

Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Die Neufassung der DIN 19643*

Treatment of swimming and bathing pool water – The new version of DIN 19643

Dirk P. Dygutsch

Kontakt

Dr. Dirk P. Dygutsch | Mitglied der Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit am Umweltbundesamt | E-Mail: dirk@dygutsch.net

* Der Beitrag ist eine aktualisierte Fassung des Artikels „Die Neufassung der DIN 19643“. AB Archiv des Badewesens 3/2023, S. 185–203.

Zusammenfassung

In Ermangelung tiefergehender gesetzlicher Grundlagen kommt den einschlägigen Regelwerken bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser eine besondere Bedeutung zu. Eine herausragende Rolle spielt hierbei die DIN 19643. Sie ist seit Jahrzehnten das zentrale Regelwerk für die Aufbereitung und Hygiene von Schwimm- und Badebeckenwasser. Im Juni 2023 ist die nunmehr vierte Fassung dieser Normenreihe veröffentlicht worden. Sie ersetzt die Version von Dezember 2012. Dieser Artikel stellt die wesentlichen Änderungen vor und ordnet die neuen Anforderungen in den Kontext der derzeitigen Badebeckenwasseraufbereitung ein.

Abstract

In the absence of far-reaching legal foundations, the relevant standards are particularly important for the treatment of swimming pool water. DIN 19643 has an outstanding role. For decades, it has been the central set of standards for the treatment and hygiene of swimming pool water. In June 2023, the fourth version of this standards was published. This article describes the main changes and places the new requirements in the context of current swimming pool water treatment.





Quelle: Dirk P. Dygutsch.

Gesetzliche Grundlagen und Rahmenbedingungen

Das Bäderrecht ist in Deutschland bekanntermaßen überschaubar. Bundesweit existieren lediglich wenige Anforderungen an die Hygiene von Schwimm- und Badebeckenwasser im Infektionsschutzgesetz (IfSG, 2000). Von zentraler Bedeutung ist darin der in der Bäderwelt oft zitierte Paragraph 37 (2) mit der Kernaussage, dass vom Gebrauch von Wasser, das in nicht ausschließlich privat genutzten Einrichtungen zum Schwimmen und Baden bereitgestellt wird, eine Schädigung der menschlichen Gesundheit nicht zu besorgen sein darf. Dies gilt in erster Linie für Krankheitserreger, aber auch für andere mikrobiologische und chemisch-physikalische Gefährdungen, die vom Beckenwasser ausgehen können.

Mit der Überarbeitung des IfSG im Jahr 2017 wurde für Schwimm- und Badebecken die Pflicht zur Desinfektion aufgenommen. Zwar wurde eine im Jahr 2022 diskutierte Verpflichtung zur Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) schlussendlich nicht umgesetzt, dennoch kommt aufgrund des Fehlens weiterer gesetzlicher Anforderungen technischen Regelwerken ein hoher Stellenwert zu; schließlich ist die Erhaltung der Gesundheit ein hohes Gut, welches durch Einhaltung von Normen und Regelwerken befördert wird, die entsprechende hygienische Anforderungen definieren und Wege zu deren Einhaltung aufzeigen. Auf die weiteren Zusammenhänge zwischen gesetzlichen Anforderungen und der Einhaltung von Normen und Regelwerken geht Thomas Beutel dezidiert ein (Beutel, 2022).

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass zwar nach wie vor in Paragraph 38 (2) IfSG der Bundesgesundheitsminister unter Zustimmung des Bundesrats aufgefordert ist, eine Schwimm- und Badebeckenwasserverordnung zu erlassen, diese aber momentan nicht in Sicht ist. Lediglich das Land Schleswig-Holstein hat seit 2019 eine entsprechende Landesverordnung vorliegen (BäderhygVO SH, [2018](#)).

Auf Grundlage von Paragraph 40 IfSG ist das Umweltbundesamt (UBA) aufgefordert, unter Einbeziehung von Fachkommissionen, in diesem Falle der „Schwimm- und Badebeckenwasserkommission“ (BWK), Konzeptionen zur Vorbeugung, Erkennung und Verhinderung der Weiterverbreitung von durch Wasser übertragbaren Krankheiten zu entwickeln. Hierzu entstand unter anderem die Empfehlung „Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung“ (UBA, [2014](#)). Bereits in der Präambel verweist das Dokument mehrfach auf die Bedeutung der allgemein anerkannten Regeln der Technik und insbesondere der DIN 19643. Man geht sogar so weit, darauf hinzuweisen, dass bei Einhaltung der Regelwerke eine hygienisch einwandfreie Wasserbeschaffenheit erzielt wird.

Die DIN 19643-Reihe ist somit ein wesentlicher Bestandteil der allgemein anerkannten Regeln der Technik zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser. Anerkannte technische Regeln sind diejenigen Prinzipien und Lösungen, die in der Praxis erprobt und ausreichend lange bewährt sind, sich in der Praxis mehrheitlich durchgesetzt haben sowie von Fachleuten anerkannt werden. Sie werden üblicherweise im Einspruch- und Konsenzverfahren erarbeitet und verabschiedet; dazu gehört in der Regel auch deren schriftliche Dokumentation.

Überarbeitung der DIN 19643

Der Stand der Technik schreitet in Form von Weiterentwicklungen und Neuerungen stetig voran und etablierte Techniken und Verfahren werden durch Innovationen in der Praxis verändert oder ersetzt. Die anerkannten Regeln der Technik müssen dem Fortschritt daher folgen und in regelmäßigen Abständen überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Das Deutsche Institut für Normung (DIN) gibt für die Überprüfung einen Zeitraum von fünf Jahren vor (DIN 820-4, [2021](#)). Die Überprüfung muss dabei nicht zwingend in eine Überarbeitung münden.

Bei den im November 2012 veröffentlichten Normenteilen 1 bis 4 der DIN 19643 zeigte sich in der Folge an einigen Stellen ein Überarbeitungsbedarf. Weiterhin war es erforderlich, allgemeine Anforderungen im Teil 1 anzupassen, die sich aus der Veröffentlichung des Teils 5 zum sogenannten „Ozon-Brom-Verfahren“ (DIN 19643-5, [2021](#)) ergeben hatten. Die Normenreihe besteht somit auch in der Zukunft wiederum aus 5 Teilen ([□ Abbildung 1](#)). Auch die Erstellung eines Kommentars ist wiederum vorgesehen.

Abbildung 1: Überblick über die Normenteile zur DIN 19643 inklusive Kommentar.
 Quelle: Dirk P. Dygutsch.



Im folgenden Artikel werden die wesentlichen Änderungen vorgestellt und die neuen Anforderungen in den Kontext der derzeitigen Badebeckenwasseraufbereitung eingeordnet.

Änderungen in der DIN 19643-1

Anwendungsbereich

Im Kontext des IfSG kommt immer wieder die Frage nach der Abgrenzung zwischen privaten und öffentlichen Bädern auf, da das Gesetz selbst an dieser Stelle keine konkreten Definitionen liefert. Darüber hinaus enthalten die einschlägigen Normen (DIN EN 15288-1, 2019) hierzu abweichende Begriffsbestimmungen, die unter Umständen dem Verständnis anderer Länder geschuldet sind. Auch der Kommentar zur DIN 19643 (Stottmeister & Gansloser, 2014) brachte keine Klarheit. Da inzwischen aber Normen auf europäischer Ebene erschienen sind, die sich mit den Anforderungen an private Schwimmbäder und Pools beschäftigten, war eine genauere Abgrenzung zwischen diesen Normen und der DIN 19643 erforderlich geworden.

Die DIN 19643 unterscheidet nun zwischen öffentlicher und privater Nutzung, wobei als letztere die Nutzung eines Schwimmbades, das ausschließlich für Familie und Gäste des Eigentümers/Besitzers/Betreibers bestimmt ist, definiert wird. Dies schließt Ein- und Mehrfamilienbäder mit einem kleinen, nicht ständig wechselnden und bestimmbar Personenkreis ein. Öffentliche Nutzung ist dagegen die Nutzung eines Schwimmbades, das für alle oder eine bestimmte Gruppe von Nutzern zugänglich und nicht ausschließlich für Familie und Gäste des Eigentümers/Besitzers/Betreibers bestimmt ist – unabhängig von der Zahlung eines Eintrittsgeldes. Typische Beispiele öffentlicher Nutzung sind: Kommunale Schwimmbäder, Freizeitbäder, Bäder in Beherbergungsbetrieben, Kur-, Ferien- und Sporteinrichtungen, Fitness- und Wellness-Centern, auf Campingplätzen sowie in Krankenhäusern, Rehabilitationseinrichtungen, Schulen, Kindertagesstätten und Kindergärten. Die Normenreihe DIN 19643 richtet sich ausschließlich an Bäder und ähnliche Einrichtungen in öffentlicher Nutzung.

Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit

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. Bereits im Jahr 2018 wurde im *Archiv des Badewesens* ein Konzept vorgestellt, mit dem eine bessere Einschätzung der Parameter in Form einer Hierarchisierung erreicht werden sollte (Dygutsch, 2018). Wesentliche Teile dieses Konzepts wurden nun in der DIN 19643-1 für die chemisch-physikalischen Parameter verankert.

Die besonders wichtigen Hygiene-Hilfsparameter *freies Chlor*, *Redoxspannung* und *pH-Wert* stellen in diesem Sinne **Aktionswerte** mit einem zeitnahen Handlungsbedarf dar. Die Unter- beziehungsweise 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. Dazu sei angemerkt: Gerade für diese Parameter wie auch für die mikrobiologischen Parameter der Tabelle 1 in DIN 19643-1 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.

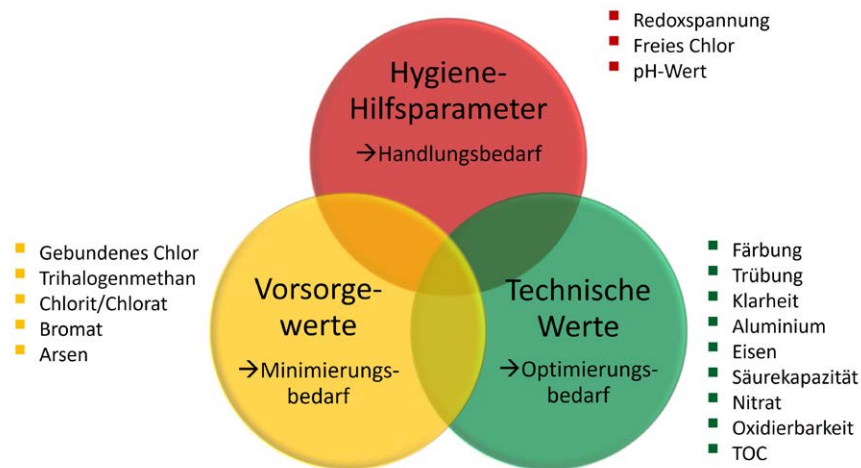
Gebundenes Chlor, *Trihalogenmethane*, *Arsen*, *Bromat* sowie die Summe aus *Chlorit* und *Chlorat* sind den **Vorsorgewerten** zugeordnet. Im Sinne der Norm bedeutet dies, dass die Entwicklung der Werte für diese Parameter sorgfältig beobachtet werden muss, da bei häufiger und/oder längerfristiger 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.

Am Beispiel von Chloraminen (gebundenes Chlor) lässt sich das Vorgehen darlegen. Treten gelegentliche Überschreitungen – etwa infolge höherer Besucherzahlen – auf, so können diese im Allgemeinen außen vor bleiben, insbesondere dann, wenn sich anhand von Messungen zeigt, dass sich die Überschreitungen im Zuge der fortschreitenden Aufbereitung innerhalb weniger Stunden deutlich verringern. Erfolgt aber dabei keine Reduzierung unterhalb des oberen Werts von 0,2 mg/l im Beckenwasser oder ist dieser Wert dauerhaft – auch bei längeren Phasen geringer Nutzung – überschritten, so kann das ein Indiz für Mängel in der Aufbereitung („erschöpfte“ Filterkohle) oder entsprechende Belastungen des Füllwassers sein. Da die Ursachen tatsächlich vielfältig sein können, ist eine gründliche Ursachenerforschung erforderlich bevor Abhilfemaßnahmen festgelegt werden können.

Als letzte Gruppe werden in der neuen Norm die **technischen Werte**, wie *Trübung*, *Färbung*, *Klarheit*, *Säurekapazität*, *Aluminium*, *Eisen*, *Nitrat* und *Oxidierbarkeit*, zusammengefasst. 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 DIN 19643-1, Tabelle 2, aufgeführten Werte bedeutet somit für die meisten Bäder einen optimalen Betriebszustand der Wasseraufbereitung. **Abbildung 2** zeigt die Zuordnung der jeweiligen Parameter in Form eines farbigen Ampelsystems. Dieses ist so in der Norm nicht zu finden, zeigt aber anschaulich, welche Parameter welcher Gruppe zugeordnet sind.

Abbildung 2: Chemisch-physikalische Parameter und deren Gruppenzuordnung.
 Quelle: Dirk P. Dygutsch.



Sowohl in Tabelle 1 (mikrobiologische Parameter) als auch in Tabelle 2 (chemisch-physikalische Parameter) der DIN 19643-1, wurden zusätzliche Spalten aufgenommen. Einerseits wurden die in den vorherigen Fassungen oftmals in den Folgeteilen „versteckten“ Werte für das Filtrat in die Tabellen 1 und 2 im Teil 1 eingefügt. Andererseits wurden in einer finalen Spalte Hinweise und Erläuterungen der jeweiligen Parameter aufgenommen, um so deren Bedeutung und die Einordnung für die Wasserqualität anschaulicher zu machen.

Bromat

Gemäß EU-CLP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, [2008](#)) ist Bromat als kanzerogener Stoff eingestuft. Er kann im Wesentlichen auf zwei unterschiedlichen Wegen in das Beckenwasser gelangen. Zum einen kann Bromat durch Oxidation von Bromid mit Ozon im Zuge der Beckenwasseraufbereitung entstehen (DIN 19643-3, [2023](#)), (DIN 19643-5, [2021](#)). Zum anderen kann Bromat als Verunreinigung in zur Wasserdesinfektion eingesetzten Natriumhypochlorit-Lösungen (Handelsware oder vor Ort durch Elektrolyse erzeugt) in den Wasserkreislauf gelangen. Bereits in der Fassung der DIN 19643-1 aus dem Jahr 2012 wurde daher durch das UBA ein toxikologisch begründeter oberer Wert von 2 mg/l für das Beckenwasser abgeleitet (Stottmeister, [2013](#)). Inzwischen verdichten sich die Anzeichen, dass dieser Wert zukünftig nicht mehr gehalten werden kann (Röhl, et al., [2022](#)). Da aber die Ableitung eines neuen oberen Wertes, der möglicherweise Nutzung und Nutzer der Bäder differenziert betrachten muss, noch nicht absehbar ist, wurde der bisherige Wert in der Neufassung der Norm fortgeschrieben. Es wurde aber ein Hinweis in Form einer Fußnote aufgenommen, dass vor dem Hintergrund einer gerade stattfindenden toxikologischen Neubewertung mit einer deutlichen Absenkung des oberen Wertes von

Bromat zu rechnen ist. Betreiber von Schwimmbädern sollten dem Rechnung tragen, indem aus Vorsorgegründen die Konzentration im Beckenwasser so niedrig wie möglich gehalten wird. Hierzu kann zum Beispiel die strenge Einhaltung von pH-Werten (möglichst bei $\text{pH} \leq 7$) einen effizienten Beitrag leisten (Hoffmann, 2022).

Total Organic Carbon (TOC)

Seit Jahrzehnten dient die Bestimmung der Oxidierbarkeit (in Form des Kaliumpermanganat-Verbrauchs) zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Aufbereitung, wobei üblicherweise als Bezugswert der Wert für das Füllwasser zugrunde gelegt wird. Weiterhin diente die Bilanzierung der Oxidierbarkeit auch zur Ableitung des Belastbarkeitsfaktors k (früher auch „b-Wert“ genannt), dessen reziproker Wert festlegt, welches Wasservolumen pro Badendem aufbereitet werden muss, damit ein stationärer Zustand zwischen Eintrag von Verunreinigungen und deren Beseitigung durch die Aufbereitung erreicht werden kann. Entgegen landläufiger Meinung spielt hierbei nicht nur die Filtration eine entscheidende Rolle, sondern vielmehr auch die Oxidationsfähigkeit des Wassers, üblicherweise hervorgerufen durch das im Wasser enthaltene Desinfektionsmittel (Chlor, Ozon, Brom). Da Kaliumpermanganat zum einen ein ähnliches Oxidationsvermögen aufweist wie Chlor und somit im Wesentlichen die Stoffe oxidiert, die durch Nutzer eingetragen werden, war die Messung der Oxidierbarkeit stets auch ein sehr gutes Mittel zur Abschätzung der Verunreinigung des Beckenwassers durch die Badenden.

Auf der anderen Seite muss festgehalten werden, dass die Bestimmung des Kaliumpermanganat-Verbrauchs in den Laboren mit einem vergleichsweise hohen Aufwand verbunden ist, unter anderem weil die Möglichkeit zur Automatisierung des Messverfahrens begrenzt ist. Außerdem erfasst der Kaliumpermanganat-Verbrauch – wie ausgeführt – nur einen Teil der organischen Belastung des Wassers. Dieser ist zwar gut verknüpfbar mit der Belastung des Beckenwassers durch die Badenden, lässt aber andere Verschmutzungswege wie die Beckenumgebung und das Füllwasser außer Acht. So kann etwa der Eintrag von Huminstoffen über das Füllwasser auf diesem Wege nicht detektiert werden. Huminstoffe können aber unter anderem wesentliche Ausgangsstoffe für die Bildung von Trihalogenmethanen (THM) sein.

Auf anderen Gebieten der Wasseraufbereitung (z.B. Trinkwasser) ist es daher seit Jahren üblich, mittels der Bestimmung des TOC-Gehaltes (TOC = Total Organic Carbon) die gesamte organische Belastung des Wassers zu ermitteln. Dem wurde nun auch in der Neufassung der DIN 19643 nachgekommen, indem nunmehr – zunächst optional – anstelle der Oxidierbarkeit die TOC-Konzentration gemessen werden kann. Dabei wurde auf eine Bezugnahme zum Füllwasser verzichtet, da schlussendlich die absolute Belastung mit organischen Verbindungen im Beckenwasser die entscheidende Größe ist. Daher wird beim TOC keine Differenz zum Füllwasser ermittelt. Das heißt, eine Bestimmung im Füllwasser ist grundsätzlich nicht vorgegeben, kann aber erforderlich werden, wenn nach Ursachen für erhöhte organische Belastungen im Beckenwasser gesucht wird. Der in der Norm festgelegte obere Wert für TOC von 2,5 mg/l wurde aus Daten verschiedener Labore abgeleitet. Bei TOC handelt es sich gemäß neuer Zuordnung um einen technischen Wert, der die Optimierung der Aufbereitung unterstützen soll.

Will man die Wirksamkeit der Filtration erfassen, so benötigt man neben der Messung im Filtrat einen Bezugswert. In diesem Fall sieht die Norm als Bezugsgröße den gleichzeitig

ermittelten Wert im Beckenwasser vor. Der Wert im Filtrat darf dabei nicht höher als der Wert im Beckenwasser sein.

Hygienische Barriere

Therapiebecken sind Badebecken, die überwiegend von Personen genutzt werden, die in erhöhtem Maß infektionsgefährdet sind beziehungsweise von denen eine erhöhte Infektionsgefahr ausgeht. Dadurch ist die Gefahr der Übertragung von Krankheitserregern deutlich erhöht. Deshalb wurde bereits in den Vorgänger-Normen eine zusätzliche mikrobiologische Barriere innerhalb der Aufbereitung gefordert. Mit der Ultrafiltration steht seit der Fassung von 2012 eine mechanische Barriere zur Verfügung, deren Virenrückhalt mehr als 99,99 Prozent betragen muss. Bereits in früheren Normen wurde als hygienische Barriere die Ozonung etabliert. Allerdings gab es bisher keine konkretisierte Vorgabe, unter welchen Bedingungen die Ozonung tatsächlich als Barriere wirkt, also ebenfalls den Virenrückhalt sicherstellt, wie er für die Ultrafiltration gegeben ist. Im Zuge der Wirksamkeitsuntersuchungen beim „Ozon-Brom-Verfahren“ (DIN 19643-5, [2021](#)) konnte gezeigt werden, dass für diese Verfahrenskombination der geforderte Virenrückhalt am Beispiel von MS2-Coliphagen mit einer Ozon-Konzentration von 0,15 mg/l und einer Reaktionszeit von 90 Sekunden erreicht wird (Hoffmann, [2022](#)). Für Verfahrenskombinationen mit Ozon (DIN 19643-3, [2023](#)) gilt nunmehr eine Ozon-Konzentration von mindestens 0,3 mg/l bei einer Reaktionszeit von 60 Sekunden. Somit ist zum einen definiert, was eine hygienische Barriere im Sinne der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser ist und welche Anforderungen daran gestellt werden, nämlich ein belegter Virenrückhalt von mindestens 4 log-Stufen von MS2-Coliphagen.

Beckenhydraulik

Der Beckendurchströmung kommt ein hoher Stellenwert in der Hygiene und Ästhetik von Schwimm- und Badebeckenwasser zu. Eingetragene Verunreinigungen sowie andere Belastungstoffe und Mikroorganismen sollen zügig und weitgehend zur Aufbereitung transportiert werden. Da ein Großteil dieser Stoffe in den oberen Wasserbereichen der Becken zu finden ist, hat sich mit der Norm von 1997 bereits die Forderung nach einer allseitig angeordneten Überlaufrinne etabliert, über die der vollständige Volumenstrom in die Aufbereitung führen muss; etwaige andere Teilentnahmen sind somit nicht mehr vorgesehen. Weiterhin muss die Beckenhydraulik auch die homogene Verteilung des Desinfektionsmittels sicherstellen, um so eine ausreichende Desinfektionsmittelkapazität an allen Stellen eines Beckens zu erhalten.

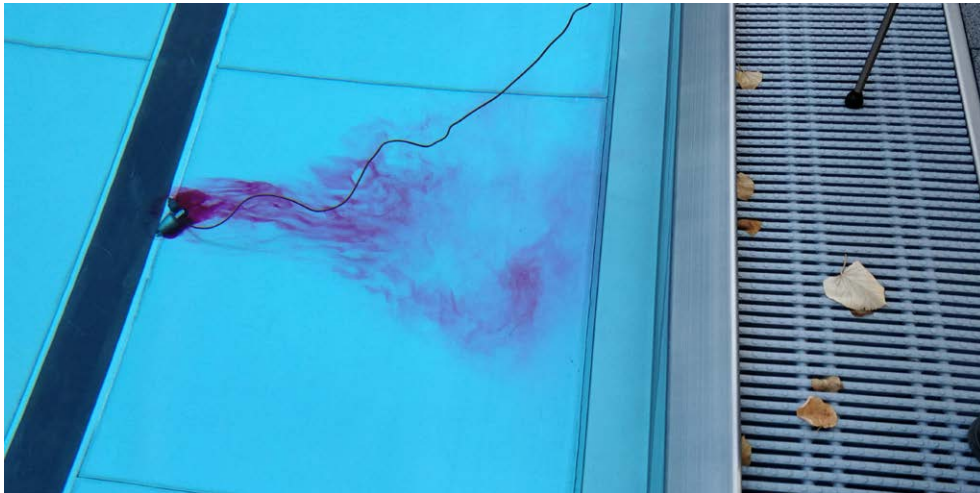
In die Neufassung der DIN 19643-1 wurde nun detailliert der Nachweis der Desinfektionsmittelverteilung und die Prüfung auf etwaige Totzonen im Becken aufgenommen. Zum Nachweis werden Farbttests angewendet. Dabei sind zwei verschiedene Vorgehensweisen aufgeführt.

Für die Funktionsprüfung der Einströmungen und zur Überprüfung der gleichmäßigen Verteilung der Desinfektionsmittel im Becken dient die Einfärbung des Beckenwassers. Dazu muss das Beckenwasser mit einem entsprechend benannten Farbstoff innerhalb von 15 Minuten – ausgehend vom ersten Farbstoffeintritt in das Becken – vollständig und weitgehend homogen eingefärbt sein (DIN EN 15288-1, [2019](#)). Die vollständige Einfärbung dient zur Überprüfung der Wirksamkeit der Beckendurchströmung im regulären Betrieb

sowie im Teillastbetrieb. Für die Durchführung in letzterem ist die Sicherstellung der homogenen Desinfektionsmittelverteilung obligatorisch.

Neben der vollständigen Einfärbung kann auch das Setzen von Farbpunkten angewendet werden ([□ Abbildung 3](#)). Dies eignet sich besonders, wenn kritische Strömungsbereiche am Beckenboden und an Beckenwänden identifiziert werden sollen. Gezielt gesetzte Farbpunkte können helfen, wenn es infolge eines unzureichenden Stoffaustrags beziehungsweise mangelnder Beaufschlagung mit Desinfektionsmittel zu mikrobiologischem Aufwuchs kommt. Die Farbstofflösung muss innerhalb von 15 Minuten von der Strömung erfasst und in Richtung Überlaufrinne transportiert werden.

Abbildung 3: Gezielte Farbpunkte zur Überprüfung kritischer Strömungsbereiche.
 Quelle: Dirk P. Dygutsch.



Elektrolyseanlagen

Mit dem Erscheinen einer neuen Norm wurden europaweit die Anforderungen an Salzelektrolyseanlagen zur Vor-Ort-Herstellung von Aktivchlor standardisiert (DIN EN 17818, 2022). Diese Norm führt die Anforderungen an derartige Anlagen auf, um die Konformität der hergestellten Aktivchlor-Verbindungen mit der EU-Biozid-Verordnung (Verordnung (EU) Nr. 528/2012, 2012) sicherzustellen und insbesondere die Bildung unerwünschter Nebenprodukte wie Chlorat in Grenzen zu halten (Reuß & Beutel, 2022). Im Zuge der Überarbeitung der DIN 19643 wurden nun die Anforderungen dieses Regelwerks ergänzt beziehungsweise darauf Bezug genommen.

Jährliche Reinigung der Wasserspeicher

Die bereits seit vielen Jahren etablierte Praxis, Wasserspeicher, vornehmlich Rohwasserspeicher, einmal im Jahr zu reinigen, hat nun auch ins Regelwerk Einzug gehalten. Von einer Empfehlung einer bisher halbjährlichen Reinigung wurde dabei auf eine jährliche umgestellt. Selbstverständlich sollte sichergestellt sein, dass eine unterjährige zunehmende Verschmutzung, die zum Beispiel zu einer erhöhten mikrobiologischen Kontamination führt, auch außerhalb dieses Intervalls beseitigt wird. In der Praxis zeigt es sich immer wieder, dass entsprechend belastete Rohwasserspeicher eine fortwährende Kontaminationsquelle für die anschließenden Festbettfilter darstellen. In diesem Zuge erscheint es

durchaus sinnvoll, mittels Färbeversuch auch die Durchströmung der Wasserspeicher zu eruieren.

Untersuchungshäufigkeit und Eigenkontrollen

Seit der letzten Überarbeitung des Teils 1 der DIN 19643 galt es, dreimal täglich das freie Chlor und das Gesamtchlor zu bestimmen, um so den entscheidenden Wert für das gebundene Chlor berechnen zu können. Hintergrund war der Ansatz, dass die als Desinfektionsnebenprodukte gebildeten Chloramine einen einfach zu ermittelnden Indikator für die Belastungssituation eines Beckenwasserkreislaufs darstellen. Das gilt gerade deshalb, weil eine wesentliche Quelle für die Bildung der Chloramine der Eintrag von stickstoffhaltigen Verbindungen durch die Badegäste ist. Insofern kann man durch mehrfache Messungen am Tag einerseits die Belastung eines Badebeckenwassers feststellen und andererseits auch die Leistungsfähigkeit der Aufbereitungsanlage hinsichtlich des Abbaus von Belastungsstoffen nachvollziehen. Mit der dreimal täglichen Messung sollten Bäder so in die Lage versetzt werden, einen besseren Überblick über Zusammenhänge zwischen Eintrag und Beseitigung zu bekommen. In der Praxis wurde häufig der Aufwand für die Messungen beklagt, was insbesondere für Bäder gilt, bei denen nicht zwingend ständig Fachpersonal zugegen ist, wie zum Beispiel Hotelbäder oder Schulschwimmbäder. Die Neufassung 2023 sieht hier einen pragmatischeren Ansatz vor, indem die dreimalige Messung nur dann erforderlich ist, wenn entsprechende Belastungen durch hohe Besucherzahlen auftreten oder die Werte für das gebundene Chlor über einen Zeitraum von vier Wochen nicht unterhalb von 0,2 mg/l liegen. Näheres hierzu ist im entsprechenden Arbeitsblatt zu finden (DGfdB A 24, [2015](#)).

Ein anderer hier und da kritisiertes Aspekt der bisherigen DIN 19643-1 betraf die seinerzeit aufgenommene Forderung, den pH-Wert anstelle einer photometrischen Messung stets elektrochemisch zu bestimmen. Grund hierfür war die Feststellung, dass bei bestimmten Wasserzusammensetzungen eine deutliche Diskrepanz zwischen der photometrischen Messung mit Phenolrot und der elektrochemischen Messung mittels pH-Wert-Elektrode auftreten kann. In der Praxis zeigte sich aber, dass – auch aufgrund unzureichender Elektrodenqualitäten – der photometrischen Messung häufig der Vorzug gegeben wurde. Dem wurde in der Neufassung der Norm insoweit Rechnung getragen, dass nun wieder die photometrische Bestimmung des pH-Wertes als Messmethode aufgenommen wurde. Allerdings sollte bei der Messung mit Phenolrot beachtet werden, dass dieser Indikator nur im pH-Wert-Bereich von 6,4 bis 8,2 detektierbare Farbveränderungen zeigt. Außerdem ist auch bei diesem Messverfahren unbedingt auf die nachteilige Beeinflussung durch zum Beispiel nicht vollständig gefüllte, verschmutzte oder verkratzte Küvetten zu achten. Deshalb empfiehlt die Norm unter anderem grundsätzlich die Verwendung von Einmalküvetten.

Beurteilung von Legionellen in Beckenwasser und Filtrat

Mit der Fassung der DIN 19643-1 aus dem Jahr 2012 wurde eine differenzierte Beurteilung von Legionellen-Nachweisen in Beckenwasser und Filtrat eingeführt. Vorher galt, dass diese nicht nachweisbar sein sollten. Gleichzeitig gelangte die Betrachtung der Wasserparameter im Filtrat anstelle derer im Reinwasser mehr in den Vordergrund, da zum einen das in das Reinwasser zugegebene Chlorungsmittel sowohl in seiner Eigenschaft als Desinfektionsmittel als auch als Oxidationsmittel die Zusammensetzung des Wassers stark beeinflusst. Das gilt umso mehr, als durch die erforderliche Desinfektionsmittel-

kapazität häufig deutlich höhere Konzentrationen festzustellen sind als die eingestellten Soll-Werte für das Beckenwasser. Als Beispiel sei die Abtötung von möglicherweise vorhandenen Mikroorganismen im Reinwasser angeführt, die noch im Filtrat vorhanden sind. Insofern stellt die Chlordosierung in vielen Fällen eine wirksame Barriere dar, was sich auch an den Verhältnissen der Beanstandungen von Beckenwasser und Filtrat in den mikrobiologischen Analysen widerspiegelt.

Da sich in der Zwischenzeit aber gezeigt hatte, dass die bisherigen Tabellen zur Bewertung von Legionellen-Nachweisen in Beckenwasser und Filtrat an einigen Stellen nicht praxisgerecht waren, wurde seitens der BWK beim UBA als der zuständigen Instanz für die Wasserhygiene eine Überarbeitung dieser Tabellen vorgenommen. Diese wurden in die Neufassung der DIN 19643-1 als Tabellen 7 und 8 übernommen.

Zunächst wurde die bisherige Unterscheidung der Vorgehensweisen und Maßnahmen bei entsprechend hohen Nachweisen von drei auf zwei Spalten reduziert. Die Unterscheidung zwischen Erst-, Nachuntersuchungen und weiteren Sanierungen wurde als obsolet angesehen und durch die Spalten „Maßnahmen“ und „Weitere Vorgehensweise“ ersetzt. Dabei kommt letztere zum Tragen, wenn von vorneherein klar ist, dass die Maßnahmen aus der vorherigen Spalte nicht ausreichen beziehungsweise deren Umsetzung nicht zum gewünschten Ergebnis geführt hat. Entsprechende Fußnoten an den jeweiligen Maßnahmen und Vorgehensweisen konkretisieren diese wo erforderlich. Grundsätzlich sollte berücksichtigt werden, dass die aufgeführten Maßnahmen keinen fest vorgegebenen und abschließenden Katalog darstellen oder eine Reihen- beziehungsweise Rangfolge der Maßnahmen begründen. Vielmehr dienen sie im Wesentlichen der Orientierung und Hilfestellung. Empfehlenswert sind daher praxisgerechte und individuelle Ableitungen und Festlegungen in Verfahrens- oder Dienstsanweisungen durch den jeweiligen Betrieb. Dies sollte idealerweise in Kooperation mit dem zuständigen Gesundheitsamt erfolgen.

Im Folgenden werden die wesentlichen Änderungen angesprochen, auf die Erläuterung der potenziellen Maßnahmen wird verzichtet.

Bei der Bewertung des Beckenwassers und den daraus resultierenden Maßnahmen wurde auf die Empfehlung eines Nutzungsverbots der betroffenen Becken bei Überschreiten des Nachweises von mehr als 1.000 KBE/100 ml verzichtet. Dieses erscheint vor dem Hintergrund der unbedingten Abschaltung aerosolbildender Einheiten als hinreichend im Hinblick auf die Übertragungswege von Legionellen. Insofern erfolgt die Umsetzung eines Nutzungsverbots bei Überschreiten des Nachweises von mehr als 10.000 KBE/100 ml. Gleichzeitig wurde auf Vorschlag der BWK die Möglichkeit der Freigabe des Badebetriebs in den betroffenen Becken bei Unterschreiten der Grenze von 1.000 KBE/100 ml aufgenommen. Somit gibt es nunmehr eine Orientierung, ab und bis zu welchen Werten für das Beckenwasser der Badebetrieb möglich ist.

Die augenscheinlichsten Veränderungen hat es in Tabelle 8 der DIN 19643-1 zur Bewertung der Legionellen-Nachweise im Filtrat gegeben. Gerade die Filtratuntersuchungen standen immer wieder in der Kritik und nicht selten war das Argument zu hören, dass gemäß Trinkwasserverordnung das Duschen bei bis zu 100 KBE/100 ml kein Problem sei, aber bei Nachweisen im Filtrat von Schwimm- und Badebeckenwasser scheinbar unverhältnismäßige Sanktionen erfolgen können. Dem darf allerdings entgegengehalten werden, dass

die Betrachtung der möglichen Kontamination des Filtrats in erster Linie im Sinne von Frühwarnstufen zu sehen ist und somit weniger Sanktionierungen im Vordergrund stehen, zumal vom Filtrat selbst kein Risiko ausgeht und somit schwerlich eine Besorgnis abzuleiten wäre. Unwiderrspochen muss aber auch festgehalten werden, dass dies so in der Praxis nicht immer gehandhabt wurde. Diese Erkenntnis hat zu einer weiteren Aufgliederung der Nachweiswerte und einer Neuordnung etwaiger Maßnahmen geführt. So wurde der seinerzeit bewusst grob angelegte Bereich von 1 bis 1.000 KBE/100 ml in drei Bereiche aufgeteilt. Für Bäder, in denen gelegentliche Nachweise von bis zu 10 KBE/100 ml im Filtrat festgestellt werden, gelten zunächst die routinemäßigen, monatlichen Untersuchungen. Erst bei mehrfach aufeinanderfolgenden Befunden sind gegebenenfalls weitere Maßnahmen erforderlich, die sich im Wesentlichen auf die Ursachenfeststellung erstrecken. Der zweite Bereich geht nun von 10 bis 100 KBE/100 ml. Auch hier sind zunächst nur Nachuntersuchungen von Beckenwasser und Filtrat innerhalb von vier Wochen vorgesehen. Sollte sich in den Nachuntersuchungen zeigen, dass nach wie vor positive Befunde festzustellen sind, so werden weitergehende Maßnahmen empfohlen. Dies geschieht auch vor dem Hintergrund, dass desinfektionsmittelhaltige Wässer in der Regel keine Kontaminationen aufweisen sollten.

Nun stellt man aber in der Praxis fest, dass die eingesetzten Filterkohlen in Mehrschicht- und/oder Sorptionsfiltern derart hohe Chlorzehrungen aufweisen können, dass das Filtrat frei von Desinfektionsmitteln ist. Insofern besteht die Gefahr einer zunehmenden Kontamination des Filterbetts, sodass Gegenmaßnahmen erforderlich sein können. Der dritte, neue Bereich umfasst Nachweise von 100 bis 1.000 KBE/100 ml mit entsprechenden direkten Maßnahmen zum Beispiel hinsichtlich Filterdesinfektion, Überprüfung der Aufbereitung und weitergehender individueller Maßnahmen. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass erst bei mehr als 1.000 KBE/100 ml im Filtrat eventuelle Nutzungseinschränkungen in Betracht gezogen werden können, wie etwa das Abschalten aerosolbildender Einrichtungen, da hier nicht mehr zweifelsfrei ein Durchschlagen in das Beckenwasser ausgeschlossen werden kann. Das gilt insbesondere dann, wenn zum Beispiel infolge geringer Belastungen im Beckenwasser Dosierpausen bei der Chlorung auftreten sollten.

Mit der Überarbeitung der Tabellen zur Bewertung von Legionellen in Beckenwasser und Filtrat wurde seitens BWK und DIN-Ausschuss ein pragmatischer Ansatz gesucht, der einerseits die betrieblichen Gegebenheiten und andererseits die eventuellen hygienischen Erfordernisse gleichermaßen widerspiegelt. Die Hoffnung ist, dass gerade bei der Bewertung des Filtrats weniger dogmatische Ansätze im Vordergrund stehen als etwa die Interpretation der Wertebereiche im Sinne von so nicht gemeinten Grenzwerten, sondern diese vielmehr als Frühwarnstufe zur Vermeidung von potenziell sich ausbreitenden Kontaminationen bis ins Beckenwasser angesehen werden. Deshalb kann an dieser Stelle nochmals die Empfehlung wiederholt werden, im Vorfeld zwischen Betrieb und Gesundheitsamt abgestimmte Verfahren im Umgang mit Legionellen-Nachweisen zu etablieren. Das gilt sinngemäß auch für andere mikrobiologische und relevante chemisch-physikalische Parameter. Unter Umständen ist es zielführend, auf die Expertise qualifizierter Fachleute zurückzugreifen.

In [Abbildung 4](#) und [Abbildung 5](#) sind die Einstufungen und die möglichen Maßnahmen in Form von Fließbildern aufgeführt. Diese können als Essenz aus den Tabellen der Norm zur Orientierung herangezogen werden.

Abbildung 4: Bewertung von Legionellen-Nachweisen im Beckenwasser und mögliche Maßnahmen. Quelle: Dirk P. Dygutsch.

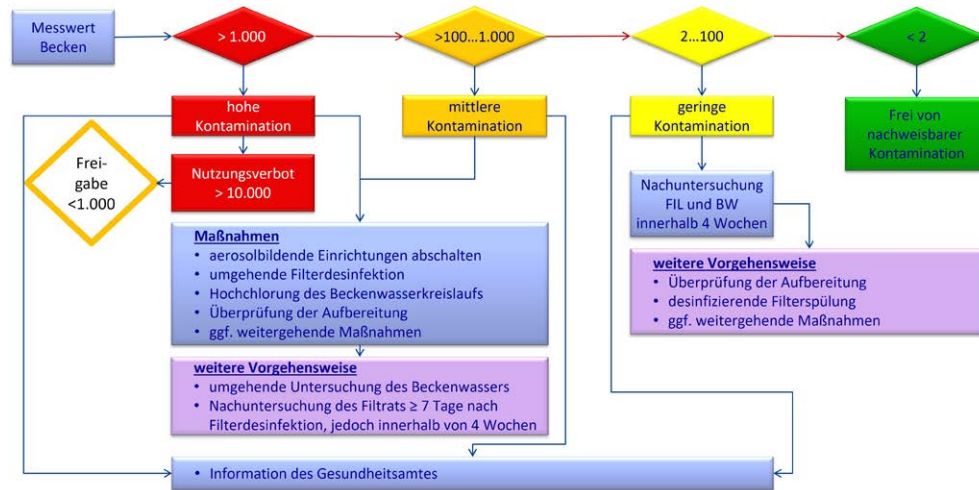
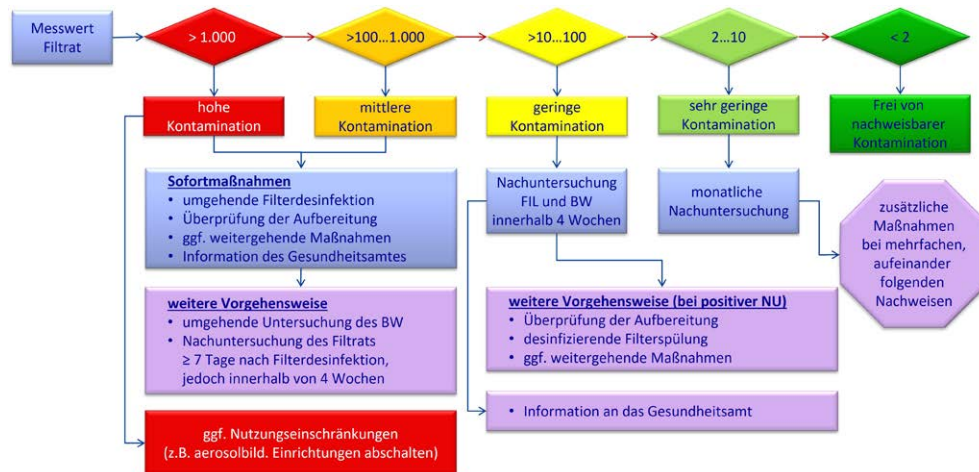


Abbildung 5: Bewertung von Legionellen-Nachweisen im Filtrat und mögliche Maßnahmen. Quelle: Dirk P. Dygutsch.



Änderungen in den Teilen 2 bis 4

Auslegung der Flockung (Teile 2 bis 4)

Sowohl bei Festbettfiltrationen als auch bei der Ultrafiltration kommt der Flockung ein wichtiger Stellenwert zu. In der Festbettfiltration unterstützt die Flockung in erster Linie die Entfernung von partikulären und kolloidalen, aber auch gelösten Stoffen aus dem Wasserkreislauf (Dygutsch, [2020](#)). Bei der Ultrafiltration dient die Flockung im Wesentlichen dem Schutz der ultrafeinen Poren der Membran vor Fouling und infolgedessen möglicherweise irreversiblen Verblockungen. Damit kommt aber auch der Auslegung und Gestaltung der Flockung ein entscheidender Part bei der Planung und im Betrieb der Wasseraufbereitungsanlagen zu. Bislang wurde dieser Teil der Wasseraufbereitung allerdings – gelinde gesagt – eher stiefmütterlich behandelt. So hält sich zum Beispiel hartnäckig die Annahme, dass sich die Reaktionsstrecke für die Flockung bei der Festbettfiltration aus dem Produkt von Reaktionszeit (10 s) und Fließgeschwindigkeit (1,5 m/s) zu 15 m berechnet. Das hat in der Praxis dazu geführt, dass selbsternannte Sachverständige mit dem Metermaß diese Zahl überprüft haben, ohne zu berücksichtigen, dass in der Norm immer schon angegeben war, dass die Fließgeschwindigkeit des Wassers 1,5 m/s nicht übersteigen darf; geringere Geschwindigkeiten und somit kürzere Reaktionsstrecken waren also durchaus möglich.

Es war daher höchste Zeit, die bisher eher rudimentären Angaben zur Auslegung der Flockung auf wissenschaftliche Grundlagen zu stellen. Dabei sind die wesentlichen Prozessschritte der Flockung (Dygutsch, [2020](#)) hinreichend zu berücksichtigen, als da sind:

- schnelle, möglichst homogene Einmischung des Flockungsmittels,
- Entstabilisierung sich wegen gleicher Ladung abstoßender Kolloide,
- Fällung von Anionen wie Phosphaten,
- Mikroflockenbildung,
- Makroflockenbildung.

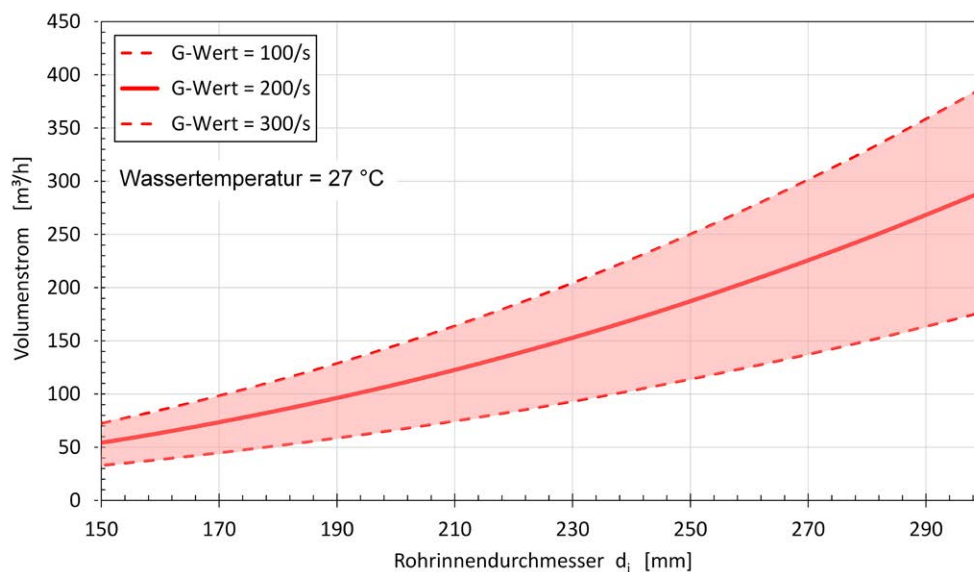
Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei der Festbettfiltration das Prinzip der Flockungsfiltration vorherrscht. Damit findet eine vollständig isolierte Makroflockenbildung nicht statt. Zwar beginnt diese im Filterüberstauraum aufgrund der Verweilzeit von circa 80 bis 100 s, ein wesentlicher Teil findet allerdings im Filterbett selbst statt. Im Filter erfolgen somit Mitfällungen, Integration von Partikeln und Kolloiden in Makroflocken sowie Adhäsionen zwischen Flockungsmittel, Filtrationsmaterial, Partikeln und Kolloiden simultan (Dygutsch, et al., [2021](#)). Ultrafiltrationen folgen dem Prinzip der Flächenfiltration. Dies bedeutet, dass die Flockenbildung vor der Filtration – hier vor der Membran – abgeschlossen sein muss, zumal sich auf der Membran die Flocken als Dämpfungsschicht aufbauen sollen, um so Blockaden der Membranporen entgegenzuwirken. Insofern verringert sich die Reaktionszeit und somit die Reaktionsstrecke im Vergleich zur Festbettfiltration. Damit dennoch in den meisten Fällen eine Reaktionszeit von 10 s ausreicht, muss die Flockenbildung beschleunigt werden, was durch eine schnelle Hydrolyse des Flockungsmittels erreicht werden kann. Ein wichtiges Mittel dazu ist eine möglichst hohe Säurekapazität, die zu einer beschleunigten Neutralisierung der in der Regel sauren Flockungsmittel führt. Deshalb wurde in der Neufassung des Teils 4 (DIN 19643-4, [2023](#)) eine Säurekapazität von mindestens 1,0 mmol/l (bzw. 0,7 mmol/l bei Flockungsmittel mit einer

Basizität von mehr als 65%) festgelegt. Begünstigend kommt hinzu, dass bei Ultrafiltrationsanlagen die Mikroflokkbildung hinreichend für die Reduzierung des Foulings ist.

Für die Auslegung der Reaktionsstrecke für die Flockung wurde anstelle der Vorgabe einer maximalen Fließgeschwindigkeit nun die Berücksichtigung der Geschwindigkeitsgradienten („G-Wert“) zugrunde gelegt (Dygutsch, 2020). Hierbei handelt es sich um den mittleren Gradienten der Strömungsgeschwindigkeit im Rohrquerschnitt in Folge des bei Rohrströmung auftretenden Druckverlustes. Anders ausgedrückt ist es ein Maß für die Scherkräfte, die infolge der Strömung auf die Flokkbildung einwirken. Einerseits muss dabei die Dynamik in der Rohrleitung ausreichend groß sein, damit es zu hinreichenden Kontakten zwischen den sich bildenden Metallhydroxiden und somit zum Wachstum der Flokken kommt. Andererseits dürfen die Scherkräfte nicht zu groß werden, damit die Flokken nicht wieder verkleinert und zerstört werden. Dieses Gleichgewicht kann bei der Festbettfiltration mit einem Geschwindigkeitsgradienten zwischen 100 und 300 s⁻¹ gut eingehalten werden. Bei der Ultrafiltration kann der Bereich von 100 bis 500 s⁻¹ ausgeweitet werden, da hier eine Makroflokkbildung nicht erforderlich ist.

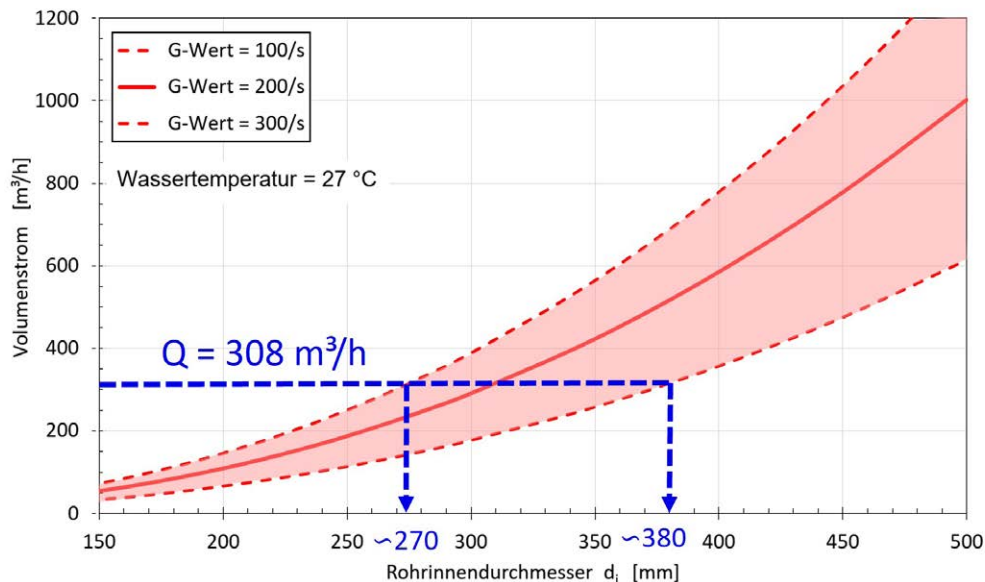
In den Normteilen 2 bis 4 sind nun entsprechende Diagramme (□ **Abbildung 6**) aufgeführt, aus denen bei den nach DIN 19643-1 ermittelten Aufbereitungsvolumenströmen und unter Einhaltung der limitierenden G-Werte die Bereiche für die Rohrrinnendurchmesser abgelesen werden können. Aus diesem Bereich können nun die real existierenden Rohrrinnendurchmesser ausgewählt werden, wobei man im Sinne der Energiekostensparnis heute eher zu vergleichsweise größeren Durchmessern tendiert als früher. Aus den ermittelten Rohrrinnendurchmessern beziehungsweise den daraus berechneten Rohrquerschnittsflächen ergeben sich die Fließgeschwindigkeiten und mit diesen für die Reaktionszeit von 10s die erforderliche Rohrleitungslänge.

Abbildung 6: Abhängigkeit von Rohrrinnendurchmesser und Volumenstrom für G-Werte von 100 bis 300 s⁻¹. Quelle: Andreas Nahrstedt.



Das nachstehende Beispiel soll diese neue Herangehensweise verdeutlichen. Der Aufbereitungsvolumenstrom für ein Nichtschwimmerbecken mit den Abmessungen 25 m × 16,7 m und einer Aufbereitung mit Festbettfiltration (Belastbarkeitsfaktor $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$) liegt bei $Q = 308 \text{ m}^3/\text{h}$. Für diesen Volumenstrom ergibt sich aus dem Q/d_i -Diagramm unter Einhaltung der G-Werte von 100 bis 300 s^{-1} ein Bereich für die Rohrlängendurchmesser $d_i \approx 270\text{...}380 \text{ mm}$ (Abbildung 7). Nimmt man nun an, dass ein handelsübliches Rohr einen Innendurchmesser von $d_i = 320 \text{ mm}$ ($= 0,32 \text{ m}$) hätte, dann ergibt sich eine Fließgeschwindigkeit von $v = 4 \times Q \div (d_i^2 \times \pi) = 4 \times 308 \text{ m}^3/\text{h} \div ((0,32 \text{ m})^2 \times 3,14) = 1,1 \text{ m/s}$. Multipliziert man nun die Strömungsgeschwindigkeit v mit der Mindest-Reaktionszeit t , so erhält man eine Rohrlänge von 11 m zwischen Flockungsmittelzugabe und Eintritt in den Filter. Analog, allerdings mit G-Werten von 100 bis 500 s^{-1} , kann die Rohrlänge bei Ultrafiltrationsanlagen ermittelt werden.

Abbildung 7: Auswahl geeigneter Rohrleitungsdurchmesser bei nach Teil 1 berechnetem Volumenstrom mithilfe der G-Wert-Bereiche. Quelle: Andreas Nahrstedt, Dirk P. Dygutsch.



Filtermaterialien aus Glas (Teile 2 und 3)

Seit vielen Jahrzehnten wird Sand als inertes Filtermaterial in der Festbettfiltration eingesetzt, da es die häufig in der Natur anzutreffende Filtration in Böden widerspiegelt und somit zu guten Filtrationsergebnissen führt. Inzwischen werden zunehmend auch Glasgranulate (auch „Glaskorn“ oder „Glasbruch“ genannt) (Abbildung 8) und Glaskugeln (Abbildung 9) für die Filtration eingesetzt (Dygutsch, et al., 2021), was schließlich in Anträgen zur Aufnahme in das Regelwerk der DIN 19643 mündete. Nach Vorlage umfangreicher Wirksamkeitsnachweise und intensiver Diskussion wurden diese Materialien schlussendlich in die Norm (Teil 2 und 3) aufgenommen. Entscheidend ist dabei, dass die zum Einsatz kommenden Materialien aus Glas der gerade in der Verabschiedung befindlichen europäischen Norm mit den erforderlichen Reinheitsanforderungen entsprechen. Die Korngruppen für die Filtermaterialien aus Glas entsprechen weitgehend denen für Sand, sodass auch in der Mehrschichtfiltration verwendete Kohlen als obere Filtrations-schichten mit den bekannten Korngruppen verwendet werden können.

Abbildung 8: Glaskorn („Glasgranulat“, „Glasbruch“). Quelle: Dirk P. Dygutsch.



Abbildung 9: Glaskugeln („Glasbeads“). Quelle: Dirk P. Dygutsch.



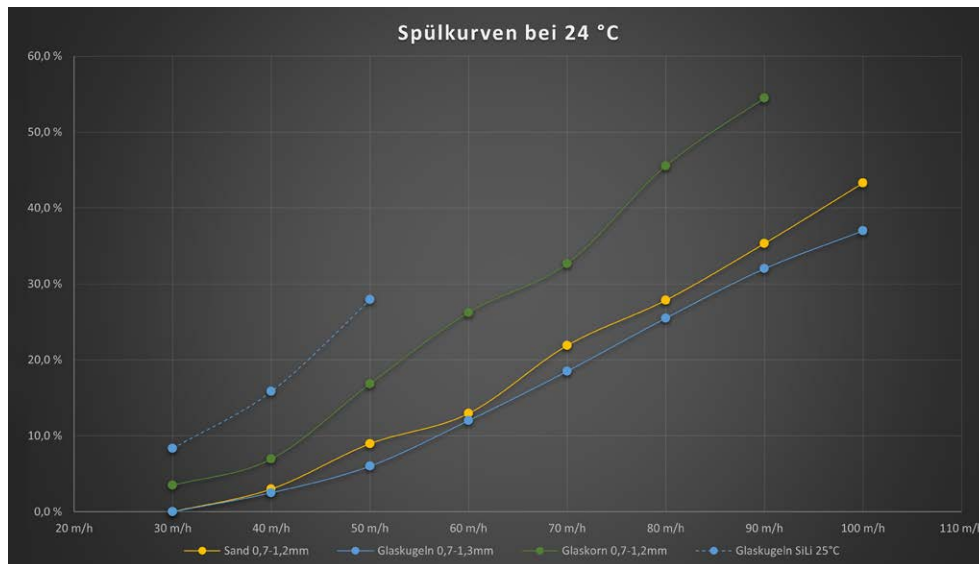
Die Filtrationseigenschaften von Glasgranulat sind ähnlich denen von Sand und beruhen im Wesentlichen auf Wechselwirkungen zwischen Filtermaterial, Flockungsmittel und abzutrennenden Stoffen (Partikel, Kolloide etc.) sowie der Einlagerung dieser Stoffe in Vertiefungen der zerklüfteten Oberflächen; sie folgen also weitgehend dem Prinzip der Tiefenfiltration (Dygutsch, et al., 2021). Auch bei Glaskugeln finden die beschriebenen Wechselwirkungen statt. Allerdings ist das Prinzip der Tiefenfiltration hier eingeschränkter, da die glatten Glaskugeln kaum Vertiefungen und Zerklüftungen aufweisen. Durch die Klassierung der unterschiedlichen Kugeldurchmesser infolge von Spülungen kommt es allerdings zu deutlich größeren Bildungen von Sperreffekten, durch die – je nach Größenordnung – insbesondere partikuläre Stoffe wie durch ein Sieb zurückgehalten werden (Dygutsch, et al., 2021).

Die Korngruppenbereiche für die Filtration für Glasgranulat und Glaskugeln ähneln weitgehend denen von Sand. Die üblichste Korngruppe bei Sand ist 0,71 bis 1,25 mm; für Glaskugeln gilt dann 0,7 bis 1,3 mm, für Glasgranulat 0,7 bis 1,2 mm.

Voraussetzung für die Verwendung von Materialien zur Filtration ist aber nicht nur deren Fähigkeit, insbesondere partikuläre und kolloidale Belastungstoffe zurückzuhalten, sondern diese mittels Spülung auch wieder aus dem Filterbett entfernenbar zu machen. Deshalb war für die Aufnahme der Glasmaterialien in die DIN 19643 auch deren Spülbarkeit ein entscheidendes Kriterium. Bekanntermaßen werden Festbettfilter von im Filterbett aufgenommenen Stoffen befreit, indem sie mit im Vergleich zur Filtrationsgeschwindigkeit deutlich erhöhten Wassergeschwindigkeiten gespült werden. Dabei muss die Spülgeschwindigkeit so hoch gewählt werden, dass alle filtrierenden Schichten (nicht Stüttschichten) sich weit genug ausdehnen (anheben), damit die auszuspülenden Stoffe mit dem Wasser weitgehend ungehindert austreten können. Dieser Zustand wird dann erreicht, wenn das Filterbett fluidisiert, was sich üblicherweise an der hinreichenden Ausdehnung des Filterbetts erkennen lässt.

Im Rahmen noch unveröffentlichter, parallel durchgeführter Untersuchungen zeigte sich, dass bei ähnlichen Korngruppen für Sand, Glaskorn und Glaskugeln (ca. 0,7 bis 1,3 mm) für eine Filterbettausdehnung von 10 cm auch gleiche Spülgeschwindigkeiten benötigt werden. Die Untersuchungen wurden an identischen, transparenten Filtern aus Polyacrylat (Durchmesser: 45 cm) und gleichen Temperaturen durchgeführt. Bei den Versuchen schien es zunächst, dass Glasgranulat bei gleicher Korngruppe geringere Spülgeschwindigkeiten benötigen könnte als die beiden anderen ([Abbildung 10](#)).

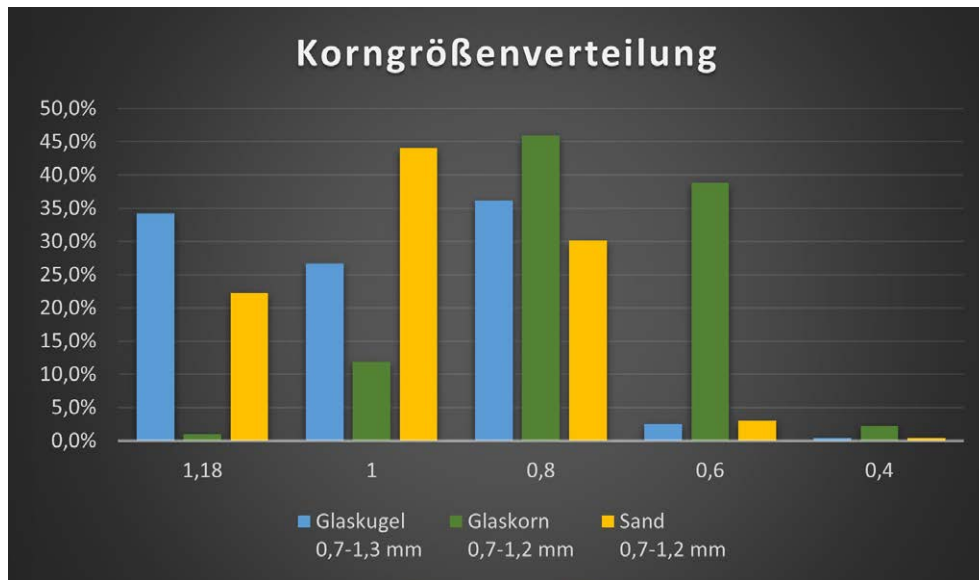
Abbildung 10: Betausdehnungen verschiedener Filtrationsmaterialien in Abhängigkeit der Spülgeschwindigkeit. Quelle: Dygutsch, et al., 2021.



Nachdem anschließend mittels genormter Siebe die Korngrößenverteilung näher bestimmt worden war, zeigte sich, dass der Feinanteil beim Glaskorn deutlich größer war als bei den anderen Materialien ([Abbildung 11](#)). Auch wenn das nicht wirklich eine neue Erkenntnis ist, ist es dennoch für Bäder zukünftig sinnvoll, möglichst die Korngrößenverteilung innerhalb der Korngruppe zu kennen, damit fachgerechte Spülungen erfolgen können. Hier sind also die entsprechenden Lieferanten gefordert, entsprechende Siebanalysen oder – noch besser – Empfehlungen von Spülgeschwindigkeiten zur Erreichung

der erforderlichen Filterbettausdehnungen mitzuliefern. In der DIN 19643-2 wurden die Spülprogramme in den informativen Teil der Norm übernommen, da – wie dargelegt – in der Regel eine individuelle Betrachtung sinnvoll sein wird.

Abbildung 11: Siebanalysen der Filtrationsmaterialien aus Abbildung 10.
 Quelle: Dygutsch, et al., 2021.



Unabhängig von den eingesetzten Filtrationsmaterialien und deren Korngruppen wurde in der Neufassung der DIN 19643 eine Mindestspülgeschwindigkeit von 45 m/h festgelegt. Damit soll sichergestellt werden, dass, neben der unbedingt erforderlichen Fluidisierung und Filterbettausdehnung, auch eine hinreichende Dynamik zum Austrag der zu entnehmenden Stoffe aus dem Filterüberstau oberhalb des ausgedehnten Filtermaterials herrscht. Gerade bei größeren Partikeln besteht ansonsten die Gefahr, dass diese nicht über den Ablauftrichter hinweg transportiert werden.

Reinigung von Filtermaterialien

Festbettfilter, insbesondere Mehrschichtfilter, neigen dazu, das Wachstum von Mikroorganismen – insbesondere Bakterien – zu begünstigen. Das liegt einerseits an der Ablagerung von organischen Substanzen im Filterbett, die als Nährstoffe für Mikroorganismen dienen. Andererseits wirkt die obere Filtrationsschicht aus Kohle – meistens sogenannte H-Kohle auf Basis von Braunkohlenkoks – chlorzehrend. In vielen Fällen wird das freie Chlor innerhalb der Kohleschicht nahezu vollständig abgebaut und die untere Schicht erfährt keine Desinfektion. Dies hat dazu geführt, dass viele Mehrschichtfilter im Filtrat mikrobiologische Kontaminationen aufweisen, wobei meist Legionellen nachgewiesen werden. Häufig werden in diesen Fällen Hochchlorungsmaßnahmen mit bis zu 50 mg/l freies Chlor durchgeführt, was aber nicht immer zum Erfolg führt, da das Desinfektionsmittel aufgrund der Schmutzschichten nicht zu den „Keimherden“ vordringen oder die Chlorzehrung der kontaminierten Kohle so groß ist, dass die Oxidations- und Desinfektionswirkung nicht ausreicht.

Analog der Flächenhygiene kam daher die Idee auf, vor dem Einsatz des Desinfektionsmittels eine Reinigung des Filterbetts durchzuführen. Dies sollte nicht nur die Desinfektionswirkung durch bessere Erreichbarkeit der „Keimherde“ erhöhen, sondern es kann auch die notwendige Desinfektionsmittelkonzentration verringert werden, da diese sich nicht durch Reaktionen mit den organischen Verbindungen im Schmutz selbst limitiert. In mehreren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass der Schmutzaustrag – selbst aus bereits gespülten Filtern – sehr groß ist. Die im Zuge der Filterspülung beziehungsweise Filterdesinfektion durchzuführende Reinigungsmaßnahme soll dafür sorgen, dass das anschließend zugegebene, oxidativ wirkende Desinfektionsmittel nicht durch im Filterbett vorhandene Verschmutzungen inaktiviert beziehungsweise abgebaut sowie den Mikroorganismen der Nährboden (z.B. Fette und Öle) entzogen wird (□ **Abbildung 12**). Wichtig ist, darauf zu achten, dass nur Reinigungsmittel eingesetzt werden, die nicht zu einer Verblockung und Inaktivierung der Filterkohle führen. Konventionelle Reinigungsmittel scheidet daher in der Regel aus, da viele dort eingesetzte Tenside die beschriebenen Negativeffekte zeigen. Spezialreiniger können hingegen sogar bewirken, dass die Adsorptionsleistung gealterter Kohle reaktiviert werden kann.

UV-Bestrahlung

Bereits in der Fassung von 2012 wurde die UV-Bestrahlung als Möglichkeit zur Beseitigung von Chloraminen eingeführt. Dabei wurden sogenannte Mitteldruckstrahler aufgenommen und die UV-C-Dosis auf den Bereich von 400 J/m² bis 600 J/m² festgelegt. In der Neufassung der Teile 2 und 4 der DIN 19643 wurde nun der Abschnitt zum Einsatz von UV-Bestrahlungsgeräten umfassend überarbeitet. Neben der Erweiterung der Dosis auf 800 J/m² wurden auch Mindestanforderungen an die Geräte aufgenommen.

Wesentliche Änderungen im Teil 3

Neben den bereits aufgeführten Änderungen wurden im Teil 3 der DIN 19643 einige kleinere Änderungen vorgenommen, die an dieser Stelle nur kurz erwähnt werden. Zum Beispiel wurde die ehemals obligatorische Verwendung von Bims als Filtrationsmaterial herausgenommen. Eine wichtige Ergänzung ist sicherlich der Hinweis, dass Ozon intensiv eingemischt werden muss, um eine gute Lösung des Ozons im Wasser zu erreichen. Eine Mindest-Ozonreaktionszeit ist für oxidative Ozon-Reaktionen nicht erforderlich, da diese Reaktionen im Wesentlichen zusammen mit Stoffen erfolgen, die auf der Oberfläche der Kornaktivkohle adsorbiert sind. Insofern können die ehemals obligatorischen Reaktionsbehälter in vielen Fällen entfallen. Geht es um die Abtötung von Mikroorganismen sowie um die Inaktivierung von Viren, so ist eine kurze mittlere Ozonreaktionszeit von 20 s bei einer Ozonkonzentration von 0,3 mg/l hinreichend.

Abbildung 12: Ergebnis der Reinigung gebrauchter Filtrationsmaterialien mit Wasser (links) und speziellem Reinigungsmittel. Quelle: Dr. Nüsken Chemie GmbH.



Anders verhält es sich, wenn Ozon als hygienische Barriere in Kreisläufen für Therapiebecken eingesetzt wird. In diesen Fällen sind – wie bereits erwähnt – Mindest-Ozonkonzentrationen von 0,3 mg/l und eine mittlere Ozonreaktionszeit im Wasser von 60 s sicherzustellen, um die Wirkung einer hygienischen Barriere nach DIN 19643-1 sicher zu erreichen. Die erforderliche Ozonreaktionszeit kann durch einen Reaktionsbehälter nach der Ozoneinmischung erfolgen.

Wesentliche Änderungen im Teil 4

Zur Verbesserung der Adsorption wurde die empfohlene Geschwindigkeit für Adsorption an Kornaktivkohle bei Verfahrenskombinationen mit Ultrafiltrationen (DIN 19643-4) im Teilstrom reduziert.

Die zweite Ultrafiltrations-Stufe dient im Wesentlichen der Wiederverwendung von Spülabwässern aus der Spülung der im Badebeckenwasserkreislauf vorhandenen Ultrafiltrations-Module. Hier kann nun die zweite Ultrafiltrations-Stufe auch für mehrere erste Ultrafiltrations-Stufen eingesetzt werden.

Im Vergleich zu Festbettfiltern werden Ultrafiltrations-Module in deutlich kleineren Abständen gespült. In der Neufassung wurden die Zeiten zwischen zwei präventiven Spülungen auf 3 bis 8 Stunden erweitert.

Fazit

Die Neufassung der DIN 19643, Teile 1 bis 4, brachte eine Vielzahl größerer und kleinerer Veränderungen, die teilweise auch erforderlich geworden sind, um die allgemein anerkannten Regeln der Technik dem stets fortschreitenden Stand der Technik anzupassen. Dabei darf aber nicht der originäre Anspruch der Normenreihe in Vergessenheit geraten – nämlich der Anspruch, durch Anwendung des Regelwerks die Anforderungen des Infektionsschutzgesetzes nach hygienisch einwandfreiem Wasser zu erreichen und somit eine etwaige Besorgnis nicht aufkommen zu lassen. Das gilt insbesondere vor dem Hintergrund der derzeit zunehmend stattfindenden Diskussion hinsichtlich der Einsparung von Energiekosten. Auch hierzu zeigt die Normenreihe durchaus einige Möglichkeiten auf, ohne die Priorität der Hygiene im Sinne vorbeugenden Gesundheitsschutzes außer Acht zu lassen.

Literaturverzeichnis

- [1] BäderhygVO SH – Landesverordnung über die Hygiene- und Qualitätsanforderungen in Einrichtungen des Badewesens (Bäderhygieneverordnung – BäderhygVO) vom 17.05.2018, gültig ab: 01.01.2019.
https://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/perma?j=B%C3%A4derHygV_SH
- [2] Beutel, T. (2022). Technische Selbstverwaltung oder gesetzliche Vorgaben durch Verordnungen. AB Archiv des Badewesens, 9, 594–603.
- [3] DGfDB – Deutsche Gesellschaft für das Badewesen (Hrsg.) (2015). Arbeitsunterlage A 24 „Handmessung der Parameter freies und Gesamtchlor und des pH-Wertes“.
- [4] DIN 19643-1. (2023). DIN 19643-1 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 1: Allgemeine Anforderungen“. DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
<https://dx.doi.org/10.31030/3426810>
- [5] DIN 19643-2. (2023). DIN 19643-2 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 2: Verfahrenskombinationen mit Festbett- und Anschwemmfiltern“. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. <https://dx.doi.org/10.31030/3426811>
- [6] DIN 19643-3. (2023). DIN 19643-3 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 3: Verfahrenskombinationen mit Ozonung und Chlorung“. DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
<https://dx.doi.org/10.31030/3426830>
- [7] DIN 19643-4. (2023). DIN 19643-4 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 4: Verfahrenskombinationen mit Ultrafiltration“. DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
<https://dx.doi.org/10.31030/3426831>
- [8] DIN EN 17818. (2022). DIN EN 17818 „Anlagen zur In-Situ-Erzeugung von Bioziden – Aktives Chlor hergestellt aus Natriumchlorid durch Elektrolyse“. DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
- [9] DIN 19643-5. (2021). DIN 19643-5 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 5: Verfahrenskombinationen mit Nutzung von Brom als Desinfektionsmittel, erzeugt durch Ozonung bromidreichen Wassers“. DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
<https://dx.doi.org/10.31030/3237142>
- [10] DIN 820-4. (2021). DIN 820-4 „Normungsarbeit – Teil 4: Geschäftsgang“. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. <https://dx.doi.org/10.31030/3205012>
- [11] DIN EN 15288-1. (2019). DIN EN 15288-1 „Schwimmbäder für öffentliche Nutzung – Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen an Planung und Bau“. DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
<https://dx.doi.org/10.31030/2867451>
- [12] Dygutsch, D. P., Nahrstedt, A., Beutel, T. et al. (2021). Festbettfiltration: Bedeutungen und Anforderungen. AB Archiv des Badewesens, 11, 819–838.
- [13] Dygutsch, D. P. (2020). Flockung bei der Festbettfiltration. AB Archiv des Badewesens, 10, 724–742.
- [14] Dygutsch, D. P. (2018). Chemische, physikalische und mikrobiologische Parameter im Schwimm- und Badebeckenwasser. AB Archiv des Badewesens, 3, 135–155.
- [15] IfSG – Infektionsschutzgesetz (2000). Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen vom 20. Juli 2000. <https://www.gesetze-im-internet.de/ifsg/index.html>
- [16] Hoffmann, M. (2022). Das Ozon-Brom-Verfahren der neuen DIN 19643-5 in der Praxis – Teil 3. AB Archiv des Badewesens, 7, 446–456.
- [17] Normenreihe DIN 19643. (11 2012). Normenreihe DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“.

- [18] Reuß, A., & Beutel, T. (2022). Europäische Norm für Elektrolyseanlagen EN 17818 – Fluch oder Segen? AB Archiv des Badewesens, 9, 585–592.
- [19] Röhl, C., Batke, M., Damm et al. (2022). New aspects in deriving health based guidance values for bromate in swimming pool water. Archives of Toxicology, 4, 1–37.
- [20] Stottmeister, E. (2013). Neufassung der Norm DIN 19 643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser. AB Archiv des Badewesens, 3, 152–163.
- [21] Stottmeister, E., & Gansloser, G. (Hrsg.). (2014). Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Kommentar zu DIN 19643. Beuth Verlag GmbH.
- [22] UBA – Umweltbundesamt. (2014). Bekanntmachung des Umweltbundesamtes. Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung. Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA) nach Anhörung der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) beim Umweltbundesamt. Bundesgesundheitsbl 57, 258–279.
<https://dx.doi.org/10.1007/s00103-013-1899-7>
- [23] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008. (2008). Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen.
<http://data.europa.eu/eli/reg/2008/1272/oj>
- [24] Verordnung (EU) Nr. 528/2012. (2012). Verordnung (EU) Nr. 528/2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten. <http://data.europa.eu/eli/reg/2012/528/oj>