

Neufassung der DIN 19643

Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen · www.drnuesken.de

1



Dr. Dirk P. Dygutsch

- ❖ Diplom-Chemiker,
- ❖ Qualitäts- und Umweltauditor, Gefahrgutbeauftragter Straße und See,
- ❖ Geschäftsführer Dr. Nüsken Chemie GmbH.
- ❖ DIN/DVGW-Ausschuss „Schwimmbeckenwasseraufbereitung“ (DIN19643) (Obmann)
 - ⇒ AK „Teil 2“, „Ozon-Brom-Verfahren“, „Belastbarkeitsfaktor“,
 - ⇒ Co-Autor des Kommentars zur DIN 19643
- ❖ DIN/DVGW-Ausschuss „Aufbereitungsstoffe und -anlagen“
 - ⇒ Produktnormen für Trinkwasser- und Badewasser
 - ⇒ AK „Springbrunnen“, „Filtration (DIN 19605)“, „Filtermaterial aus Glas“
 - ⇒ AK „Spülabwasseraufbereitung (DIN 19643)“
- ❖ Technischer Ausschuss DGfdb
- ❖ Arbeitskreis „Wasseraufbereitung“ der DGfdb
- ❖ Kuratorium Reinigung der DGfdb
 - ⇒ Liste RK und Liste RE
- ❖ diverse Arbeitsgruppen der DGfdb
 - ⇒ Flockung, Reinigung, Chemikalienlagerung
- ❖ DVGW-Arbeitskreis „Flockung“
- ❖ Figawa-Arbeitskreis „Filtermaterialien“
- ❖ seit Januar 2019: Mitglied der Schwimm- und Badebeckenwasserkommission beim Umweltbundesamt

2



„Expertenwissen“ aus dem Internet

„.... Diese Belastung ist besonders in kleinen, stark besuchten Badeseen enorm.

Im Schwimmbad kann man wenigstens mit Chlor gegen die Bakterien ankämpfen. So kippen die Betreiber **jeden Tag pro Badegast rund 30 Liter Chlor** ins Schwimmbecken.

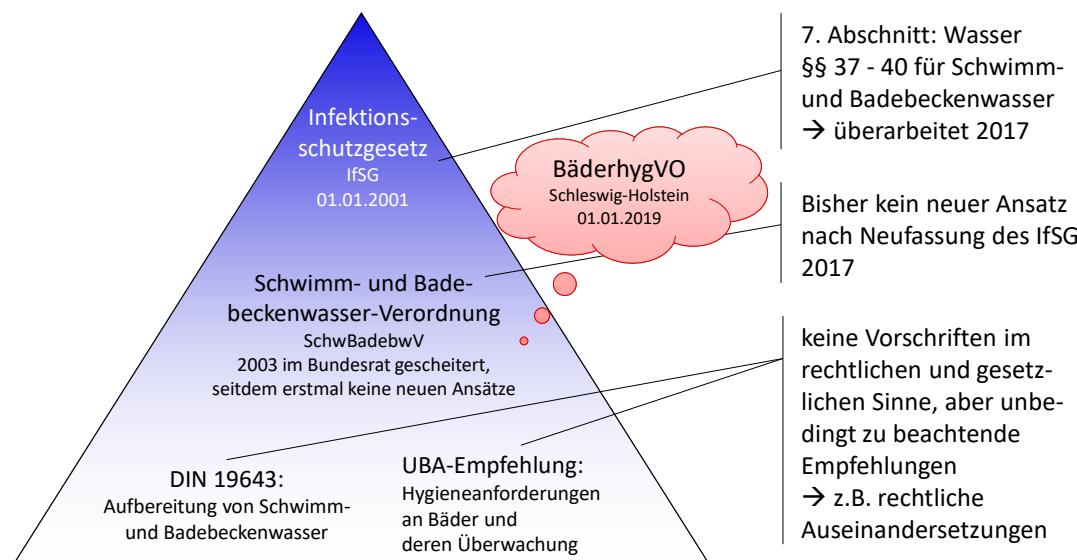
Ist das Wetter sehr heiß, können sich die Bakterien schneller vermehren. Dann wird die Chlormenge auch schon mal erhöht.

Nur zu viel Chlor darf man nicht verwenden. Denn ist die Dosierung zu hoch, können Hustenreiz und Atemnot die Folge sein.“

<http://www.gesuendernet.de/gesundheit/item/166-sauberkeit-im-schwimmbad-die-wichtigsten-regeln.html>

Rechtliche und normative Rahmenbedingungen

„Deutsches Bäderrecht“



5

Beschaffenheit von Wasser → § 37 (2) IfSG

- ❖ Wasser, in Gewerbebetrieben, **öffentlichen Bädern** sowie in sonstigen nicht ausschließlich privat genutzten Einrichtungen, welches zum Schwimmen oder Baden bereitgestellt wird
 1. in **Schwimm- oder Badebecken** oder
 2. in **Schwimm- oder Badeteichen**, die nicht Badegewässer 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 Badeteichen** hat die Aufbereitung des Wassers durch biologische und mechanische Verfahren zu erfolgen,
⇒ die mindestens den **allgemein anerkannten Regeln der Technik** entsprechen.

gekürzte Fassung

6

EMPFEHLUNG


04. Dezember 2013

Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung

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

1 Prämble

Im Infektionsschutzgesetz [1] wird in § 37 Absatz 2 die wichtigste Anforderung an die Beschaffenheit von Schwimm- und Badebeckenswasser gestellt:

Schwimm- oder Badebeckenswasser in Gewerbebetrieben, öffentlichen Bädern sowie in sonstigen nicht ausschließlich privat genutzten Einrichtungen muss so beschaffen sein, dass durch seinen Gebrauch eine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, nicht zu bewirken ist.“

Die Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenswasser muss so erfolgen, dass jederzeit in allen Beckenbereichen die Anforderungen des § 37 Absatz 2 IfSG erfüllt sind. Bei den Bädern, die hygienisch geprägt und betrieben werden, in denen die Wasseraufbereitung den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) entspricht und bei denen insbesondere die Durchströmung, Aufbereitung und Betriebskontrolle normgerecht erfolgen (DIN 19643:2012-11 [2]), kann davon ausgegangen werden, dass eine hygienisch einwandfreie Wasserbeschaffenheit erzielt wird. Diese Anforderungen sind im Rahmen der allgemeinen Verkehrsicherungspflicht durch den Betreiber sicherzustellen und werden durch das Gesundheitsamt überwacht.

Die vollengegebene Empfehlung legt insbesondere 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, auch Maßnahmen bei Nichteinhaltung der mikrobiologischen und chemischen Anforderungen fest. Sie formuliert hygienische Anforderungen an sonstige Einrichtungen in Bädern wie Barfußbereiche, Sitzflächen, saumütteltechnische Anlagen sowie an die Trinkwasser-Installation und gibt Hilfestellung, was beim Neubau eines Bades oder bei Änderungen an Schwimm- und Badebeckensanlagen beachtet werden muss.

Diese Empfehlung ersetzt u. a. wegen Neuerstellung der DIN 19643:2012-11 die „Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Schwimm- und der Badebeckenwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit“ seit

Umweltbundesamt | Fachgebiet II.35 | Heinrich-Herre-Straße 12 | 38649 Bad Oeynhausen | www.umweltbundesamt.de

UBA-Empfehlung von 2013

„Die Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenswasser muss so erfolgen, dass jederzeit in allen Beckenbereichen die Anforderungen des § 37 Absatz 2 IfSG erfüllt sind. Bei den Bädern,

- ✓ die normgerecht gebaut und betrieben werden,
- ✓ in denen die Wasseraufbereitung den **allgemein anerkannten Regeln der Technik** (a. a. R. d. T.) entspricht
- ✓ und bei denen insbesondere die **Durchströmung, Aufbereitung und Betriebskontrolle normgerecht** erfolgen (DIN 19643:2012-11 [1]),

kann davon ausgegangen werden, dass eine hygienisch einwandfreie Wasserbeschaffenheit erzielt wird.

Diese Anforderungen sind im Rahmen der **allgemeinen Verkehrsicherungspflicht** durch den Betreiber sicherzustellen und werden durch das Gesundheitsamt überwacht.“

Anforderung an Badebeckenwasser

 §37 (2)
IfSG

- **Keine Besorgnis** vor Schädigung der menschlichen Gesundheit
- in öffentlichen Einrichtungen und Bädern
- bei Schwimmbecken (mit Desinfektion) und Badeteichen

 UBA-
Empfehlung

- Verkehrssicherungspflicht: **Risiko verringern und vermeiden**
- durch Vorsorge und Minimierung

DIN 19643

- Anwendung von Normen und Regelwerken als **allgemein anerkannte Regel der Technik**
- Wissenschaftlich gesichert – von den Fachleuten anerkannt – in der Praxis bewährt
- **Sicherheit, dass Qualitäts- und Hygieneanforderungen eingehalten werden**

DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm-Badebeckenwasser“

Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen · www.drnuesken.de

11



Historie

- ❖ KOK: Richtlinien für den Bäderbau
⇒ DGfdb, DSV, DSB
- ❖ 1984: DIN 19643
⇒ einteilig
- ❖ 1997: Neufassung DIN 19643 in mehreren Teilen
⇒ Teil 1: Allgemeine Anforderungen
⇒ Teil 2 – 5: Verfahrenskombinationen
- ❖ 2012: Neufassung DIN 19643 in mehreren Teilen
⇒ Teil 1: Allgemeine Anforderungen
⇒ Teil 2 – 4: Verfahrenskombinationen
- ❖ 2021: Teil 5 „Ozon-Brom-Verfahren“
- ❖ zur Zeit: Überarbeitung der Teile 1 bis 5

12

DIN 19643: Aufbau der Normenreihe

Teil 1

Anforderungen an Bau, Betrieb und Überwachung

Teil 2

Festbett- und
Anschwemmfiltration

Teil 3

Verfahren mit
Ozonung

Teil 4

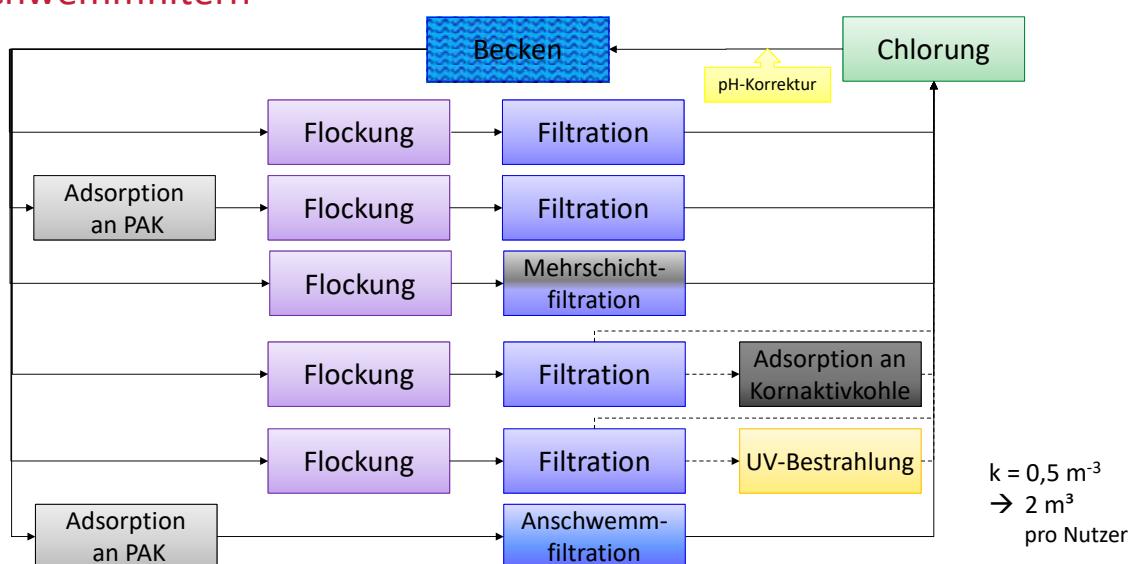
Ultrafiltration

Teil 5

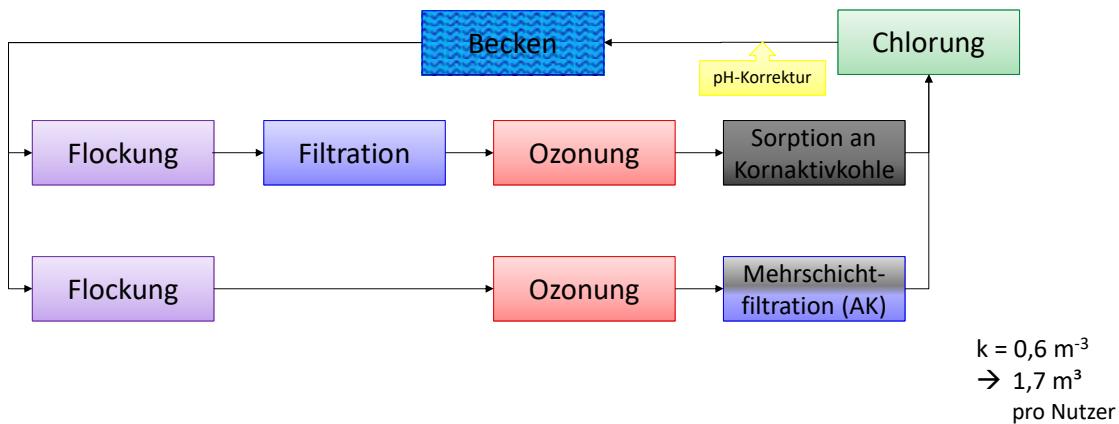
„Ozon-Brom-
Verfahren“

Kommentar zur DIN-Reihe

DIN 19643-2: Verfahrenskombinationen mit Festbett- und Anschwemmfiltern

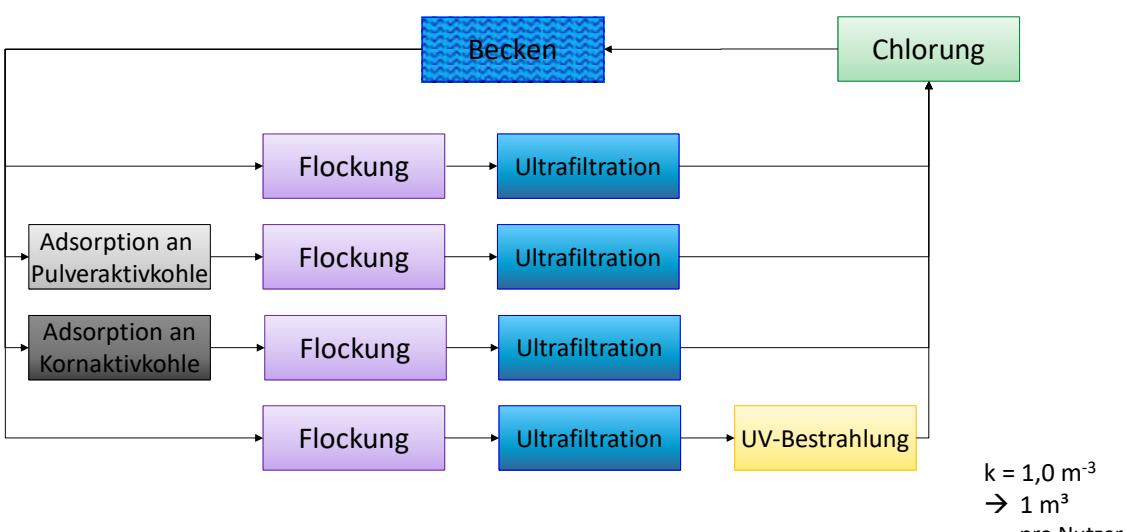


DIN 19643-3: Verfahrenskombinationen mit Ozon



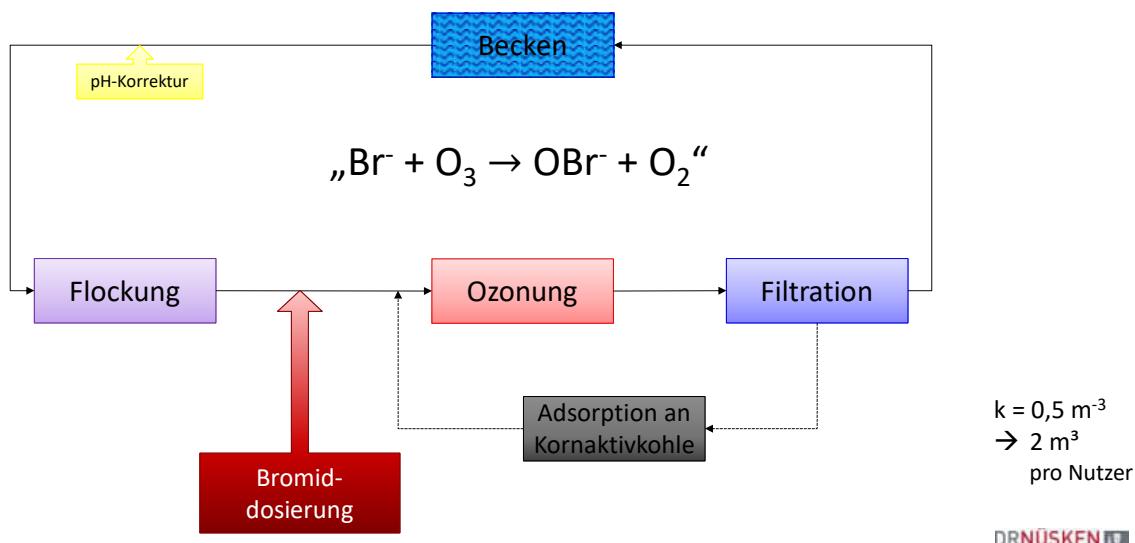
15

DIN 19643-4: Verfahrenskombinationen mit Ultrafiltration



16

DIN 19643-5: Verfahrenskombinationen mit Nutzung von Brom als Desinfektionsmittel, erzeugt durch Ozonung bromidreichen Wassers



17

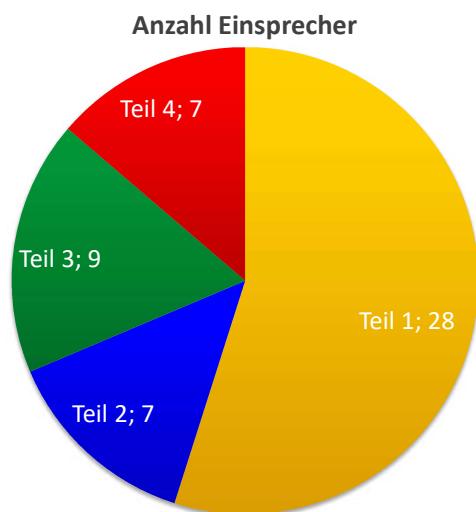
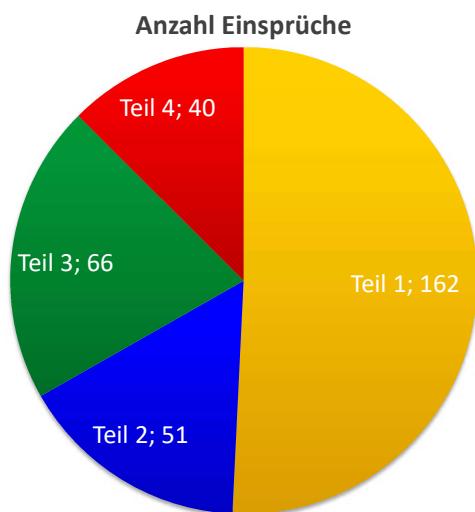
Zeitfolge für die Neufassung der DIN 19643



18



Kommentare und Einsprüche



Neuerungen/Änderungen DIN 19643 Teil 1

Anwendungsbereich

- ❖ Wasser in Schwimm- und Badebecken
⇒ einschließlich Meerwasser, Mineralwasser, Heilwasser, (künstlich hergestellte) Sole und Thermalwasser
- ❖ **mit öffentlicher Nutzung**
⇒ einschließlich solcher Einrichtungen, die von einem größeren und wechselnden Personenkreis genutzt werden.
- ❖ Sie ist nicht anzuwenden für
 - ⇒ **Wasser in Bädern zur privaten Nutzung,**
↳ hier gilt: DIN EN 16713 Reihe
 - ⇒ Wasser in Anlagen mit biologischer Wasseraufbereitung,
 - ⇒ **Wasserspielplätze,**
 - ⇒ **Floatinganlagen und/ oder Floatingbäder nach DGfD B R 65.11**
↳ chargenweise oder diskontinuierliche Aufbereitung des Wassers

„Private“ Nutzung

- ❖ Unklarheit in §37 (2) IfSG: „... nicht ausschließlich privat genutzten Einrichtungen...“
⇒ Gerichtsurteil vom OVG Hamm macht Situation nicht klarer
- ❖ Öffentliche Nutzung
⇒ 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
 - ↳ kommunale Schwimmbäder
 - ↳ Freizeitbäder und Thermen
 - ↳ Bäder in Beherbergungsbetrieben und auf Campingplätzen,
 - ↳ Bäder in Kur- Ferien- und Sporteinrichtungen sowie Fitness- und Wellness-Centren
 - ↳ Bäder in Krankenhäusern, Rehabilitationseinrichtungen,
 - ↳ Bäder in Schulen, Kindertagesstätten und Kindergärten.
- ❖ private Nutzung
⇒ Nutzung eines Schwimmbades, das ausschließlich für Familie und Gäste des Eigentümers / Besitzers / Betreibers bestimmt ist.
⇒ Dies schließt Ein- und Mehrfamilienbäder mit einem kleinen, nicht ständig wechselnden Personenkreis ein

Anforderungen an die Wasserqualität

Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen · www.drnuesken.de

23

Mikrobiologische Parameter (DIN 19643-1, Tab. 1)

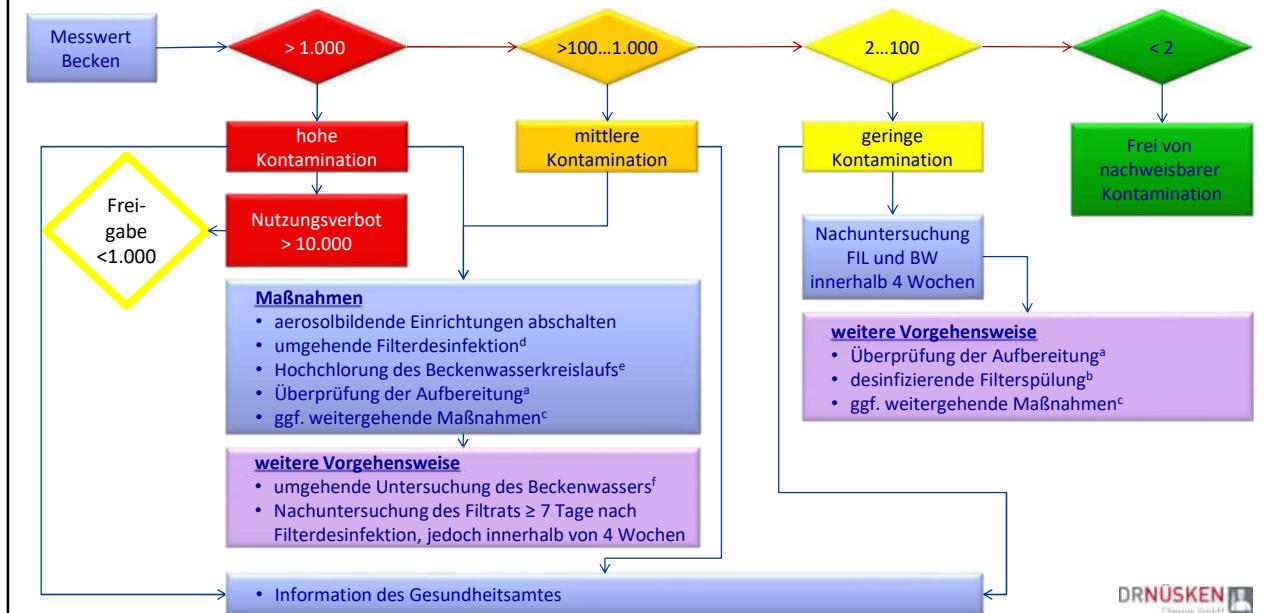
Parameter	Einheit	Becken-wasser	Filtrat	Rein-wasser	Nachweis-verfahren ^a	Hinweise
Pseudomonas aeruginosa	KBE/100 ml	0	0	0	DIN EN ISO 16266	Gesundheitlich relevanter Parameter, Indikator: gibt u. a. Hinweise auf ggf. unzureichende Desinfektionswirkung
Escherichia coli	KBE/100 ml	0	0	0	DIN EN ISO 9308-1	Indikator: gibt Hinweis u. a. auf ggf. vorhandene fäkale Verunreinigungen.
Legionella spec.	KBE/100 ml	s. Tab. 7 b, c	s. Tab. 8 b, c	b	DIN EN ISO 11731 ^e	Im Beckenwasser gesundheitlich relevanter Parameter, ggf. Hinweis auf unzureichende Desinfektionswirkung
Koloniezahl (KBE) bei 36 °C	KBE/1 ml	100	100	20	DIN EN ISO 6222 TrinkwV ^f	Indikator: gibt Hinweise auf mikrobiologische Gesamtsituation des Wassers.

- a) Es dürfen die in der Tabelle genannten Nachweisverfahren oder gleichwertige Verfahren für Trink- und/oder Schwimm- und Badebeckenwasser nach DIN EN ISO 17994 eingesetzt werden.
- b) Bewertung und Maßnahmen bei Legionellenbefunden richten sich nach Tabelle 7 und Tabelle 8.
- c) Bei Becken mit einer Beckenwassertemperatur ≥ 23° C und gleichzeitig vorhandenen aerosolbildenden Wasserkreisläufen (z.B. Warmsprudelbecken).
- d) Filtrate bei Beckenkreisläufen mit einer Beckenwassertemperatur ≥ 23° C.
- e) Die „Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung“ des UBA sind ggf. zu beachten.
- f) Bestimmung der Koloniezahl nach TrinkwV 15 Absatz (1c).

Indikatoren: bei Überschreiten der vorgegebenen Konzentrationen lässt sich das Vorhandensein weiterer pathogener Krankheitserreger nicht sicher ausschließen.

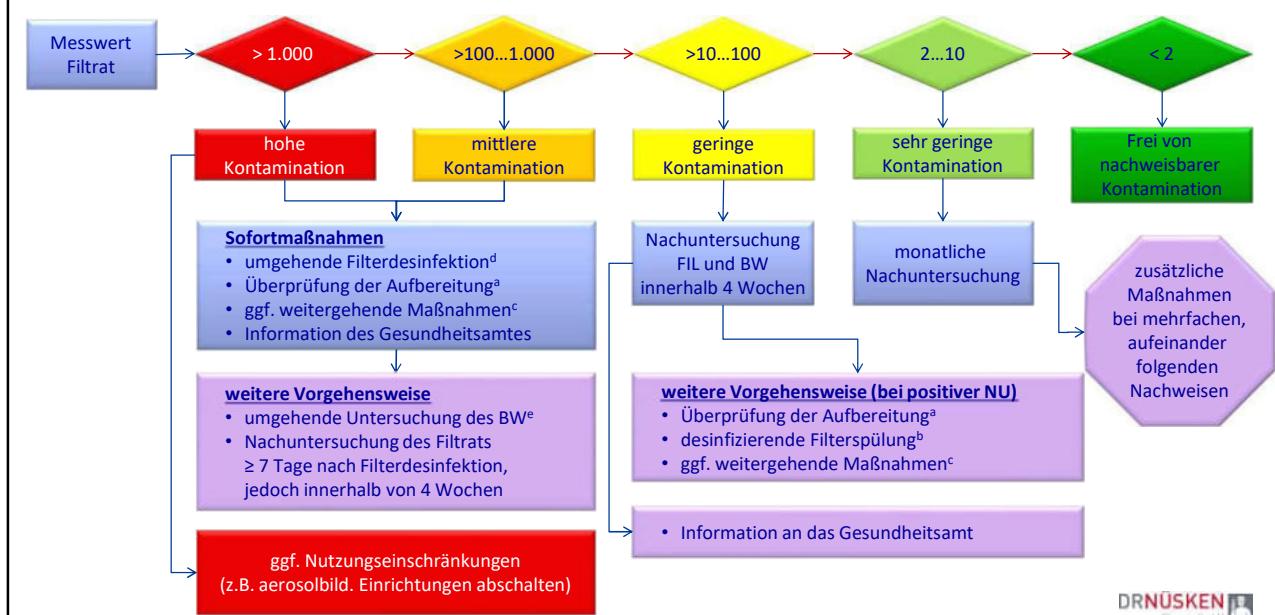
24

Bewertung und Maßnahmen bei Legionellen im Beckenwasser



25

Bewertung und Maßnahmen bei Legionellen im Filtrat



27

zusätzliche Maßnahmen

im Beckenwasser

- a) Prüfung/Optimierung der Filterspülung
- b) Desinfizierende Filterspülung nach DIN 19643-2 mit 5 mg/l Chlor oder 3 mg/l Chlordioxid im Spülwasser, ersatzweise kann auch eine geringere Dosierung gemäß selbem Abschnitt bei jeder Spülung erfolgen, wenn es zum gleichen Ergebnis führt.
- c) weitere Ursachensuche, z. B. durch Einbeziehung von Fachleuten; ggf. Reinigung/Austausch des Filtermaterials
- d) Reinigung und nachfolgende Desinfektion des Filtermaterials nach DGfdb A 23 (August 2019)
- e) Hochchlorung des Beckenwasserkreislaufs nach DGfdb A 23 (August 2019) mit 10 mg/l Chlor
- f) Untersuchung aller an die Filteranlage angeschlossenen Becken

im Filtrat

- a) Prüfung/Optimierung des Aufbereitungskreislaufes, insbesondere der Filterspülung mit Dokumentation
- b) Desinfizierende Filterspülung nach DIN 19643-2
- c) weitere Ursachensuche, ggf. durch Einbeziehung von Fachleuten;
- d) Reinigung und nachfolgende Desinfektion des Filtermaterials nach DGfdb A 23 (August 2019)
- e) Untersuchung aller an die Filteranlage angeschlossenen Becken, sofern nicht bereits parallel zur Filtratprobe untersucht

Motivation

- ❖ nicht alle Wasserparameter sind gleich
⇒ werden aber häufig als gleichwertig betrachtet
- ❖ mikrobiologische Parameter
⇒ Indikatorkeime und Krankheitserreger → Infektionsschutz
- ❖ Hygiene-Hilfsparameter
⇒ freies Chlor, Redoxspannung, pH-Wert → Infektionsschutz
- ❖ Belastungsparameter
⇒ gebundenes Chlor, THM, Chlorit/Chlorat, Bromat
- ❖ Betriebsparameter
⇒ Flockung: Säurekapazität, Al, Fe,
⇒ Filtration: Trübung, Oxidierbarkeit
⇒ Ästhetik: Färbung, Klarheit



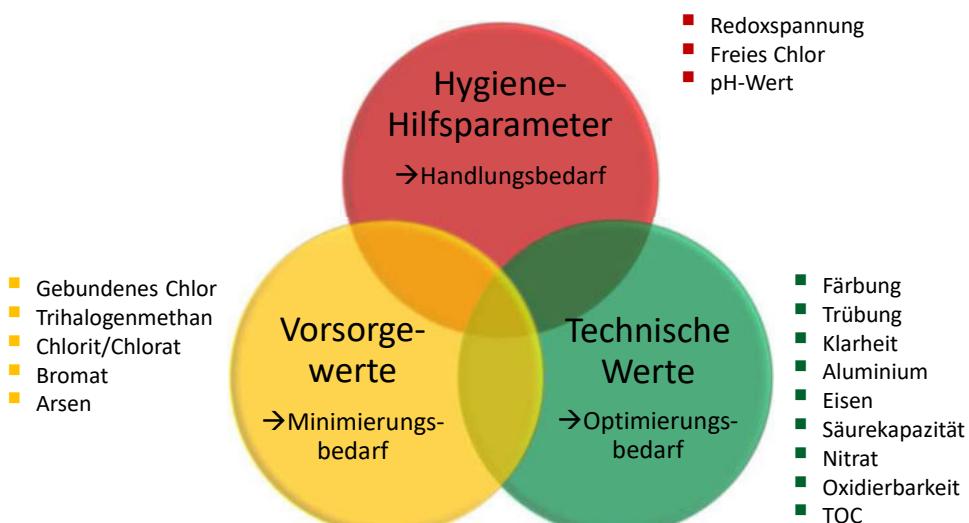
Bedeutung von Parametern und Werten

- ❖ **Grenzwert** (→ Wikipedia)
 - ⇒ eine **maximal** in einem bestimmten Zusammenhang **zulässige Menge/Konzentration** eines umweltschädlichen oder gesundheitsschädlichen Stoffes
 - ⇒ Grenzwerte sind **rechtliche Festlegungen**, die in der Regel auf wissenschaftlichen Erkenntnissen über Schädlichkeit und Gefährlichkeit von Störgrößen beruhen.
- ❖ **Technischer Maßnahmewert** (→ TrinkwV §3 Nr. 9)
 - ⇒ Wert, bei dessen Überschreitung eine ~~von der Trinkwasser-Installation ausgehende vermeidbare Gesundheitsgefährdung~~ zu besorgen ist
 - ⇒ und **Maßnahmen** zur hygienisch-technischen Überprüfung ~~der Trinkwasser-Installation~~ im Sinne einer Gefährdungsanalyse **eingeleitet werden**
- ❖ **Richtwert** (→ Wikipedia)
 - ⇒ ist ein Messwert oder Zahlenwert, den man **einhalten** und nach dem man sich richten **soll**, ohne dass ein **Zwang** dazu besteht oder Strafen drohen. Er ist eine **Empfehlung**, aber **mit** einem **gewissen Nachdruck**.
 - ⇒ Die **Einhaltung** eines Richtwertes ist **erwünscht** und soll **angestrebt** werden. **Nach freiem Ermessen kann man nicht handeln**, denn dann brauchte man keinen Richtwert anzugeben.
 - ⇒ Handelt man ohne guten Grund gegen Richtwerte, so kann man unter Umständen **fahrlässig** oder **grob fahrlässig** handeln.

Einordnung von chem.-phys. Wasserwerten

- ❖ **Hygiene-Hilfsparameter** (Aktionswerte mit unmittelbarem Handlungsbedarf)
 - ⇒ Ein **hygienischer Mangel** liegt vor und eine (akute) **Gefährdung der menschlichen Gesundheit** kann nicht sicher ausgeschlossen werden.
 - ⇒ Hier ist **unverzügliches Handeln** erforderlich und entsprechende **Maßnahmen** sind festzulegen und umzusetzen.
- ❖ **Vorsorgewerte mit Minimierungsbedarf**
 - ⇒ Längerfristig kann eine Beeinträchtigung der Gesundheit nicht ausgeschlossen werden; deshalb sollte in einem **überschaubaren Zeitraum eine Minimierung** erreicht werden, wozu entsprechende Maßnahmen abgeleitet, umgesetzt und dokumentiert werden sollten.
 - ⇒ Bei häufigerer oder regelmäßiger Überschreitung der Parameter sollten **Maßnahmen** zu deren Einhaltung **implementiert** werden.
 - ⇒ **Gelegentliche und einzelne Überschreitungen können in der Regel außer Acht gelassen werden.**
- ❖ **Technische Werte mit ggf. Optimierungsbedarf**
 - ⇒ Die Abweichung dieser Parameter kann eine **unzureichende Funktion der Aufbereitung** signalisieren und somit evtl. einen **Korrektur- oder Optimierungsbedarf**.
 - ⇒ Sie haben in der Regel **keine unmittelbare hygienische oder gesundheitliche Bedeutung**, sondern dienen im Wesentlichen der Beurteilung der Leistungsfähigkeit der gesamten Aufbereitung oder einzelner Aufbereitungsstufen.
 - ⇒ **Abweichungen von den Richtwerten können insoweit toleriert werden, wenn die Wasserqualität aus hygienischer oder gesundheitlicher Sicht nicht nachteilig beeinflusst ist.**
 - ⇒ Zur **Optimierung**, wie z. B. Reduzierung des Einsatzes von Chemikalien, sind ggf. **Maßnahmen** festzulegen und umzusetzen.

Bewertung chem.-phys. Wasserparameter



33

Hygiene-Hilfsparameter

- ❖ Schwimm- und Badebeckenwasser muss hygienisch einwandfrei sein → Besorgnis-Grundsatz IfSG
- ❖ Online-Messung mikrobiologischer Parameter nicht möglich
- ❖ ALTERNATIVE: Messung von und Steuerung mittels Parameter, die
 - ⇒ Aussagen hinsichtlich der Wasserhygiene treffen können
 - ⇒ einfach vor Ort bestimmt werden können
 - ⇒ kontinuierlich gemessen und automatisch auswertet werden können

DIN 19643-1, Kapitel 4 Allgemeines

„[...] Dabei werden von den Badegästen und aus der Umgebung eingebrachte Mikroorganismen durch ein im Beckenwasser enthaltenes oxidierendes Desinfektionsmittel abgetötet.“

Für die Desinfektion wurde eine Keimabtötung an *Pseudomonas aeruginosa* von vier Zehnerpotenzen innerhalb von 30 s zugrunde gelegt. [...]

- ❖ **freies Chlor**
 - ⇒ oxidierend wirkendes Desinfektionsmittel
 - ⇒ auch Brom gemessen als freies Chlor
(→ „Chloräquivalent“)
- ❖ **Redoxspannung**
 - ⇒ Maß für die „Keimtötungsgeschwindigkeit“
- ❖ **pH-Wert**
 - ⇒ Einfluss auf Chlorung und Redoxspannung

34

Aktionswerte mit unverzüglichem Handlungsbedarf

Parameter	Einheit	Becken-wasser	Filtrat	Rein-wasser	Nachweis-verfahren	Hinweise
Redox-Spannung gegen Ag/AgCl 3,5 m KCl					DIN 38404-6	
für Süßwasser a) 6,5 ≤ pH ≤ 7,3 b) 7,3 ≤ pH ≤ 7,5	mV mV	≥ 750 ≥ 770	---	---		Hygiene-Hilfsparameter: Maß für das Oxidationsvermögen bzw. Desinfektionskapazität des Wassers und somit für die Keimtötungsgeschwindigkeit. Unterschreitungen können ein Hinweis auf hohe Belastungen, unzureichende Flockungfiltration und/oder zu geringe Konzentrationen an freiem Chlor geben. Bietet auch Rückschluss auf die Möglichkeit der Einhaltung der mikrobiologischen Anforderungen.
für Meerwasser und andere Wässer mit c(Bromid) > 10 mg/l a) 6,5 ≤ pH ≤ 7,3 b) 7,3 ≤ pH ≤ 7,5	mV mV	≥ 700 ≥ 720	---	---		
freies Chlor^{b,c} a) allgemein b) Warmsprudelbecken	mg/l mg/l	0,3 bis 0,6 ^d 0,7 bis 1,0 ^d	---	---	DIN EN ISO 7393-1 DIN EN ISO 7393-2	Hygiene-Hilfsparameter: Für Wasserdesinfektion unerlässlich und gemäß § 37 (2) IfSG zwingend erforderlich.
pH-Wert^b					DIN 38404-5	Hygiene-Hilfsparameter: Hat wesentlichen Einfluss auf die Wirksamkeit der Desinfektion und die Flockung.
bei Flockung mit Al oder Al+Fe		6,5 bis 7,2	---	---		
bei Flockung mit Fe a) Süßwasser b) Meerwasser		6,5 bis 7,5 6,5 bis 7,8	---	---		

35

Vorsorgewerte mit Minimierungsbedarf

Parameter	Einheit	Becken-wasser	Filtrat	Rein-wasser	Nachweis-verfahren	Hinweise
gebundenes Chlor^{e,f,g}	mg/l	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	DIN EN ISO 7393-1 DIN EN ISO 7393-2	Maß für die als Nebenprodukte der Desinfektion entstehenden Chlor-Stickstoff-Verbindungen („Chloramine“).
Trihalogenmethane berechnet als Chloroform^{e,g,h}	mg/l	≤ 0,02 ⁱ	≤ 0,02 ⁱ	---	DIN 38407-30 DIN EN ISO 15680 DIN EN ISO 10301 (Verfahren 2)	Maß für die als Nebenprodukte der Desinfektion entstehenden Chlor-Kohlenstoff-Verbindungen. Hinweis: Es ist darauf zu achten, dass bei Bestimmung durch Headspaceverfahren die Thermostatisierungstemperatur 40 °C nicht überschreitet.
Σ Chlorit + Chlorat	mg/l	≤ 30 ^j	---	---	DIN EN ISO 10304-4	Maß für die durch Autoxidation entstehenden Abbauprodukte von Hypochloriten.
Bromat	mg/l	≤ 2 ^j	---	---	DIN EN ISO 15061 DIN EN ISO 11206	Entsteht z. B. bei Ozonung von bromid-haltigen Wässern mit von den Vorgaben abweichenden pH-Werten und bei der Elektrolyse bromidhaltiger Solen.
Arsen^k	mg/l	≤ 0,2	---	---	DIN 38405-35 DIN EN ISO 11969 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2	Kann durch arsenhaltige Füllwässer in den Wasserkreislauf gelangen.

36

Technische Werte mit ggf. erforderlichem Optimierungsbedarf

Parameter	Einheit	Becken-wasser	Filtrat	Rein-wasser	Nachweis-verfahren	Hinweise
Färbung ($\lambda = 436 \text{ nm}$)	1/m	$\leq 0,5$	---	$\leq 0,4$	DIN EN ISO 7887	Kann das Vorhandensein farbgebender Stoffe wie z. B. Huminstoffe, Eisen- und Kupfer-Ionen anzeigen.
Trübung	FNU ^l	$\leq 0,5$	$\leq 0,1$	$\leq 0,2$	DIN EN ISO 7027-1	Ursachen für auftretende Trübungen können vielfältig sein: u. a. hohe organische Belastungen, durchschlagendes Flockungsmittel
Klarheit		einwand-freie Sicht				Wichtig für die Wasseraufsicht
Aluminium^m	mg/l	$\leq 0,05$	$\leq 0,05^{\text{n}}$	---	DIN EN ISO 12020 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2	Erhöhte Al-Gehalte im FIL und/oder BW können vielseitige Ursachen haben. Neben zu hohen aber auch zu geringen Dosiermengen haben Randbedingungen wie pH-Wert, Säurekapazität und Prozessführung einen Einfluss und sollten ggf. überprüft werden.
Eisen^m	mg/l	$\leq 0,02$	$\leq 0,02^{\text{n}}$	---	DIN 38406-1 DIN 38406-32 DIN EN ISO 11885 DIN EN ISO 17294-2	siehe Aluminium

DRNÜSKEN 

37

Technische Werte mit ggf. erforderlichem Optimierungsbedarf

Parameter	Einheit	Becken-wasser	Filtrat	Rein-wasser	Nachweis-verfahren	Hinweise
Säurekapazität $K_{\text{S}4,3}$					DIN 38409-7	Beschreibt die Fähigkeit eines Wassers, den pH-Wert bei Säure- oder Base-Einträgen stabil zu halten. Der Wert ist i. W. zu berücksichtigen, wenn es Probleme bei der Flockung bzw. der Filtration gibt oder größere pH-Wert-Schwankungen auftreten. Der erhebliche Teil der SK im FW geht durch die pH-Wert-Einstellung des BW verloren. Maßnahmen zur Erhöhung der SK führen i. d. R. zu einem Anstieg des pH-Werts.
bei Flockung mit Prod. der Basizität $\leq 65 \%$ a) alle Anlage außer b) b) WSB (eigene Aufber.)	mmol/l mmol/l	$\geq 0,7^{\circ}$ $\geq 0,3^{\circ}$	---	---		
bei Flockung mit Prod. der Basizität $> 65 \%$ sowie ohne Flockung	mmol/l	$\geq 0,3^{\circ}$	---	---		
Nitrat über der Nitrat-konzentration des FW ^p (ggf. des primären FW)	mg/l	≤ 20	---	---	DIN 38405-9 DIN 38405-29 DIN EN ISO 10304-1 DIN EN ISO 13395	Differenzwert. Maß für die Erneuerungsrate/Alterung des BW und für die FW-Nachspeisung. Indikator für andere Inhaltsstoffe, die sich im BW anreichern.
Oxidierbarkeit MnVII→II über dem Wert des FW ^q	mg/l	$\leq 0,75$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	DIN EN ISO 8467 ^r	Differenzwert. Maß für die Belastung des BW mit organischen Substanzen. Repräsentiert im Wesentlichen die durch Badegäste eingebrachten Verbindungen.
KMnO₄-Verbrauch über dem Wert des FW ^q	mg/l	≤ 3	≤ 2	≤ 2		
TOC^s	mg/l	$\leq 2,5^{\circ}$	---	---		Maß für die Belastung des BW mit organischen Substanzen.

DRNÜSKEN 

38

Total Organic Carbon - TOC

	nicht akzeptabel	akzeptabel	günstig	akzeptabel	nicht akzeptabel
Beckenwasser [BW]				<2,5	>2,5
Reinwasser [RW]					
Füllwasser [FW]			grün		
Rohwasser [ROH]					
Filtrat [FIL]					

- ❖ Summenparameter für den gesamten organischen Kohlenstoff
⇒ DOC: gelöster organischer Kohlenstoff
- ❖ Maß für die Belastung des Beckenwassers mit organischen Substanzen
⇒ können Quelle für die Bildung von THM sein
- ❖ Gibt Hinweise
 - ⇒ auf eine erhöhte Füllwasserbelastung,
 - ⇒ auf einen größeren Eintrag von organischen Stoffen durch Badegäste
 - ⇒ und/oder auf den Optimierungsbedarf der Aufbereitung.
- ❖ kann alternativ zur Oxidierbarkeit bzw. KMnO₄-Verbrauch bestimmt werden.
⇒ Es handelt sich **nicht** um einen Differenzwert.
↳ Ausnahme: Prüfung der Filtration

Wasseruntersuchungen

Nr. nach Tabelle 1 und 2	Parameter	Füllwasser ^a	Filtrat ^b	Rainwasser ^c	Beckenwasser	Robbewasser ^d
6.3.1	Pseudomonas aeruginosa	X	X	X ^e	X	-
6.3.2	Escherichia coli	X	X	X ^e	X	-
6.3.3	Legionella spic.	X	X ^f	X ^e	X ^f	-
6.3.4	Kolonienzahl (KBE) bei (36 ± 1) °C	X	X	X ^e	X	-
6.3.5	Färbung	-	X ^g	-	X	-
6.3.6	Trübung	-	X ^g	-	X	-
6.3.7	Alkalinität ^h	-	X ^g	-	X	X ⁱ
6.3.8	ESR ^j	-	X ^g	-	X	X ⁱ
6.3.9	Klarheit	-	-	-	X	-
	Wassertemperatur	-	-	-	X	-
6.3.10	pH-Wert	-	-	-	X	X
6.3.11	Säurekapazität	-	-	-	X	X ⁱ
6.3.12	Nitrat	X	-	-	X	-
6.3.13	Chlorverlust ^k	X	X	-	X	-
6.3.14	Redox-Spannung	-	-	-	X	-
6.3.15	freies Chlor	-	X	X ^e	X	-
6.3.16	gebundenes Chlor ^l	-	X	-	X	-
6.3.17	Trihalogenmethane ^m	-	-	-	X	-
6.3.18	Bromat	-	-	-	X	-
6.3.19	Σ CNOB + CNOR	-	-	-	X	-
6.3.20	Anerf.	-	-	-	X	-

^a Wenn das Filtrat eine starke Schleimkonzentration aufweist, einer zusätzlichen Aufbereitung unterliegt oder eine Eigensicherung vorliegt.

^b Bei mikrobiologischen Aufgabenstellungen: Nachuntersuchung des Filtrats und des Beckenwassers, Filter stehen, bei erneuter mikrobiologischen Aufgabenstellungen Überprüfung der Aufbereitung, Filtration, Nachuntersuchung des Filtrats und des Beckenwassers.

^c Untersuchungen erfolgen nur bei Aufgabenstellungen im Beckenwasser und bei ähnlichen Umweltbedingungen.

^d Untersuchungen müssen bei mikrobiologischen Aufgabenstellungen im Beckenwasser erfolgen. Zusätzliche Untersuchungen gelten hierzu auf eine mögliche Chlorverunreinigung.

^e Bei Beckenwassertemperaturen < 23 °C.

^f Im Beckenwasser von Wassertempelbecken sowie Becken mit zusätzlichen aquastabilisatorischen Wasserkonzentraten und Beckenwassertemperaturen > 23 °C.

^g Nur bei entsprechender Zusammensetzung.

^h Abhängig von der betrieblichen Messverfahrenszeit.

ⁱ Bei thermotoleranten Bakterien: Freies bzw. gebundenes Chlorogen im freien oder gebundenen Chlor. Im Falle von Brom auch als Chlorkomplex berechnet (siehe DIN 19643-5).

^j Gilt nicht für Kaltwasseraufbereiter < 2 m³, die kontinuierlich mit Frischwasser durchströmt werden.

Untersuchungsumfang und -häufigkeit nach DIN 19643-1 Tabelle 5

- ❖ Becken in geschlossenen Räumen und Becken, die sich zum Teil im Freien befinden, sowie ausschließlich zu Saunabetrieben gehörende Kaltwassertauchbecken:
→ im Abstand von längstens einem Monat.
- ❖ Sonstige Becken im Freien: mindestens dreimal in der Badesaison, bei hoher Belastung durch Badegäste (mehrfache Überschreitung der Nennbelastung) (z. B. bei schönem Wetter) zweimal monatlich.
- ❖ Die Untersuchung auf Legionellen kann nach Absprache mit dem GA auf 3 Monate ausgeweitet werden, wenn in Beckenwasser und Filtrat in 1 Jahr keine Beanstandungen festgestellt wurden.
- ❖ Die Parameter Trihalogenmethane, Bromat sowie der Summenwert von Chlorit und Chlorat nach Tabelle 2 sind im Beckenwasser im Abstand von längstens zwei Monaten zu messen.
Wenn der obere Wert über den Zeitraum eines Jahres nicht überschritten wird, kann das Untersuchungsintervall auf längstens vier Monate ausgedehnt werden.
- ❖ Zu beachten ist die Empfehlung des Umweltbundesamtes „Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung“.

Eigenkontrolle des Beckenwassers

Parameter	Beckenwasser	Methode
freies Chlor	3x täglich*	Fotometer (→ DPD)
gebundenes Chlor → Maß für Belastung	3x täglich*	Fotometer (→ DPD)
pH-Wert	1x täglich	<ul style="list-style-type: none"> • pH-Wert-Elektrode oder • Fotometer (→ Phenolrot) ➤ pH-Bereich: 6,4...8,2
Redoxspannung	2x täglich	kontinuierlich durch ortsfestes Gerät
Säurekapazität	1x wöchentlich	Fotometer, Titration, Tropfenzählung

- ❖ Die bei Betriebsbeginn ermittelten Werte sind mit den Werten der MSR zu vergleichen: Bei Abweichungen → Justierung oder Instandsetzung der Geräte.
- ❖ Wenn die Werte über 4 Wochen für geb. Chlor < 0,2 mg/l und Hygienehilfsparameter eingehalten werden, dann genügt 1 x tägliche Messung (vorzugsweise nachmittags).
- ❖ An Tagen mit starker Belastung sollte 3 x täglich gemessen werden (→ DGfB A 24).
- ❖ Photometer → möglichst Einmalküvetten
⇒ Nachweisfehler durch Verschleppung von Reagenzien



Anforderungen an Schwimm- und Badebecken

Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen · www.drnuesken.de

43

Hygienische Barriere bei Therapiebecken

- ❖ Badebecken für erhöht infektionsgefährdete Personen und/oder für Personen, von denen eine erhöhte Infektionsgefahr ausgeht
- ❖ Therapiebecken müssen zusätzlich über eine hygienische Barriere innerhalb der Aufbereitung verfügen, die einen **Virenrückhalt von ≥ 99,99 %** dauerhaft sicherstellt.
- ❖ **Hygienische Barriere: Inaktivierung bzw. Entfernung von infektiösen Mikroorganismen bei Durchlaufen der Aufbereitungsanlage**
- ❖ Chemische Barrieren
 - ⇒ schnell wirkendes Oxidationsmittel → Ozon
 - ⇒ DIN 19643-3: Ozonkonzentration 0,3 mg/l; Reaktionszeit 60 s
 - ⇒ DIN 19643-5: Ozonkonzentration 0,15 mg/l; Reaktionszeit 90 s
 - ⇒ evtl. ist ein Reaktionsbehälter erforderlich
- ❖ Physikalische Barrieren
 - ⇒ virendichte Ultrafiltrationsanlage
 - ⇒ DIN 19643-4



44

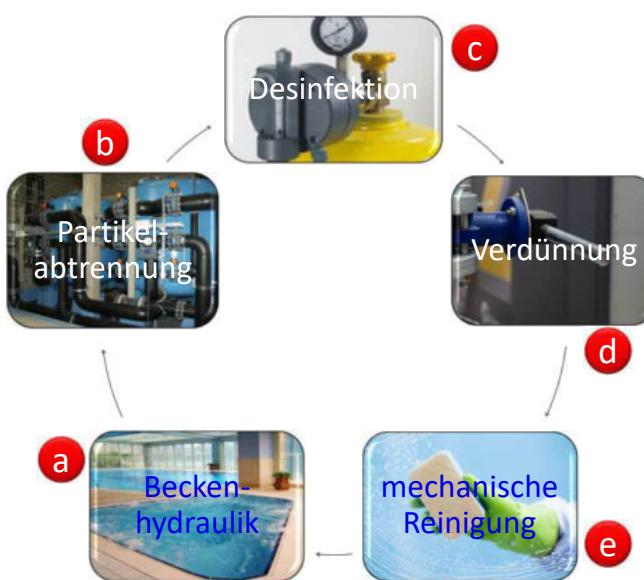


Aufbereitung

Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen · www.drnuesken.de

45

Bausteine der Aufbereitung



- a) homogene Verteilung des Desinfektionsmittel im Becken, Transport von Partikeln und Aggregaten in die Aufbereitung.
- b) Abtrennung von Partikeln und aggregierten Mikroorganismen.
- c) Abtötung und Inaktivierung planktonischer Mikroorganismen am Ort des Eintrags, Abtötung und Inaktivierung von Mikroorganismen in der Aufbereitung
⇒ keine Dauerbarriere
- d) Verdünnung nicht abtrennbarer Inhalte durch Wasser-austausch
- e) Beseitigung von Biofilmen und Sedimenten

Bild: iStock, Wassertechnik Wertheim, Pivasy, Shutterstock

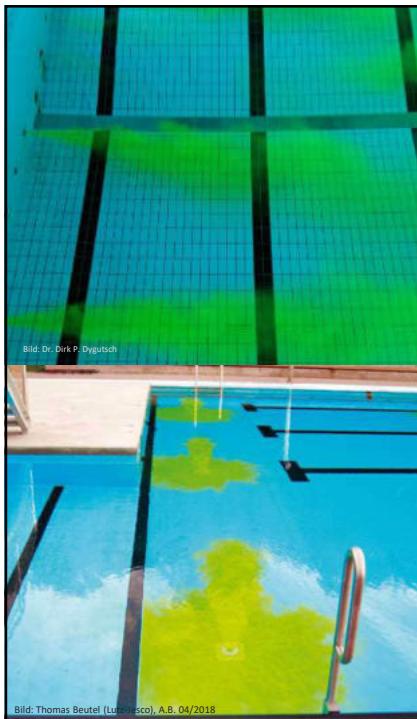
46



Beckenhydraulik und Färbeversuche

Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen · www.drnuesken.de

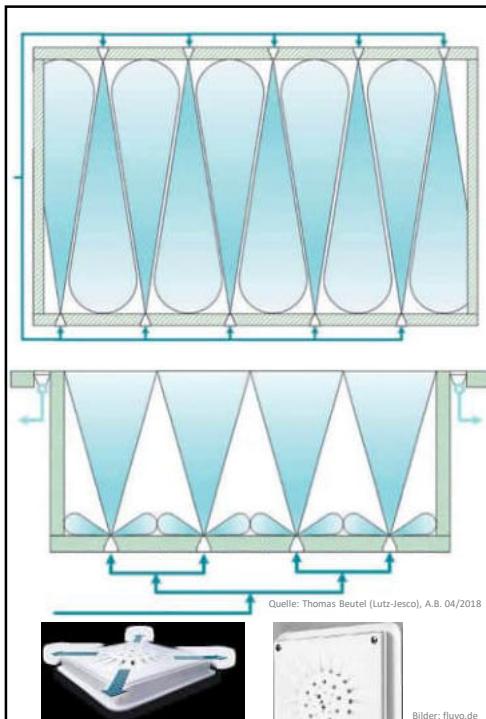
47



Beckenhydraulik

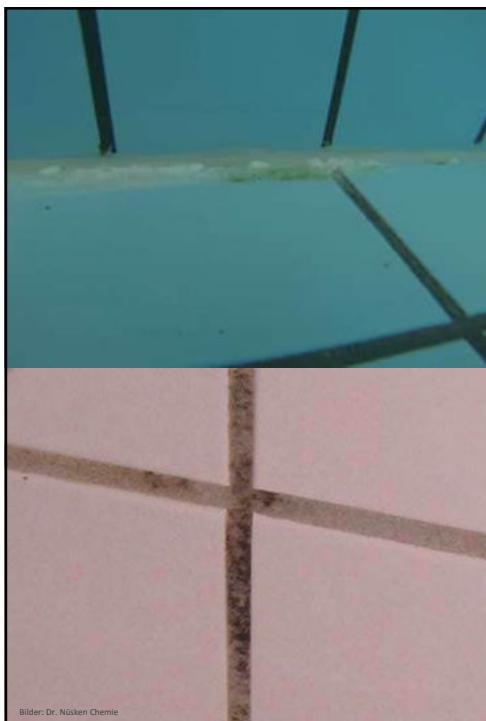
- ❖ Anforderungen gemäß DIN 19643
 - ⇒ „Die Beckendurchströmung muss das **Desinfektionsmittel verteilen** und eine **ausreichende Desinfektionsmittelkapazität an allen Stellen** eines Beckens, insbesondere an seiner Wasseroberfläche schaffen und erhalten. Weiterhin müssen nicht abgetötete **Mikroorganismen, Verunreinigungen und Belastungsstoffe** zur Entfernung durch die Aufbereitung **abgeführt** werden.“
- ❖ Gleichmäßige Verteilung des Desinfektionsmittels
 - ⇒ Reinwasser muss den gesamten Beckenkörper erfassen
 - ↳ Zusammenwirken zwischen Zuleitungen und Einströmöffnungen
- ❖ Transport von Verunreinigungen zur Aufbereitungsanlage
 - ⇒ Oberflächenschmutz wird abtransportiert
 - ↳ in den oberen 20 cm befinden sich etwa 75 % der Belastungsstoffe
 - ⇒ Volumenstrom 100 % über allseitig angeordnete Rinne
 - ↳ Ausnahme: Wellenbecken während Wellenbetrieb
 - ↳ Ausnahme: Kalttauchbecken → einseitig

48



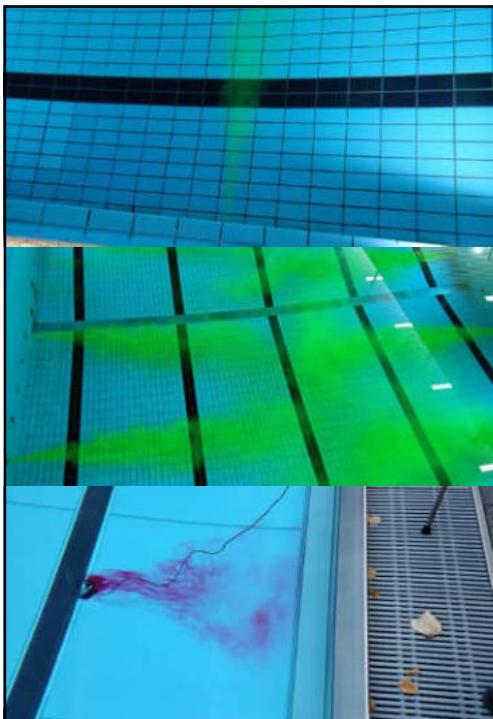
Einströmsysteme

- ❖ **Beckenformen dürfen keinen Einfluss auf die Beckenhydraulik haben**
- ❖ **horizontales Einströmen** (Prinzip der Strahlenturbolenz)
 - ⇒ versetzt angeordnete Einströmöffnungen an der Längsseite
 - ↳ Abstand der Öffnungen: $\leq b/3$ (b = Beckenbreite)
 - ↳ mittig zwischen Wasseroberfläche und Beckenboden
 - ↳ Mindestdruck: $p = 0,02 \times b$
- ❖ **vertikales Einströmen**
 - ⇒ punktförmige Einströmung
 - ↳ Fläche je Einströmung
 - $8 \text{ m}^2 (\text{WT} \geq 1,35 \text{ m}) \rightarrow \varnothing = 3,2 \text{ m}$; Quadrat $l = 2,8 \text{ m}$
 - $6 \text{ m}^2 (\text{WT} < 1,35 \text{ m})$
 - ↳ $Q = 5 \dots 20 \text{ m}^3/\text{h}$
 - ⇒ bandförmige Einströmung (→ häufig Edelstahlbecken)
 - ↳ Abstand: $2 \times 1,6 \text{ m} = 3,2 \text{ m}$
 - ⇒ Einströmungen so verteilen, dass sich die Flächen überlappen
- ❖ **homogene Verteilung**
 - ⇒ Verrohrung nach Tichelmann (→ „Hirschgeweih“)
 - ⇒ hydraulischer Abgleich der Düsen



Totzonen

- ❖ unzureichende Beckenhydraulik
- ❖ unzureichende Desinfektionsmittelkonzentrationen
- ❖ sichtbares Algen- und Pilzwachstum
- ❖ „Wollmäuse“ und Ablagerungen am Beckenboden
 - ⇒ können u. a. Mikroorganismen und Kleinstlebewesen enthalten
 - ⇒ durchgeschlagene Flockungsmittel
- ❖ Beckenkonstruktion
 - ⇒ Übergang Boden - Wände
 - ⇒ Ecken
 - ⇒ Einstiegsleitern und -treppen
 - ⇒ schräge Ebenen Schwimmer-/Nischenschwimmer-Bereich
- ❖ Durchströmungssituation
 - ⇒ zu geringe Drücke an den Einlassöffnungen
 - ⇒ falsche Einstellung der Einlassöffnungen
 - ⇒ Becken mit Längsdurchströmung (nicht mehr a.a.R.d.T.)



Chlorverteilung und Totzonen

- ❖ Einfärbung des einströmenden Beckenwassers (EN 15288-1)
 - ⇒ zur Funktionsprüfung der Einströmdüsen
 - ⇒ sowie zur Überprüfung der **gleichmäßigen Desinfektionsmittelverteilung** im Becken, insbesondere im oberflächennahen Bereich.
 - ⇒ Durchführung gemäß DIN EN 15288-1, Anhang A
 - ↳ innerhalb von **15 min** muss das Becken vollständig eingefärbt sein
 - unterschiedliche Farbkonzentrationen sowie eine ungefärzte Gesamtfläche von 2 % dürfen vorhanden sein.
- ❖ Setzen von einzelnen Farbpunkten
 - ⇒ zur Überprüfung kritischer Strömungsbereiche am Beckenboden und an Beckenwänden, in denen es infolge eines unzureichenden Stoffaustrags bzw. mangelnder Beaufschlagung mit Desinfektionsmittel zu mikrobiologischem Aufwuchs kommen kann.
 - ⇒ Symbolisiert den **Partikeltransport**
 - ⇒ Die Farbstofflösung muss innerhalb von 15 Minuten von der Strömung erfasst und in Richtung Überlaufrinne transportiert werden.
- ❖ Durchführung
 - ⇒ im regulären Betrieb sowie im Teillastbetrieb
 - ⇒ zur Überprüfung der Position und Verteilung von Einströmöffnungen

DRNÜSKEN
Chemie GmbH

51

Anforderung an die Desinfektion

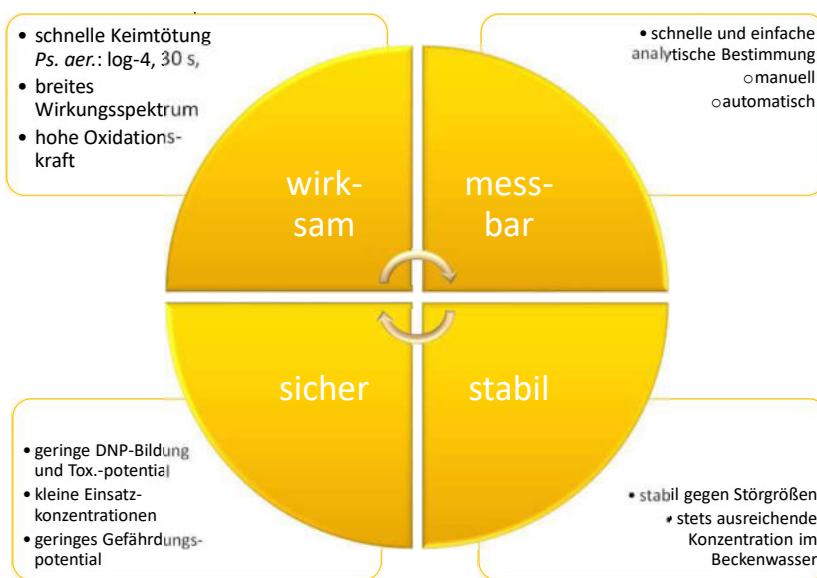
Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen · www.drnuesken.de

52

Anforderung an das Desinfektionsmittel (Kap. 4)

- ❖ [...] Dabei werden von den Badegästen und aus der Umgebung eingebrachte Mikroorganismen durch ein im Beckenwasser enthaltenes oxidierendes Desinfektionsmittel abgetötet.
- ❖ Für die Desinfektion wurde eine Keimabtötung an Pseudomonas aeruginosa von vier Zehnerpotenzen innerhalb von 30 s zugrunde gelegt.
 - ⇒ 99,99 % Reduktion von *Ps. aer.* in 30 Sekunden ist die zu erfüllende Wirksamkeitsanforderung, welche ein Desinfektionsmittel grundsätzlich leisten müssen
- ❖ Im Beckenwasser dürfen Desinfektionsmittel nur in der erforderlichen Konzentration vorhanden sein.
- ❖ Weitere Desinfektionsmittel dürfen nur aufgenommen werden, wenn
 - ⇒ diese den Nachweis bezüglich der Wirksamkeit mit den Verfahrenskombinationen und
 - ⇒ die oben geforderten Keimtötung erfüllen
 - ⇒ bei gleichzeitiger Berücksichtigung der im Kap. 11.2.2.1 genannten Randbedingungen.

Anforderung an das Desinfektionsmittel



Sonstige Neuerungen und Änderungen

Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen · www.drnuesken.de

55

Sonstige Neuerungen und Änderungen

- ❖ Bromat
 - ⇒ oberer Wert von 2 mg/l nicht mehr haltbar → toxikologische Ableitungen eines neuen Wertes fehlt noch
- ❖ Raum für Filteranlagen
 - ⇒ „Der Raumbedarf nach Grundfläche und lichter Raumhöhe für die Aufstellung und Montage der Filter muss entsprechend der gewählten Filterkonstruktion (z. B. DIN 19605, DIN 19624) geplant werden.“
 - ↳ größere Flexibilität aufgrund der Unterschiedlichkeiten der verschiedenen Filteranlagen, aber Freiraum mind. 60 cm
- ❖ Messungenaugigkeit bei Messgeräten (Volumenstrom)
 - ⇒ Volumenstrom für Schwimm- und Badebecken: ≤ 2 %
 - ⇒ Volumenstrom für Filtration und Spülung: ≤ 10 %
- ❖ Chlorverbindungen, hergestellt am Verwendungsort durch Elektrolyse
 - ⇒ Verweis auf DIN EN 17818
- ❖ Reinigung von Roh- und Spülwasserspeicher
 - ⇒ „Bei Bedarf, mindestens jedoch **jährlich**, sind Roh- und Spülwasserspeicher zu entleeren, zu reinigen, zu desinfizieren und gründlich zu spülen.“
- ❖ Notwendige Anpassungen bzgl. DIN 19643-5

56



Neuerungen/Änderungen DIN 19643 Teil 2

Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen · www.drnuesken.de

57



Filtermaterialien

gemäß DIN 19643-2

- ❖ **Sand (und Kies) nach DIN EN 15798 (→ DIN EN 12904)**
 - ⇒ möglichst aus reinem Quarz (> 96 % SiO₂)
 - ⇒ gewaschen, geglüht, frei von organischen Verunreinigungen
- ❖ **Bims nach DIN EN 15798 (→ DIN EN 12906)**
 - ⇒ vulkanische Silikatgesteine mit hoher Porosität
 - ⇒ Gelegentlich eingesetzt bei Mehrschichtfiltern und Ozon
- ❖ **Anthrazit nach DIN EN 15798 (→ DIN EN 12909)**
 - ⇒ häufig Steinkohlenkoks → sog. „N-Kohle“
- ❖ **Braunkohlenkoks nach DIN EN 15798 (→ DIN EN 12909)**
 - ⇒ sog. „H-Kohle“ → innere Oberfläche: ca. 450 m²/g (BET)
- ❖ **Korn-Aktivkohle nach DIN EN 15798 (→ DIN EN 12915-1)**
 - ⇒ nur bei nachgeschalteten Sorptionsfiltern oder
 - ⇒ MSF bei Verfahren mit Ozon als Sorptionsschicht
 - ⇒ Innere Oberfläche: > 900 m²/g (Jodzahl, BET)

58



„neue“ Filtermaterialien

❖ Glaskugeln und Glaskörner

- ⇒ in Bearbeitung: Produktnorm (EN) → Qualitätsanforderungen
 - ↳ Organik, Schwermetalle, wasserextrahierbare Stoffe
- ⇒ DIN 19643-2 → Verfahrensnormung → Anwendung
- ⇒ **ABER:** aktivierte Gläser werden nicht beschrieben

❖ Glaskugeln

- ⇒ aus Flachglas („weißes“ Fensterglas)
- ⇒ gleichmäßige, geometrische Form → Rundheit > 92 %
- ⇒ abweichende Wirkungen
 - ↳ größere Sperrefekte
 - ↳ geringere Anhaftungen durch weniger Wechselwirkungen

❖ Glasgranulat

- ⇒ aus Flaschenglas (grün, braun, weiß)
- ⇒ ähnliches Verhalten wie Sand

ABER:
Spülgeschwindigkeit
grundätzlich $\geq 45 \text{ m/h}$

DRNÜSKEN
Chemie GmbH

59

Sandfilter nach DIN 19643-2

Tabelle 1 — Korngruppen, Schichthöhen und Filtrationsgeschwindigkeiten für Einschichtfilter mit Quarzsand, Glaskorn sowie Glaskugeln

Kenngrößen	Einheit	Offene Überstau-Schnellfilter	Schnellfilter im Über- oder Unterdruck-Betrieb
Korngruppen ^a (Quarzsand)	mm	0,71 bis 1,25 oder 1,0 bis 1,6	
Korngruppen ^a (Glaskorn) ^b	mm	0,4 bis 0,8 ^c oder 0,7 bis 1,2	
Korngruppen ^a (Glaskugeln)	mm	0,5 bis 1,0 ^c oder 0,7 bis 1,3	
Schichthöhe	m	$\geq 0,9$	$\geq 1,2$
Freibord	m	$\geq 25\%$ der Schichthöhe des Filtermaterials + 0,2 m	
Filtrationsgeschwindigkeiten	m/h	$\leq 12^d$	$\leq 30^d$

^a Andere Korngruppen sind experimentell zu ermitteln und zu belegen.

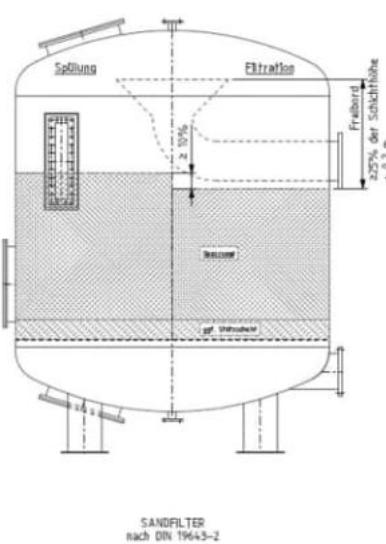
^b Die Filtrationseigenschaften und das Spülverhalten von Glaskorn sind im Wesentlichen mit denen von Quarzsand vergleichbar.

^c Aufgrund der feinen Körnung nicht kompatibel mit Pulver-Aktivkohle-Dosierungen

^d Ist ein Salzgehalt $> 6\%$ Massenanteil gegeben, dann sind Filtrationsgeschwindigkeiten sowie Flockungsmittelzugabe und -typ experimentell zu ermitteln, um die in DIN 19643-1:2022-mm, Tabelle 2 geforderte Wasserqualität zu erreichen.

Quelle: DIN 19643-2

Bild: I. Egg (Wasserseitik Wertheim) Kommentar zur DIN 19643 (2014)



- ❖ Achtung: Bei Neubefüllung der Filter den Unterkornanteil beseitigen

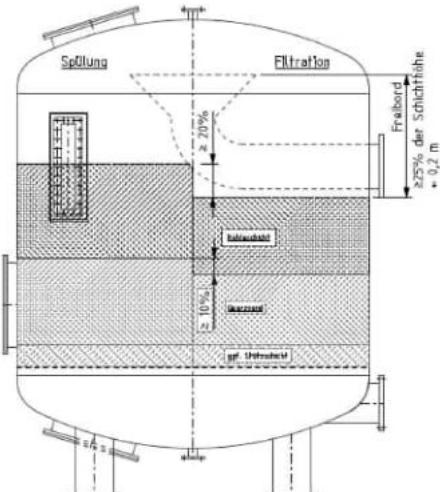
⇒ Bei Sand bis zu 5 % nach DIN EN 12904

DRNÜSKEN
Chemie GmbH

60

Mehrschichtfilter nach DIN 19643-2

Bild 1: Bild (Wasserwirtschaft, Wertheim) Kommentar zu DIN 19643-2



MEHRSCHEITFILTER
nach DIN 19643-2

Tabelle 2 — Korngruppen-Kombinationen für Mehrschichtfilter

Pulver-Aktivkohle-Dosierung mit	Pulver-Aktivkohle-Dosierung ohne	Filtermaterial ^a untere/obere Schicht	Einheit	Korngruppen untere/obere Schicht
+		Quarzsand/Anthrazit	mm	0,71 bis 1,25 / 1,4 bis 2,5
+		Glaskorn ^b /Anthrazit	mm	0,7 bis 1,2 / 1,4 bis 2,5
+		Glaskugeln/Anthrazit	mm	0,7 bis 1,3 / 1,4 bis 2,5
	+	Quarzsand/Anthrazit	mm	0,4 bis 0,8 / 0,6 bis 1,6 0,71 bis 1,25 / 1,4 bis 2,5
	+	Glaskorn ^b /Anthrazit	mm	0,4 bis 0,8 / 0,6 bis 1,6 0,7 bis 1,2 / 1,4 bis 2,5
	+	Glaskugeln/Anthrazit	mm	0,5 bis 1,0 / 0,6 bis 1,6 0,7 bis 1,3 / 1,4 bis 2,5
	+	Quarzsand/Braunkohlenkok s (sog. H-Kohle) ^{c,d}	mm	0,4 bis 0,8 / 0,6 bis 1,6 0,71 bis 1,25 / 1,4 bis 2,5
	+	Glaskorn ^b /Braunkohlenkok s (sog. H-Kohle) ^{c,d}	mm	0,4 bis 0,8 / 0,6 bis 1,6 0,7 bis 1,2 / 1,4 bis 2,5
	+	Glaskugeln/Braunkohlenkok s (sog. H-Kohle) ^{c,d}	mm	0,5 bis 1,0 / 0,6 bis 1,6 0,7 bis 1,3 / 1,4 bis 2,5

- ^a Andere Kombinationen von Filtermaterialien und Korngruppen sind experimentell zu ermitteln und zu belegen.
- ^b Die Filtrationseigenschaften und das Spülverhalten von Glaskorn sind im Wesentlichen mit denen von Quarzsand vergleichbar.
- ^c Braunkohlenkokos kann je nach Herkunft mehr oder weniger Eisen und Mangan enthalten, die in der Anfangsphase des Betriebes an das Wasser abgegeben werden können.
- ^d Adsorptive Kohlen entziehen der im Filter enthaltenen Luft den Sauerstoff. Bei Wartungsarbeiten sind entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.

Quelle: DIN 19643-2

DRNÜSKEN
Chemie GmbH

61

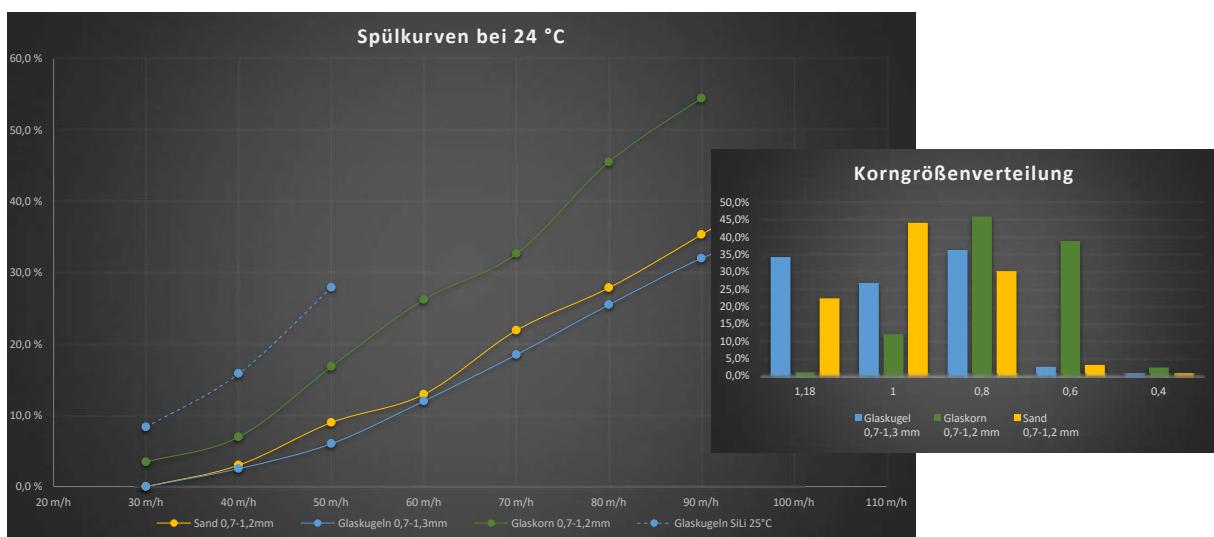
Filterspülung für Einschicht- und Mehrschichtfilter

- ❖ Ausreichende Filterbettausdehnung der filtrierenden Schichten
 - ⇒ Einschichtfilter $\geq 10\%$;
 - ⇒ Mehrschichtfilter $\geq 20\%$
- ❖ Vollständiger Schmutzaustrag aus den filtrierenden Schichten
 - ⇒ Spülwassergeschwindigkeit $\geq 45 \text{ m/h}$, unabhängig vom Filtermaterial
 - ↳ bei Freibädern evtl. auch höhere Geschwindigkeiten → Einschichtfilter: kombinierte Luft-Wasser-Spülung
- ❖ Einwandfreier Abtrag des am Filterkorn anhaftenden Schmutzes
 - ⇒ z. B. mittels Luftspülung
 - ↳ max. etwa 1 ... 3 Minuten, um Verlagerung des Schmutzes in untere Filterschichten zu vermeiden
- ❖ Erforderliche Spülgeschwindigkeiten sind abhängig von
 - ⇒ der Materialkombination,
 - ⇒ der Korngrößenverteilung
 - ⇒ der Materialstruktur (z. B. Porosität)
 - ⇒ der Filterkonstruktion
- ❖ DAHER: Spülprogramme als Beispiele in den informativen Anhang verschoben

DRNÜSKEN
Chemie GmbH

62

Filterbettausdehnungen



63

Filterbettreinigung

- ❖ zur Unterstützung etwaiger Desinfektionsmaßnahmen
 - ⇒ Verringerung von Schmutz- und Eiweißfehlern
 - ↳ oxidativ-wirkende Desinfektionsmittel
- ❖ für die Beseitigung von Schmutzablagerungen
 - ⇒ Reduzierung von Nährstoffen für Mikroorganismen
- ❖ mithilfe von geeigneten Reinigungsmittel
 - ⇒ keine nachteiligen Auswirkungen auf das Wasser und die Filtrationsmaterialien
- ❖ Weniger oxidativer Stress für konstruktive Bauteile des Filters





UV-Bestrahlung

- ❖ Mitteldruckstrahler mit 400 ... 800 J/m²
- ❖ keine Wellenlängen unter 200 nm, um DNP-Bildung zu vermeiden
- ❖ Die Wirksamkeit des UV-Bestrahlungsgeräts ist nachzuweisen.
 ⇒ Die Alterung der Lampen ist dabei zu berücksichtigen.
- ❖ UV-Dosis wird nach dem Verfahren der „Multiple-Point-Source-Summation Method“ (MPSSM) ermittelt
 - ⇒ Hersteller muss die maximal zulässige Durchflussleistung in Abhängigkeit von der Wasserqualität bei einer UV-Dosis von 400 J/m² und 800 J/m² am Ende der Nutzungsdauer der Lampen angeben
 - ⇒ Der Zustand der UV-Lampen sowie die Belagsbildung der Lampenhüllrohre sollte über die Messung der Bestrahlungsstärke mit einem selektiven UV-Sensor (Spektralbereich 200 nm bis 400 nm) überwacht werden.
 - ⇒ Die Bestrahlungsstärke sollte in einer Steuerungseinheit als W/m²-Wert dargestellt werden.
- ❖ Das Gerät sollte mit automatischen oder manuellen Reinigungsvorrichtungen ausgerüstet sein.
- ❖ Eine jährliche Prüfung und Wartung ist durch Fachfirma durchzuführen.

Neuerungen/Änderungen DIN 19643 Teil 3



Wesentliche Änderungen im Teil 3

- ❖ intensive Einmischung von Ozon, um eine gute Löslichkeit zu erreichen
⇒ oxidativer Reaktionsprozess auf der Oberfläche der Aktivkohle → sehr geringe Reaktionszeit
- ❖ Zur Abtötung von Mikroorganismen und Inaktivierung von Viren 20 s Reaktionszeit bei 0,3 mg/l O₃
⇒ für Therapiebecken gelten 60 s → hygienische Barriere
- ❖ ausführliche Beschreibung der Flockung unter Beachtung des G-Wertes, insbesondere zur Ausbildung der Mikroflocken nach 4.3.1 b);
- ❖ Aufnahme der Filtermaterialien aus Glas entsprechend DIN 19643-2;
- ❖ Anpassung der Mindest-Spülwassergeschwindigkeit bei der Wasserspülung des Filters auf 45 m/h;
- ❖ Verwendung von Filtermaterial Bims ist in Verfahrenskombinationen nicht mehr obligatorisch

Neuerungen/Änderungen DIN 19643 Teil 4

Wesentliche Änderungen im Teil 4

- ❖ die Beschreibung für die Einstellung der Säurekapazität wurde geändert und die **Werte der Säurekapazität erhöht**;
- ❖ die Beschreibung für die Einstellung der Flockung, unter Beachtung des G-Wertes, wurde geändert und die **Reaktionszeit für das Flockungsmittel hochgesetzt**;
- ❖ die **empfohlene Geschwindigkeit für Adsorption an Kornaktivkohle auch im Teilstrom wurde reduziert**;
- ❖ die Anschlüsse für die chemische Reinigung und den Integritätstest wurden ergänzt;
- ❖ die zweite UF-Stufe kann auch für mehrere erste UF-Stufen eingesetzt werden;
- ❖ die Zeiten für die präventive Spülung wurden angepasst;
- ❖ das Virenrückhaltevermögen der Membranen erfolgt nach dem DVGW-Regelwerk.

Anpassung der Anforderungen an die Flockung in den Teilen 2 bis 4



Filtrationsverfahren in der Badewasseraufbereitung

- ❖ Tiefenfiltration
 - ⇒ Partikelanlagerung („Adhäsion“) an Filtermaterial
 - ⇒ Sand- bzw. Mehrschichtfiltration
 - ❖ Flächenfiltration
 - ⇒ Selektion durch Größenunterschiede
 - ⇒ „Kuchenbildung“
 - ⇒ Anschwemmfiltration
 - ⇒ Ultrafiltration (ca. 0,01 - 0,05 µm)
- ↳ DIN 19643-4: Virenrückhalt von 4 log-Stufen

Tabelle 2. Eliminierungsleistung bei optimierten Betriebsbedingungen in log-Stufen bzw. % (aus Literaturangaben).

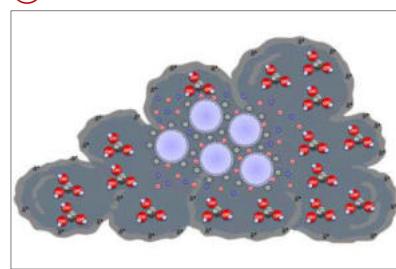
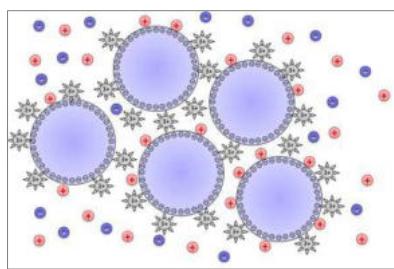
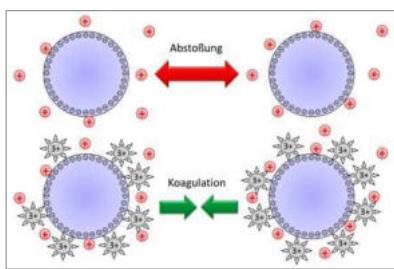
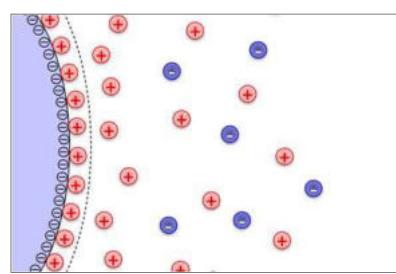
Verfahren	Bakterien		Parasiten		Viren	
	log-Stufen	%	log-Stufen	%	log-Stufen	%
Flockungs- bzw. Flockenfiltration	1 – 2	90 – 99	3 – 4	99,9 – 99,99	1 – 3	90 – 99,9
Mikrofiltration	> 4	> 99,99	> 4	> 99,99	1 – 3	90 – 99,9
Ultrafiltration	> 4	> 99,99	> 4	> 99,99	> 4	> 99,99

Quelle: Burkhard Wricke, GWF Wasser Abwasser, 147 (2006)

71

Mikroskopische Flockungsprozesse

- ① Elektrochemische Doppelschichten → Stabilisierung
- ② Abstoßung vs. Ladungsneutralisation → **Entstabilisierung**
 - zwei- und dreiwertige Kationen
- ③ Entstabilisierung → **Koagulation**
 - abhängig von pH-Wert
- ④ Flockenbildung → **Mitfällung**
 - abhängig von pH-Wert und Reaktionszeit



Quelle: D. P. Dygutsch (A.B.: 10/2020)

72



Flockungsprozesse (Festbettfiltration)

ALT

Das Flockungsmittel ist unmittelbar an der Dosierstelle schnell und vollständig einzumischen. Die Vermischung kann z. B. durch einen Rohrsprung unmittelbar nach der Dosierstelle, eine sonstige technische Einrichtung, wie z. B. einen statischen Mischer, oder durch Dosierung des Flockungsmittels vor den Umwälzpumpen erreicht werden.

Die Reaktionszeit bis zum Eintritt des Wassers in den Filterüberstau sollte mindestens 10 s betragen, dabei darf die Fließgeschwindigkeit des Wassers 1,5 m/s nicht übersteigen. Abweichungen sind nur dann möglich, wenn die fachgerechte Wirkung der Filtration analytisch nachgewiesen ist.

- ❖ 10 s Reaktionszeit zwischen Flockungsmittelzugabe und Eintritt in den Filter
- ❖ ≤ 1,5 m/s Fließgeschwindigkeit
- ❖ typische Ableitung: 15 m Rohrleitungslänge

Bild: Dr. Nüsken Chemie GmbH

Für Rohrleitungen gilt:

$$G = \frac{\Delta p}{L} \cdot \frac{v}{\eta}$$

G = mittlerer Schergradient [s^{-1}]
 $\Delta p/L$ = Druckverlust der Strömung pro Meter Rohrstrecke [$Pa \cdot m^{-1}$].
 v = Fließgeschwindigkeit des Wassers [$m \cdot s^{-1}$]
 η = dynamische Viskosität des Wassers [$Pa \cdot s$]

Flockungsprozesse

NEU

- ❖ Das Flockungsmittel ist unmittelbar an der Dosierstelle schnell und vollständig einzumischen
 - ⇒ Dosierung des Flockungsmittels vor oder kurz nach den Umwälzpumpen
 - ⇒ Rohrsprung unmittelbar nach der Dosierstelle
 - ⇒ sonstige technische Einrichtung, wie z. B. einen statischen Mischer
- ❖ Reaktionszeit zwischen Flockungsmittelzugabe und Eintritt in den Filter von 10 s erforderlich
 - ⇒ Entstabilisierung → schnelle Durchmischung
→ **G-Wert > 1.000 s⁻¹**
 - ⇒ Mikroflockenbildung → Beruhigung der Fließgeschwindigkeit
→ **G-Wert = 100...300 s⁻¹**
 - ⇒ Daraus resultieren bei vorgegebenen Volumenströmen Q die entsprechenden Rohrinnendurchmesser d_i
 - ⇒ **G-Wert:** mittlerer Gradient der Strömungsgeschwindigkeit im Rohrquerschnitt in Folge des bei Rohrströmung auftretenden Druckverlustes



Flockungsprozesse

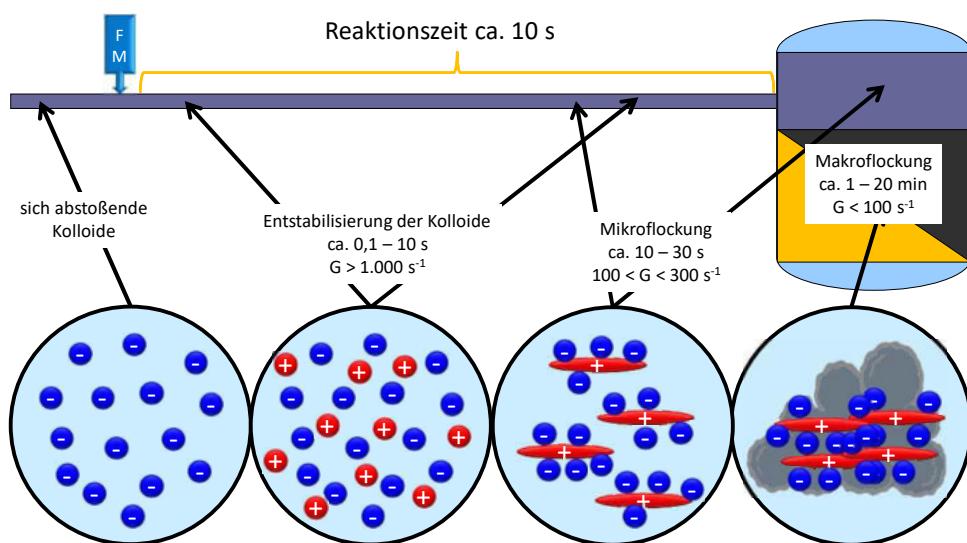
NEU

- ❖ Weitere Reaktionen finden bis zum Eintritt in die filtrierenden Schichten im Überstauraum und danach in den Filterschichten selbst statt.
- ❖ Entscheidend ist, dass die Flockung und insbesondere der Fällungsprozess
⇒ Überführung des dosierten Aluminiums oder Eisens in eine ungelöste Form
- ❖ möglichst vollständig innerhalb dieser Bereiche abgeschlossen ist.
- ❖ Dies ergibt bei einem Filter mit einem Überstauraum von 60 cm bis 80 cm Höhe
⇒ entspricht dem zylindrischen Bereich des Filters einschließlich Filterdom)
- ❖ und einer Filtrationsgeschwindigkeit von 30 m/h eine mittlere Gesamtreaktionszeit zwischen 80 und 100 Sekunden ab Zugabe des Flockungsmittels bis Eintritt in die Filterschicht.
⇒ **G-Wert < 10 s⁻¹**
- ❖ Bei optimaler Flockungfiltration können alle Partikel > 1 µm zu ca. 99 % und mehr im Filterbett zurückgehalten werden.

Bild: Dr. Nüsken Chemie GmbH

75

Prozessentwicklung der Flockung



Quelle: D. P. Dygutsch, Kommentar zur DIN 19643, Teil 2.

Flockungfiltration

76

Berechnung der Rohrleitungsdimensionen

(1) Berechnung des Volumenstroms Q gemäß DIN 19643-1, Tabelle 3.

(2) Ermittlung der möglicher Rohrdurchmesser (innen) d_i in Abhängigkeit von Q unter Einhaltung von $100 \text{ s}^{-1} \leq G\text{-Wert} \leq 300 \text{ s}^{-1}$

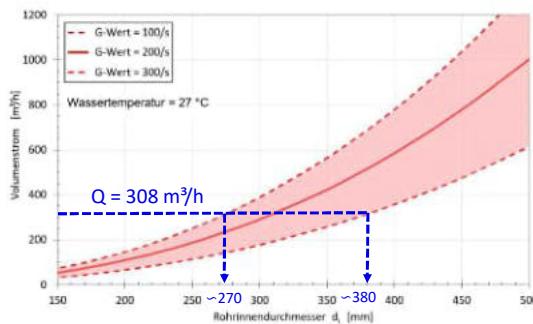
(3) Berechnung der Fließgeschwindigkeit v mit

$$v = \frac{4 \cdot Q}{d_i^2 \cdot \pi}$$

(4) Berechnung der Rohrlänge L mit $L \geq v \cdot 10 \text{ s}$.

Beispiel: Nichtschwimmerbecken, $16,66 \text{ m} \times 25 \text{ m}$, $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$

$$(1) Q = 16,66 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} \cdot 1 \text{ h}^{-1} \div (2,7 \text{ m}^2 \cdot 0,5 \text{ m}^{-3}) = 308 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$(2) d_i = 270 \dots 380 \text{ mm} \rightarrow \text{real: } 320 \text{ mm} \rightarrow 0,32 \text{ m}$$

$$(3) v = 4 \cdot 308 \text{ m}^3/\text{h} \div ((0,32 \text{ m})^2 \cdot 3,14) = 3.832 \text{ m/h} \rightarrow 1,1 \text{ m/s}$$

$$(4) L = 1,1 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ s} = 11 \text{ m}$$



Flockungsprozesse (Ultrafiltration)

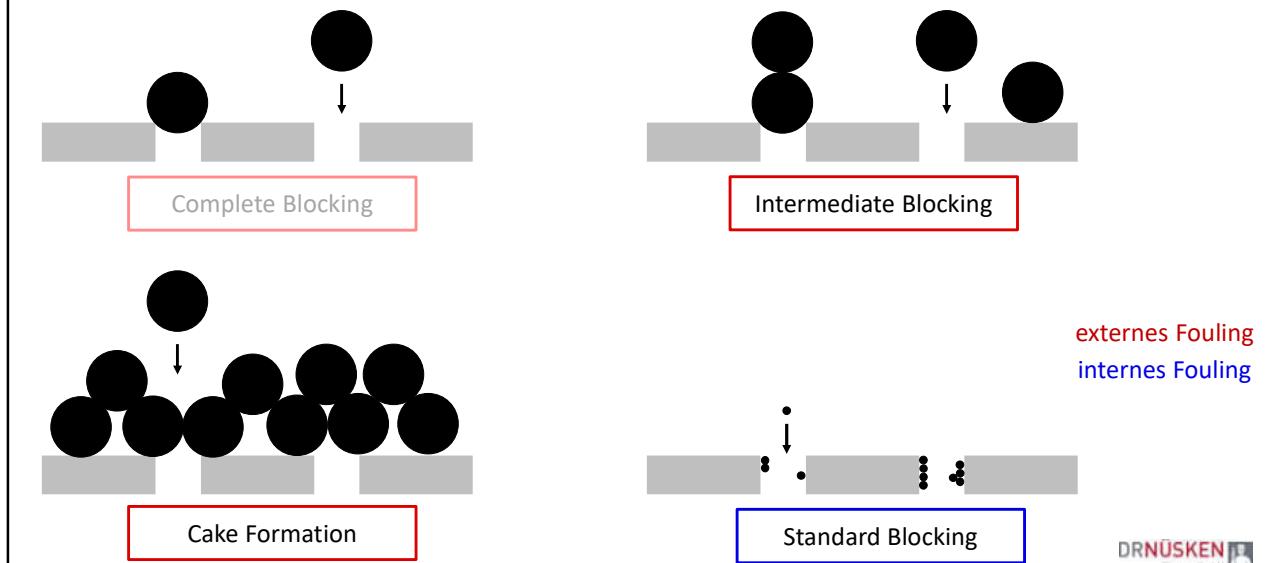
ALT

Dem Wasser mit eingestellter Säurekapazität und eingestelltem pH-Wert ist unter Verwendung einer Dosieranlage Flockungsmittel mengenproportional, kontinuierlich und gleichmäßig zuzusetzen. Dies gilt auch für einen möglichen Teillastbetrieb. Das Flockungsmittel ist unmittelbar an der Dosierstelle schnell und vollständig einzumischen. Die Vermischung kann z. B. durch eine Dosierung unmittelbar vor der Umwalzpumpe erreicht werden.

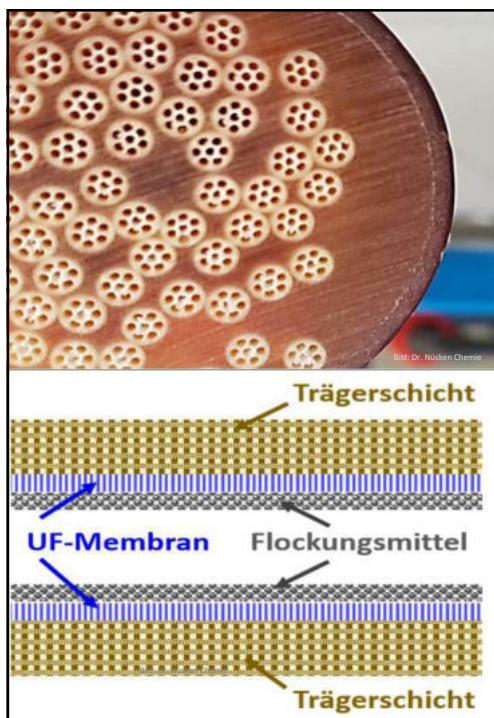
Die Reaktionszeit bis zum Eintritt des Wassers in das Ultrafiltrationsmodul sollte mindestens 5 s betragen, dabei darf die Fließgeschwindigkeit des Wassers 1,5 m/s nicht übersteigen. Abweichungen sind nur dann möglich, wenn die fachgerechte Wirkung der Filtration analytisch nachgewiesen ist.

- ❖ 5 s Reaktionszeit zwischen Flockungsmittelzugabe und Eintritt in den Filter
- ❖ $\leq 1,5 \text{ m/s}$ Fließgeschwindigkeit
- ❖ typische Ableitung: 7,5 m Rohrleitungslänge

Fouling-Prozesse (nach Hermia)



79



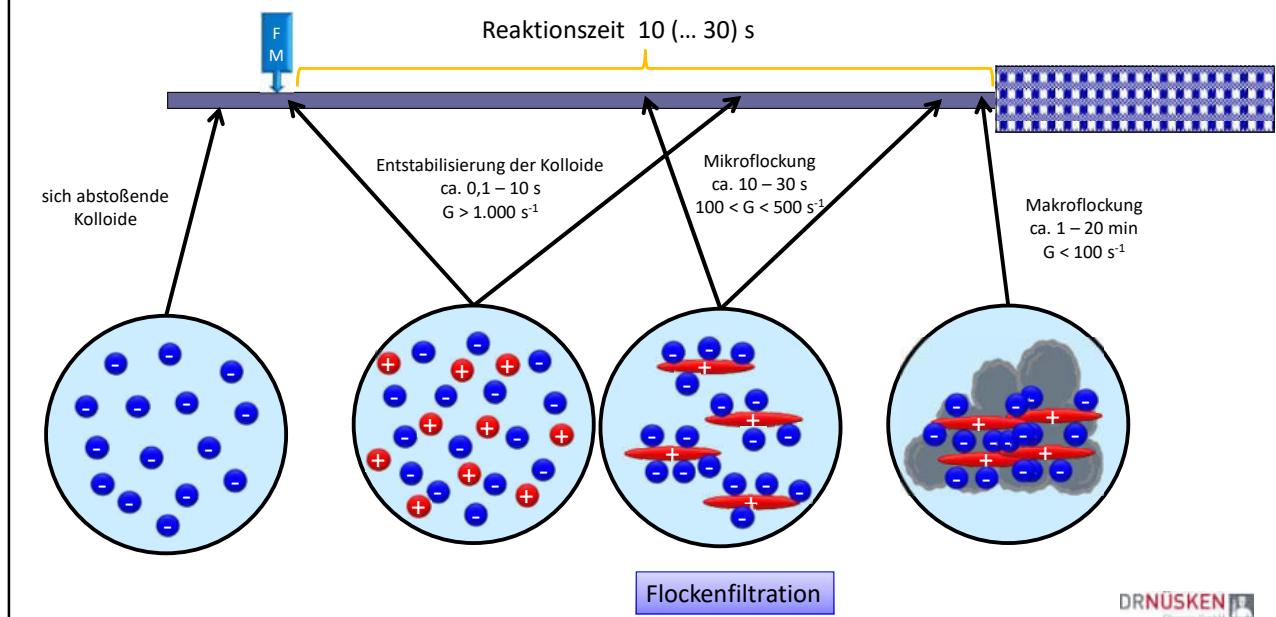
Flockung bei UF-Anlagen



- ❖ Reduktion von organischen Verschmutzungen durch Einbindung gelöster organischer Verbindungen
- ❖ Bildung einer porösen Deckschicht aus Mikroflocken auf der Membranoberfläche
- ❖ Ziele:
 - ⇒ stabiler Filtrationsprozess und hohe Spülleffektivität
 - ⇒ Schutz der Membranen vor Verblockungen
- ❖ Verwendung von Flockungsmitteln auf Basis von Eisen- und/oder Aluminiumverbindungen
- ❖ Die Reaktionszeit ist abhängig von Wassertemperatur und Salzgehalt des Wasser
 - ⇒ Salzgehalt > 2.000 mg/l (0,2 %) → ≥ 15 s
 - ⇒ Salzgehalt > 60.000 mg/l (6 %) → ≥ 30 s
- ❖ Säurekapazitäten
 - ⇒ ≥ 1 mmol/l alle Becken
 - ⇒ ≥ 0,7 mmol/l Warmsprudelbecken
 - ⇒ ≥ 0,7 mmol/l bei Flockungsmitteln mit Basizität > 65 %

80

Prozessentwicklung der Flockung bei Ultrafiltrationen



81

Berechnung der Rohrleitungsdimensionen

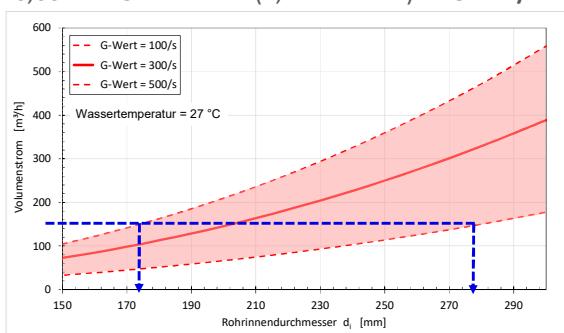
- (1) Berechnung des Volumenstroms **Q** gemäß DIN 19643-1, Tabelle 3.
- (2) Ermittlung der möglicher Rohrdurchmesser (innen) **d_i** in Abhängigkeit von **Q** unter Einhaltung von $100 \text{ s}^{-1} \leq G\text{-Wert} \leq 300 \text{ s}^{-1}$
- (3) Berechnung der Fließgeschwindigkeit **v** mit

$$v = \frac{4 \cdot Q}{d_i^2 \cdot \pi}$$

- (4) Berechnung der Rohrlänge **L** mit $L \geq v \cdot 10 \text{ s}$.

Beispiel: Nichtschwimmerbecken, 16,66 m x 25 m, k = 0,5 m⁻³

$$(1) Q = 16,66 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} \cdot 1 \text{ h}^{-1} \div (2,7 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ m}^{-3}) = 154 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$(2) d_i = 175 \dots 280 \text{ mm} \rightarrow \text{real: } 220 \text{ mm} \rightarrow 0,22 \text{ m}$$

$$(3) v = 4 \cdot 154 \text{ m}^3/\text{h} \div ((0,22 \text{ m})^2 \cdot 3,14) = 4,053 \text{ m/h} \rightarrow 1,1 \text{ m/s}$$

$$(4) L = 1,1 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ s} = 11 \text{ m}$$

82



DRNÜSKEN
Chemie GmbH

DR. DIRK P. DYGUTSCH

Diplom-Chemiker
Geschäftsführer

Dr. Nüsken Chemie GmbH · Poststraße 14 · D-59174 Kamen
Telefon 02307 705 0 · Fax 02307 705 49 · info@drnuesken.de
www.drnuesken.de dygutsch@drnuesken.de

**„Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit“**



DRNÜSKEN
Chemie GmbH