen dem Gehalt an Gesamtchlor und dem Gehalt an freiem Chlor. Bei bromid- und iodidhaltigen Wässern wird gebundenes Halogen als Chlor bestimmt
Trihalogenmethane ^{a,b,c,d}	0,020 mg/l	DIN 38407-30 [23] DIN EN ISO 15680 [24] DIN EN ISO 10301 (Verfahren 2) [25] DIN EN ISO 17943 [26]	Berechnet als Chloroformäquivalente THM = A + 0,728·B + 0,574·C + 0,472·D mit A = mg/l CHCl ₃ ; B = mg/l CHBrCl ₂ ; C = mg/l CHBr ₂ Cl; D = mg/l CHBr ₃ . Zusätzlich sind die Einzelwerte von Trichlormethan (Chloroform), Bromdichlormethan, Dibromchlormethan und Tribrommethan (Bromoform) anzugeben
Summe Chlorit und Chlorat	30 mg/l	DIN EN ISO 10304-4 [27]	–
Bromat	2,0 mg/l	DIN EN ISO 15061 [28] DIN EN ISO 11206 [29]	Idealerweise sollte die Konzentration von Bromat so niedrig, wie angemessen erreichbar, liegen –
Arsen	0,20 mg/l	DIN 38405-35 [30] ISO 17378-2 [31] DIN EN ISO 11885 [32] DIN EN ISO 17294-2 [33]	Die Bestimmung ist nur notwendig bei Verwendung von Füllwasser mit erhöhtem Arsengehalt (z. B. Thermalwasser) – –

^a Gelegentliche Überschreitungen des oberen Wertes um bis zu 20 % sind in der Bewertung tolerierbar

^b Bei Freibädern während höherer Chlorung zur Einhaltung der mikrobiologischen Anforderungen dürfen höhere Werte auftreten

^c Gilt nicht für Kaltwassertauchbecken ≤ 2 m³, wenn sie kontinuierlich mit gechlortem Füllwasser durchströmt werden, das Wasser über eine Überlaufrinne abfließt, Verdrängungswasser so schnell wie möglich ergänzt wird und die Becken täglich entleert, gereinigt und neu gefüllt werden. Das Füllwasser ist so zu chlorieren, dass das Beckenwasser 0,3 bis 0,6 mg/l freies Chlor enthält

^d Bei Kaltwassertauchbecken, bei denen sichergestellt ist, dass die Wassertemperatur 15 °C nicht überschreitet, kann dieser Wert außer Acht gelassen werden

2.3 Eigenkontrollen durch den Betreiber und Überwachung durch das Gesundheitsamt

Der Betreiber eines Bades hat die Einhaltung der Beschaffenheitsanforderung nach § 37 Absatz 2 IfSG [1] sicherzustellen. So hat er unter anderem die Abwesenheit von Krankheitserregern in gesundheitsgefährdenden Konzentrationen und die Minimierung chemischer Stoffe (unter toxikologisch relevanten Konzentrationen) zuverlässig zu gewährleisten. Dies wird grundsätzlich als gegeben angesehen, wenn er die allgemein anerkannten Regeln der Technik einhält. Er ist dementsprechend zu Eigenkontrollen verpflichtet. Aufgrund ihrer hohen gesundheitlichen Bedeutung werden die Anforderungen an die Hygiene in Bädern vom Gesundheitsamt überwacht. Hierbei obliegt diesem sowohl die Überprüfung der Einhaltung der Betreiberpflichtungen als auch die Überwachung des Beckenwassers sowie der Wasseraufbereitungsanlagen nach § 37 Absatz 3 IfSG hinsichtlich der hygienischen Anforderungen.

Für die Durchführung der hygienischen Überwachung gilt § 15a IfSG. Gemäß § 39 Absatz 2 IfSG ordnet die zuständige Behörde (auf Vorschlag des Gesundheitsamtes, § 16 Absatz 6 bis 8 IfSG) die notwendigen Maßnahmen zur Einhaltung der Hygieneanforderungen des § 37 Absatz 2 IfSG und zur Verhinderung von Gesundheitsgefahren an, soweit diese nicht bereits durchgeführt werden.

Im begründeten Einzelfall (unter den Voraussetzungen des § 16 Absatz 1 IfSG) hat die zuständige Behörde auch die Möglichkeit, den Betreiber über das Maß seiner Eigenkontrollen gemäß 2.3.1 hinaus zu zusätzlichen Untersuchungen zu verpflichten.

Die Überwachung durch das Gesundheitsamt kann nur dann erfolgreich sein, wenn der Betreiber eines Bades regelmäßige Eigenkontrollen durchführt, wie sie ihm unter anderem entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik vorgegeben wird. Hierbei sind für die notwendigen täglichen Aufzeichnungen (Betriebsbuch) und die Laboruntersuchun-

gen sowohl die DIN 19643-1 [2] als auch die Richtlinie DGfDB R 60.07 [35] besonders zu beachten.

2.3.1 Eigenkontrollen durch den Betreiber.

2.3.1.1 Hygiene-Hilfsparameter und Betriebsbuch

Bei den betriebseigenen Kontrollen ist es unter anderem notwendig, dass der Betreiber mehrmals täglich von jedem Beckenwasser die Hygiene-Hilfsparameter freies Chlor, pH-Wert, Redox-Spannung sowie das gebundene Chlor bestimmt und die ermittelten Werte in das Betriebsbuch einträgt:

1. dreimal am Tag hinsichtlich des Gehaltes an freiem und gebundenem Chlor
2. einmal am Tag hinsichtlich der Einhaltung des in [Tab. 2](#) festgelegten pH-Wertbereiches.

Die bei Betriebsbeginn ermittelten Werte sind mit den von der Mess- und Regelanlage angezeigten Werten zu vergleichen.

Werden Abweichungen festgestellt, müssen die Geräte überprüft, neu justiert, instandgesetzt oder ersetzt werden.

3. Zweimal am Tag ist die in **Tab. 2** festgelegte Redox-Spannung zu bestimmen. Die Werte werden von der Anzeige der Mess- und Regeleinrichtung übertragen. Bei Unterschreitung der unteren Werte nach **Tab. 2** um mehr als 50 mV sind Funktion und Betrieb der Messeinrichtung und der Aufbereitungsanlage zu prüfen. Die Kontrolle und Justierung der Messeinrichtung für das Redoxpotential erfolgen nach Angaben des Herstellers.

Anstelle der dreimal täglichen Ermittlung des freien und gebundenen Chlors genügt eine einmal tägliche Messung (vorzugsweise nachmittags), wenn

- die Werte für das gebundene Chlor im Regelbetrieb über einen Referenzzeitraum von vier zusammenhängenden Wochen unter 0,2 mg/l liegen und
- während des Badebetriebes die Vorgaben für die Hygiene-Hilfsparameter eingehalten werden.

An Tagen mit starker Belastung sollten die Chlorwerte jedoch dreimal täglich während des Badebetriebes gemessen werden, um Rückschlüsse auf die Funktionsfähigkeit der Aufbereitungsanlage ziehen zu können.

Bei technischen Veränderungen an der Aufbereitungsanlage oder wesentlichen Veränderungen der Betriebsweise ist für einen Zeitraum von mindestens vier Wochen eine Kontrolle mit dreimal täglicher Handmessung notwendig.

Die im Rahmen der betriebseigenen Kontrolle ermittelten Messdaten sind schriftlich oder auf Datenträgern in ein Betriebsbuch zum Beispiel nach Abschnitt 13.6.2 der DIN 19643-1 einzutragen und durch alle weiteren Angaben zu ergänzen, die für eine betriebseigene Kontrolle nach Tabelle 4 der DIN 19643-1 notwendig sind [2]. Neben technischen Daten der Anlage sind dies zum Beispiel Angaben zu Art und Menge der zugesetzten Aufbereitungskemikalien, Zahl der Badbesucher am Untersuchungstag und durchgeführte Reinigungsarbeiten von

Becken, Überlaufrinne und Wasserspeicher. Das Betriebsbuch ist mindestens fünf Jahre aufzubewahren.

2.3.1.2 Probennahme und Laboruntersuchungen

Die Laboruntersuchungen einschließlich der Probennahmen sind durch ein nach DIN EN ISO/IEC 17025 [36] akkreditiertes Labor durchzuführen. Die Probennahme sollte die Betriebszustände mit Badebetrieb erfassen.

Im Rahmen der innerbetrieblichen Kontrollen ist es erforderlich, dass der Betreiber folgende Untersuchungen (nach Tabelle 5 und 6 der DIN 19643-1 [2]), gegebenenfalls in Absprache mit dem Gesundheitsamt, durchführen lässt:

1. mikrobiologische Untersuchungen zur Feststellung, ob die in **Tab. 1** festgesetzten oberen Werte für die mikrobiologischen Parameter nicht überschritten sind,
2. chemische und physikalisch-chemische Untersuchungen zur Feststellung, ob die festgesetzten Anforderungen an die Hygiene-Hilfsparameter (**Tab. 2**) und Vorsorgewerte mit Minimierungsbedarf (**Tab. 3**) erfüllt sind,
3. Untersuchungen auf die sonstigen chemischen und physikalisch-chemischen Parameter nach Tabelle 5 und gegebenenfalls 6 der DIN 19643-1 [2].

Abweichende oder ergänzende Anforderungen an die Parameter im Filtrat sind für die verwendete Verfahrenskombination dem jeweils zugehörigen Folgeteil der DIN 19643 [2] in dem Abschnitt „Prüfung der Filtration“ zu entnehmen.

Die Häufigkeit der Untersuchungen ist in **Tab. 4, 5 und 6** dargestellt.

Durch die regelmäßige Untersuchung des Filtrats sollen frühzeitig erhöhte mikrobielle Belastungen der Filter erkennbar sein, damit Maßnahmen eingeleitet werden können, bevor die Belastung ins Rein- und Beckenwasser durchschlägt.

2.3.1.3 Informationskette

Die Information der Gesundheitsämter über mikrobiologische und chemische Untersuchungsergebnisse sowie über Betriebsstörungen in Bädern sollte gewährleistet sein. Dabei sind der elektronische

Datenaustausch und gegebenenfalls die gemeinsame Datennutzung durch Betreiber und Gesundheitsamt zu empfehlen. Des Weiteren wird der direkte Informationsfluss vom Labor an Gesundheitsamt und Betreiber dringend empfohlen. Abweichungen von Untersuchungsumfang und Untersuchungsfrequenz nach DIN 19643-1 [2] sind mit dem Gesundheitsamt abzustimmen (siehe auch 2.3.1.2).

2.3.2 Überwachung durch das Gesundheitsamt.

2.3.2.1 Begehungen

Es ist notwendig, dass die Begehungen durch das Gesundheitsamt bei der Erstinbetriebnahme eines Bades und dann grundsätzlich *mindestens* einmal im Jahr erfolgen. Geben die Begehungen während eines Zeitraumes von 2 Jahren keinen Grund zu Beanstandungen, kann der Überprüfungszeitraum auf einen 2-jährigen Rhythmus ausgedehnt werden. Die Überwachungen erfolgen im Rahmen einer Ortsbesichtigung einschließlich der Probennahme und beinhalten die Überprüfung

- der Erfüllung der Pflichten des Betreibers nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik und nach den unter 2.3.1 beschriebenen Anforderungen,
- des Betriebsbuches auf richtige Führung und Auffälligkeiten,
- des Wasserkreislaufs des Beckenwassers einschließlich der Wasseraufbereitungsanlagen,
- der Trinkwasserinstallation einschließlich der Duschen sowie
- der hygienischen Anforderungen an sonstige Einrichtungen in Bädern.

Als Arbeitshilfe für die Ortsbesichtigung durch das Gesundheitsamt steht eine Checkliste (siehe Teil C) zur Verfügung (siehe <http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/schwimmen-baden/schwimm-badebecken/empfehlungen-stellungnahmen>).

2.3.2.2 Untersuchungen des Beckenwassers
Für die Untersuchungen einschließlich Probennahme von Wasserproben im Rahmen der Überwachung gelten die Ausführungen unter 2.3.1. Probennahmen des

Tab. 4 Routinemäßige Untersuchungen der mikrobiologischen Parameter und Hygiene-Hilfsparameter erfolgen in der Regel monatlich, bei hohen Belastungen, wie Erreichen und Überschreiten der Nennbelastungen, zweimal je Monat. Bei niedriger Belastung und kontinuierlicher Einhaltung der Anforderungen über mindestens ein Jahr sind in Abstimmung mit dem Gesundheitsamt Abweichungen auch entsprechend DIN 19643-1 Abschnitt 14.1 möglich

Nr.	Parameter	Füllwasser	Beckenwasser	Rohwasser	Filtrat	Reinwasser
1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	(x) ^a	x	–	x	–
2	<i>Escherichia coli</i>	(x) ^a	x	–	x	–
3	Koloniezahl (KBE) bei 36 °C	(x) ^a	x	–	x	–
4	<i>Legionella spec.</i> (bei Wassertemperaturen jeweils ≥ 23 °C)	(x)	(x) ^b	–	(x)	–
5	Redox-Spannung (Ablesung Technik)	–	x	–	–	–
6	Freies Chlor	–	x	–	–	–
7	Gebundenes Chlor	–	x	–	–	–
8	pH-Wert	–	x	–	–	–
9	Ozon (nur bei O ₃ -Anlagen nach Sorptionsfilter)	–	–	–	(x)	–
10	Wassertemperatur	–	x	–	–	–

(x) Bedingt zu untersuchende Parameter

^a nur bei Wasser, welches nicht aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung stammt, zum Beispiel Eigenwasserversorgung oder sekundäres Füllwasser

^b bei Attraktionen mit Aerosolbildung im Becken

Tab. 5 Umfassende Untersuchungen erfolgen im ersten Betriebsjahr monatlich, die Parameter Nr. 1–3 alle 2 Monate. Danach kann das Gesundheitsamt Untersuchungen auf alle 2 bis 4 Monate festlegen

Nr.	Parameter	Füllwasser	Beckenwasser	Rohwasser	Filtrat	Reinwasser
1	Trihalogenmethane	–	x	–	–	–
2	Σ Chlorit + Chlorat	–	x	–	–	–
3	Bromat	–	x	–	–	–
4	Arsen ($> 0,2$ mg/l im Füllwasser)	–	(x)	–	–	–
5	Färbung	–	x	–	–	–
6	Trübung	–	x	–	–	–
7	Klarheit	–	x	–	–	–
8	Aluminium (bei aluminiumhaltigen Flockungsmitteln)	–	(x)	–	–	–
9	Eisen (bei eisenhaltigen Flockungsmitteln)	–	(x)	–	–	–
10	Säurekapazität	–	x	–	–	–
11	Nitrat	(x) ^c	x	–	–	–
12a	Oxidierbarkeit (alternativ zu TOC)	(x) ^c	(x)	–	–	–
12b	TOC (alternativ zu Oxidierbarkeit)	–	(x)	–	–	–
13	Chlorid (bei Inline-Chloreelektrolyse)	–	(x)	–	–	–
14	Sulfat (bei sulfathaltigen Säuren/Flockungsmitteln)	(x)	x	–	–	–

(x) Bedingt zu untersuchende Parameter

^c bei Schwankungen der Konzentration oder bei Wasser, welches nicht aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung stammt, zum Beispiel Eigenwasserversorgung

Tab. 6 Untersuchungen nach der jährlichen Wartung erfolgen auf folgende Parameter und unter Berücksichtigung folgender zusätzlicher Probennahmestellen

Nr.	Parameter	Füllwasser	Beckenwasser	Rohwasser	Filtrat	Reinwasser
1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	–	–	–	–	x
2	<i>Escherichia coli</i>	–	–	–	–	x
3	Koloniezahl (KBE) bei 36 °C	–	–	–	–	x
4	<i>Legionella spec.</i> (bei Wassertemperaturen ≥ 23 °C)	–	–	–	–	x
5	Freies Chlor	–	–	–	x	x
6	Gebundenes Chlor	–	–	–	x	–
7	pH-Wert	–	–	x	–	–
8	Färbung	–	–	–	x	–
9	Trübung	–	–	–	x	–
10	Aluminium (bei aluminiumhaltigen Flockungsmitteln)	–	–	(x)	(x)	–
11	Eisen (bei eisenhaltigen Flockungsmitteln)	–	–	(x)	(x)	–
12	Säurekapazität	–	–	x	–	–
13	Oxidierbarkeit oder TOC	–	–	–	x	–
14	Chlorid	(x) ^c	x	–	–	–
15	Ortho-Phosphat/Polyphosphat	(x) ^{c,d}	x	–	–	–

(x) Bedingt zu untersuchende Parameter

^c bei Schwankungen der Konzentration oder bei Wasser, welches nicht aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung stammt, zum Beispiel Eigenwasserversorgung

^d bei Zugabe zur Trinkwasseraufbereitung

Gesundheitsamtes können auf die Anzahl der Untersuchungen des Betreibers angerechnet werden. Die Überwachungsergebnisse sind mindestens 5 Jahre lang aufzubewahren.

2.3.2.3 Überprüfung des Wasserkreislaufes
Bei der Überwachung ist besonders auf folgende Bereiche beziehungsweise Aspekte zu achten (hierbei handelt es sich um Stichwortangaben, Einzelheiten sind der Normenreihe DIN 19643 [2] zu entnehmen):

- Becken, Wasserspeicher und Filteranlagen,
- Dosierstellen für Chemikalien,
- Werkstoffe zum Beispiel für Dichtungsmassen, Abdeckungen oder Auskleidungen,
- Einrichtungen mit zusätzlichen Wasserkreisläufen wie beispielsweise Rutschen, Wildwasserkanäle, Sprudler, Nackenduschen, Wasserpilze,
- Flächenreinigungs- und -desinfektionsmittel sowie Reinigungsmaßnahmen für Beckenkopf mit Umgang,
- Funktionskontrolle der Rinnenumschaltung (insbesondere bei Nichtein-

haltung mikrobiologischer Anforderungen im Wasserkreislauf) und

- Wasser in den Zu- und Ableitungen und in den Pumpen (insbesondere auch nach Betriebsruhezeiten und bei mikrobiologischen Auffälligkeiten im Wasserkreislauf).

2.3.2.4 Trinkwasserinstallationen einschließlich Duschen sowie sonstige Einrichtungen in Bädern

Bei der Kontrolle der Trinkwasserinstallation (insbesondere der Duschen) durch das Gesundheitsamt gelten für Untersuchungen und Maßnahmen die Vorgaben der TrinkwV [16].

Soweit sich Hygienemängel von sonstigen Einrichtungen in Bädern nachteilig auf die Hygiene des Beckenwassers auswirken können, ist es unerlässlich, dass das Gesundheitsamt die Einhaltung der Anforderungen der Hygiene von sonstigen Einrichtungen des Bades in seine Überwachung nach § 37 Absatz 3 und § 15a IfSG [1] einbezieht. Außerdem hat das Gesundheitsamt bzw. die zuständige Behörde dem nachzugehen, wenn Tatsachen festgestellt werden oder anzunehmen sind, die zum

Auftreten einer übertragbaren Krankheit führen können (§ 16 Absatz 1 IfSG). Dies betrifft insbesondere Barfußbereiche, Sitzflächen, Sanitärbereiche, raumlufttechnische Anlagen (zum Beispiel anhand der Vorlage von Wartungs- und Prüfprotokollen) und Attraktionen der Schwimm- und Badebeckenanlage. Anhaltspunkte für die Überwachung liefern das einschlägige technische Regelwerk sowie gegebenenfalls spezielle Empfehlungen des UBA und der BWK (beispielsweise die Empfehlung zur Lüftung in Hallenbädern [37]) und der zuständigen Landesgesundheitsbehörden (siehe auch Stammdatenblatt).

2.4 Vorgehensweise und Maßnahmen bei Nichteinhaltung der Anforderungen

Der Betreiber eines Bades ist dafür verantwortlich, dass eine Gesundheitsschädigung durch die Qualität des Beckenwassers für den Besucher nicht zu besorgen ist. Die Vorgehensweise bei Nichteinhaltung der mikrobiologischen und chemisch-physikalischen Anforderungen unter Berücksichtigung ihrer abgestuften

gesundheitlichen Bedeutung ist nachfolgend aufgeführt.

2.4.1 Vorgehensweise und Maßnahmen des Betreibers bei Nichteinhaltung der mikrobiologischen Anforderungen. Der Betreiber hat Verfahrensabläufe gemäß DIN EN 15288-2 [38] zu etablieren, aus denen hervorgeht, welche Korrektur- und Präventivmaßnahmen bei Nichteinhaltung mikrobiologischer Anforderungen durchzuführen sind. Weitere Hinweise zu Maßnahmen bei bestimmten Belastungen sind in den [Tab. 9 und 10](#) dieser Empfehlung aufgeführt.

Bei Überschreitung der oberen Werte unterrichtet das Untersuchungslabor im Falle von Untersuchungen nach [Tab. 1](#) dieser Empfehlung unverzüglich den Betreiber. Der Betreiber ist dafür verantwortlich, dass das Gesundheitsamt ebenfalls unverzüglich benachrichtigt wird. Festlegungen zur Informationskette sollten vorab getroffen werden. Der Betreiber ergreift erforderliche Maßnahmen und veranlasst gegebenenfalls sofortige weitere Untersuchungen. Alle erforderlichen Maßnahmen und die weitere Vorgehensweise sollten zwischen Betreiber und Gesundheitsamt abgestimmt werden.

Eine genaue Beschreibung der Maßnahmen, die bei Überschreitung der mikrobiologischen Anforderungen beziehungsweise bei bestimmten Belastungen zu treffen sind, ist nur unter Kenntnis der spezifischen örtlichen und technischen Einzelheiten des Bades möglich. Die in [Tab. 9 und 10](#) angeführten Vorgehensweisen sind Empfehlungen, um den Umfang der Kontamination und der unter Umständen erforderlichen Sanierungsmaßnahmen abzuschätzen.

Die Überschreitung der einzelnen oberen Werte bedeutet nicht in jedem Fall eine direkte Gesundheitsgefahr für die Benutzer des Bades. Beispielsweise ist beim Nachweis einer erhöhten Koloniezahl eine geringere Gesundheitsgefahr gegeben als beim Nachweis von *Legionella spec.*, *Pseudomonas aeruginosa* und *Escherichia coli*. *Escherichia coli* weisen auf vom Menschen stammende intestinale Infektionserreger im Wasser hin; *Pseudomonas aeruginosa* und *Legionella spec.* sind selbst Krankheitserreger.

Pseudomonas aeruginosa. *Pseudomonas aeruginosa* kann unter anderem durch Badegäste eingetragen werden und sich im Aufbereitungssystem vermehren. Neben dem Filtermaterial können auch wenig- und nichtdurchflossene Rohrleitungen, fehlerhafte Innenauskleidungen, Pumpensysteme, Armaturen, Wärmetauscher, Dichtungsmaterial und andere Bauteile besiedelt sein und zu einer Kontamination des Wassers führen. Das Beckenwasser und das Filtrat sollten gemäß DIN 19643 [2] parallel auf das Vorhandensein von *Pseudomonas aeruginosa* untersucht werden, da nur dadurch eine differenzierte Aussage und Bewertung möglich ist. *Pseudomonas aeruginosa* soll sowohl im Beckenwasser als auch im Filtrat in 100 ml nicht nachweisbar sein.

Wird *Pseudomonas aeruginosa* dennoch im Beckenwasser beziehungsweise Filtrat nachgewiesen, sind folgende Hinweise zu berücksichtigen.

Aufgrund der Eigenschaften von *Pseudomonas aeruginosa* (Krankheitserreger, Biofilmbildner) sind besondere Maßnahmen notwendig. Dabei ist zu beachten, dass ein gleichzeitiger Nachweis in Beckenwasser und Filtrat auf deutliche Probleme der technischen Ausstattung oder beim Betrieb eines Bades hinweist und hygienisch bedenklicher ist als ein alleiniger Nachweis in einer der beiden Wasserarten. Welche Maßnahmen im Einzelfall angemessen, erforderlich und zielführend sind, hängt unter anderem

- von der Konzentration an *Pseudomonas aeruginosa*,
- der Empfindlichkeit des betroffenen Personenkreises (zum Beispiel Bäder in Krankenhäusern),
- den Parallel- oder Vorbefunden, die auf eine Kontamination in Anlagen teilen hindeuten (zum Beispiel Biofilmbildung)
- und von Hinweisen auf Fehlfunktionen im Bereich der Steuerung der Chlordosierung, der Hygiene-Hilfsparameter, der Beckenhydraulik und des Rückspülprozesses ab.

Im Krankenhausbereich sind die erforderlichen Maßnahmen mit den Verantwortlichen der Krankenhaushygiene abzustimmen. Zu beachten ist, dass die Desinfektion des Beckenwassers nicht

dazu dienen soll, die Vermehrung von Krankheitserregern in den Aufbereitungsanlagen oder andere Unzulänglichkeiten des Betriebs auszugleichen oder zu kaschieren.

Legionella spec. Die Bewertung des Beckenwassers beziehungsweise des Filtrats und die daraus resultierenden Maßnahmen beim Nachweis von *Legionella spec.* erfolgen entsprechend DIN 19643-1 [2] (und dort insbesondere nach Tabelle 7 und 8) und den [Tab. 7 und 8](#) dieser Empfehlung.

Wird *Legionella spec.* direkt im Beckenwasser nachgewiesen, besteht der Verdacht, dass der Filter bewachsen ist und die Kontamination vom Filter ausgeht. Eine Ursache kann dabei eine unzureichende Spülung sein.

Auch wenn *Legionella spec.* nur im Filtrat nachweisbar sind, ist die Aufbereitungsanlage nach [Tab. 8](#) zu überprüfen. Bei komplexeren Systemen sollten Untersuchungen der verschiedenen Anlagenbereiche erfolgen, um die Kontaminationsquelle zu lokalisieren. Die erforderlichen Maßnahmen zur Sanierung des kontaminierten Systems sind von den technischen Gegebenheiten vor Ort abhängig. Nach Sanierung des Systems sind zunächst kurzfristige, dann Untersuchungen in größeren Zeitabständen notwendig, um die Nachhaltigkeit der getroffenen Maßnahmen zu kontrollieren.

Sichtbare fäkale Verunreinigung und Eintrag von Erbrochenem. Konkrete Maßnahmen hierzu sind in [Tab. 9](#) dargestellt.

2.4.2 Vorgehensweise und Maßnahmen des Betreibers bei Nichteinhaltung der chemischen und chemisch-physikalischen Anforderungen. Werden die chemischen und chemisch-physikalischen Parameter des Wassers gemäß Tabelle 2 der DIN 19643-1 [2], insbesondere die Hygiene-Hilfsparameter ([Tab. 2](#) dieser Empfehlung) und die Vorsorgewerte mit Minimierungsbedarf ([Tab. 3](#) dieser Empfehlung), während des Badebetriebes nicht eingehalten, kann dies ein Hinweis auf Funktionsmängel der Anlage mit eventuell nachteiligen Auswirkungen auf die Qualität des Beckenwassers sein.

Auch eine mangelhafte Beckendurchströmung und ein nicht ausreichender Füllwasserzusatz können sich nachteilig auf die Beckenwasserqualität auswirken und zu einer Abweichung der Parameterwerte führen. Es ist deshalb notwendig, Abweichungen zu beheben, bevor sich hygienische Mängel einstellen.

Werden die Hygiene-Hilfsparameter (freies Chlor, pH-Wert und Redox-Spannung) nicht eingehalten, können Überschreitungen bei den mikrobiologischen Parametern nicht ausgeschlossen werden. Bei Nichteinhaltung sollte deshalb zeitnah versucht werden, durch schrittweise Ermittlung der Ursachen und Optimierung der technischen Parameter die Einhaltung der Hygiene-Hilfsparameter zu erreichen. Hierzu sollte zunächst eine Überprüfung der voreingestellten Sollwerte sowie der Mess- und Regelungstechnik auf einwandfreie Funktionsweise durchgeführt werden.

Weiterhin ist zu überprüfen, ob die Filtration einwandfrei funktioniert. Dabei sind vor allem die Flockung (siehe insbesondere [2]) und das Spülprogramm der Filter zu kontrollieren.

Sind die Flockung und/oder das Spülprogramm mangelhaft, kann dies zu einer Minderung der Aufbereitungsleistung führen und sich zum Beispiel im Anstieg des gebundenen Chlors und Absinken der Redox-Spannung, trotz ausreichenden freien Chlors und richtigen pH-Wertes, zeigen.

Die Zugabe des Flockungsmittels ist auf DIN-gerechte Ausführung zu überprüfen. Hierzu sind in den jeweiligen Normenteilen der DIN 19643 [2] die Kapitel zu beachten, die sich mit der Flockung befassen. Dies gilt für den korrekten pH-Wert-Bereich, eine ausreichende Säurekapazität, die richtige Anordnung der Dosierstelle und für die Mindestzugabe des Flockungsmittels.

Das Filtermaterial ist auf ausreichende Schütthöhe und die richtige Lage beim Filtrationsvorgang zu überprüfen. Bei falscher Ausführung des Überlaufrichters tritt Muldenbildung mit der Folge einer mangelhaften Filtrationswirkung ein. Gegebenenfalls ist der Überlaufrichter so nachzubessern, dass eine gleichmäßige Beaufschlagung des Filtermaterials mit

Rohwasser gesichert ist, womit die Muldenbildung vermieden wird.

Wird trotz Einhaltung der Hygiene-Hilfsparameter eine Nichteinhaltung der mikrobiologischen Anforderungen festgestellt, kann die Ursache (neben Aggregatbildung oder Vorliegen der Mikroorganismen in Biofilmen) darin liegen, dass die adsorptive Schicht im Filter eine zu hohe Zehrung des Desinfektionsmittels bewirkt und somit Bereiche des Filterbetts nicht hinreichend vom Desinfektionsmittel erreicht werden. Dem kann eine Zugabe von Desinfektionsmittel bei der Filterspülung entgegenwirken.

Es ist sicherzustellen, dass die Filterspülung den Anforderungen der jeweiligen Normenteile der DIN 19643 [2] entspricht (zum Beispiel programmgesteuerter, unterbrechungsfreier zeitlicher Ablauf, Erreichen der notwendigen Filterbettdehnung, gleichmäßige Beaufschlagung mit Spülwasser, rückstaufreier Ablauf des Spülabwassers). Dies gilt insbesondere für das Einhalten der Spülgeschwindigkeit. Ist diese geringer als die für das jeweilige Filtermaterial vorgegebene Spülgeschwindigkeit, dann erfolgt kein ausreichender Austrag von Mikroorganismen und Schmutzstoffen. Die vorgenannten Hinweise gelten für eine Filtration und Spülung bei Einsatz von Festbettfiltern nach DIN 19605 [39].

Sind Anschwemmfilter nach DIN 19624 [40] vorhanden, dann gilt sinngemäß die gleiche Vorgehensweise unter Beachtung der Besonderheiten der Anschwemmfiltration, beschrieben in DIN 19643-2 [2]. Hierbei ist besonders darauf zu achten, dass benutztes Anschwemmfiltermaterial zu verwerfen ist. Wird Ultrafiltration angewandt, sind regelmäßig (mindestens jährlich) Integritätstests durchzuführen.

Bei weiter ausbleibendem Erfolg, das heißt, wenn die chemischen oder chemisch-physikalischen Anforderungen weiterhin nicht eingehalten werden, ist eine umfassende Untersuchung des gesamten Systems einschließlich der Beckenhydraulik erforderlich.

Bei mehrmalig aufeinander folgender oder regelmäßiger Überschreitung der Werte für gebundenes Chlor und THM sollten unter anderem folgende Ursachen in Erwägung gezogen werden:

- Erschöpfung der Adsorptionsstufe,
- hohe Bildungspotentiale im Füllwasser,
- zu geringe Füllwasserzugabe,
- unzureichende Beckenhydraulik,
- mangelhafte Filterspülung,
- häufige Überschreitung der Nennbelastung,
- erhöhter Schmutzeintrag durch Badegäste aufgrund nicht ausreichender Reinigung beim Duschen,
- Mängel bei der Flockung.

2.4.3 Vorgehensweise und Maßnahmen des Gesundheitsamtes. Weist die Aufbereitung Mängel auf, entspricht das Wasser nicht den unter Abschnitt 2.1 und 2.2 genannten Anforderungen oder sind Risiken für die menschliche Gesundheit zu besorgen, kann es notwendig sein, dass das Gesundheitsamt zusätzliche Untersuchungen veranlasst. Die rechtliche Grundlage dafür bilden § 39 Absatz 2 und § 16 IfSG [1]. Beispiele hierfür sind Untersuchungen an bestimmten Stellen des Wasserkreislaufes und zu bestimmten Zeiten, sofortige Untersuchungen außerhalb der regelmäßigen Untersuchungen oder Untersuchungen in kürzeren Zeitabständen als unter 2.3.1 genannt, Untersuchungen auf andere Mikroorganismen beziehungsweise chemische Stoffe als auf die in 2.1 beziehungsweise 2.2 angeführten.

Wird dem Gesundheitsamt bekannt, dass die in 2.1 genannten Anforderungen an die mikrobiologischen Parameter nicht eingehalten werden oder Krankheitserreger oder chemische Stoffe im Beckenwasser enthalten sind, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen, ist eine unverzügliche Prüfung erforderlich, ob das Wasser des betroffenen Beckens noch zum Schwimmen oder Baden zur Verfügung gestellt werden kann. Kommt der Betreiber seinen Pflichten nicht nach, kann das Gesundheitsamt darüber hinaus Abhilfemaßnahmen anordnen oder Auflagen erteilen, um die Erfüllung der Anforderungen sicherzustellen. In Fällen, in denen die Anforderungen an die mikrobiologischen oder chemischen Parameter (■ Tab. 1, 2 und 3) nicht eingehalten werden beziehungsweise die oben angegebenen zusätzlichen Untersuchungen hygienische Belastungen erkennen lassen, oder falls besondere Umstände hy-

gienischer Beanstandungen es erfordern, kann das Gesundheitsamt entsprechend der Höhe des abschätzbaren gesundheitlichen Risikos ebenfalls Abhilfemaßnahmen anordnen beziehungsweise Auflagen erteilen.

Falls auf Grund der Überwachungsergebnisse oder anderer Erkenntnisse eine Gesundheitsgefahr nicht auszuschließen ist, kann das Gesundheitsamt anordnen, dass das Wasser des betroffenen Beckens bis zur Behebung der Gefahrenlage nicht mehr zum Schwimmen oder Baden benutzt werden darf.

3. Hygienische Anforderungen an sonstige Einrichtungen in Bädern

3.1 Barfußbereiche, Sitzflächen, Sanitärbereiche und Gerätschaften

Zur Einhaltung der hygienischen Anforderungen bezüglich Ausstattung, Reinigung und Desinfektion der sonstigen Badeinrichtungen (zum Beispiel Barfußbereiche, Sitzgelegenheiten, Sanitäranlagen, Gerätschaften) ist ein Hygieneplan mit Angaben zu Reinigungs- und Desinfektionsmitteln, deren Anwendung und zu sonstigen Maßnahmen zu erstellen und den Beschäftigten als Arbeitsanweisung zur Verfügung zu stellen (siehe auch [41]).

Zur Vermeidung von Infektionen ist eine betriebstägliche Reinigung und gegebenenfalls Desinfektion, idealerweise direkt nach Ende des Badebetriebes, insbesondere der Barfuß- und Sanitärbereiche sowie der Sitzflächen, mit einem geeigneten Mittel (zum Beispiel [42, 43]) in ausreichender Konzentration und Einwirkzeit erforderlich. Je nach Nutzungsfrequenz sind Gerätschaften und weitere sonstige Einrichtungen entsprechend dem Hygieneplan regelmäßig zu reinigen und zu desinfizieren. Zur Überprüfung der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen können Abklatschuntersuchungen nach entsprechender Einwirkzeit durchgeführt werden (siehe [41] Pkt. 7.2.4.2 „Erfolgskontrolle der Desinfektionsmaßnahmen“). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Untersuchungen während und nach Ende des Badebetriebes keine Aussage über die Qualität der durchgeführten Desinfektionsmaßnahmen erlauben.

3.2 Raumluftechnische Anlagen

Von raumluftechnischen Anlagen können bei falschem Betrieb oder nicht ausreichender Wartung Gesundheitsrisiken ausgehen. Um diesen zu begegnen, sind die einschlägigen allgemein anerkannte Regeln der Technik zu beachten.

Bei Anlagen mit Umluftbetrieb ist darauf zu achten, dass immer ein ausreichender Außenluftmassenstrom (siehe [44]) gegeben ist, so dass die Konzentrationen der in die Hallenluft übergegangenen wasserbürtigen Schadstoffe, insbesondere Chloramine und Trihalogenmethane, die geltenden Empfehlungen nicht überschreiten. Zudem werden dadurch auch die Temperatur sowie die Luftfeuchtigkeit beeinflusst.

3.3 Trinkwasserinstallation in Bädern

Die Trinkwasserinstallation unterliegt direkt dem Regelungsbereich der TrinkwV [16]. Eine Trinkwasserinstallation in Bädern kann sich entweder in einer „Gebäudewasserversorgungsanlage“, einer „zeitweiligen Wasserversorgungsanlage“ oder einer „mobilen Wasserversorgungsanlage“ nach TrinkwV befinden.

Die Bereitstellung von Trinkwasser in einem Bad (s. oben 1.4) erfüllt die Kriterien einer öffentlichen Tätigkeit im Sinne von § 2 Nummer 9 TrinkwV. Daher ergibt sich eine Anzeigepflicht nach § 11 Absatz 1 TrinkwV gegenüber dem Gesundheitsamt unter anderem hinsichtlich Errichtung, Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme oder bei bautechnischen Veränderungen der Wasserversorgungsanlage mit möglichen Auswirkungen auf die Trinkwasserqualität.

Für den Betrieb der Duschen und der Waschbecken muss Trinkwasser gemäß TrinkwV [16] verwendet werden, in keinem Fall aufbereitetes Spülabwasser (Wasser aus der Filterspülung) oder aufbereitete Beckenwasser.

Wenn neben der Trinkwasserinstallation eine Nichttrinkwasseranlage (§ 2 Nummer 10 TrinkwV) zum Beispiel für Toiletenspülungen betrieben wird, müssen deren Leitungen und etwaige Entnahmestellen nach § 13 Absatz 4 TrinkwV [16] gekennzeichnet und gesichert sein.

In der Regel besteht für die Trinkwasserinstallation in Bädern eine Untersu-

chungspflicht in Bezug auf *Legionella spec.* nach § 31 TrinkwV [16] mit den dort aufgeführten Vorgaben. Auf die weiterführenden Vorgaben im Zusammenhang mit der Probennahme nach § 41 Absatz 4 TrinkwV sowie speziellen Handlungspflichten des Betreibers der Wasserversorgungsanlage (Trinkwasserinstallation) nach § 51 TrinkwV wird hier verwiesen.

4. Anforderungen an die Schwimm- und Badebeckenanlage bei Neu- und Umbau von Bädern

4.1 Vor dem Neubau oder Umbau eines Bades

Um hygienische Mängel schon im Vorfeld des Betriebes von Bädern zu vermeiden, sollte beim Neubau von Bädern oder bei wesentlichen Änderungen an bestehenden Bädern bereits in der Planungsphase neben der Beteiligung der Baubehörde, Planer und Architekten auch das Gesundheitsamt zu hygienischen Gesichtspunkten einbezogen werden. Von der Einhaltung der hygienischen Anforderungen ist regelmäßig auszugehen, wenn die Planung, Installation und der Betrieb der Schwimm- und Badebeckenanlagen vollständig den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen (zum Beispiel [2]). Daher sollte der Betreiber des Bades die Planung eines Bades oder dessen Umbau dem Gesundheitsamt rechtzeitig anzeigen und alle für die hygienische Bewertung erforderlichen Unterlagen und Pläne (Fließschema, Verfahrensbeschreibung, nachvollziehbare Berechnungen, ausführliche Beschreibung und Begründungen von Abweichungen gegenüber den allgemein anerkannten Regeln der Technik, hygienische Fachgutachten) vorlegen. Dieses sollte sowohl für den Neubau eines Bades oder eines Teiles davon, als auch für die Planung baulicher oder betriebstechnischer Änderungen eines Bades erfolgen, soweit sie Auswirkungen auf die Beschaffenheit des Wassers in den Schwimm- oder Badebecken sowie der allgemeinen Hygiene haben können.

Bezüglich der Wasserversorgungsanlage (Trinkwasserinstallation) gelten die Anzeigepflichten nach § 11 der TrinkwV [16].

4.2 Während der Bauphase oder des Umbaus

Während der gesamten Bauausführung ist es erforderlich, eine Bauleitung zu benennen, welche die Einhaltung der besonderen hygienischen Anforderungen sicherstellt und dokumentiert. Insbesondere der hygienische Umgang mit dem angelieferten Material und der später mit dem Beckenwasser in Berührung kommenden Anlagenteile und Oberflächen während der Montage bedarf besonderer Sorgfalt, um eine primäre mikrobiologische Kontamination zu vermeiden. Eine ordnungsgemäße Filterbefüllung, Spülung und Erstdesinfektion nach der Montage ist zu dokumentieren.

4.3 Nach Fertigstellung der Baumaßnahme

Nach dem Abschluss der Bauarbeiten und der Inbetriebnahme der Aufbereitungstechnik, aber noch vor der Eröffnung oder Wiedereröffnung des Bades sollte eine Abnahme durch einen Sachkundigen unter Einbeziehung:

- der Untersuchung der Beckenwasserqualität entsprechend der Normenreihe DIN 19643 [2] und
- der Wasserbeschaffenheit in der Trinkwasserinstallation (insbesondere Warmwassersysteme) nach TrinkwV [16]

erfolgen.

Die Übereinstimmung der Wasseraufbereitungsanlage mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik, beziehungsweise den genehmigten Abweichungen davon, kann erst nach Erreichen eines stationären Betriebszustandes überprüft werden und wird im Zusammenhang mit einer Abnahmeprüfung, zum Beispiel inklusive Funktionsprüfung nach DGfDB R 65.04 [45], durchgeführt.

Aufgrund dieser Abnahme kann dann das Gesundheitsamt die Freigabe des Bades für die Öffentlichkeit erteilen. Weiterhin sollte ein Hygieneplan nach 3.1 vorliegen, der sicherstellt, dass die sonstigen Einrichtungen im Bad ausreichend gereinigt und desinfiziert werden können. Nach der Inbetriebnahme wird nach einer angemessenen Frist eine Funktionsprüfung nach der Richtlinie R 65.04 der DGfDB [45] empfohlen. Die Abnahme

nach der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) ist kein Ersatz für diese Funktionsprüfung. Diese sollte nicht im Auftragsumfang der Firma liegen, die mit der Erstellung der Anlage beauftragt ist, sondern direkt durch Beauftragung des Bauherrn erfolgen (Bauherrenaufgabe).

Wird ein Bad ganz oder teilweise außer Betrieb genommen, so sollte das dem Gesundheitsamt innerhalb von drei Tagen angezeigt werden.

Tab. 7 Bewertung und Maßnahmen beim Nachweis von <i>Legionella spec.</i> im Beckenwasser			
<i>Legionella spec.</i> KBE/100 ml	Bewertung	Maßnahmen	Weitere Vorgehensweise
> 10.000	Sehr hohe Kontamination	Sofortiges Nutzungsverbot	Umgehende Untersuchung des Beckenwassers Untersuchung aller an die Filteranlage angeschlossenen Becken Nachuntersuchung des Filtrats ≥ 7 Tage nach Filterdesinfektion, jedoch innerhalb von 4 Wochen Nach mikrobiologischem Befund < 1000 KBE/100 ml im Beckenwasser kann eine Aufhebung des Nutzungsverbotes nach Maßgabe des Gesundheitsamtes erfolgen
> 1000	Hohe Kontamination	Aerosolbildende Einheiten abschalten Umgehende Filterdesinfektion Hochchlorung des Beckenwasserkreislaufes (siehe Teil C Anhang I) [46] Überprüfung der Aufbereitung Weitergehende Maßnahmen Information des zuständigen Gesundheitsamtes	Umgehende Untersuchung des Beckenwassers Untersuchung aller an die Filteranlage angeschlossenen Becken Nachuntersuchung des Filtrats ≥ 7 Tage nach Filterdesinfektion, jedoch innerhalb von 4 Wochen
> 100 bis 1000	Mittlere Kontamination	Aerosolbildende Einheiten abschalten Umgehende Filterdesinfektion Hochchlorung des Beckenwasserkreislaufes (siehe Teil C Anhang I) [46] Überprüfung der Aufbereitung Weitergehende Maßnahmen Information des zuständigen Gesundheitsamtes	Umgehende Untersuchung des Beckenwassers Untersuchung aller an die Filteranlage angeschlossenen Becken Nachuntersuchung des Filtrats ≥ 7 Tage nach Filterdesinfektion, jedoch innerhalb von 4 Wochen
2 bis 100	Geringe Kontamination	Information des zuständigen Gesundheitsamtes Nachuntersuchung des Filtrats und des Beckenwassers innerhalb von 4 Wochen	Überprüfung der Aufbereitung Desinfizierende Filterspülung Weitergehende Maßnahmen
< 2	Frei von einer nachweisbaren Kontamination	Keine	–

Tab. 8 Bewertung und Maßnahmen beim Nachweis von *Legionella spec.* im Filtrat

<i>Legionella spec.</i> KBE/100 ml	Bewertung	Maßnahmen	Weitere Vorgehensweise
> 1000	Hohe Kontamination	Umgehende Filterdesinfektion	Umgehende Untersuchung des Beckenwassers
		Überprüfung der Aufbereitung	Nachuntersuchung des Filtrats ≥ 7 Tage nach Filterdesinfektion, jedoch innerhalb von 4 Wochen
		Weitergehende Maßnahmen	
		Information des zuständigen Gesundheitsamtes ggf. Nutzungseinschränkungen (z. B. aerosolbildende Einrichtungen abschalten)	
> 100 bis 1000	Mittlere Kontamination	Umgehende Filterdesinfektion	Umgehende Untersuchung des Beckenwassers
		Überprüfung der Aufbereitung	Nachuntersuchung des Filtrats ≥ 7 Tage nach Filterdesinfektion, jedoch innerhalb von 4 Wochen
		ggf. weitergehende Maßnahmen Information des zuständigen Gesundheitsamtes	
> 10 bis 100	Geringe Kontamination	Nachuntersuchung des Filtrats und des Beckenwassers innerhalb von 4 Wochen	Bei positivem Befund der Nachuntersuchung: Überprüfung des Aufbereitungskreislaufs, desinfizierende Filterspülung
			Falls erforderlich weitere Maßnahmen
			Information des zuständigen Gesundheitsamtes
2 bis 10	Sehr geringe Kontamination	Monatliche Nachuntersuchung	–
< 2	Frei von einer nachweisbaren Kontamination	Keine	–

Tab. 9 Empfohlene Maßnahmen bei Nichteinhaltung der mikrobiologischen Anforderungen an das Beckenwasser. Eine genaue Beschreibung der Maßnahmen, welche zu treffen sind, ist nur unter Kenntnis der spezifischen örtlichen und technischen Einzelheiten des Bades möglich

Art der Nichteinhaltung der Anforderung	Anforderungen (obere Werte)	Sofortmaßnahmen bei Nichteinhaltung der Anforderungen	Weitere Vorgehensweise
Sichtbare fäkale Verunreinigung, Eintrag von Erbrochenem (Eintrag kann gesundheitliches Gefährdungspotential darstellen)	–	Partikuläre fäkale Verunreinigung	<i>Hygiene-Hilfsparameter alle eingehalten:</i>
		Sichtbare Verunreinigung sofort entfernen	Keine weiteren Maßnahmen
		Hygiene-Hilfsparameter prüfen	Mikrobiologische Kontrolluntersuchung veranlassen
			<i>Hygiene-Hilfsparameter nicht eingehalten:</i>
			Maßnahmen wie bei disperser Verunreinigung einleiten
			Eine Hochchlorung gemäß DGfD B A 23 (siehe Teil C Anhang I) [46] kann erforderlich sein, wenn die Hygiene-Hilfsparameter in Becken und/oder Filtrat nicht eingehalten werden können
		Disperse fäkale Verunreinigung/Erbrochenes	Beckenwasserkreislauf mit Volumen $\leq 20 \text{ m}^3$
		Becken sofort sperren	Rinne, Pumpenvorsiebe prüfen, ggf. reinigen
		Abschaltung der Attraktionen	Becken einschließlich Wasserspeicher entleeren, reinigen, desinfizieren und neu befüllen
		Bei Beckenwasserkreisläufen $\leq 20 \text{ m}^3$ Umwälzpumpen abschalten	Desinfizierende Filterspülung
		Bei Beckenwasserkreisläufen $> 20 \text{ m}^3$ Verunreinigungen bei aktivierter Rinnenumschaltung und laufender Umwälzpumpe ins Abwasser ausspülen	Freies Chlor auf $1,2 \text{ mg/l}$ für mindestens 4 h bei laufender Umwälzung erhöhen
			Nutzungsfreigabe, wenn eine Chlorkonzentration von $1,2 \text{ mg/l}$ erreicht ist
			Mikrobiologische Kontrolluntersuchung veranlassen
			Eine Hochchlorung gemäß DGfD B A 23 (siehe Teil C Anhang I) [46] kann erforderlich sein, wenn die Hygiene-Hilfsparameter nicht eingehalten werden können
			Beckenwasserkreislauf mit Volumen $> 20 \text{ m}^3$
			Alle sichtbaren Verunreinigungen in Becken, Rinne, Pumpenvorsieben und Wasserspeicher beseitigen
			Desinfizierende Filterspülung
			Freies Chlor auf $1,2 \text{ mg/l}$ für mindestens 24 h erhöhen bei laufender Umwälzung
			Nutzungsfreigabe, wenn eine Chlorkonzentration von $1,2 \text{ mg/l}$ erreicht ist
			Mikrobiologische Kontrolluntersuchung veranlassen
			Eine Hochchlorung gemäß DGfD B A 23 (siehe Teil C Anhang I) [46] kann erforderlich sein, wenn die Hygiene-Hilfsparameter nicht eingehalten werden können

Tab. 9 (Fortsetzung)

Art der Nichteinhaltung der Anforderung	Anforderungen (obere Werte)	Sofortmaßnahmen bei Nichteinhaltung der Anforderungen	Weitere Vorgehensweise
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Erreger schwimmbad-assoziierter Infektionskrankheiten)	0/100 ml	Sofortige Nachuntersuchung	Ursachensuche, Betriebsweise prüfen
		Kontrolle Hygiene-Hilfsparameter	Aufbereitung überprüfen: Filterspülung, Desinfektion, Verunreinigungen, Durchströmung
		Weiterbetrieb nur bei Einhaltung Hygiene-Hilfsparameter	Augenmerk richten auf Einbauten, Attraktionen, Totzonen
		Weitergehende Maßnahmen, z. B. Desinfektion engmaschig kontrollieren bis zum Vorliegen eines negativen Nachweises	Filtermaterial auf seine Wirksamkeit und Vollständigkeit kontrollieren
<i>Escherichia coli</i> Hinweis auf eine fäkale Verunreinigung	0/100 ml	Temporär Gehalt an freiem Chlor auf 1,2 mg/l einstellen	Gegebenenfalls eine Filterreinigung und/oder Filterdesinfektion durchführen
			Beim Nachweis in Konzentrationen > 10 KBE/100 ml oder auch wiederholt in niedrigeren Konzentrationen: Hochchlorung des Beckenwassers bzw. bei gleichzeitigem Nachweis im Filtrat auch der Anlagenteile (siehe Teil C Anhang I) [46]
			Je nach Situation vor Ort, beispielsweise im Falle einer bekannten Kontamination des Filtrats > 10 KBE/100 ml und einer zusätzlichen Störung der Chlordosierung oder Regulation der Hygiene-Hilfsparameter kann auch eine Sperrung des Beckens notwendig sein
			Gehalt an freiem Chlor im oberen Normbereich halten bis Ergebnis Nachuntersuchung negativ
<i>Escherichia coli</i> Hinweis auf eine fäkale Verunreinigung	0/100 ml	Sofortige Nachuntersuchung	Ursachensuche, Betriebsweise prüfen
		Kontrolle Hygiene-Hilfsparameter	Aufbereitung überprüfen: Filterspülung, Desinfektion, Verunreinigungen, Durchströmung
		Weiterbetrieb nur bei Einhaltung Hygiene-Hilfsparameter	Augenmerk richten auf Einbauten, Attraktionen, Totzonen
		Weitergehende Maßnahmen, z. B. Desinfektion engmaschig kontrollieren Sollwert freies Chlor auf 1,2 mg/l einstellen	Filtermaterial auf seine Wirksamkeit und Vollständigkeit kontrollieren
Koloniezahl bei 36 °C (Indikatorparameter)	100 KBE/ml		Gegebenenfalls eine Filterreinigung und/oder Filterdesinfektion durchführen
			Nach Betriebsende Hochchlorung (siehe Teil C Anhang I) [46] über Nacht und Weiterbetrieb nachdem Werte für freies Chlor und Redox-Spannung der  Tab. 2 entsprechen
			Gehalt an freiem Chlor im oberen Normbereich halten bis Ergebnis Nachuntersuchung negativ
Koloniezahl bei 36 °C (Indikatorparameter)	100 KBE/ml	Kontrolle Hygiene-Hilfsparameter	Überprüfung Desinfektion, Aufbereitung und Filter
		Nachuntersuchung Beckenwasser	Augenmerk richten auf Einbauten, Attraktionen, Totzonen
Coliforme Bakterien (Nachweis als Nebenfund angeben)	–		Prüfung Besucherzahlen – gegebenenfalls Anpassung der Aufbereitung
		Kontrolle Hygiene-Hilfsparameter	Überprüfung Desinfektion, Aufbereitung und Filter
		Information Gesundheitsamt Nachuntersuchung Beckenwasser	Augenmerk richten auf Einbauten, Attraktionen, Totzonen

Tab. 10 Empfohlene Maßnahmen bei Nichteinhaltung der mikrobiologischen Anforderungen an das Filtrat. Eine genaue Beschreibung der Maßnahmen, welche zu treffen sind, ist nur unter Kenntnis der spezifischen örtlichen und technischen Einzelheiten des Bades möglich

Filtrat	Anforderungen (obere Werte)	Sofortmaßnahmen bei Nichteinhaltung der Anforderungen	Weitere Vorgehensweise
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Erreger schwimmbad-assoziiierter Infektionskrankheiten)	0/100 ml	Filterspülung und Kontrolle der Desinfektionsmittelkonzentration im Spülwasser Nachuntersuchungen Filtrat und Beckenwasser	Ursachensuche, Betriebsweise prüfen Aufbereitung überprüfen: Filterspülung, Verunreinigungen, Durchströmung Augenmerk richten auf Einbauten, Attraktionen, Totzonen Filtermaterial auf seine Wirksamkeit und Vollständigkeit kontrollieren Gegebenenfalls eine Filterreinigung und nachfolgende Filterdesinfektion durchführen Beim Nachweis in Konzentrationen > 10 KBE/100 ml oder auch wiederholt in niedrigeren Konzentrationen Hochchlorung der Anlagenteile bzw. des Beckenwassers bei gleichzeitigem Nachweis (siehe Teil C Anhang I) [46] Je nach Situation vor Ort beispielsweise im Falle einer bekannten Kontamination des Filtrats > 10 KBE/100 ml und einer zusätzlichen Störung der Chlordosierung oder Regulation der Hygiene-Hilfsparameter kann auch eine Sperrung des Beckens notwendig sein
<i>Escherichia coli</i> Hinweis auf eine fäkale Verunreinigung	0/100 ml	Filterspülung und Kontrolle der Desinfektionsmittelkonzentration im Spülwasser Nachuntersuchungen Filtrat und Beckenwasser Solange der obere Wert sowie die Hygiene-Hilfsparameter im Beckenwasser eingehalten werden, sind weitergehende Maßnahmen zum Schutz der Badegäste nicht erforderlich	Ursachensuche, Betriebsweise prüfen Aufbereitung überprüfen: Filterspülung, Verunreinigungen, Durchströmung Augenmerk richten auf Einbauten, Attraktionen, Totzonen Filtermaterial auf seine Wirksamkeit und Vollständigkeit kontrollieren Gegebenenfalls eine Filterreinigung und nachfolgende Filterdesinfektion durchführen
Koloniezahl 36 °C (Indikatorparameter)	100 KBE/ml	Nachuntersuchungen Filtrat und Beckenwasser Solange der obere Wert sowie die Hygiene-Hilfsparameter im Beckenwasser eingehalten werden, sind weitergehende Maßnahmen zum Schutz der Badegäste nicht erforderlich	Überprüfung Desinfektion, Aufbereitung und Filter Augenmerk richten auf Einbauten, Attraktionen, Totzonen
Coliforme Bakterien (Nachweis als Nebenfund angeben)	–	Kontrolle Hygiene-Hilfsparameter Information Gesundheitsamt, insbesondere bei wiederholten Nachweisen Nachuntersuchung Beckenwasser	Überprüfung von Desinfektion, Aufbereitung und Filter Augenmerk richten auf Einbauten, Attraktionen, Totzonen

Teil B

Erläuterungen

Erläuterungen zu 1.4 Begriffsbestimmungen

sonstige nicht ausschließlich privat genutzte Einrichtungen. Die Begriffsbestimmung berücksichtigt die Entscheidung des OVG NRW vom 16.09.2008 [60].

Erläuterungen zu 2.1 Mikrobiologische Anforderungen

Bei den Nachweisverfahren für *Escherichia coli* werden gleichzeitig weitere coliforme Bakterien miterfasst, sofern sie in der Probe vorhanden sind. Dieser Nachweis sollte vom Labor als Nebenbefund angegeben werden. Er wurde in der **Tab. 1** nicht berücksichtigt, weil keine zusätzlichen Erkenntnisse hinsichtlich einer fäkalen Kontamination gewonnen werden und coliforme Bakterien in der Regel kein erhöhtes gesundheitliches Risiko für Badegäste darstellen. Der Nachweis von *Escherichia coli* als Fäkalindikatorbakterium ist als Hinweis auf eine fäkale Verunreinigung ausreichend und kann auf das Vorhandensein von Durchfallerregern hinweisen. In seltenen Fällen kann *Escherichia coli* selbst Infektionen verursachen. Das alleinige Vorhandensein von coliformen Bakterien ohne *Escherichia coli* weist auf eine nicht ausreichende Funktion der Desinfektion oder eine Biofilmbildung im Wasserkreislauf (meist Filter) hin.

Pseudomonas aeruginosa ist ein Erreger schwimmbadassoziierter Infektionskrankheiten. Vor allem Infektionen der Haut und des Außenohrs können durch ihn hervorgerufen werden. Besonders anfällig sind hierbei Personen mit einer vorgeschädigten Haut oder mit kleinen Wunden. *Pseudomonas aeruginosa* ist eine Bakterienart, deren Vertreter sich durch die Ausbildung einer extrazellulären Schleimschicht vor widrigen Einflüssen wie zum Beispiel Desinfektionsmitteln schützen können. Ihr Vorhandensein weist auf mögliche Mängel bei dem Filterbetrieb, auf eine unzureichende Beckenwasserdesinfektion und/oder auf eine mangelhafte Beckendurchströmung oder auf Mängel bei der Reinigung und Desin-

fektion der Becken sowie bei der Materialauswahl hin.

Legionella spec. sind Bakterien, bei denen es in einem Temperaturbereich zwischen 25 und 45 °C zu einer hygienisch relevanten Vermehrung kommen kann. Sie können in geringer Zahl über das Füllwasser eingetragen werden und sich bei nicht ausreichender Desinfektion und Spülung vor allem in den Filtern, vornehmlich Festbettfiltern mit desinfektionsmittelzehrenden Kohleschichten, vermehren. Als Hauptinfektionsweg gilt das Einatmen Legionellen-haltiger Aerosole, aber auch die Mikroaspiration Legionellen-haltigen Wassers kann zu Infektionen führen. Im Bereich der Schwimmbäder sind wesentliche potentielle Infektionsquellen Warmsprudelbecken und aerosolbildende Attraktionen.

Als Krankheitsbilder treten das Grippe-ähnliche Pontiac-Fieber oder atypische Lungenentzündungen mit zum Teil schwerem Krankheitsverlauf auf. Indikatorbakterien für das Vorhandensein von *Legionella spec.* gibt es nicht. Es ist daher notwendig, das Beckenwasser sowie Filtrate von Becken mit einer Wassertemperatur von größer/gleich 23 °C auf *Legionella spec.* zu untersuchen, um rechtzeitig Maßnahmen bei Kontaminationen des Filters ableiten und ergreifen zu können (Frühwarnfunktion).

Die **Koloniezahl bei 36 °C** ist ein Indikatorparameter. Dieser Parameter gibt Auskunft über den allgemeinen hygienischen Status der Schwimm- und Badebeckenanlage und die Qualität der Aufbereitung.

Bei Hinweisen auf Infektionsfälle im Zusammenhang mit dem Besuch eines Schwimmbades sollte das Beckenwasser gezielt auf die in Frage kommenden Krankheitserreger untersucht werden. Neben *Pseudomonas aeruginosa* und *Legionella spec.* wurden Cryptosporidien, Viren, speziell Noroviren, atypische Mykobakterien und enterohämorrhagische *Escherichia coli* (EHEC) in der Vergangenheit bei schwimmbadassozierten Infektionen als Krankheitsursache ermittelt. Insbesondere bei Cryptosporidien, die unter Umständen bei immunsupprimierten Menschen lebensbedrohliche Durchfälle verursachen können, wird darauf hingewiesen, dass sie auch bei normgerechter

Desinfektion nicht inaktiviert werden und nur durch effektive Durchströmung, Flockung und Filtration aus dem System entfernt werden können.

Erläuterungen zu 2.2 Chemische und physikalisch-chemische Anforderungen

Erläuterungen zur Kategorisierung der Wasserqualitätsparameter. Ein wesentlicher Baustein zur Beurteilung und Sicherstellung der Wasserqualität ist die regelmäßige Überprüfung der Wasserparameter. Allerdings zeigte sich in der praktischen Anwendung der mikrobiologischen und chemisch-physikalischen Vorgaben immer wieder eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich der Einordnung und Interpretation der oberen und unteren Werte. Deshalb wurde mit der Neufassung der Normenreihe der DIN 19643 in Teil 1 [2] eine Kategorisierung für die chemisch-physikalischen Parameter verankert.

Die besonders wichtigen **Hygiene-Hilfsparameter** freies Chlor, Redox-Spannung und pH-Wert stellen in diesem Sinne **Aktionswerte** mit einem zeitnahen Handlungsbedarf dar. Die Unterbeziehungswise Überschreitung der Werte können einen hygienischen Mangel bedeuten, was das Risiko einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit nicht mehr sicher ausschließen lässt. Daher ist **zeitnahes Handeln** erforderlich und entsprechende Maßnahmen sind festzulegen und umzusetzen. Gerade für diese Parameter wie auch für die mikrobiologischen Parameter der Tabelle 1 der DIN 19643-1 [2] empfiehlt es sich – in Abstimmung mit dem Gesundheitsamt – Verfahrensanweisungen zu erstellen und zu etablieren, die das Vorgehen bei Abweichungen von den vorgegebenen Werten beziehungsweise Wertebereichen manifestieren.

Gebundenes Chlor, Trihalogenmethane, Arsen, Bromat sowie die Summe aus Chlorit und Chlorat sind den **Vorsorgewerten** zugeordnet. In der Praxis bedeutet dies, dass Änderungen der Werte sorgfältig zu beobachten sind, da bei häufiger und/oder längerfristiger Überschreitung eine Beeinträchtigung der Gesundheit nicht vollständig ausgeschlossen werden kann. Abgeleitete und implementierte

Maßnahmen sollen dafür sorgen, dass in solchen Fällen zum Zwecke der Vorsorge **Minimierungen** angestrebt werden. Gelegentliche und einzelne Überschreitungen können in der Regel außer Acht gelassen werden.

Zur letzten Kategorie werden die **technischen Werte**, wie Trübung, Färbung, Klarheit, Säurekapazität, Aluminium, Eisen, Nitrat, Oxidierbarkeit und TOC, gezählt. Diesen Parametern kommt keine unmittelbare hygienische oder gesundheitliche Bedeutung zu. Sie dienen in erster Linie der Beurteilung der Leistungsfähigkeit der gesamten Aufbereitung oder einzelner Aufbereitungsstufen. Abweichungen können allerdings eine unzureichende und/oder nicht optimale Funktion der Aufbereitung signalisieren. Hieraus kann sich dann ein Anpassungs- und Optimierungsbedarf ergeben. Die Einhaltung der in Tabelle 2 der DIN 19643-1, [2] aufgeführten Werte bedeutet somit für die meisten Bäder einen **optimalen Betriebszustand** der Wasseraufbereitung.

Jede mikrobiologische Untersuchung erlaubt stets nur für den Zeitpunkt der Probennahme eine Aussage über den hygienischen Zustand des Beckenwassers. Da sich die Wasserbeschaffenheit schnell ändern kann und es für die Überwachung und Kontrolle wichtig ist zu wissen, ob die Wasserbeschaffenheit während der Zeit zwischen zwei Untersuchungsterminen einwandfrei war, ist es erforderlich, außer den mikrobiologischen Parametern die Hygiene-Hilfsparameter freies Chlor, pH-Wert und Redox-Spannung in größerer zeitlicher Dichte zu messen. Die Messung dieser Parameter sollte automatisch und kontinuierlich erfolgen, um eine lückenlose Beurteilung der infektionshygienischen Verhältnisse im Beckenwasser ohne zeitliche Verzögerung zu ermöglichen und zeitnah Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Bei Verwendung von den in der DIN 19643-1 [2] aufgeführten Desinfektionsmitteln besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Desinfektionswirkung und der Redox-Spannung. Die Redox-Spannung im Beckenwasser ist abhängig von der Art und Konzentration des Desinfektionsmittels, dem pH-Wert sowie von den Belastungstoffen im Beckenwasser. Sie dient als Indikator für die Desinfektionskapazität des desinfizierten

Beckenwassers und ermöglicht indirekt einen Rückschluss auf die kontinuierliche Einhaltung der mikrobiologischen Anforderungen. So ist zum Beispiel Beckenwasser (Süßwasserbad) mit einer Redox-Spannung von $\geq +750$ mV bei pH-Werten $\geq 6,5$ bis $\leq 7,3$, gemessen gegen die Referenzelektrode Silber/Silberchlorid (3,5 M KCl), als ausreichend desinfiziert zu beurteilen. Ein Absinken der Redox-Spannung bei gleichzeitiger Einhaltung der Desinfektionsmittelkonzentration weist auf eine Fehlfunktion der Aufbereitung oder eine Überlastung des Beckens hin.

Freies Chlor liegt im Beckenwasser infolge seiner Disproportionierung als hypochlorige Säure (frühere Bezeichnung: unterchlorige Säure) (HOCl) und Hypochlorit-Anion (OCl^-) vor. Die Verteilung zwischen den beiden Verbindungen ist pH-Wert-abhängig, wobei die Desinfektionswirkung im Wesentlichen durch die hypochlorige Säure bewirkt wird. Mit steigendem pH-Wert nimmt die desinfizierende Wirkung des Systems hypochlorige Säure/Hypochlorit ab, da sich das Gleichgewicht zuungunsten der Säure verschiebt. Bei gleichem Gehalt an freiem Chlor ist deshalb die Desinfektionswirkung der Chlorung bei 25 °C bei pH 6,5 um den Faktor 1,7 größer als bei pH 7,5 und um den Faktor 9,3 größer als bei pH 8,5. Bei Verwendung von Brom als Desinfektionsmittel gelten grundsätzlich analoge Zusammenhänge. Jedoch ist das Dissoziationsgleichgewicht von hypobromiger Säure zu etwas höheren pH-Werten verschoben, sodass zum Beispiel in Meerwasserschwimmbädern in Abhängigkeit vom Flockungsmittel ein pH-Wert-Bereich bis 7,8 zulässig ist. Wegen der erhöhten Bildungstendenz von Bromat wird empfohlen, auch in Meerwasserbädern und anderen Bädern mit hohen Bromid-Gehalten einen niedrigeren pH-Wert um 7 anzustreben. Da der pH-Wert auch von wesentlicher Bedeutung für die Flockung, für die Korrosionseigenschaften des Beckenwassers und für dessen physiologische Hautverträglichkeit ist, sollte er neben der Redox-Spannung und dem freien Chlor kontinuierlich gemessen und aufgezeichnet sowie hinsichtlich der Einhaltung der Sollwerte kontrolliert werden.

Mit Erscheinen der DIN 19643-5:2021-04 [2] wurde erstmals ein Verfah-

ren genormt, welches freies Brom explizit als Desinfektionsmittel alternativ zu Chlor einsetzt. Grundsätzlich ist freies Brom in allen Wässern mit hohen Bromidgehalten, welche mit oxidierend wirkenden Desinfektionsmitteln behandelt werden (zum Beispiel Chlor, Ozon), das aktive Agens. Weitere Informationen sind der einschlägigen Literatur [47–52] zu entnehmen.

Erläuterungen zu 2.2.2 Vorsorgewerte mit Minimierungsbedarf

Desinfektionsnebenprodukte. Die Trihalogenmethane (THM), Trichlormethan (Chloroform), Dibromdichlormethan, Dibromchlormethan und Tribrommethan (Bromoform) bilden sich bei der Reaktion des freien Halogens (Chlor oder Brom) mit im Beckenwasser vorhandenen Vorläuferverbindungen (zum Beispiel organische Stoffe, die von Badegästen im Wasser abgegeben werden; Huminstoffe im Füllwasser). Die THM sind leichtflüchtig und gasen deshalb aus dem Wasser aus. In Hallenbädern kann dadurch eine Anreicherung der THM in der Hallenbadluft und somit eine Belastung der Badenden und des Schwimmbadpersonals durch THM über die Atmung auftreten. Die THM-Belastung über die Atmung in Freibädern ist dagegen gering, weil es in diesen Bädern durch die ständige Bewegung und Durchmischung mit der Umgebungsluft nicht zu einer Anreicherung in der Atemluft kommen kann. Kritische Zielorgane für die toxische und karzinogene Wirkung der THM sind Leber, Niere und Blase. Aufgrund dieser möglichen Wirkung wird die THM-Konzentration im Beckenwasser mit einem oberen Wert (Vorsorgewert) versehen (■ Tab. 3). Der THM-Gehalt wird vereinbarungsgemäß auf Chloroform umgerechnet.

Unter dem Summenparameter „gebundenes Chlor“ werden weitere Nebenprodukte der Desinfektion zusammengefasst, die es erlauben, die Belastungssituation des Beckenwassers zu beschreiben. Es handelt sich dabei um Derivate von anorganischen und organischen Stickstoffverbindungen (zum Beispiel Monochloramin NH_2Cl , Dichloramin NHCl_2 , Stickstofftrichlorid NCl_3 [auch Trichloramin]). Vorläuferverbindung für die drei anorga-

nischen Chloramine ist unter anderem Harnstoff, der von den Badegästen in das Beckenwasser eingebracht wird (Ausspülen aus der Hornschicht der Haut, Eintrag von Urin und Schweiß).

Harnstoff ist eine wichtige Feuchthaltesubstanz der Haut. Die Hornschicht (Stratum corneum) als äußere Schicht der Oberhaut enthält etwa 8 µg Harnstoff pro cm² [53]. Geht man davon aus, dass die Haut eines Erwachsenen circa 2 m² Fläche einnimmt und der Harnstoff der Haut als wichtigste Vorläufersubstanz für die Bildung von gebundenem Chlor vollständig vom Beckenwasser beim Schwimmen oder Baden ausgespült wird, dann werden pro Badegast durchschnittlich 0,16 g Harnstoff über die Haut ins Wasser eingebracht. Der Harnstoff lässt sich durch gründliches Duschen vor Benutzung des Bades fast vollständig aus der Haut entfernen. Das Beispiel verdeutlicht den hohen Stellenwert einer gründlichen Körperreinigung zur Verringerung der unerwünschten Chloraminbildung im Beckenwasser. Insbesondere das zum gebundenen Chlor zählende Stickstofftrichlorid (Trichloramin) ist ein Reizstoff für Augen, Nase, Rachen und Bronchien. Es besitzt eine sehr niedrige Geruchsschwelle, gast wie die THM aus dem Beckenwasser aus und sorgt für den so genannten Hallenbadgeruch. Da das gebundene Chlor die Beckenwasserqualität erheblich beeinträchtigt, ist es als belastendes Nebenprodukt der Chlorung auf die technisch unvermeidbare Konzentration zu begrenzen.

1. Chlorit, Chlorat und weitere Chlor-Verbindungen

Das als freies Chlor im Beckenwasser bestimmte Desinfektionsmittel setzt sich aus hypochloriger Säure (HOCl) und Hypochlorit-Ionen (OCl⁻) zusammen (siehe Pkt. 2.2.1). In wässriger Lösung zerfallen die Hypochlorit-Ionen in einer zweistufigen Reaktion zu Chlorat (ClO₃⁻). In der ersten Stufe wird Chlorit (ClO₂⁻) gebildet, das in Gegenwart von weiterem Hypochlorit sofort zu Chlorat weiter reagiert. Deshalb ist in einem Beckenwasser, das ausreichend freies Chlor (■ Tab. 2) enthält, kein Chlorit vorhanden. Die Disproportionierung (Zerfall) von Hypochlorit zu Chlorit und Chlorat

wird begünstigt durch hohe Hypochlorit-Konzentrationen, Wärme, UV-Strahlung (Sonnenlicht), pH-Werte <10,5 und Stoffe, die als Katalysatoren wirken können (zum Beispiel Schwermetallionen).

Eine wesentliche Chlorat-Quelle stellt gealterte Natriumhypochlorit-Lösung („Chlorbleichlaug“ dar. Höhere Temperaturen, Lichteinstrahlung und lange Lagerzeiten führen zum beschleunigten Abbau des freien Chlors unter Bildung von Chlorat. Beim Einsatz von Chlorgas zur Desinfektion von Beckenwasser in Hallenbädern ist die Gefahr der Bildung von Chlorat weniger ausgeprägt, vorausgesetzt der pH-Wert wird in den vorgegebenen Grenzen gehalten. Beim Einsatz von Calciumhypochlorit (als Tabletten oder Granulat) findet eine Bildung von Chlorat nur statt, wenn vor Ort hergestellte Lösungen unter ungünstigen Bedingungen gelagert werden. In der DIN EN 15077 [54] sind die Zusammensetzung und die Reinheitskriterien für handelsübliche Natriumhypochlorit-Lösungen festgelegt. Nach dieser Norm enthalten konzentrierte Lösungen mindestens 12 % Aktivchlor (wirksames Chlor). Der Gehalt an Natriumchlorat (NaClO₃) als Nebenprodukt des Herstellungsprozesses darf in diesen Lösungen einen Massenanteil von 5,4 % bezogen auf den Aktivchlorgehalt zum Zeitpunkt der Lieferung durch den Hersteller nicht überschreiten. Die Produktkennzeichnung sollte folgende Angabe enthalten „Dieses Produkt entspricht DIN EN 15077“. Wenn vom Hersteller nicht anders angegeben, sollte die Natriumhypochlorit-Lösung möglichst nicht länger als 6 bis 8 Wochen im Bad gelagert werden. Die Lagerung sollte möglichst kühl (idealerweise deutlich unter 20 °C) im Dunkeln erfolgen. Erfolgen Lagerung und Dosierung der Natriumhypochlorit-Lösung aus einem Vorratstank, so ist darauf zu achten, dass dieser regelmäßig, aber mindestens einmal im Jahr, vollständig entleert und gereinigt wird. Vom Hersteller von Geräten zur elektrolytischen Chlorerzeugung im Bad ist anzuge-

ben, wie hoch der Gehalt an aktivem Chlor, Chlorat und Bromat bei ordnungsgemäßen Betrieb liegt.

In Freibädern kann es aufgrund der Sonneneinstrahlung generell zur Chloratbildung kommen, unabhängig von der Art der eingesetzten Chlorverbindung.

Der toxikologische Hintergrund für eine Begrenzung der Chlorit/Chlorat-Konzentration im Beckenwasser besteht vorrangig in der Schädigung der roten Blutkörperchen (Methämoglobinbildende Stoffe) und in der nieren-schädigenden Wirkung.

Chlorat lässt sich nicht durch die Wasseraufbereitung aus dem Beckenwasser entfernen. Die Chloratkonzentration kann deshalb nur durch die Verminderung des Chlorateintrags über chlorathaltige Desinfektionslösungen und durch Verdünnung mit Füllwasser in Grenzen gehalten werden.

Ausführlich wird die Chlorit- und Chloratproblematik im Beckenwasser von Dygutsch und Kramer [55] beschrieben.

2. Bromid und Bromat

Das anorganische Desinfektionsnebenprodukt Bromat (BrO₃⁻) wurde bereits in die DIN 19643:2012-11 [56] als chemischer Qualitätsparameter für das Beckenwasser aufgenommen und ein oberer Wert (Maximalwert) von 2 mg/l für diesen Parameter festgelegt, jedoch ist aufgrund neuerer toxikologischer Erkenntnisse [57] in absehbarer Zeit von einer Absenkung dieses Wertes auszugehen.

Bromat kann prinzipiell durch Oxidation von Bromid bei der Beckenwasseraufbereitung entstehen. Bromid kann natürlich im Füllwasser (Meer-, Thermal-, Mineral-, Heilwasser und Sole) vorkommen oder dem Wasser nach DIN 19643-5 [2] zugesetzt sein. Die Konzentration des gebildeten Bromats bei Verwendung von Ozon hängt vor allem von folgenden Parametern ab:

- Bromidkonzentration im Beckenwasser
- Ozondosis
- Reaktionszeit mit Ozon
- pH-Wert.

Während die Bromidkonzentration durch das Füllwasser vorgegeben ist, greifen Bromat-limitierende Maßnahmen beim pH-Wert, bei der Ozondosis und der Reaktionszeit mit Ozon. Durch Herabsetzung des pH-Wertes auf < 7,2 wird bei gleichbleibender Ozon-Exposition die Bromatbildung sehr effektiv eingeschränkt. Darüber hinaus können folgende Möglichkeiten der Bromatminimierung genutzt werden:

- Nach der Norm DIN 19643-3 [2] kann die geforderte Ozonkonzentration von 0,3 mg/l auf eine Mindestkonzentration von 0,1 mg/l Ozon reduziert werden.
- Kürzere Reaktionszeiten des gelösten Ozons unter 3 min sind dann zulässig, wenn damit die Anforderungen nach DIN 19643-1, Tabelle 1 und Tabelle 2 [2] erfüllt werden.
- Genaue Einstellung des pH-Wertes zwischen 6,8 und 7,0.

Für Therapiebecken gelten hinsichtlich der Reduzierung der Ozonkonzentration besondere Vorgaben. Bromat kann aber auch als Verunreinigung der zur Desinfektion eingesetzten Natriumhypochlorit-Lösung ins Beckenwasser eingebracht werden. Ausschlaggebend für den Bromatgehalt einer handelsüblichen oder auch in einer Elektrolyseanlage vor Ort hergestellten Natriumhypochlorit-Lösung ist der Bromidgehalt des eingesetzten Elektrolysesalzes. Je geringer der Bromidgehalt des zur Elektrolyse verwendeten Salzes ist, desto geringer wird der Bromatgehalt in der hergestellten Natriumhypochlorit-Lösung sein. Deshalb dürfen Meerwasser und bromidhaltige Sole nicht zur Erzeugung von Chlor durch Elektrolyse vor Ort eingesetzt werden.

3. Arsen

Bereits in die Norm DIN 19643:2012-11 [56] wurde auch Arsen als chemischer Beckenwasserqualitätsparameter aufgenommen. Eine Arsen-Konzentration von 0,2 mg/l darf im Beckenwasser nicht überschritten werden. Der Parameter ist nur dann im Beckenwasser zu untersuchen, wenn arsenhaltige Füllwä-

ser (zum Beispiel Heilwässer) zum Einsatz kommen. Epidemiologische Studien belegen, dass Arsen ein systemisch wirkendes Karzinogen für Haut, Harnblase, Leber, Lunge und eine Reihe weiterer Organe darstellt.

Erläuterungen zu 2.2.3 Technische Werte mit gegebenenfalls erforderlichem Optimierungsbedarf

Neben der Einhaltung der in den **Tab. 2 und 3** aufgeführten chemischen Parameter sind weitere chemische Parameter nach DIN 19643-1 [2] in die Betriebskontrolle (Abschnitt 2.3.1) der Wasserbeschaffenheit mit einzubeziehen, damit gewährleistet werden kann, dass die Wasseraufbereitung in einem optimalen Zustand betrieben wird. Abweichungen von technischen Werten mit Optimierungsbedarf (Nitrat, Säurekapazität, Flockungsmittel [Aluminium und Eisen] und weitere) können insoweit toleriert werden, wenn die Wasserqualität, insbesondere die Beckenwasserqualität, aus hygienischer oder gesundheitlicher Sicht nicht nachteilig beeinflusst ist.

Erläuterungen zu 2.3.1 Eigenkontrollen durch den Betreiber

Für die Hygiene-Hilfsparameter sieht die DIN 19643-1 ([2]; in Abschn. 13.3) Absatz 2 ausdrücklich Handmessungen direkt vor Ort vor. Da gebundenes Chlor in der Regel nicht automatisch erfasst wird/ werden kann, ist für die Bestimmung des gebundenen Chlors eine Handmessung erforderlich.

Die Redox-Spannung kann nicht zuverlässig als Kurzzeitmessung von Hand bestimmt werden, da die Gleichgewichtseinstellung zwischen Wasser und Elektrode sehr lange dauern kann. Die Kontrolle der Messeinrichtung erfolgt mit einem Standard-Redoxpuffer. In der DIN 19643-1 [2] ist hierfür keine Frequenz vorgesehen, es wird jedoch empfohlen, dies mindestens zur jährlichen Wartung durchzuführen.

Bei der Festlegung der Untersuchungshäufigkeit für das Füllwasser sind mögliche Schwankungen der Konzentration

(> 20 %) zu berücksichtigen. Dies trifft insbesondere auf die Parameter Nitrat und gegebenenfalls Oxidierbarkeit zu, damit die zu bildenden Differenzwerte für das Beckenwasser bewertet werden können.

Allgemeine Hinweise zur Probennahme sind der DIN 19643-1 [2] zu entnehmen. Für die Probennahme zur Untersuchung auf mikrobiologische Parameter gilt zusätzlich DIN EN ISO 19458 [58].

Für die Konservierung und Handhabung der Wasserproben gilt DIN EN ISO 5667-3 [59].

Bei Vertikaldurchströmung (gemäß DIN 19643-1 ([2]; Abschn. 9.2.1) mit vollständigem Ablauf des Volumenstroms über die allseitig umlaufende Überlaufrinne sollte die Beckenwasserqualität an allen Stellen des Beckenrandes gleich sein. Die Probennahme kann beliebig längs des Beckenrandes erfolgen.

Bei Horizontaldurchströmung (gemäß DIN 19643-1 ([2]; Abschn. 9.2.1) des Beckens wird die Probe in der Mitte der Stirnseite des Beckens entnommen.

Bei Längsdurchströmung des Beckens wird die Probe in der Mitte der Längsseite des Beckens entnommen.

Erläuterungen zu 3.1 Barfußbereiche, Sitzflächen, Sanitärbereiche und Gerätschaften

Nicht nur unmittelbar durch das Beckenwasser, sondern auch durch die sonstigen Einrichtungen, Aufenthaltsbereiche und Gerätschaften in einem Bad kann es zur Übertragung von durch Wasser oder Feuchtigkeit übertragbaren Krankheitserregern, wie zum Beispiel Warzenviren und *Pseudomonas aeruginosa* („Hot-Foot-Syndrom“), kommen. Unter sonstige Einrichtungen fallen insbesondere Barfußbereiche, Sitzflächen, Liegen, Gerätschaften für Wassersport und -spiel (zum Beispiel Schwimmbretter, Schwimnudeln und andere Schwimmhilfen), Wasserattraktionen und Sanitärbereiche (insbesondere Dusch- und Toilettenanlagen).

Zur Sicherstellung der hygienischen Anforderungen an sonstige Einrichtungen in Bädern sind Hygienepläne unter Beachtung der allgemein anerkannten Regeln der Technik zu erstellen (siehe auch [41]). In diesen sind die notwendigen Reinigungs- und Desinfektionsmittel, deren

Tab. 11 Nützliche Richtlinien (R) und Arbeitsunterlagen (A) der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen

DGfdB	Bezeichnung	Jahr
R 65.01	pH-Wert-Einstellung bei Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser	2013
R 65.02	Anwendung von Aktivkohle in der Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung	2014
R 65.03	Desinfektion des Schwimm- und Badebeckenwassers	2015
R 65.04	Funktionsprüfung von Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser	2011 [#]
R 65.05	Flockungsfiltration zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser	2013
R 65.06	Rohwasserspeicher und Überlaufrinne	2016
R 65.07	Wasserattraktionen – Bau- und Betrieb	2023
R 65.08	Möglichkeiten des Teillastbetriebes der Aufbereitungsanlagen von Schwimm- und Badebeckenwasser	2014
R 65.11	Anforderungen an die Wasseraufbereitung von Floatinganlagen	2014
R 65.13	Energieeffizienz in der Wasseraufbereitung	2020
A 23	Zusätzliche Desinfektionsmaßnahmen durch Hochchlorung im Bereich der Badewasseraufbereitung	2019
A 24	Handmessung der Parameter freies und Gesamtchlor und des pH-Wertes	2015
A 25	Betriebsbuch für die Wasseraufbereitungsanlage	2015

[#] Neufassung vor der Verabschiedung

Anwendung und weitere Maßnahmen detailliert und übersichtlich zu beschreiben und den Beschäftigten als Arbeitsanweisung zur Verfügung zu stellen.

Abklatschproben helfen beim Nachweis, ob Reinigung und Desinfektion erfolgreich sind oder Nachbesserungen im Hygieneplan und bei deren Umsetzung notwendig sind, beispielsweise hinsichtlich Wahl der Mittel, ausreichender Konzentration, ausreichender Einwirkzeit oder ob Flächen ausgelassen werden.

Teil C

Anhang I: Hochchlorung

Siehe Arbeitsunterlage A 23 der DGfdB [46]

<https://www.dgfdb.de/shop/detail/a-23-zusaetzliche-desinfektionsmassnahmen-durch-hochchlorung-im-bereich-der-badewasseraufbereitung-pdf>

Anhang II: Stammdatenblatt

– https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/374/dokumente/stammdatenblatt_schwimm_03.pdf

– https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/374/dokumente/besichtigungsprotokoll_schwim.pdf
– https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/374/dokumente/besichtigungsprotokoll_schwimm_bewertung.pdf

Anhang III: Nützliche Richtlinien (R) und Arbeitsunterlagen (A) der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen

Siehe **Tab. 11**.

Zu beziehen über Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e. V., Haumannplatz 4, 45130 Essen

Literatur

1. Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), das zuletzt durch Artikel 8v des Gesetzes vom 12. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 359) geändert worden ist
2. DIN 19643:2023-06 Teile 1 bis 4 beziehungsweise DIN 19643:2021-04 Teil 5. Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser. DIN Media, Berlin

3. Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA) nach Anhörung der Schwimm- und der Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt: Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung. Bundesgesundheitsbl. 57, 258–279 (2014)
4. (2003) Empfehlung des Umweltbundesamtes: Hygienische Anforderungen an Kleinbadeteiche (künstliche Schwimm- und Badeteichanlagen). Bundesgesundheitsbl. 46:527–529
5. VERORDNUNG (EU) Nr. 528/2012 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten (Text von Bedeutung für den EWR)
6. Review-Verordnung (Stand 17. März 2022) DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2022/825 DER KOMMISSION vom 17. März 2022 zur Änderung von Anhang II der Delegierten Verordnung (EU) Nr. 1062/2014 über das Arbeitsprogramm zur systematischen Prüfung aller in Biozidprodukten enthaltenen alten Wirkstoffe gemäß der Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates. 30. Mai 2022 DE Amtsblatt der Europäischen Union L 147/3
7. DIN 19645:2016-07. Aufbereitung von Spülabwässern aus Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser. DIN Media, Berlin
8. DGfdB R 65.11 Anforderung an die Wasseraufbereitung von Floatinganlagen. 2014
9. Empfehlung des Umweltbundesamtes Systemische Untersuchungen von Trinkwasserinstallationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probennahme, Untersuchungsgang und Angabe des Ergebnisses Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission. Bundesgesundheitsbl. 68, 1462 – 1467 (2025)
10. Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission vom 18. Dezember 2018: Systemische Untersuchungen von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probennahme, Untersuchungsgang und Angabe des Ergebnisses. Bundesgesundheitsbl. 62, 1032–1037 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00103-019-02893-2>
11. Aktualisierung der Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission vom 09. Dezember 2022: Systemische Untersuchungen von Trinkwasserinstallationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probennahme, Untersuchungsgang und Angabe des Ergebnisses. Bundesgesundheitsbl. 66, 224 – 227 (2023)
12. DIN EN ISO 11731:2019-03. Wasserbeschaffenheit – Zählung von Legionellen. DIN Media, Berlin
13. DIN EN ISO 16266:2008-05. Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von Pseudomonas aeruginosa – Membranfiltrationsverfahren. DIN Media, Berlin
14. DIN EN ISO 9308-1:2017-09. Wasserbeschaffenheit – Zählung von Escherichia coli und coliformen Bakterien – Teil 1: Membranfiltrationsverfahren für Wässer mit niedriger Begleitflora. DIN Media, Berlin
15. DIN EN ISO 6222:1999-07. Wasserbeschaffenheit – Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen – Bestimmung der Koloniezahl

- durch Einimpfen in ein Nährgarmedium. DIN Media, Berlin
16. Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159, S. 2)
 17. DIN EN ISO 17994:2014-06. Wasserbeschaffenheit - Anforderungen für den Vergleich der relativen Wiederfindung von Mikroorganismen durch zwei quantitative Verfahren. DIN Media, Berlin
 18. DIN EN ISO 7393-1:2000-04. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von freiem Chlor und Gesamtchlor - Teil 1: Titrimetrisches Verfahren mit N, N-Diethyl-1,4-Phenylendiamin. DIN Media, Berlin
 19. DIN EN ISO 7393-2:2019-03. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von freiem Chlor und Gesamtchlor - Teil 2: Kolorimetrisches Verfahren mit N, N-Dialkyl-1,4-Phenylendiamin für Routinekontrollen. DIN Media, Berlin
 20. DIN EN ISO 10523:2012-04. Bestimmung des pH-Werts (C 5), DIN Media, Berlin
 21. DIN 38404-6:1984-05. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C); Bestimmung der Redox-Spannung (C 6). DIN Media, Berlin
 22. Seidel KM, Lopez Pila JM, Grohmann A (1991) Disinfection capability in water for swimming and bathing pools: A simple method for their evaluation in practice. *Wat Sci Technol* 24:359–362
 23. DIN 38407-30:2007-12. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F) - Teil 30: Bestimmung von Trihalogenmethanen (THM) in Schwimm- und Badebeckenwasser mit Headspace-Gaschromatographie (F 30). DIN Media, Berlin
 24. DIN EN ISO 15680:2004-04. Wasserbeschaffenheit - Gaschromatographische Bestimmung einer Anzahl monocyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe, Naphthalin und einiger chlorierter Substanzen mittels Purge und Trap-Anreicherung und thermischer Desorption. DIN Media, Berlin
 25. DIN EN ISO 10301:1997-08. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe - Gaschromatographische Verfahren. DIN Media, Berlin
 26. DIN EN ISO 17943:2016-10. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung flüchtiger organischer Verbindungen in Wasser - Verfahren mittels Headspace-Festphasenmikroextraktion (HS-SPME) gefolgt von der Gaschromatographie und Massenspektrometrie (GC-MS). DIN Media, Berlin
 27. DIN EN ISO 10304-4:2024-07. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie - Teil 4: Bestimmung von Chlorat, Chlorid und Chlorit in gering belastetem Wasser. DIN Media, Berlin
 28. DIN EN ISO 15061:2001-12. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelöstem Bromat - Verfahren mittels Ionenchromatographie. DIN Media, Berlin
 29. DIN EN ISO 11206:2013-05. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelöstem Bromat - Verfahren mittels Ionenchromatographie (IC) und Nachsäulenreaktion (PCR). DIN Media, Berlin
 30. DIN 38405-35:2004-09. Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Anionen (Gruppe D) - Teil 35: Bestimmung von Arsen - Verfahren mittels Graphitrohrföfen-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS) (D 35). DIN Media, Berlin
 31. ISO 17378-2:2014-02. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Arsen und Antimon - Teil 2: Atomabsorptionsspektrometrie mit Hydridbildung (HG-AAS), DIN Media, Berlin
 32. DIN EN ISO 11885:2009-09. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES). DIN Media, Berlin
 33. DIN EN ISO 17294-2:2024-12. Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope. DIN Media, Berlin
 34. Landesverordnung über die Hygiene- und Qualitätsanforderungen in Einrichtungen des Badewesens (Bäderhygieneverordnung - BäderhygVO) vom 17. Mai 2018
 35. DGfDB R 60.07 Instandhaltung technischer Anlagen in Bädern. 2018
 36. DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03. Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017). DIN Media, Berlin
 37. Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Lüftung von Hallenbädern. Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt. Bundesgesundheitsbl. 49, 836 (2006). https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/49_s_836_lueftung_in_hallenbaedern.pdf
 38. DIN 15288-2:2019-05. Schwimmbäder für öffentliche Nutzung – Teil 2: Sicherheitstechnische Anforderungen an den Betrieb. DIN Media, Berlin
 39. DIN 19605:2016-05. Festbettfilter zur Wasseraufbereitung - Aufbau und Bestandteile. DIN Media, Berlin
 40. DIN 19624:2014-12. Anschwemmfilter zur Wasseraufbereitung. DIN Media, Berlin
 41. DGfDB R 94.04. Reinigung, Desinfektion und Hygiene in Bädern. 2013.
 42. Desinfektionsmittel-Liste des VAH Liste chemischer Verfahren für die prophylaktische Desinfektion sowie für die hygienische Händewaschung, die von der Desinfektionsmittel-Kommission im Verbund für Angewandte Hygiene (VAH) e. V. in Zusammenarbeit mit DGHM, DGKH, GfV, GHUP und BVÖGD auf der Basis der Anforderungen und Methoden zur VAH-Zertifizierung geprüft und als wirksam befunden wurden Stand: 1. September 2022
 43. Liste der vom Robert Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren. Stand: 17. Juni 2024
 44. VDI-Richtlinie 2089 Blatt 1: 2023-09 Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern - Hallenbäder
 45. (2011) DGfDB R 65.04. Funktionsprüfung von Anlagen zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser nach DIN 19643. Ultrafiltrationsanlagen: 1997–1904
 46. DGfDB Arbeitsblatt A 23. Zusätzliche Desinfektionsmaßnahmen durch Hochchlorung im Bereich der Badewasseraufbereitung. 2019
 47. Hoffmann M (2014) Ozon-Brom-Verfahren: Wasseraufbereitung in öffentlichen Schwimmbädern ohne Chlor – Neue Wege der DIN 19643? In: *Ab Arch Des Badewesens* 10(2014):634–648
 48. Kämpfe A (2020) Brom – eine Entmystifizierung. *AB. Arch Des Badewesens* 3(2020):146–150
 49. El-Athman F, Zehlke L, Kämpfe A, Junek R, Selinka H-C, Mahringer D, Grunert A (2021) Pool water disinfection by ozone-bromine treatment: Assessing the disinfectant efficacy and the occurrence and in vitro toxicity of brominated disinfection byproducts. *Water Res* 204(2021):117–648
 50. Hoffmann, M. (2022): Das Ozon-Brom-Verfahren der neuen DIN 19643-5 in der Praxis – Teil 1. In: *AB Archiv des Badewesens* 3 (2022), S. 164–176.
 51. Hoffmann, M. (2022): Das Ozon-Brom-Verfahren der neuen DIN 19643-5 in der Praxis – Teil 2. In: *AB Archiv des Badewesens* 5 (2022), S. 309–316.
 52. Hoffmann, M. (2022): Das Ozon-Brom-Verfahren der neuen DIN 19643-5 in der Praxis – Teil 3. In: *AB Archiv des Badewesens* 7 (2022), S. 446–457.
 53. Häntschel D, Sauermann G, Steinhart H, Hoppe U, Ennen J (1998) Urea analysis of extracts from stratum corneum and the role of urea-supplemented cosmetics. *J Cosmet Sci* 49:155–163
 54. DIN EN 15077: 2013-08. Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Natriumhypochlorit. DIN Media, Berlin.
 55. Dygutsch P, Kramer M (2012) Chlorit und Chlorat. Ein neuer Summenparameter der DIN 19643 zur Überwachung von Schwimmbeckenwasser In: *Ab Arch Des Badewesens* 3(166):178
 56. DIN 19643 1-4.2012-11. Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser.
 57. Röhl C, Batke M, Damm G, Freyberger A, Gebel T, Gundert-Remy U, Hengstler JG, Mangerich A, Matthiessen A, Partosch F, Schupp T, Wollin KM, Foth H (2022) New aspects in deriving health-based guidance values for bromate in swimming pool water. *Arch Toxicol* 96:1623–1659
 58. DIN EN ISO 19458: 2006-12. Wasserbeschaffenheit – Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen. DIN Media, Berlin.
 59. DIN EN ISO 5667-3:2024-09. Wasserbeschaffenheit – Probenahme – Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben. DIN Media, Berlin.
 60. ECLI:DE:OVGNRW:2008:0916.13A2489.06.00

Autorenverzeichnis

Diese Empfehlung entstand durch Überarbeitung des Vorgängerdokumentes unter Mitwirkung folgender Autorinnen und Autoren:

- **Markus Arndt**, Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Oberschleißheim
- **Dr. Camilla Beulker**, Umweltbundesamt, Berlin/Bad Elster
- **Petra Bröcking**, Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
- **Carsten Brüggemeier**, Gesundheitsamt der Stadt Mannheim
- **Dr. Dirk P. Dygutsch**, Dr. Nüsken Chemie GmbH, Kamen
- **Dr. Alexander Eckhardt**, Umweltbundesamt, Bad Elster
- **PD Dr. Lothar Erdinger**, ehem. Universitätsklinikum Heidelberg
- **Dr. Dr. Manuel Döhla**, Bundeswehr, Koblenz
- **Dr. Jens Fleischer**, Ministerium für Soziales, Gesundheit und Integration des Landes Baden-Württemberg, Landesgesundheitsamt, Stuttgart
- **Dr. Christina Förster**, Umweltbundesamt, Bad Elster
- **Prof. Dr.-Ing. Gunter Gansloser**, Ingenieurbüro Gansloser GmbH, Hannover
- **Thomas Gerstmann**, Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Potsdam
- **Jeanett Hoffmann**, Landesamt für Gesundheit und Soziales des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Neustrelitz
- **Norbert Höhl**, Bundesministerium für Gesundheit, Bonn
- **Prof. Dr. Christiane Höller**, ehem. Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Oberschleißheim
- **Annette Hummel**, Umweltbundesamt, Bad Elster
- **Dr. Alexander Kämpfe**, Umweltbundesamt, Bad Elster
- **Albert Karras**, ehem. Gesundheitsamt Rhein-Neckar-Kreis, Heidelberg
- **Doreen Knaak**, Sportbäder Leipzig GmbH
- **Dr. Dr. Ansgar Knobling**, ehem. Ministerium für Soziales, Gesundheit, Wissenschaft und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein, Kiel
- **Dr. Katrin Luden**, Niedersächsisches Landesgesundheitsamt, Aurich
- **Dr. Axel Matthiessen**, ehem. Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Kiel
- **Gudrun Petzold**, Ministerium für Justiz und Gesundheit des Landes Schleswig-Holstein, Kiel
- **Thomas Philipp**, Baudirektion Niederösterreich, Abteilung Umwelt- und Anlagentechnik, St. Pölten, Österreich
- **Jörg Reimuth**, Öffentlicher Gesundheitsdienst/Gesundheitsamt, Hygieneüberwachung, Trink- und Badewasser, Potsdam
- **Dr. Nicole Riedle**, Balneatechnik GmbH, Wiesbaden
- **Prof. Dr.-Ing. Ines Maria Rohlfing**, Berliner Hochschule für Technik
- **Jörg Rosbach**, ehem. BäderBetriebe Frankfurt GmbH, Frankfurt am Main
- **Benedikt Schäfer**, Umweltbundesamt, Bad Elster
- **Heiko Schulze**, Kommunale Wasserwerke Leipzig GmbH
- **Dr. Johanna Strobel**, Bundesministerium für Gesundheit, Bonn
- **Michael Stumpf**, Gesundheitsamt des Landkreises Saarlouis
- **PD Dr. Georg J. Tuschewitzki**, ehem. Hygiene-Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen
- **Tim Westphal**, Gesundheitsamt Frankfurt am Main