

Ersetzt SIA 385/9:2011

Eau et installations de régénération de l'eau dans les piscines accessibles au public et autres structures similaires – Exigences et prescriptions complémentaires de construction et d'exploitation

# Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in öffentlich zugänglichen Schwimmbädern und ähnlichen Einrichtungen – Anforderungen und ergänzende Bestimmungen für Bau und Betrieb

6 / 983

Referenznummer  
SN 546385/9:2023 de

Gültig ab: 2023-08-01

Herausgeber  
Schweizerischer Ingenieur-  
und Architektenverein  
Postfach, CH-8027 Zürich

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	4
<b>0 Geltungsbereich</b> .....	5
0.1 Abgrenzung .....	5
0.2 Zweck und Zielsetzung .....	5
0.3 Normative Verweisungen .....	5
0.4 Abweichungen .....	7
<b>1 Verständigung</b> .....	8
1.1 Begriffe und Definitionen .....	8
1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten .....	12
1.3 Abkürzungen .....	12
<b>2 Anforderungen an das Wasser</b> .....	14
2.1 Grundlagen .....	14
2.2 Füllwasser (Frischwasserzusatz) .....	14
2.3 Filtrat und Reinwasser .....	15
2.4 Beckenwasser .....	15
2.5 Filterspülwasser .....	18
2.6 Abwasser .....	18
<b>3 Schwimm- und Badebecken</b> .....	19
3.1 Grundlagen .....	19
3.2 Anforderungen an das hydraulische System .....	19
3.3 Anforderungen an die Schwimm- und Badebecken .....	21
<b>4 Berechnung der Volumenströme</b> .....	26
4.1 Grundlagen .....	26
4.2 Nennbelastung .....	26
4.3 Volumenströme von Schwimm- und Badebecken .....	27
4.4 Hinweise zur Berechnung der Umwälzung .....	27
4.5 Zuschläge für Attraktionen .....	28

In der vorliegenden Publikation gelten die männlichen Funktions- und Personenbezeichnungen sinngemäss auch für weibliche Personen.

Allfällige Korrekturen zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter [www.sia.ch/korrigenda](http://www.sia.ch/korrigenda).

Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

	Seite
<b>5 Verfahrenskombinationen</b> .....	30
5.1 Grundlagen .....	30
5.2 Verfahrenskombinationen .....	30
5.3 Erläuterung der Verfahrens- kombinationen .....	31
<b>6 Technische Becken</b> .....	36
6.1 Grundlagen .....	36
6.2 Ausgleichsbecken (AGB) .....	36
6.3 Spülwasserbecken (SWB) .....	37
6.4 Rückhaltebecken (RHB) .....	37
6.5 Anschwemmbecken (ASB) .....	38
6.6 Absetzbecken (ABSB) .....	38
6.7 Zwischenspeicherbecken (ZSB) .....	38
6.8 Nachtspeicherbecken (NAB) .....	38
<b>7 Filtersysteme</b> .....	39
7.1 Grundlagen .....	39
7.2 Spülung der Filtersysteme .....	39
7.3 Vorfilter .....	39
7.4 Tiefenfilter .....	40
7.5 Anschwemmfilter (ASFI) .....	43
7.6 Membranfilter (Ultrafiltration, UF) ....	44
<b>8 Zusätzliche Verfahrensschritte</b> .....	47
8.1 Grundlagen .....	47
8.2 Ozonung .....	47
8.3 Adsorptionsstufe mit Pulver-Aktiv- kohle .....	47
8.4 UV-Bestrahlung .....	47
8.5 Flockung .....	48
8.6 Säurekapazität .....	49
8.7 Neutralisation .....	49
8.8 Desinfektion .....	50
<b>9 Anlagenkomponenten</b> .....	53
9.1 Grundlagen .....	53
9.2 Pumpen .....	53
9.3 Verdichter .....	53
9.4 Leitungen .....	54
9.5 Armaturen .....	54
9.6 Probewasser-Entnahme .....	55
9.7 Messeinrichtungen .....	55
9.8 Korrosionsschutz .....	55
<b>10 Technik- und Chemikalienräume</b> .....	57
10.1 Technikräume .....	57
10.2 Chemikalienräume .....	58
10.3 Raum für Ozonanlagen .....	60

	Seite
<b>11 Elektrische Installationen</b> .....	61
11.1 Grundlagen .....	61
11.2 Schutzvorkehrungen .....	61
11.3 Elektrische Installationen für Schwimm- und Badebecken .....	61
11.4 Technikräume .....	62
11.5 Revisionschalter (Wartungsschalter) .....	62
<b>12 Unfallverhütung</b> .....	63
12.1 Grundlagen .....	63
12.2 Saug- und Druckanschlüsse im Schwimm- und Badebecken .....	63
12.3 Öffnungen im Badebereich .....	63
12.4 Sicherheitsvorkehrungen bei Wasserrutschen und Wasserspielen ..	64
12.5 Sprunganlagen .....	64
12.6 Gleitsicherheit von Bodenbelägen ...	64
<b>13 Badehallenluft</b> .....	65
13.1 Grundlagen .....	65
13.2 Korrosion .....	65
<b>14 Betriebliche Anforderungen</b> .....	66
14.1 Grundlagen .....	66
14.2 Weitergehende Anforderungen .....	66
14.3 Kontrollen und Wartung der Anlage ..	67
14.4 Kontrolle der Wasserbeschaffenheit ..	70
14.5 Reinigung .....	71
14.6 Sicherheitsmassnahmen .....	73
<b>15 Betriebliche Besonderheiten</b> .....	74
15.1 Grundlagen .....	74
15.2 Teillastbetrieb .....	74
15.3 Beckenwassertemperatur .....	74
15.4 Ausserbetriebsetzung und Inbetriebsetzung .....	74
<b>16 Abnahme des Werkes</b> .....	76
16.1 Grundlagen .....	76
16.2 Technische Prüfung .....	76
16.3 Prüfung des Betriebs .....	76
<b>Anhang</b>	
<b>A</b> (informativ) <b>Publikationen</b> .....	77
<b>B</b> (informativ) <b>Verzeichnis der Begriffe</b> ..	79
<b>C</b> (informativ) <b>Tabellenverzeichnis</b> .....	81

## VORWORT

Mit der Veröffentlichung der Norm SIA 173 im Jahre 1968 war die Schweiz eines der ersten Länder, das Richtlinien und Empfehlungen über Anforderungen an das Badewasser und die Badewasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern mit künstlichen Becken ausarbeitete und herausgab.

Überarbeitungen und Erweiterungen mit der Bezeichnung SIA 385/1 erschienen 1982, 1990 und 2000. Im Jahr 2011 wurden die Bezeichnungen der Normen neu angepasst, SIA 385/1 wurde zu SIA 385/9. Die vorliegende Überarbeitung basiert im Wesentlichen auf der Norm SIA 385/9, Ausgabe 2011, wurde jedoch in ihrem Aufbau geändert.

Da keine europäische Norm für die Badewasseraufbereitung erwartet wird, sind einige Punkte der vorliegenden Norm in Anlehnung an DIN 19643 *Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser* erarbeitet worden, soweit dies die rechtlichen Grundlagen und Erfahrungen in der Schweiz zulassen.

Um eine sachgerechte Umsetzung der Anforderungen der vorliegenden Norm auch unter Beachtung wirtschaftlicher Aspekte sicherzustellen, wird empfohlen, mit der Planung und Ausführung der Aufbereitungsanlagen nur erfahrene Planer und Fachfirmen mit entsprechenden Qualifikationsnachweisen zu betrauen.

Mit der Inkraftsetzung der *Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)* vom 16. Dezember 2016 wurden die Aufbereitung, die Bereitstellung und die Qualität von Trinkwasser als Lebensmittel und von Wasser als Gebrauchsgegenstand gesetzlich geregelt. Das Ziel der vorliegenden Norm hat sich somit gegenüber ihren Vorgängernormen insofern geändert, dass sie nicht mehr alle Qualitätskriterien des Wassers in öffentlichen Bädern beschreibt, sondern diese von der Verordnung übernimmt.

Die vorliegende Norm versteht sich als Dokument, welches die anerkannten Regeln der Technik beschreibt, um Badewasseraufbereitungsanlagen unter Einhaltung der Anforderungen der TBDV zu planen, zu erstellen, zu betreiben und zu unterhalten. Für die Badewasseraufbereitung werden Verfahren genannt, mit denen diese Ziele erreicht werden können.

Die in dieser Norm und im Anhang enthaltenen Angaben und Kriterien zur Aufbereitung von Badewasser ergeben sich aus dem Prinzip der Erhaltung eines stationären Zustandes zwischen Verunreinigung und Reinigung in Abhängigkeit von den notwendigen Transportvorgängen. Dabei werden partikuläre Verunreinigungen von einer Filtration zurückgehalten und die durch Badegäste oder aus der Umgebung eingebrachten Mikroorganismen durch ein im Badewasser enthaltenes oxidierendes Desinfektionsmittel grösstenteils abgetötet. Ins Badewasser eingebrachte oder sich im Badewasser gebildete unerwünschte Stoffe können durch zusätzliche Verfahrensschritte abgebaut oder entfernt werden.

Die amtliche Überwachung von öffentlich zugänglichen Schwimmbädern mit künstlichen Schwimm- und Badebecken ist Sache der zuständigen Behörden gemäss nationaler und kantonaler Gesetzgebung.

Kommission SIA 385/9

## **0 GELTUNGSBEREICH**

### **0.1 Abgrenzung**

- 0.1.1 Die vorliegende Norm vermittelt die Grundlagen für die Planung, die Bemessung, den Bau und den Betrieb von Badewasseraufbereitungsanlagen für Schwimm- und Badebecken.
- 0.1.2 Die Norm gilt für öffentlich zugängliche Schwimmbäder oder ähnliche Einrichtungen mit mechanischer und chemischer Wasseraufbereitung, die für die Allgemeinheit oder für einen berechtigten Personenkreis geöffnet und nicht zur Nutzung in einem familiären Rahmen bestimmt sind, gemäss der Verordnung des EDI (TBDV [14]), wie
- Hallen- und Freibäder,
  - Therapiebäder,
  - Hotelbäder,
  - Planschbecken und Wasserspielanlagen in öffentlichen Parkanlagen oder Wohnsiedlungen,
  - Schwimm- und Badebecken in Überbauungen, Ferien-, Sport-, Fitness- und Wellnesscentern,
  - Saunatauchbecken, Tretbecken,
  - Wasserspiel- und Wasserspissanlagen.
- 0.1.3 Sicherheitstechnische Anforderungen an Planung und Bau von Schwimmbädern werden in SN EN 15288-1 in folgender Themenstruktur behandelt:
- Schwimmbad-Klassifizierung,
  - sicherheitsrelevante Faktoren und Anforderungen an die Planung,
  - Wirksamkeit der Beckenwasserverteilung (Färbetest).
- 0.1.4 Für Mineral-, Thermal- und Heilbäder ist die Verfahrenstechnik der jeweiligen Wasserqualität anzupassen.
- 0.1.5 Bei Sanierungen ist der Zielsetzung dieser Norm grundsätzlich zu entsprechen. Begründete Abweichungen sind bei Einhaltung der geforderten Wasserqualität tolerierbar.
- 0.1.6 Öffentliche Schwimm- und Badeteiche (Kleinbadeteiche, Bioteiche) sind gegenüber dem Untergrund abgedichtet und besitzen einen Wasserkreislauf zur mechanisch-biologischen Badewasseraufbereitung ohne Desinfektionsmittel. Diese Schwimm- und Badeteiche fallen nicht unter die vorliegende Norm. Die Fachempfehlung des Schwimmteichverbands Schweiz [58] ist zu beachten.

### **0.2 Zweck und Zielsetzung**

Ziel dieser Norm ist es, eine gute, gleichbleibende Beschaffenheit des Beckenwassers in Bezug auf Hygiene, Sicherheit und optische Beschaffenheit zu gewährleisten, damit keine Schädigung der menschlichen Gesundheit, insbesondere durch Krankheitserreger, zu befürchten ist. Dabei ist auch das Wohlbefinden der Badegäste (z.B. durch Minimieren von Nebenreaktionsprodukten der Desinfektionsmittel im Wasser und in der Hallenluft) zu berücksichtigen. Ausserdem sind Umweltaspekte gebührend zu beachten. Um diese Ziele zu erreichen, werden Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit, die Badewasseraufbereitungsanlagen und die notwendigen Kontrollen festgelegt. Für die Aufbereitung werden Verfahren genannt, mit denen diese Ziele erreicht werden können.

### **0.3 Normative Verweisungen**

Im Text dieser Norm wird auf die nachfolgend aufgeführten Publikationen verwiesen, die im Sinne der Verweisungen ganz oder teilweise mitgelten. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe (bei SN EN einschliesslich aller Änderungen), bei datierten Verweisungen die entsprechende Ausgabe der betreffenden Publikation.

0.3.1	<b>SIA-Normen</b>	
	Norm SIA 118	Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
	Norm SIA 179	Befestigungen in Beton und Mauerwerk
	Norm SIA 181	Schallschutz im Hochbau
	Norm SIA 248	Plattenarbeiten – Beläge und Bekleidungen mit Keramik, Glas und Asphalt
	Norm SIA 500	Hindernisfreie Bauten
0.3.2	<b>Normen anderer Fachverbände</b>	
	SN 411000	Niederspannungs-Installations-Norm (NIN), Electrosuisse
	SN 592000	Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung – Planung und Ausführung
0.3.3	<b>Europäische Normen</b>	
	SN EN 878	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Aluminiumsulfat
	SN EN 888	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Eisen(III)chlorid
	SN EN 890	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Eisen(III)sulfat-Lösung
	SN EN 901:2013	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Natriumhypochlorit
	SN EN 1040	Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Quantitativer Suspensionsversuch zur Bestimmung der bakteriziden Wirkung (Basistest) chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 1)
	SN EN 1069-1	Wasserrutschen – Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren
	SN EN 1069-2	Wasserrutschen – Teil 2: Hinweise
	SN EN 1717	Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfliessen
	SN EN ISO 6222	Wasserbeschaffenheit – Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen – Bestimmung der Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nähragarmedium
	SN EN ISO 7218	Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln – Allgemeine Anforderungen und Leitlinien für mikrobiologische Untersuchungen
	SN EN ISO 9308-1	Wasserbeschaffenheit – Zählung von Escherichia coli und coliformen Bakterien – Teil 1: Membranfiltrationsverfahren für Wässer mit niedriger Begleitflora
	SN EN ISO 11731	Wasserbeschaffenheit – Zählung von Legionellen
	SN EN 12903	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Pulver-Aktivkohle
	SN EN 12913	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Kieselgur, pulverförmig
	SN EN 12914	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Perlit, pulverförmig
	SN EN 13451	Schwimmbadgeräte – Teil 1–11
	SN EN 15076	Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Natriumhydroxid
	SN EN 15078	Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Schwefelsäure
	SN EN 15288-1	Schwimmbäder – Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen an Planung und Bau

SN EN 15288-2	Schwimmbäder – Teil 2: Sicherheitstechnische Anforderungen an den Betrieb
SN EN 15362	Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Natriumcarbonat
SN EN 15513	Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Kohlenstoffdioxid
SN EN 15514	Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Salzsäure
SN EN 15799	Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Pulver-Aktivkohle
SN EN 16038	Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Natriumhydrogensulfat
SN EN ISO 16266	Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von <i>Pseudomonas aeruginosa</i> – Membranfiltrationsverfahren
SN EN 17034	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Aluminiumchlorid, wasserfrei, Aluminiumchlorid, basisch, Dialuminiumchloridpentahydroxid und Aluminiumchloridhydroxidsulfat

#### 0.4 **Abweichungen**

Abweichungen von der vorliegenden Norm sind zulässig, wenn sie durch Theorie und Versuche ausreichend begründet werden oder wenn neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen. In jedem Fall müssen die Bedingungen nach 2.4 und 8.8 eingehalten werden.

# 1 VERSTÄNDIGUNG

Für die Anwendung der vorliegenden Norm gelten die folgenden Begriffe und Definitionen. Diese Begriffe sind im Anhang B in alphabetischer Reihenfolge in zwei Sprachen aufgelistet.

## 1.1 Begriffe und Definitionen

### 1.1.1 Gemeinschaftsbäder

1.1.1.1 Schwimmbad Anlage mit einer oder mehreren künstlichen Wasserflächen, die zum Schwimmen, für Freizeitaktivitäten oder andere körperliche Aktivitäten in Verbindung mit Wasser vorgesehen sind.

1.1.1.2 Hallenbad Eine oder mehrere künstliche Wasserflächen zum Baden und Schwimmen innerhalb eines Gebäudes, mit einer Dachkonstruktion (fest oder beweglich). Ein Schwimmbad unter einer Überdachung wird nicht als Hallenbad betrachtet.

1.1.1.3 Freibad Eine oder mehrere künstliche Wasserflächen zum Baden und Schwimmen im Freien.

### 1.1.2 Wasser und Wasserarten

1.1.2.1 Füllwasser (Frischwasser) Zur Erstfüllung und Nachspeisung benütztes Wasser.

1.1.2.2 Badewasser Wasser des Kreislaufs der Schwimmbadanlage.

1.1.2.3 Beckenwasser Wasser in Schwimm- und Badebecken.

1.1.2.4 Überlaufwasser Gesamtvolumenstrom, der über die Überlaufrinne abgeführt wird und sich aus der Umwälzung, dem Schwallwasser und dem Verdrängungswasser zusammensetzt.

1.1.2.5 Schwallwasser Teil des Überlaufwassers, welches durch Wellenbewegung entsteht.

1.1.2.6 Verdrängungswasser Teil des Überlaufwassers, welches durch die Badegäste verdrängt wird.

1.1.2.7 Rohwasser Der Aufbereitung zugeführtes Wasser.

1.1.2.8 Filtrat Filtriertes Wasser vor Zumischung des Desinfektionsmittels.

1.1.2.9 Erstfiltrat Filtrat unmittelbar nach der Filterspülung bis zur Wiedereinstellung der eigentlichen Filterfunktion.

1.1.2.10 Spülwasser Zur Spülung von Filtern verwendetes Wasser.

1.1.2.11 Schlammwasser Bei der Spülung von Filtern anfallendes Wasser.

1.1.2.12 Reinwasser Aufbereitetes Wasser nach Zumischung des Desinfektionsmittels.

1.1.2.13 Sauberwasser Hinsichtlich der Art, der Menge und der Eigenschaften der enthaltenen Stoffe nicht verschmutztes Abwasser gemäss der Gewässerschutzgesetzgebung.

### 1.1.3 **Aufbereitung und Wasserbeschaffenheit**

1.1.3.1	Aufbereitung	Behandlung des Wassers, um dessen Beschaffenheit dem Verwendungszweck und den bestimmten Anforderungen anzupassen.
1.1.3.2	Verfahrenskombination	Gesamtheit der Verfahrensstufen der Aufbereitung.
1.1.3.3	Aufbereitungsleistung der Verfahrenskombination	Differenz des Gehalts an oxidierbaren organischen und anorganischen Stoffen zwischen Rohwasser und Reinwasser bei Einhaltung der mikrobiologischen, physikalischen und chemischen Anforderungen.
1.1.3.4	Wasserverunreinigung	In das Beckenwasser gelangte anorganische und organische Stoffe und Mikroorganismen.
1.1.3.5	Sorption	Oberbegriff von Adsorption und Absorption (Aufnahme von Fremdmolekülen durch Flüssigkeiten und Festkörper).
1.1.3.6	Absorption	Das In-sich-Aufnehmen oder Aufsaugen von Stoffen.
1.1.3.7	Adsorption	Physikalische Bindung von Gasen, Dämpfen oder gelösten Stoffen an die Oberfläche eines festen Körpers.
1.1.3.8	Desinfektion	Gezielte Reduktion der Anzahl bestimmter unerwünschter Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Mykobakterien, Viren) durch physikalische oder chemische, nicht rückgängig machbare Inaktivierung, so dass sie unter den gegebenen Umständen keine Infektion mehr verursachen können und unerwünschte Biofilmbildungen eingedämmt werden.
1.1.3.9	Oxidation	Chemische Reaktion, bei der von dem zu oxidierenden Stoff (Elektronendonator) Elektronen an das Oxidationsmittel (Elektronenakzeptor) abgegeben werden. Dieses wird durch die Elektronenaufnahme reduziert (Reduktion). Die Oxidation dient vor allem zur Desinfektion und zum Abbau der organischen Stoffe.
1.1.3.10	Oxidierbarkeit	Summenparameter für im Wasser vorhandene oxidierbare organische und anorganische Substanzen. Zur Bestimmung wird Kaliumpermanganat (KMnO <sub>4</sub> ) verwendet.
1.1.3.11	Basischlorung	Mindestkonzentration an freiem Chlor im Reinwasser (Kompensation des in der Aufbereitung eliminierten freien Chlors).
1.1.3.12	Betriebschlorung	Vom Badebetrieb abhängige Chlorung.
1.1.3.13	Stosschlorung	Zeitlich begrenzte Behandlung des Schwimm- und Badebeckenwassers mit einer Konzentration von mindestens 5 mg/l freies Chlor.
1.1.3.14	Richtwert	Anzustrebender Wert.
1.1.3.15	Toleranzwert	Wert, bei dessen Unter- bzw. Überschreitung (bei Bereichsangaben: ausserhalb des Bereichs) eine verminderte Wasserqualität vorliegt. Massnahmen sind zu ergreifen.

1.1.3.16	Gebundenes Chlor	Das für die Desinfektion des Badewassers eingesetzte Chlor reagiert mit stickstoffhaltigen Verbindungen (z.B. Harnstoff und Aminosäuren), die von den Badegästen ins Wasser eingebracht werden. Dabei werden hauptsächlich Chloramine gebildet, die für den typischen Hallenbadgeruch verantwortlich sind. Im Rahmen der guten Verfahrenspraxis und aus gesundheitlichen Gründen ist der maximale Gehalt an gebundenem Chlor im Beckenwasser festgelegt (TBDV [14]).
1.1.3.17	Trihalogenmethane (THM)	Das für die Desinfektion des Badewassers eingesetzte Chlor reagiert auch mit anderen Verunreinigungen (organische Wasserinhaltsstoffe), die von den Badegästen ins Wasser eingebracht werden. Dabei werden Trihalogenmethane gebildet (dazu gehört auch Chloroform). Aus gesundheitlichen Gründen ist der maximale Gehalt der THM im Beckenwasser festgelegt (TBDV [14]).
1.1.3.18	Chlorat ( $\text{ClO}_3^-$ )	Bildet sich z.B. als Abbauprodukt in wässrigen Hypochloritlösungen, die über längere Zeit bei höheren Temperaturen und/oder Sonneneinstrahlung aufbewahrt werden oder bei direkter Sonneneinstrahlung in Freibädern. Aus gesundheitlichen Gründen ist der maximale Gehalt von Chlorat im Beckenwasser festgelegt (TBDV [14]).
1.1.3.19	Bromat ( $\text{BrO}_3^-$ )	Bildet sich z.B. durch Oxidation von Bromid mit Ozon. Ist krebserregend.
1.1.3.20	Carbonathärte	Anteil des Calciums und Magnesiums, der als Hydrogencarbonat vorliegt (ausgedrückt in französischen Härtegraden °fKH oder in mmol/l).
1.1.3.21	Säurekapazität	Säureverbrauch bis zur Erreichung des pH-Wertes 4,3 (Indikator Methylorange; m-Wert) in mmol/l.
1.1.3.22	Fouling	Ablagerung von Stoffen aus dem Wasser auf den Membranoberflächen (Verblockung). Man kann dabei verschiedene Arten des Fouling unterscheiden, je nach der Natur des abgelagerten Materials (scaling, mineral fouling; organic fouling; particle fouling; biofouling).
1.1.3.23	AOX	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen.
1.1.3.24	DOC (Dissolved Organic Carbon)	Summenparameter für den im Wasser gelösten organischen Kohlenstoff.
1.1.3.25	TOC (Total Organic Carbon)	Summenparameter für die gesamte organische Belastung des Wassers.
1.1.3.26	Störfall	Ein ausserordentliches Ereignis in einem Betrieb, bei dem erhebliche Einwirkungen auf Bevölkerung oder Umwelt auftreten.
1.1.4	<b>Anlagen und Hydraulik</b>	
1.1.4.1	Schwimm- oder Badebecken	Kontinuierlich durchströmtes Wasserbecken, in dem sich Menschen gleichzeitig oder in zeitlicher Folge bestimmungsgemäss aufhalten.
1.1.4.2	Aufbereitungskreislauf	Die technischen Anlagen zur Aufbereitung sowie die zugehörigen Schwimm- und Badebecken.

1.1.4.3	Personenbezogene Wasserfläche $a \mid \text{m}^2$	Einer Person rechnerisch zugeordnete Wasserfläche.
1.1.4.4	Personenfrequenz $n \mid \text{h}^{-1}$	Anzahl der Wechsel der Personen pro Stunde.
1.1.4.5	Nennbelastung $N \mid \text{h}^{-1}$	Der Bemessung zugrunde gelegte Personenzahl pro Stunde. Sie entspricht dem Produkt aus Belastbarkeitsfaktor und Volumenstrom.
1.1.4.6	Belastbarkeitsfaktor $k \mid \text{m}^{-3}$	Quotient aus Nennbelastung und Volumenstrom.
1.1.4.7	Umwälzung $Q \mid \text{m}^3/\text{h}$	Volumenstrom des Reinwassers, bezogen auf die Leistung der Aufbereitungsanlage oder des Beckens.
1.1.4.8	Retention	Verzögerung des Austrags der Wasserverunreinigung aus dem Beckenwasser.
1.1.4.9	Mehrschichtfilter	Filter mit mehreren Schichten für Filtration und Adsorption.
1.1.4.10	Freibord (im Filter)	Abstand zwischen der Oberkante der Einlauf-/Ablauf-Einrichtung und der Oberkante der Filterschicht.
1.1.4.11	Beckendurchströmung, Beckenhydraulik	Durch Zu- und Rückführung des Wassers erreichte Strömung im Becken, mit der Vermischungs- und Transportvorgänge ausgelöst werden, die eine Verteilung des Desinfektionsmittels im Beckenwasser sowie den Austrag von Verunreinigungen bewirken.
1.1.4.12	Wirkdruck	Differenz zwischen dem Staudruck in der Strömungsrichtung der Einlaufdüsen und dem statischen Druck an der Austrittsstelle. Der Wirkdruck bestimmt die Wirkung der Düse (Austrittsgeschwindigkeit, Wurfweite).
1.1.4.13	Adaptive Schaltung	Schaltungskonzept, das durch Verwendung von Wärmetauschern ermöglicht, Becken mit unterschiedlichen Wassertemperaturen an einem gemeinsamen Aufbereitungskreislauf anzuschliessen.
1.1.4.14	Integritätstest	Nachweisverfahren für technische Anlagen wie Ultrafiltration für die Einhaltung einer geforderten Partikelrückhaltung.
1.1.4.15	Aerosol	Heterogenes Gemisch (Dispersion) aus festen oder flüssigen Schwebeteilchen in einem Gas.  Teilchen, die mindestens bis in den Bronchialbereich vordringen können, heissen lungengängig. Dazu gehören alle Aerosolpartikel unterhalb eines Durchmessers von ungefähr 10 Mikrometer [59].
1.1.4.16	Der Aerosolbildung förderliche Einrichtungen und/oder Aktivitäten	Alle Einrichtungen und/oder Aktivitäten, bei denen es zum Austrag von Wasser in die Umgebungsluft kommt (z.B. Luftsprudel, Wasserfälle, Wasserrutschen, Wasserspeier, Duschen).

## 1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten

Symbol	Begriff	Einheit
$A$	Wasserfläche des Beckens	$m^2$
$A_F$	Filterfläche	$m^2$
$a$	personenbezogene Fläche	$m^2$
$F$	Faktor für den spezifischen Volumenstrom	$m^3/h$
$f_1$	Spülwasserbedarf pro Filterfläche	$m^3/m^2$
$f_2$	Empirischer Wert für Wellenausstrag	$m$
$k$	Belastbarkeitsfaktor	$m^{-3}$
$L$	Länge der Überlaufkante	$m$
$N$	Nennbelastung	$h^{-1}$
$n$	Personenfrequenz	$h^{-1}$
$P$	Anzahl Sitzplätze	–
$Q$	Volumenstrom	$m^3/h$
$V$	Nutzvolumen	$m^3$
$V_P$	Wasservolumen pro Person	$m^3$
$V_R$	Wasservorrat für die Filterspülung	$m^3$
$V_V$	Verdrängtes Beckenwasservolumen	$m^3$
$V_W$	Schwallwasservolumen	$m^3$

## 1.3 Abkürzungen

Deutsch		Französisch	
°fKH	Carbonathärte in französischen Härtegraden	°fTAC	Dureté carbonatée exprimée en degrés français
FNU	Formazin nephelometrische Trübungseinheit	FNU	Unité néphélobométrique formazine (unité de mesure de la turbidité)
KBE	Koloniebildende Einheit	UFC	Unité formant colonie
n.n.	Nicht nachweisbar	n.d.	Non décelable
spp.	Species pluralis; nicht im Einzelnen zu nennende Arten	spp.	Species pluralis; espèces non déterminées

### 1.3.1 **Badeanlagen**

Deutsch

FB Freibad  
HB Hallenbad

Französisch

PE Piscine en plein air  
PC Piscine couverte

### 1.3.2 **Schwimm- und Badebecken**

Deutsch

DSB Durchschreitebecken  
HEB Heissbecken  
KB Kaltbecken  
KLB Kleinbecken  
MZB Mehrzweckbecken  
NSB Nichtschwimmerbecken  
PB Planschbecken  
SB Schwimmerbecken  
SPSA Sport- und Spassanlagen

SPB Springerbecken  
SPRB Sprudelbecken  
STK Strömungskanal  
THB Therapiebecken  
TB Tretbecken  
VB Variobecken  
WB Warmbecken  
WR Wasserrutschen  
WSP Wasserspiegel  
WSPP Wasserspielplatz  
WEB Wellenbecken

Französisch

PED Pédiluves  
BHT Bassins à haute température  
BF Bassins froids  
MP Mini-piscines  
BMF Bassins multifonctionnel  
BNN Bassins non-nageurs  
PAT Pataugeoires  
BN Bassins nageurs  
ISL Installations aquatiques de sport et de loisirs  
BP Bassins de plongeurs  
BEB Bassins à eau bouillonnante  
CC Canaux à courant  
BTH Bassins thérapeutiques  
BDD Bassins de déambulation  
BPV Bassins à profondeur variable  
BC Bassins chauds  
TOB Toboggans  
NE Niveau d'eau  
PJA Places de jeux aquatiques  
BV Bassins à vagues

### 1.3.3 **Technische Becken**

Deutsch

ABSB Absetzbecken  
ASB Anschwemmbecken  
AGB Ausgleichsbecken  
NAB Nachtspeicherbecken  
RHB Rückhaltebecken  
SWB Spülwasserbecken  
ZSB Zwischenspeicherbecken

Französisch

BD Bac de décantation  
BA Bac d'alluvionnage  
BT Bac tampon  
BSN Bac stockage nocturne  
BR Bac de rétention  
BER Bac d'eau de rinçage  
BSI Bac stockage intermédiaire

## 2 ANFORDERUNGEN AN DAS WASSER

### 2.1 Grundlagen

- 2.1.1 Für eine gute Beckenwasserqualität werden die Kombination und das abgestimmte Zusammenwirken der folgenden Faktoren vorausgesetzt:
- Filtration: Entfernung von Partikeln, Schad- und Verschmutzungsstoffen sowie Mikroorganismen.
  - Desinfektion: Abtötung bzw. Inaktivierung von (infektiösen) Mikroorganismen.
  - Beckenhydraulik und Volumenströme: effektive Verteilung des Desinfektionsmittels im gesamten Becken und Transport von Partikeln, Schad- und Verschmutzungsstoffen sowie Mikroorganismen in die Aufbereitung.
  - Frischwasserzugabe: Verdünnung von Stoffen, die durch die Filtration und/oder Oxidation nicht beseitigt werden können.
  - Reinigungsmassnahmen: Entfernung von anhaftenden und/oder sedimentierten Partikeln von Oberflächen.
- 2.1.2 Die Kombination der aufgeführten Faktoren ergibt eine Aufbereitungsleistungsfähigkeit der Verfahrenskombination eines Aufbereitungskreislaufs und ermöglicht die Einhaltung der hygienischen Anforderungen bis zur maximal ausgelegten Belastung des jeweiligen Beckens.
- 2.1.3 Um eine gute Wasserbeschaffenheit sicherzustellen und den Aufwuchs von Mikroorganismen an schlecht durchströmten Stellen zu verhindern, darf der Wasserkreislauf nicht unterbrochen werden. Das gilt auch ausserhalb der Betriebszeiten.
- 2.1.4 Die Qualität des Badewassers ändert sich im Aufbereitungskreislauf. Reinwasser muss hohen Anforderungen genügen; demgegenüber ist Wasser im Ausgleichsbecken mehr oder weniger mit Stoffen verunreinigt, die ins Becken eingetragen wurden. Die Anforderungen an die Wasserqualität hängen vom Ort der Probenahme ab.

### 2.2 Füllwasser (Frischwasserzusatz)

- 2.2.1 Füllwasser soll Trinkwasserqualität nach Verordnung des EDI (TBDV [14]) aufweisen.
- 2.2.2 Bei Sole-, Mineral- und Heilwässern müssen die sonstigen natürlichen Inhaltsstoffe auch nach der Aufbereitung unbedenklich bleiben.
- 2.2.3 Stoffe, welche die Badewasseraufbereitung stören, sind durch Aufbereitungsmassnahmen in getrennten Anlagen zu entfernen. Eine Aufbereitung des zur Füllung verwendeten Wassers in einer getrennten Anlage ist besonders dann zu erwägen, wenn dieses erhöhte Konzentrationen an Huminstoffen oder anderen organischen Verbindungen aufweist (Bildungspotenzial für Desinfektionsnebenprodukte) oder wenn folgende Werte überschritten werden:
- Eisen (Fe) 0,2 mg/l
  - Mangan (Mn) 0,05 mg/l
- 2.2.4 Um die geforderte Badewasserqualität einzuhalten, ist kontinuierlich oder einmal pro Tag Beckenwasser gegen Füllwasser auszutauschen.
- 2.2.5 Die Planungsgrösse für den Frischwasserzusatz beträgt 50 Liter pro Person und Tag. Der im Betrieb erforderliche Frischwasserzusatz muss in Abhängigkeit der Besucherzahl und der einzuhaltenden Wasserqualität des Beckenwassers eingestellt werden. Können die Anforderungen gemäss der Verordnung des EDI (TBDV [14]) und Tabelle 1 nicht eingehalten werden, muss der Frischwasserzusatz angemessen erhöht werden.
- 2.2.6 Wenn mehrere Aufbereitungskreisläufe vorhanden sind, wird die Frischwassermenge entsprechend den Belastungen aufgeteilt.

- 2.2.7 Bei Sprudelbecken mit eigener Aufbereitungsanlage beträgt die Planungsgrösse der Füllwassernachspeisung 75 Liter pro Person und Tag.
- 2.2.8 Für Sprudelbecken, die mit adaptiver Schaltung an ein Badebecken angeschlossen sind, müssen die Mengen der Füllwassernachspeisung nach den Belastungen der einzelnen Becken berechnet werden.
- 2.2.9 Bei Kaltbecken ohne Aufbereitungsanlage darf die Frischwassermenge von 60 Liter pro Person nicht unterschritten werden.
- 2.2.10 Der Wasseraustausch, der sich durch die Filterspülung ergibt, gegebenenfalls auch das Betriebs- und Kühlwasser von Anlagen (z. B. O<sub>3</sub>, Salz-Elektrolyse), wird in der Frischwasserberechnung mitberücksichtigt.
- 2.2.11 Um das Risiko einer Trinkwasserverunreinigung auszuschliessen, müssen die entsprechenden Regelwerke beachtet werden (SN EN 1717; SVGW W3 [41]; SVGW W10009 [42]).

## 2.3 Filtrat und Reinwasser

- 2.3.1 Die folgenden Wasseranalysen, unmittelbar nach der Aufbereitung, sind nur erforderlich, wenn die Ergebnisse der Beckenwasseruntersuchungen Störungen in der Aufbereitung vermuten lassen (Stufenuntersuchungen, siehe auch Fussnote 4) zu Tabelle 1).

### 2.3.2 Mikrobiologische Untersuchungen

Das Filtrat wird untersucht auf:

- Aerobe mesophile Keime. Massgeblich erhöhte Keimzahlen gegenüber dem Beckenwasser weisen auf Filterverkeimung hin.
- *Pseudomonas aeruginosa*, in 100 ml nicht nachweisbar.
- *Legionella* spp.: bei Sprudelbecken, bei Wasserkreisläufen und bei Aktivitäten, welche die Aerosolbildung fördern.

Das Reinwasser wird wegen der meist zu kurzen Einwirkungszeit des Desinfektionsmittels im Allgemeinen nicht untersucht.

### 2.3.3 Physikalische Anforderungen

Trübung maximal 0,1 FNU (Formazine Nephelometric Units).

### 2.3.4 Chemische Anforderungen

Im Reinwasser ist ein Gehalt von freiem Chlor von mindestens 0,2 mg/l erforderlich.

## 2.4 Beckenwasser

Während der Badebetriebszeit müssen die Anforderungen der Verordnung des EDI (TBDV [14]) und der Tabelle 1 dieser Norm eingehalten werden. Folgende Parameter müssen optimal aufeinander abgestimmt werden:

- Beckengrösse,
- Besucherzahl,
- Aufbereitungsleistung,
- Beckendurchströmung,
- Filtrationsverfahren,
- pH-Regelung bzw. Säurekapazität,
- Desinfektion,
- Wassertemperatur,
- Füllwasserzusatz,
- Überwachung der Wasserqualität,
- Überwachung der technischen Anlagen,
- Anlagenunterhalt.

Tabelle 1 Anforderungen an das Beckenwasser (Fussnoten siehe nachfolgende Seite)

	Parameter	Einheit	Beckenwasser		Referenzmethode, Bemerkungen
			Richtwert	Toleranzwert	
	<b>Mikrobiologische Anforderungen</b>				
M.1	Aerobe, mesophile Keime	KBE/ml	–	1000*	SN EN ISO 6222 <sup>1)</sup>
M.2	<i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> )	KBE/100 ml	–	n.n.*	SN EN ISO 9308-1 <sup>2)</sup>
M.3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KBE/100 ml	–	n.n.*	SN EN ISO 16266 <sup>3)</sup>
M.4	<i>Legionella</i> spp. Im Beckenwasser von Sprudelbädern oder über 23 °C warmen Becken mit der Aerosolbildung förderliche Einrichtungen und/oder Aktivitäten	KBE/1000 ml	–	100* <sup>4)</sup>	SN EN ISO 11731
	<b>Physikalische und chemische Anforderungen</b>				
P.1	Trübung	FNU	<0,2	0,5*	bezogen auf Formazin-Standard suspension
P.2	Klarheit	–			einwandfreie Sicht über den gesamten Beckenboden
P.3	pH-Wert	–	7,0–7,4	6,8–7,6*	
P.4	Säurekapazität $K_{S4,3}$ <sup>5)</sup>				
	Badebecken	mmol/l	>0,7		>70 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l
	Warmsprudelbecken	mmol/l	>0,5		>50 mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l
P.5	Oxidierbarkeit (KmnO <sub>4</sub> -Verbrauch) oder TOC	mg/l	<3,0	5,0	über dem Wert des Füllwassers; in Freibädern dürfen höhere Werte auftreten
		mg C/l	<2,0	3,0	
P.6	Redoxpotenzial <sup>6)</sup>				fakultativ; kontinuierliche Messung, Fehlergrenze ± 20 mV
	Ag/AgCl/c(KCl) 3,5 mol/l				
	pH 6,8–7,3	mV	≥ 750		
	pH 7,3–7,6	mV	≥ 770		
P.7	Freies Chlor				auch im Reinwasser ist der Richtwert einzuhalten
	Schwimm- und Badebecken	mg/l	0,2–0,4 <sup>7)</sup>	0,2–0,8*	
	Sprudelbecken	mg/l	0,7–1,0	0,7–1,5*	
P.8	Gebundenes Chlor	mg/l		0,2*	überwiegend Chloramine
P.9	Trihalogenmethane (THM) berechnet als Chloroform <sup>8)</sup>				
	Hallenbäder	mg/l	–	0,020*	
	Freibäder	mg/l	–	0,050*	
P.10	Ozon	mg/l	–	0,02*	in Ausnahmefällen, z. B. Sole- und Mineralbäder ohne aerosolbildende Einrichtungen; kontinuierliche Überwachung der Hallenluft notwendig
P.11	Chlorat <sup>9)</sup>	mg/l	<4	10*	
P.12	Bromat	mg/l		0,2*	
P.13	Harnstoff <sup>10)</sup>				
	Hallenbäder	mg/l	<1	1*	
	Freibäder	mg/l	<2	3*	
P.14	Algizide	–	–	–	die Anwendung ist zu vermeiden

Mit \* bezeichnete Anforderungen entsprechen der Verordnung des EDI (TBDV) [14].

Für die Probenahme gilt SN EN ISO 7218.

- 1) Nachweis von aeroben mesophilen Keimen: In dieser Gruppe sind Bakterien aus der Umwelt erfasst, die sich unter Luftsauerstoff und bei mässig warmen (ca. 30°C) und feuchten Umgebungsbedingungen vermehren. Die Bestimmung der Anzahl Keime dient der Beurteilung der für das Bakterienwachstum förderlichen Bedingungen des gesamten Aufbereitungskreislaufs.
- 2) Nachweis von *Escherichia coli*, einem Bakterium, das zur Darmflora von Warmblütern gehört. Es zeigt fäkale Verunreinigungen an.
- 3) Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa*, einem Bakterium, das in der Umwelt an feuchten Standorten weit verbreitet ist. Es kann Infektionen der Haut und des Aussenohrs hervorrufen. *Pseudomonas aeruginosa* in Beckenwasser weist auf ungenügende Badewasserdesinfektion, mangelnde Umgebungshygiene oder auf ungenügende Filterspülung hin.
- 4) Legionellen (spp. bedeutet alle Arten) sind Bakterien, die sich vor allem in einem Temperaturbereich zwischen 23°C und 45°C vermehren. Sie können in geringer Zahl über das Füllwasser eingetragen werden und sich bei nicht ausreichender Desinfektion und Spülung vor allem in den Filtern vermehren. Eine Infektion ist durch das Einatmen von legionellenhaltigen Aerosolen möglich. Wenn *Legionella* spp. direkt im Beckenwasser nachgewiesen werden, besteht der Verdacht, dass der Filter bewachsen ist und das Wasser hierdurch kontaminiert wird. Die Ursache liegt möglicherweise in einer unzureichenden Desinfektion, Filter- oder Leitungsspülung.
- 5) Säurekapazität  $K_{S4,3} \triangleq$  Säureverbrauch  $SV_{4,3}$ . Bei Wässern mit einer Gesamthärte, die grösser ist als die Säurekapazität (verglichen in mmol/l), entspricht die Carbonathärte der Säurekapazität (1 mmol/l Säurekapazität  $\triangleq$  10°fKH). Bei Wässern mit einer Gesamthärte, die kleiner ist als die Säurekapazität (verglichen in mmol/l), entspricht die Carbonathärte der Gesamthärte (aggressive Wässer). Siehe auch 8.5.1.
- 6) Obschon das Redoxpotenzial keine geforderte Messgrösse ist, kann die Verfolgung dieses Parameters Auskunft über das Beckenwasser vermitteln. Das Redoxpotenzial darf jedoch nicht zur Regelung der Desinfektion verwendet werden.
- 7) Eine Erhöhung des Chlor-Wertes ausserhalb der Badezeit ist zulässig (Stosschlorung).
- 8) Bei den flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen interessieren aus toxikologischen Erwägungen vornehmlich Trihalogenmethane (THM), die auf Chloroform umgerechnet werden.
- 9) Entstehung von Chlorat siehe auch 1.1.3.18.
- 10) Harnstoff ist mitverantwortlich bei der Entstehung von Trichloramin. Harnstoff reagiert mit freiem Chlor zu Desinfektionsnebenprodukten, die aus gesundheitlichen Gründen unerwünscht sind. Mit steigender Wassertemperatur wird Harnstoff nahezu vollständig umgesetzt.

Tabelle 2 Analysenergebnisse im Becken und Massnahmen

Ergebnisse	Massnahmen
1–100 KBE/1000 ml	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Badewasseraufbereitung auf Funktionsmängel überprüfen (siehe Kapitel 7)</li> <li>– Filterspülung mit hoch gechlortem Spülwasser (&gt;20 mg/l)</li> <li>– Erneute Analyse in 4 Wochen</li> </ul>
> 100 KBE/1000 ml	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aerosolbildende Einrichtungen abschalten</li> <li>– Filterspülung mit hoch gechlortem Spülwasser (&gt;20 mg/l)</li> <li>– Sprudelbecken entleeren, reinigen, desinfizieren</li> <li>– Erneute Analyse nach 10 Tagen im Beckenwasser und Filtrat</li> <li>– Wenn erneut Legionellen im Becken nachweisbar sind, ist eine Stufenuntersuchung nötig, um die Kontaminationsquelle zu lokalisieren</li> </ul>
> 10'000 KBE/1000 ml	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Becken für Badebetrieb schliessen</li> <li>– Stufenuntersuchung, Kontaminationsquelle lokalisieren</li> <li>– Rinnenrücklaufleitungen, Ausgleichs- und Spülwasserbecken reinigen und desinfizieren</li> <li>– Filtration und Spülung überprüfen (siehe Kapitel 7)</li> <li>– Kontaminationsquelle beseitigen</li> <li>– Wiederinbetriebnahme</li> <li>– Stosschlorung</li> <li>– Analyse im Beckenwasser und Filtrat</li> <li>– Bei Legionellen im Becken &lt; 10 KBE/100 ml: Becken für Badebetrieb freigeben</li> <li>– Untersuchungen wöchentlich wiederholen, bis ein stabiler Betrieb bestätigt ist</li> </ul>

(siehe auch *Legionellen und Legionellose, BAG-/BLV-Empfehlungen* [44])

## 2.5 Filterspülwasser

- 2.5.1 Das Filterspülwasser muss von solcher Qualität sein, dass im Filter keine Verschmutzung und mikrobiologische Verunreinigung erfolgt.
- 2.5.2 In das Spülwasserbecken wird Filtrat kontinuierlich, entsprechend der Frischwassermenge, eingeleitet. Das Spülwasser wird in diesem Becken umgewälzt und entsprechend den betrieblichen Anforderungen mit einem Überschuss an Desinfektionsmittel versetzt (mindestens 1 mg/l freies Chlor).

## 2.6 Abwasser

Für die Einleitung der Abwässer aus Schwimm- und Badebeckenanlagen sind die Einleitungsbedingungen zu beachten und es bedarf einer behördlichen Bewilligung. Folgendes ist zu beachten:

- Die Entleerung und der Überlauf aus den technischen Becken, das Schlammwasser und das Reinigungswasser sind in die Schmutzwasserkanalisation einzuleiten, oder sie können zu einer weiteren Verwendung aufbereitet werden.
- Badewasser mit einem Chlorgehalt von weniger als 0,05 mg/l freies Chlor kann in das Sauberwassersystem abgeleitet werden, sofern die allgemeinen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung GSchV [9] eingehalten werden und die örtlichen Behörden dies bewilligen.
- Überwintertes chlorfreies Wasser aus Freibädern, das keine umweltgefährdenden Substanzen enthält, soll nach Möglichkeit dosiert in das Sauberwassersystem, andernfalls in die Schmutzwasserkanalisation, abgeleitet werden.
- Sprühwasser aus Chlorgasräumen ist aufzufangen und nur nach Entchlorung und Neutralisation in die Schmutzwasserkanalisation einzuleiten.

## 3 SCHWIMM- UND BADEBECKEN

### 3.1 Grundlagen

- 3.1.1 Beckengeometrie und Beckenkonstruktion müssen neben den Nutzungsanforderungen auch den technischen Ansprüchen der Beckenhydraulik gerecht werden (SN EN 15288-1, bfu-Fachdokumentation *Bäderanlagen* [48], BASPO 301 [50]).
- 3.1.2 Materialien, die mit dem Beckenwasser in Berührung kommen (z.B. Beckenauskleidungen, Beckenabdeckungen, Wasserrutschen, Spielgeräte und Attraktionseinrichtungen, Mörtelfugen und Fugendichtstoffe), dürfen die Wasserqualität nicht beeinflussen und die Entwicklung von Mikroorganismen und das Algenwachstum nicht fördern.
- 3.1.3 Den Schwimm- und Badebecken dürfen nur Frisch- oder Reinwasser zugeführt werden.
- 3.1.4 Der gleichmässige und kontinuierliche Wasserüberlauf (100% über die Rinne) muss auf der gesamten Länge der Rinne sichergestellt sein. Die Überlaufkante muss allseitig um das Becken geführt werden. Ausnahmen sind für Planschbecken und Strömungskanäle zulässig, siehe 3.3.5 und 3.3.19.
- 3.1.5 Bei Verwendung eines Abdeckrostes ist der freie Querschnitt (Breite  $\leq 8$  mm) nach den vorgegebenen Volumenströmen zu bestimmen.
- 3.1.6 Bezüglich der Raum- und Unterwasserbeleuchtung wird auf die Richtlinien der Schweizer Licht Gesellschaft SLG, bei Wettkampfbecken auf die Richtlinien der FINA [51] und von Swiss Aquatics [52] hingewiesen.
- 3.1.7 Durch eine geeignete Anordnung der Entleerungen muss das Schwimm- oder Badebecken komplett entleert werden können.

### 3.2 Anforderungen an das hydraulische System

#### 3.2.1 Grundlagen des hydraulischen Systems

- 3.2.1.1 Der Wassertransport im Kreislauf «Schwimm- und Badebecken – Ausgleichsbecken – Verfahrenskombination – Schwimm- und Badebecken» wird durch das hydraulische System gewährleistet. Einen technischen Schwerpunkt bildet darin die Beckendurchströmung.
- 3.2.1.2 Die Zuläufe in die Schwimm- und Badebecken sind so anzuordnen, dass das Reinwasser rasch und gleichmässig in alle Bereiche des Beckens verteilt wird. Für diese Wasserzuführung sind verschiedene Systeme möglich.
- 3.2.1.3 Für die Reinigung des oberflächennahen Bereichs müssen 100% der Umwälzung ständig über eine allseitig angeordnete Überlaufrinne geführt werden (Ausnahmen siehe 3.1.4).

#### 3.2.2 Beckendurchströmung

- 3.2.2.1 Bei **vertikaler Beckendurchströmung** muss die Anzahl und die Verteilung der Einströmvorrichtungen so gewählt werden, dass für jeweils etwa  $8 \text{ m}^2$  der Beckengrundrissfläche eine solche vorhanden ist. Bei Becken oder Beckenteilen mit einer Wassertiefe bis  $1,35 \text{ m}$  muss für jeweils etwa  $6 \text{ m}^2$  eine Einströmvorrichtung vorhanden sein. Die Einströmvorrichtungen sind so auf dem Beckenboden zu verteilen, dass sich die beaufschlagten Flächen gegenseitig berühren. Nicht erfasste, zusammenhängende Flächen dürfen nicht grösser als  $4 \text{ m}^2$ , bei Wassertiefe  $< 1,35 \text{ m}$  nicht grösser als  $3 \text{ m}^2$  sein. Für eine gleichmässige Einmischung ist ein Wirkdruck von mindestens  $0,2 \text{ bar}$  nötig.

3.2.2.2 Bei **Bodenkanal-Einströmsystemen** wird eine beidseitige Wurfweite bis maximal 3,0 m abgedeckt. Bodenkanäle müssen eine annähernd horizontale Ausströmrichtung des Reinwassers aufweisen. Der Wirkdruck muss mindestens 0,2 bar betragen.

Je nach Länge des Beckens und der Wassertiefe sind mehrere Bodenkanäle und Reinwasseranschlüsse erforderlich.

Die Reinigung, Spülung und vollständige Entleerung des Bodenkanals muss sichergestellt sein.

3.2.2.3 Bei **horizontaler Beckendurchströmung** müssen die Einströmöffnungen an den jeweiligen Längsseiten des Beckens versetzt angeordnet werden.

Bei Schwimm- und Badebecken mit einem Verhältnis Länge zu Breite von ca. 2:1 (z.B. 16,67 m × 8 m oder 25 m × 12,5 m) darf der Abstand zwischen den Einströmöffnungen in der Beckenwand maximal 1/3 der Beckenbreite betragen.

Bei anderen Beckengeometrien muss die Anzahl, der Wirkdruck sowie der Freistrahlwinkel der Düsen angepasst werden.

Der Durchfluss der einzelnen Einströmöffnungen soll 20 m<sup>3</sup>/h nicht überschreiten.

Um eine ausreichende Einmischung des Reinwassers in das Beckenwasser zu erreichen, soll der minimale Wirkdruck an den Einströmöffnungen wie folgt berechnet werden:

$$p = 0,02 \cdot b$$

$p$  Wirkdruck an der Einströmöffnung, in bar

$b$  Beckenbreite, in m

3.2.2.4 Bei **allen Einströmsystemen** ist durch konstruktive Massnahmen das hydraulische Zusammenwirken zwischen Zuleitungen, Einströmöffnungen und Beckentiefen zu berücksichtigen. Eine möglichst gleichmässige Reinwasserverteilung ist sicherzustellen.

3.2.2.5 Als **Hilfsmittel** für die Überprüfung der Wirksamkeit der Beckendurchströmung dient ein Färbeversuch. Eine gute Beckendurchströmung gewährleistet nach maximal 15 Minuten eine gleichmässige Farbdurchmischung im Becken (z.B. durch Zugabe von 0,5 g/m<sup>3</sup> Eriochromschwarz T oder mindestens 0,3 g/m<sup>3</sup> Uranin in die Umwälzung), siehe SN EN 15288-1. Nach dem abgeschlossenen Färbetest kann eine weitere Beurteilung der Beckenhydraulik mittels Entfärbung durch die Dosierung von Desinfektionsmittel erfolgen.

### 3.2.3 Überlaufrinne

3.2.3.1 Die Überlaufrinne dient der Sammlung des gesamten Überlaufwassers einschliesslich des von den Badenden verdrängten und durch Wellen, Luftsprudel und Attraktionen ausgeprägten Wasservolumens. Die Rinne kann zusätzlich auch dem Transport und der Speicherung dienen. Je nach Art der Nutzung sind ihr Querschnitt und die Abläufe zu bemessen.

3.2.3.2 Die Überlaufkante muss auf ihrer Gesamtlänge waagrecht liegen mit einer maximalen Abweichung von ± 2 mm.

3.2.3.3 Die Ableitung des Wassers vom Beckenrand in die Rinne ist so zu gestalten, dass ein freier Wasserüberfall vermieden wird. Die Rinnengeometrie, einschliesslich einer eventuellen Abdeckung, ist so zu wählen, dass ein kontinuierlicher Wasserübertritt auf den Beckenumgang vermieden wird.

3.2.3.4 Die Konstruktion der Überlaufrinne sowie eine eventuelle Abdeckung müssen eine einfache Reinigung und Desinfektion gewährleisten.

3.2.3.5 Für die Reinigung und Desinfektion der Überlaufrinne sowie des Beckenumgangs muss ein direkter Anschluss zur Schmutzwasserkanalisation mittels Umschaltarmatur sichergestellt sein (Rinnenumstellung mit Bedienung in Beckennähe).

### 3.2.4 **Hydraulische Störglieder**

- 3.2.4.1 Sofern verstellbare Zwischenböden, Fahrbrücken oder Beckenteiler in Form von Klapp- oder Hubwänden eingebaut werden, sind besondere Massnahmen zur Sicherstellung der Beckendurchströmung erforderlich.
- 3.2.4.2 Der Sedimentaustrag bei Becken mit höhenverstellbaren Zwischenböden muss sichergestellt sein.
- 3.2.4.3 Rollladenschächte und Vertiefungen zur Aufnahme von verstellbaren Beckenteilwänden oder Hubböden sowie Wellenkammern müssen mit Reinwasser durchströmt sein.

### 3.2.5 **Beckenumgang**

- 3.2.5.1 Hallenbad: Das Gefälle von wenigstens 1,5% (bei sehr rauen Flächen können auch grössere Gefälle notwendig sein) wird in Richtung Becken in die Überlaufrinne geführt. Der Rinnenablauf wird während der Umgangsreinigung auf Schmutzwasserkanalisation umgestellt. Der Boden ist so herzustellen, dass die Bildung von Wasserlachen verhindert wird.
- 3.2.5.2 Freibad: Das Gefälle soll vom Becken wegführen. Bei Überlaufrinnen kann der Nahbereich der Rinne mit einem Gefälle zur Rinne versehen werden; dabei muss eine Rinnenumstellung vorhanden sein.
- 3.2.5.3 Im Umgebungsbereich der Becken sind für die Reinigung schwer zugängliche Stellen zu vermeiden.

## 3.3 **Anforderungen an die Schwimm- und Badebecken**

### 3.3.1 **Allgemeines**

- 3.3.1.1 Die Sicherheitsanforderungen sind in der bfu-Fachdokumentation *Bäderanlagen* [48] beschrieben.
- 3.3.1.2 Für weitere bauliche und technische Einrichtungen von wettkampftauglichen Becken gelten die Vorschriften der Fédération Internationale de Natation (FINA) [51]. Diese sogenannten FINA-Regeln wurden von Swiss Aquatics übernommen und sind im Reglement [52] enthalten (insbesondere für Masstoleranzen, Markierungen, Wassertiefen, Startblöcke und sporttechnische Ausrüstungen).
- 3.3.1.3 Die nachfolgenden Anforderungen sind nur für die Bemessung der erforderlichen Umwälzungsleistung relevant.
- 3.3.1.4 Für andere Beckenbezeichnungen ist eine begründete Zuordnung zu den hier genannten Beckenarten herzustellen.

### 3.3.2 **Schwimmerbecken (SB)**

Schwimmerbecken haben eine Wassertiefe von mehr als 1,35 m.

### 3.3.3 **Springerbecken (SPB)**

- 3.3.3.1 Springerbecken haben eine Wassertiefe von mindestens 3,30 m.
- 3.3.3.2 Springerbecken sind für eine niedrige Nennbelastung ausgelegt. Die im Verhältnis zu dieser Nennbelastung erhöhte Umwälzung dient der Aufrechterhaltung der Desinfektionsmittelkapazität und der Vermeidung von Retentionen und Algenbildung.

### 3.3.4 **Nichtschwimmerbecken (NSB)**

3.3.4.1 Nichtschwimmerbecken haben eine Wassertiefe zwischen 0,40 m und 1,35 m.

3.3.4.2 Für Attraktionen sind Zuschläge zur Umwälzung zu berücksichtigen.

### 3.3.5 **Planschbecken (PB)**

3.3.5.1 Planschbecken haben eine Wassertiefe bis 0,40 m.

3.3.5.2 Wasserspeier oder ähnliche Einrichtungen müssen mit Reinwasser betrieben werden. Der Gehalt an freiem Chlor muss gemäss Tabelle 1 eingehalten werden. Das hierfür verwendete Wasser ist als Zuschlag zur Umwälzung zu addieren.

3.3.5.3 Ist keine allseitig angeordnete Überlaufrinne vorhanden, muss das Planschbecken täglich entleert (z. B. ins Ausgleichsbecken) und gereinigt werden.

### 3.3.6 **Wasserrutschen (WR)**

3.3.6.1 Konstruktive Details von Wasserrutschen und Landebecken müssen SN EN 1069-1 und der bfu-Fachdokumentation *Bäderanlagen* [48] entsprechen.

3.3.6.2 Zum Betrieb der Wasserrutschen darf nur Wasser aus Schwimm- und Badebecken oder Reinwasser verwendet werden.

3.3.6.3 Der Betrieb mit Wasser aus dem Ausgleichsbecken ist aus hygienischen Gründen nicht zulässig.

3.3.6.4 Die Reinigung der gesamten Wasserrutschenanlage muss mit geeigneten Massnahmen sichergestellt werden.

### 3.3.7 **Variobecken (VB)**

3.3.7.1 Bei Variobecken kann die Wassertiefe mit höhenverstellbarem Zwischenboden ganz oder teilweise variiert werden.

3.3.7.2 Bei Becken, deren Wassertiefe über zwei oder mehrere Tiefenbereiche geht, ist die Umwälzung nach den Flächenanteilen der Tiefenbereiche zu berechnen.

3.3.7.3 Hubböden dienen der zeitweiligen Veränderung der Wassertiefe. Die Dimensionierung des Bodens ist für eine Belastbarkeit von  $1 \text{ kN/m}^2$  (ca.  $100 \text{ kg/m}^2$ ) ohne Wasser in allen Positionen sicherzustellen. Hubböden müssen der SN EN 13451-11 entsprechen, siehe auch bfu-Fachdokumentation *Bäderanlagen* [48].

Über, unter und durch den Hubboden ist eine ausreichende Beckendurchströmung sicherzustellen.

Eine regelmässige Reinigung unter dem Hubboden sollte ohne Entleerung des Beckens möglich sein.

3.3.7.4 Mit einer beweglichen Beckenabtrennung (z. B. verfahrbare Startbrücken, Hub- oder Klappwände usw.) kann ein Schwimm- oder Badebecken für verschiedene Nutzungen getrennt werden.

Die Beckendurchströmung darf durch die verschiedenen Stellungen der Beckenabtrennungen nicht beeinträchtigt werden.

### 3.3.8 **Sprudelbecken (SPRB)**

#### 3.3.8.1 Allgemeines

3.3.8.1.1 Sprudelbecken bieten Platz für mindestens 4 und höchstens 10 Personen zur gleichzeitigen Nutzung und sind mit Luftsprudeleinrichtungen ausgerüstet. Das Beckenvolumen muss mindestens 0,4 m<sup>3</sup> pro Platz betragen.

3.3.8.1.2 Sprudelbecken können mit einer eigenen Aufbereitungsanlage betrieben werden oder dürfen an eine Aufbereitungsanlage für Schwimm- und Badebecken angeschlossen werden. Der Aufbereitungs-Volumenstrom muss entsprechend erhöht werden.

3.3.8.1.3 Die wasserseitigen Sprudeleinrichtungen müssen regelmässig mit Reinwasser gespült werden.

3.3.8.1.4 Für Sprudelbecken wird eine Verfahrenskombination mit Ozonung empfohlen.

#### 3.3.8.2 Sprudelbecken mit begrenzter Nutzung

3.3.8.2.1 Sprudelbecken mit begrenzter Nutzung sind so angeordnet, dass ihre Benutzer entweder keinen Zugang zu anderen Schwimm- und Badebeckenanlagen haben oder nur zu solchen, die eine Nennbelastung bis maximal 50 Personen aufweisen.

3.3.8.2.2 Bis zu einer Nennbelastung von 20 Personen der Schwimm- und Badebeckenanlage des begrenzten Bereichs sollte das Sprudelbeckengesamtvolumen mindestens 1,6 m<sup>3</sup> (4 Plätze) betragen. Bei einer Nennbelastung von 50 Personen sind dementsprechend 4 m<sup>3</sup> (10 Plätze) empfohlen, um einer Überbelastung vorzubeugen.

#### 3.3.8.3 Sprudelbecken mit kombinierter Nutzung

3.3.8.3.1 Sprudelbecken mit kombinierter Nutzung sind solche, die in Schwimm- oder Badebeckenanlagen angeordnet sind und den Badegästen während des Aufenthalts nach freier Wahl zur Verfügung stehen.

3.3.8.3.2 Ab einer Nennbelastung von 50 Personen der weiteren benutzbaren Schwimm- oder Badebeckenanlagen sollte das Sprudelbecken-Gesamtvolumen mindestens 4 m<sup>3</sup> (10 Plätze) in Form eines oder mehrerer Becken betragen. Bei höheren Nennbelastungen der Schwimm- oder Badebeckenanlage sind für je weitere 50 Personen zusätzlich 1,2 m<sup>3</sup> (3 Plätze) Sprudelbecken empfohlen, um einer Überbelastung vorzubeugen.

### 3.3.9 **Wellenbecken (WEB)**

3.3.9.1 Bei Wellenbecken werden in einem Schwimm- oder Badebecken künstlich Wellen erzeugt.

Wenn für den Wellenbetrieb eine Veränderung der Wassertiefe notwendig ist, muss das Differenzvolumen gespeichert werden.

3.3.9.2 Alle Beckenteile, auch die Wellenkammer, müssen ständig mit Reinwasser durchströmt werden.

3.3.9.3 Bei Becken, deren Wassertiefe über zwei oder mehrere Tiefenbereiche geht, ist die Umwälzung nach den Flächenanteilen der Tiefenbereiche zu berechnen.

### 3.3.10 **Kleinbecken (KLB)**

Kleinbecken sind Nichtschwimmerbecken mit einer Wasserfläche unter 100 m<sup>2</sup>, einer Wassertemperatur ≤30 °C und ohne Attraktionen im Becken. Die im Verhältnis zu dieser Nennbelastung erhöhte Umwälzung dient der Aufrechterhaltung der Desinfektionsmittelkapazität und der Vermeidung von Retention und Algenbildung.

### 3.3.11 **Warmbecken (WB)**

3.3.11.1 Warmbecken sind Nichtschwimmerbecken mit einer erhöhten Wassertemperatur.

3.3.11.2 Bei Warmbecken wird eine Verfahrenskombination mit Ozonung empfohlen.

### 3.3.12 **Heissbecken (HEB)**

3.3.12.1 Heissbecken sind Nichtschwimmerbecken mit einer sehr hohen Wassertemperatur.

3.3.12.2 Bei Heissbecken wird eine Verfahrenskombination mit Ozonung empfohlen.

### 3.3.13 **Therapiebecken (THB)**

3.3.13.1 Therapiebecken sind Badebecken für infektionsgefährdete Personen oder für Personen, von denen eine erhöhte Infektionsgefahr ausgeht.

3.3.13.2 Die Gestaltung der Becken sowie die Wassertemperatur richten sich nach den Bedürfnissen der medizinisch indizierten Behandlung der Patienten.

3.3.13.3 Zur absoluten Abtrennung von Bakterien und Viren sind Therapiebecken an eine Verfahrenskombination mit Ozonung oder Ultrafiltration anzuschliessen (Vollstrom).

### 3.3.14 **Kaltbecken (KB)**

3.3.14.1 Kaltbecken sind Nichtschwimmerbecken mit tiefer Wassertemperatur und dienen zur Abkühlung (z. B. in Sauna- und Wellnessanlagen).

3.3.14.2 Verdrängtes Wasser ist über eine Überlaufrinne abzuleiten und durch Füllwasser zu ersetzen.

3.3.14.3 Um eine Temperatur unter 18°C einzuhalten, ist der Frischwasserzusatz zu erhöhen oder eine Kühlung zu integrieren.

3.3.14.4 Kaltbecken, deren Volumen 2 m<sup>3</sup> nicht übersteigt und die von weniger als 10 Benutzern/h benutzt werden, dürfen mit ständigem Füllwasserdurchfluss betrieben werden. Das Füllwasser ist zu chlorieren. Das Beckenwasser muss den Anforderungen der Tabelle 1 entsprechen. Diese Kaltbecken müssen mindestens an einer Beckenseite eine Überlaufrinne in die Schmutzwasserkanalisation aufweisen. Wasserstandrohre dürfen nicht als Überlauf eingesetzt werden.

3.3.14.5 Kaltbecken mit einem Beckenvolumen über 2 m<sup>3</sup> müssen an eine Aufbereitungsanlage angeschlossen werden.

### 3.3.15 **Durchschreitebecken (DSB)**

3.3.15.1 Zugänge mit Durchschreitebecken können als flache Mulde oder als Becken in Kastenform und einem Wasserstand von 10 bis 15 cm ausgeführt werden. Siehe auch BASPO 301 [50] und SIA 500.

3.3.15.2 Durchschreitebecken erfordern bei Badebetrieb eine stetige Reinwasserzufuhr mit Ablauf in die Schmutzwasserkanalisation oder ins Rückhaltebecken. Auf eine Überlaufrinne kann verzichtet werden. Das Becken muss täglich in die Schmutzwasserkanalisation entleert werden.

3.3.15.3 Um das Duschen vor dem Baden zu fördern, wird empfohlen, die Duschen am Beckenzugang mit temperiertem Wasser zu betreiben.

### 3.3.16 **Tretbecken (TB)**

- 3.3.16.1 Tretbecken haben eine Wassertiefe bis 60 cm.
- 3.3.16.2 Je nach Anwendung können die Wassertemperaturen zwischen 10°C und 32°C variieren.
- 3.3.16.3 Unbeheizte Tretbecken, deren Volumen 2 m<sup>3</sup> nicht übersteigt, dürfen mit ständigem Füllwasserdurchfluss betrieben werden. Das Füllwasser ist zu chlören. Das Beckenwasser muss den Anforderungen der Tabelle 1 entsprechen.
- 3.3.16.4 Beheizte Tretbecken und Tretbecken mit einem Beckenvolumen über 2 m<sup>3</sup> müssen an eine Aufbereitungsanlage angeschlossen werden.
- 3.3.16.5 Bei Tretbecken kann auf eine durchgehende Überlaufrinne verzichtet werden.

### 3.3.17 **Sport- und Spassanlagen (SPSA)**

- 3.3.17.1 Sport- und Spassanlagen sind künstliche Einrichtungen mit Wasserattraktionen, bei denen sich die Benutzer im oder auf dem Wasser befinden und eine orale Aufnahme des Wassers nicht auszuschliessen ist.
- 3.3.17.2 Dies betrifft fest- oder auch temporär aufgestellte Anlagen.
- 3.3.17.3 Diese Einrichtungen sind mit Rein- oder Beckenwasser zu betreiben. Der Reinwasservolumenstrom muss auf die maximale Personenzahl pro Stunde ausgelegt werden.
- 3.3.17.4 Die Qualität des Beckenwassers muss den Anforderungen dieser Norm sowie der Verordnung des EDI (TBDV [14]) entsprechen.

### 3.3.18 **Wasserspielplätze (WSPP)**

- 3.3.18.1 Wasserspielplätze sind Plätze mit wasserbetriebenen Attraktionseinrichtungen.
- 3.3.18.2 Zum Betrieb der Attraktionen darf nur Trink- oder Reinwasser verwendet werden. Die Anforderungen dieser Norm sowie der Verordnung des EDI (TBDV [14]) müssen eingehalten werden.
- 3.3.18.3 Der Betrieb mit Wasser aus dem Ausgleichsbecken ist aus hygienischen Gründen nicht zugelassen.
- 3.3.18.4 Stagnierendes Wasser im Bereich des Wasserspielplatzes muss vermieden werden.

### 3.3.19 **Strömungskanäle (STK)**

- 3.3.19.1 Strömungskanäle sind horizontal angeordnete Wasserläufe.
- 3.3.19.2 Der Reinwasservolumenstrom für Strömungskanäle ist als Nichtschwimmerbecken auszuliegen.
- 3.3.19.3 Strömungskanäle müssen auf der ganzen Länge mit mindestens einer einseitigen Überlaufrinne ausgeführt werden.

## 4 BERECHNUNG DER VOLUMENSTRÖME

### 4.1 Grundlagen

- 4.1.1 Die Volumenströme sind für die Einhaltung der Anforderungen gemäss Kapitel 2 erforderlich.
- 4.1.2 In jedem Schwimm- und Badebecken müssen (bei Aufbereitungssystem mit einem Belastbarkeitsfaktor  $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$ ) pro Person  $2 \text{ m}^3$  aufbereitetes Wasser zur Verfügung gestellt werden (Personenzahl pro Stunde im Becken und dementsprechend Umwälzung in  $\text{m}^3/\text{h}$ ).
- 4.1.3 Die Wassertiefenbereiche entscheiden über die Nutzung des Beckens und die Bemessung der Badewasseraufbereitung, unabhängig von der Beckenbezeichnung.
- 4.1.4 Becken mit mehreren Tiefenbereichen werden entsprechend den Flächenanteilen der Tiefenbereiche berechnet.
- 4.1.5 Die für die Berechnung der Umwälzung benötigte personenbezogene Wasserfläche  $a$  in  $\text{m}^2$  und die Personenfrequenz  $n$  in  $\text{h}^{-1}$  sind in Tabelle 3 aufgeführt.
- 4.1.6 Ein Mindestvolumenstrom von  $1 \text{ m}^3/\text{h}$  pro Laufmeter der Überlaufrinne muss eingehalten werden.

### 4.2 Nennbelastung

- 4.2.1 Die Nennbelastung eines Beckens ist die bei der Auslegung zugrunde gelegte Anzahl von Badenden in einer Stunde Badebetriebszeit. Sie ergibt sich aus Gleichung (1):

$$N = \frac{A \cdot n}{a} \quad (1)$$

- $N$  Nennbelastung, in  $\text{h}^{-1}$   
 $A$  Wasserfläche des Beckens, in  $\text{m}^2$   
 $n$  Personenfrequenz, in  $\text{h}^{-1}$   
 $a$  personenbezogene Wasserfläche, in  $\text{m}^2$   
– Nichtschwimmerbecken  $3 \text{ m}^2$   
– Schwimmerbecken  $5 \text{ m}^2$

- 4.2.2 Für Sprudelbecken mit kombinierter Nutzung sowie für Therapie- und Planschbecken wird die Nennbelastung nach Gleichung (2) ermittelt; dies ist die zulässige Belastung gemäss dem Volumenstrom der Umwälzung.

$$N = Q \cdot k \quad (2)$$

- $N$  Nennbelastung, in  $\text{h}^{-1}$   
 $Q$  Volumenstrom, in  $\text{m}^3/\text{h}$   
 $k$  Belastbarkeitsfaktor, in  $\text{m}^{-3}$

- 4.2.3 Bei Sprudelbecken mit begrenzter Nutzung wird die Nennbelastung nach Gleichung (3) berechnet:

$$N = n \cdot P \quad (3)$$

- $N$  Nennbelastung, in  $\text{h}^{-1}$   
 $n$  Personenfrequenz  $n = 3 \text{ h}^{-1}$   
 $P$  Anzahl Sitzplätze (1 Sitzplatz entspricht einem Beckenvolumen von  $0,4 \text{ m}^3$ )

### 4.3 Volumenströme von Schwimm- und Badebecken

4.3.1 Die Umwälzung ist das Wasservolumen pro Stunde, das ein Becken kontinuierlich durchströmt. Die Mindestgrösse dieses Volumenstroms ergibt sich für Schwimmer- und Nichtschwimmerbecken nach Gleichung (4):

$$Q = \frac{N}{k} = \frac{A \cdot n}{a \cdot k} \quad (4)$$

- $Q$  Volumenstrom, in  $\text{m}^3/\text{h}$   
 $N$  Nennbelastung, in  $\text{h}^{-1}$   
 $k$  Belastbarkeitsfaktor, in  $\text{m}^{-3}$   
 $A$  Wasserfläche des Beckens, in  $\text{m}^2$   
 $n$  Personenfrequenz, in  $\text{h}^{-1}$   
 $a$  personenbezogene Wasserfläche, in  $\text{m}^2$   
– Nichtschwimmerbecken  $3 \text{ m}^2$   
– Schwimmerbecken  $5 \text{ m}^2$

4.3.2 Berechnungsbeispiel für die Ermittlung der Umwälzung für ein Schwimmerbecken  $50 \text{ m} \times 21 \text{ m}$

$$Q = \frac{A \cdot n}{a \cdot k} \quad (5)$$

- $A = 50 \text{ m} \times 21 \text{ m} = 1050 \text{ m}^2$   
 $n = 1 \text{ h}^{-1}$   
 $a = 5 \text{ m}^2$   
 $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$

$$Q = \frac{1050 \cdot 1}{5 \cdot 0,5} = 420 \text{ m}^3/\text{h}$$

Oder aus Tabelle 3:  $Q = 0,40 \cdot A = 420 \text{ m}^3/\text{h}$

### 4.4 Hinweise zur Berechnung der Umwälzung

Normalerweise erfolgt die Ermittlung der Volumenströme gemäss Tabelle 3. In dieser Tabelle sind alle üblichen Becken mit spezifischen Werten für die Dimensionierung enthalten.

Ergänzende Hinweise:

- Die detaillierte Berechnung, z. B. für ein Nichtschwimmer- oder Schwimmerbecken, erfolgt gemäss Gleichung (4).
- Der Volumenstrom der Umwälzung einiger Becken ist aufgrund praktischer Erfahrungen empirisch festgelegt (z. B. Springer-, Plansch- und Kleinbecken; siehe Tabelle 3).
- Sprudelbecken mit kombinierter Nutzung: Die minimal erforderliche Umwälzung basiert auf einer Personenfrequenz von  $4 \text{ h}^{-1}$ . Wird der notwendige Volumenstrom gemeinsam mit einem anderen Badebecken aufbereitet (adaptiv), so kann der Volumenstrom  $Q$  kleiner sein, nämlich der 15-fache Beckeninhalte  $V$ .
- Sprudelbecken mit begrenzter Nutzung: Die minimal erforderliche Umwälzung ergibt sich daraus, dass pro Person ein Volumen von  $2 \text{ m}^3$  (bei  $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$ ) aufbereitetem Wasser zur Verfügung gestellt werden muss. Mit der Festsetzung von  $0,4 \text{ m}^3$  Beckenvolumen pro Sitzplatz und einer Personenfrequenz von  $3 \text{ h}^{-1}$  ergibt sich der in Tabelle 3 angegebene Volumenstrom.
- Sprudelbecken dürfen an die Aufbereitungsanlage eines Schwimm- oder Badebeckens, unter entsprechender Erhöhung der Umwälzung, angeschlossen werden. Bei einer solchen adaptiven Lösung beträgt der Volumenstrom durch das Sprudelbecken  $15 V$ , sofern das Volumen des zugeordneten Schwimmbeckens mindestens  $150 \text{ m}^3$  beträgt.
- Für Therapie-, Plansch-, Durchschreite-, Warm- und Kaltwassertauchbecken ergibt sich die Umwälzung aus Tabelle 3.
- Für den Hubbodenbereich bei Variobecken ist die Umwälzung wie bei Nichtschwimmerbecken zu berechnen.

## 4.5 Zuschläge für Attraktionen

Für Schwimm- und Badebecken mit zusätzlichen Wasserkreisläufen, z.B. Massage- und Sprudleinrichtungen, Wasserfälle usw., ist eine Erhöhung der Umwälzleistung wie folgt notwendig: Zuschlag zum Volumenstrom pro Platz gemäss Gleichung (6). Bei grossen Einrichtungen gilt dieser Zuschlag pro Platz mit einer Breite von 80 cm. Die Berechnung ergibt bei einem Belastbarkeitsfaktor  $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$  einen Volumenstrom von  $6 \text{ m}^3/\text{h}$  pro Platz. Nicht notwendig sind solche Zuschläge bei Strömungskanälen. Der Zuschlag gilt für die gleichzeitig im Betrieb benutzbaren Plätze.

Zuschlag für Wasserkreisläufe und Luftinjektionen:

$$Q = \frac{n \cdot P}{k} \quad (6)$$

- $Q$  Volumenstrom, in  $\text{m}^3/\text{h}$   
 $n$  Personenfrequenz  $n = 3 \text{ h}^{-1}$   
 $P$  Anzahl Sitzplätze  
 $k$  Belastbarkeitsfaktor, in  $\text{m}^{-3}$

Tabelle 3 Volumenströme der Umwälzung bei  $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$

Nr.	Beckenart	Hinweise	a	n	Umwälzung Q m <sup>3</sup> /h	Temperaturbereich (informativ)	
						Hallenbad °C	Freibad °C
1	Schwimmerbecken Wassertiefe > 1,35 m		5	1	$0,40 \cdot A$	27–29	24
2	Springerbecken Wassertiefe > 3,4 m			1	$0,60 \cdot A$	27–29	24
3	Nichtschwimmerbecken Wassertiefe 0,4 m–1,35 m		3	1	$0,67 \cdot A$	28–32	24
4	Planschbecken Wassertiefe ≤ 0,4 m				$2 \cdot V$ mind. $0,70 \cdot A$	32	26
5	Wasserrutschen* mit Landung in einem Schwimm- oder Badebecken	a)			+ 35 pro Rutsche	27–32	24
	Separates Landebecken für Wasserrutsche*	b)			mind. 25 oder $0,67 \cdot A$		
	Wasserrutschen* mit einem eigenen Kreislauf: Reinwasserzuschlag pro Wasserrutsche	c)			60	27–32	24
6	Variobecken mit höhenverstellbarem Zwischenboden, ganz oder in Teilbereichen	d)			gemäss Tiefenbereichen	27–32	
7	Sprudelbecken (begrenzte Nutzung), Beckenvolumen $V \geq 1,6 \text{ m}^3$ Wassertiefe ca. 1,0 m 4–10 Sitzplätze, $V = 1,6 \text{ m}^3$ – $4,0 \text{ m}^3$				$15 \cdot V$  24–60	37	37
8	Sprudelbecken (kombinierte Nutzung), Beckenvolumen $V \geq 4,0 \text{ m}^3$ (10 Plätze), Wassertiefe ca. 1,0 m	e)			$20 \cdot V$ mit adaptiver Schaltung: $15 \cdot V$	37	37
9	Wellenbecken				gemäss Tiefenbereichen	27–29	24
10	Kleinbecken max. Wasserfläche $100 \text{ m}^2$ Wassertiefe ≤ 1,35 m		3	0,6	$0,4 \cdot A$	30	30

Tabelle 3 Volumenströme der Umwälzung bei  $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$  (Fortsetzung)

Nr.	Beckenart	Hinweise	a	n	Umwälzung Q	Temperaturbereich (informativ)	
						Hallenbad °C	Freibad °C
			m <sup>2</sup>	h <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> /h		
11	Warmbecken Wassertiefe ≤ 1,35 m		3	1,5	1 · A	32–35	32–35
12	Heissbecken Wassertiefe ~ 1 m (Frequenz beachten)		3	4–6	mind. 2 · V	38–40	38–40
13	Therapiebecken		6	3	1 · A	32–35	–
14	Kaltbecken, Wassertiefe 1,1 m–1,35 m Wasserfläche ≤ 10 m <sup>2</sup> Wasserfläche > 10 m <sup>2</sup>				1,5 · V 1 · V	bis 18	bis 18
15	Durchschreitebecken Wassertiefe 0,15 m				2 · V	–	–
16	Tretbecken				1 · V	bis 35	bis 35
17	Wasserspielplätze				1 · Q der Wasserspiele	–	–
Zuschläge für Attraktionen nach 4.5				3	6 m <sup>3</sup> /h		

\* Gilt für Wasserrutschen Typ 3–10 nach SN EN 1069-1

Volumenstrom der Umwälzung  $Q = A \cdot F$ , in m<sup>3</sup>/h

A Beckenwasserfläche in m<sup>2</sup>

F Faktor für den spezifischen Volumenstrom in m<sup>3</sup>/h pro m<sup>2</sup> Beckenfläche

V Beckenvolumen in m<sup>3</sup>

a personenbezogene Wasserfläche in m<sup>2</sup>

n Personenfrequenz (Anzahl Wechsel pro Stunde) in h<sup>-1</sup>

- Werden Wasserrutschen in einen abgegrenzten Bereich (z.B. eines Nichtschwimmerbeckens) geführt, so ist pro Rutsche ein Reinwasserzuschlag von mindestens 35 m<sup>3</sup>/h erforderlich.
- Wird eine Wasserrutsche in ein eigenes Landebecken geführt, so ist für diese ein Reinwasserzuschlag von mindestens 35 m<sup>3</sup>/h erforderlich. Die gesamte Umwälzung (Landebecken + Zuschlag) muss mindestens 60 m<sup>3</sup>/h betragen.
- Wasserrutschen mit einem eigenen Kreislauf müssen mit mindestens 60 m<sup>3</sup>/h Reinwasser betrieben werden. Jede weitere benötigt einen Reinwasserzuschlag von 60 m<sup>3</sup>/h.
- Bei Becken, deren Wassertiefe über zwei oder mehrere Tiefenbereiche geht (z.B. Variobecken mit Teilhubboden, Wellenbecken), ist der Volumenstrom der Umwälzung nach den Flächenanteilen der Tiefenbereiche zu berechnen. Der Hubbodenbereich gilt als Nichtschwimmerbereich.
- Adaptive Schaltung: Kombination von mehreren Becken mit unterschiedlicher Wassertemperatur in einem Aufbereitungskreislauf. Werden Sprudelbecken mittels einer adaptiven Schaltung an die Aufbereitungsanlage eines Schwimm- und Badebeckens angeschlossen, kann der Volumenstrom der Umwälzung des Sprudelbeckens auf 15 · V reduziert werden, wenn das Volumen des Schwimm- oder Badebeckens mindestens 150 m<sup>3</sup> beträgt.

## 5 VERFAHRENSKOMBINATIONEN

### 5.1 Grundlagen

5.1.1 Zur Einhaltung der Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit in Schwimm- und Badebecken haben sich die nachfolgend beschriebenen Verfahrenskombinationen bewährt. Bei einigen Beckenarten sind die in Kapitel 3 beschriebenen Besonderheiten zu beachten.

5.1.2 Um eine ausreichende Desinfektionsmittelkapazität aufrechtzuerhalten und die Retention von Verunreinigungen zu begrenzen, darf der Belastbarkeitsfaktor  $k$  den Wert  $0,8 \text{ m}^{-3}$  nicht übersteigen. Die  $k$ -Werte für die verschiedenen Verfahrenskombinationen sind Tabelle 4 zu entnehmen.

### 5.2 Verfahrenskombinationen

Tabelle 4 Verfahrenskombinationen mit den Belastbarkeitsfaktoren ( $k$ -Werte)

Verfahrenskombination (Druck- oder Unterdruckfiltration)	Rein- wasser- volumen $\text{m}^3$ pro Person	$k$ -Wert $\text{m}^{-3}$	Hinweise zum Einsatz
I a) Vorfiltration – Flockung – Filtration – Einstellung pH – Chlorung	2	0,5	Freibäder, Kleinbecken und Planschbecken in Parkanlagen sowie Kaltbecken in Saunanlagen.
b) Vorfiltration – Anschwemmfiltration – Einstellung pH – Chlorung	2	0,5	Um den Anforderungen der Tabelle 1 zu genügen, ist ein erhöhter Frischwasserzusatz nötig.  Beide Verfahrenskombinationen können organische Desinfektionsnebenprodukte (DNP) aus dem Badewasserkreislauf ungenügend entfernen.
II a) Vorfiltration – Adsorption – Flockung – Filtration – Einstellung pH – Chlorung	2	0,5	c) + e) Variante: Sorptionsfiltration im Bypass mit Volumendurchfluss $\geq 50\%$ der Umwälzung.
b) Vorfiltration – Flockung – Mehrschichtfiltration – Einstellung pH – Chlorung	2	0,5	
c) Vorfiltration – Flockung – Filtration – Sorptionsfiltration – Einstellung pH – Chlorung	2	0,5	
d) Vorfiltration – Adsorption – Anschwemmfiltration – Einstellung pH – Chlorung	2	0,5	
e) Vorfiltration – Anschwemmfiltration – Sorptionsfiltration – Einstellung pH – Chlorung	2	0,5	
III a) Vorfiltration – Flockung – Filtration – Ozonung – Sorptionsfiltration – Einstellung pH – Chlorung	1,67	0,6	Variante: Sorptionsfiltration im Bypass mit Volumendurchfluss $\geq 50\%$ der Umwälzung (nicht für Therapiebecken).
b) Vorfiltration – Anschwemmfiltration – Ozonung – Sorptionsfiltration – Einstellung pH – Chlorung	1,67	0,6	

Tabelle 4 Verfahrenskombinationen mit den Belastbarkeitsfaktoren (*k*-Werte) (Fortsetzung)

Verfahrenskombination (Druck- oder Unterdruckfiltration)	Rein- wasser- volumen m <sup>3</sup> pro Person	<i>k</i> -Wert  m <sup>-3</sup>	Hinweise zum Einsatz
IV a) Vorfiltration – Flockung – Ozonung – Mehrschichtfiltration – Einstellung pH – Chlorung	1,82	0,55	Alternative zu III bei niedriger Belastung.
V a) Vorfiltration – Adsorption – Flockung – Ultrafiltration – Einstellung pH – Chlorung	1,25	0,8	
b) Vorfiltration – Mehrschicht- filtration – Flockung – Ultra- filtration – Einstellung pH – Chlorung	1,25	0,8	
c) Vorfiltration – Flockung – Ultra- filtration – Ozonung – Sorptions- filtration – Einstellung pH – Chlorung	1,25	0,8	

### 5.3 Erläuterung der Verfahrenskombinationen

Die Grundlagen und die Funktionsweise der Verfahrenskombinationen sind in den Tabellen 5 bis 7 enthalten.

Die einzelnen Verfahrensschritte sind anschliessend beschrieben.

- AD Adsorptionsstufe
- ASFI Anschwemmfilter
- CI Chlorung
- ESF Einschichtfilter
- FL Flockung
- KD Kieselgurdosierung
- MSF Mehrschichtfilter
- O3 Ozonung
- pH Einstellung pH
- RB Reaktionsbehälter (Verweilzeit)
- SK Säurekapazität
- SOFI Sorptionsfiltration
- UF Ultrafiltration
- VF Vorfiltration

Tabelle 5 Verfahrenskombinationen mit Tiefenfiltration

Verfahrenskombination Schema	Grundlage der Verfahrenskombinationen (die Säurekapazität des Rohwassers muss beachtet werden)
<p style="text-align: center;"><b>I a</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Flockung mit Aluminiumsalzen um kolloidal gelöste Verunreinigungen und ortho-Phosphate auszufällen.</li> <li>3. Stufe: Einschichtfiltration um partikuläre Verunreinigungen, die geflockten Kolloide sowie das gefällte Aluminiumphosphat abzutrennen.</li> <li>4. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>5. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>II a</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Adsorption an Pulveraktivkohle von echt und kolloidal gelösten organischen Verunreinigungen.</li> <li>3. Stufe: Flockung mit Aluminiumsalzen um kolloidal gelöste Verunreinigungen und ortho-Phosphate auszufällen.</li> <li>4. Stufe: Einschichtfiltration um partikuläre Verunreinigungen, die geflockten Kolloide sowie das gefällte Aluminiumphosphat abzutrennen.</li> <li>5. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>6. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>II b</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Flockung mit Aluminiumsalzen um kolloidal gelöste Verunreinigungen und ortho-Phosphate auszufällen.</li> <li>3. Stufe: Mehrschichtfiltration um organische Belastungsstoffe und Desinfektionsnebenprodukte, sowie partikuläre Verunreinigungen wie das gefällte Aluminiumphosphat und die geflockten Kolloide abzutrennen.</li> <li>4. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>5. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>II c</b></p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"><b>II c, Variante</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Flockung mit Aluminiumsalzen um kolloidal gelöste Verunreinigungen und ortho-Phosphate auszufällen.</li> <li>3. Stufe: Einschichtfiltration um partikuläre Verunreinigungen, die geflockten Kolloide sowie das gefällte Aluminiumphosphat abzutrennen.</li> <li>4. Stufe: Sorptionsfiltration um organische Belastungsstoffe und Desinfektionsnebenprodukte abzutrennen.</li> <li>5. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>6. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol> <p style="margin-top: 20px;">Die Sorptionsfiltration kann auch im Bypass geschaltet werden (siehe auch Tabelle 4).</p>

Tabelle 5 Verfahrenskombinationen mit Tiefenfiltration (Fortsetzung)

Verfahrenskombination Schema	Grundlage der Verfahrenskombinationen (die Säurekapazität des Rohwassers muss beachtet werden)
<p style="text-align: center;"><b>III a</b></p> <p style="text-align: center;"><b>III a, Variante</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Flockung mit Aluminiumsalzen um kolloidal gelöste Verunreinigungen und ortho-Phosphate auszufällen.</li> <li>3. Stufe: Einschichtfiltration um partikuläre Verunreinigungen, die geflockten Kolloide sowie das gefällte Aluminiumphosphat abzutrennen.</li> <li>4. Stufe: Ozonung zur Oxidation chemischer Wasserinhaltsstoffe und zur Abtötung von Mikroorganismen sowie Inaktivierung von Viren.</li> <li>5. Stufe: Sorptionsfiltration um organische Belastungsstoffe und Desinfektionsnebenprodukte abzutrennen sowie noch vorhandenes Restozon zu entfernen.</li> <li>6. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>7. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol> <p>Die Stufen 4 und 5 können auch im Bypass geschaltet werden (siehe auch Tabelle 4).</p>
<p style="text-align: center;"><b>IV</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Flockung mit Aluminiumsalzen um kolloidal gelöste Verunreinigungen und ortho-Phosphate auszufällen.</li> <li>3. Stufe: Ozonung zur Oxidation chemischer Wasserinhaltsstoffe und zur Abtötung von Mikroorganismen sowie Inaktivierung von Viren.</li> <li>4. Stufe: Mehrschichtfiltration um organische Belastungsstoffe und Desinfektionsnebenprodukte, sowie partikuläre Verunreinigungen wie das gefällte Aluminiumphosphat und die geflockten Kolloide abzutrennen und noch vorhandenes Restozon zu entfernen.</li> <li>5. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>6. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol>

Tabelle 6 Verfahrenskombinationen mit Anschwemmfiltration

Verfahrenskombination Schema	Grundlage der Verfahrenskombinationen (die Säurekapazität des Rohwassers muss beachtet werden)
<p style="text-align: center;"><b>I b</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Filterhilfsmittel-Dosierung zur Betriebsoptimierung.</li> <li>3. Stufe: Anschwemmfilter um partikuläre und kolloidale Inhaltsstoffe abzutrennen.</li> <li>4. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>5. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>II d</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Pulveraktivkohle- und Filterhilfsmittel-Dosierung zur Adsorption von echt gelösten organischen Verunreinigungen respektiv zur Betriebsoptimierung.</li> <li>3. Stufe: Anschwemmfilter um partikuläre und kolloidale Inhaltsstoffe abzutrennen.</li> <li>4. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>5. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>II e</b></p> <p style="text-align: center;"><b>II e, Variante</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Filterhilfsmittel-Dosierung zur Betriebsoptimierung.</li> <li>3. Stufe: Anschwemmfilter um partikuläre und kolloidale Inhaltsstoffe abzutrennen.</li> <li>4. Stufe: Sorptionsfiltration um organische Belastungsstoffe und Desinfektionsnebenprodukte abzutrennen.</li> <li>5. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>6. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol> <p>Die Stufe 4 kann auch im Bypass geschaltet werden (siehe auch Tabelle 4).</p>
<p style="text-align: center;"><b>III b</b></p> <p style="text-align: center;"><b>III b, Variante</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration.</li> <li>2. Stufe: Filterhilfsmittel-Dosierung zur Betriebsoptimierung.</li> <li>3. Stufe: Anschwemmfilter um partikuläre und kolloidale Inhaltsstoffe abzutrennen.</li> <li>4. Stufe: Ozonung zur Oxidation chemischer Wasserinhaltsstoffe und zur Abtötung von Mikroorganismen sowie Inaktivierung von Viren.</li> <li>5. Stufe: Sorptionsfiltration um organische Belastungsstoffe und Desinfektionsnebenprodukte abzutrennen sowie noch vorhandenes Restozon zu entfernen.</li> <li>6. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>7. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol> <p>Die Stufen 4 und 5 können auch im Bypass geschaltet werden (siehe auch Tabelle 4).</p>

Tabelle 7 Verfahrenskombinationen mit Ultrafiltration

Verfahrenskombination Schema	Grundlage der Verfahrenskombinationen (die Säurekapazität des Rohwassers muss beachtet werden)
<p style="text-align: center;">V a</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration (spülbar). Zum Schutz gegen das Verstopfen der Membrane werden grobe Partikel und Haare zurückgehalten.</li> <li>2. Stufe: Adsorption an Pulveraktivkohle von echt und kolloidal gelösten organischen Verunreinigungen.</li> <li>3. Stufe: Flockung mit Aluminiumsalzen um kolloidal gelöste Verunreinigungen und ortho-Phosphate auszufällen.</li> <li>4. Stufe: Ultrafiltration um partikuläre und mikrobiologische Verunreinigungen, sowie das gefällte Aluminiumphosphat und die geflockten Kolloide abzutrennen.</li> <li>5. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>6. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol>
<p style="text-align: center;">V b</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration (spülbar). Zum Schutz gegen das Verstopfen der Membrane werden grobe Partikel und Haare zurückgehalten.</li> <li>2. Stufe: Mehrschichtfiltration um organische Belastungsstoffe und Desinfektionsnebenprodukte abzutrennen.</li> <li>3. Stufe: Flockung mit Aluminiumsalzen um kolloidal gelöste Verunreinigungen und ortho-Phosphate auszufällen.</li> <li>4. Stufe: Ultrafiltration um partikuläre und mikrobiologische Verunreinigungen, sowie das gefällte Aluminiumphosphat und die geflockten Kolloide abzutrennen.</li> <li>5. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>6. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol>
<p style="text-align: center;">V c</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: Vorfiltration (spülbar). Zum Schutz gegen das Verstopfen der Membrane werden grobe Partikel und Haare zurückgehalten.</li> <li>2. Stufe: Flockung mit Aluminiumsalzen um kolloidal gelöste Verunreinigungen und ortho-Phosphate auszufällen.</li> <li>3. Stufe: Ultrafiltration um partikuläre und mikrobiologische Verunreinigungen, sowie das gefällte Aluminiumphosphat und die geflockten Kolloide abzutrennen.</li> <li>4. Stufe: Ozonung im By-Pass zur Oxidation chemischer Wasserinhaltsstoffe und zur Abtötung von Mikroorganismen sowie Inaktivierung von Viren.</li> <li>5. Stufe: Sorptionsfiltration im By-Pass um organische Belastungsstoffe und Desinfektionsnebenprodukte abzutrennen sowie noch vorhandenes Restozon zu entfernen.</li> <li>6. Stufe: Einstellung eines optimalen pH-Werts für Flockung und Chlorung.</li> <li>7. Stufe: Chlorung zur Desinfektion des Filtrats vor der Zuleitung in die Schwimm- und Badebecken.</li> </ol>

## 6 TECHNISCHE BECKEN

### 6.1 Grundlagen

Technische Becken (Behälter) dienen der Badewasseraufbereitungsanlage als Speicher. Sie müssen:

- von den technischen Räumen abgetrennt sein,
- geschlossen und mit einer Be- und Entlüftungsleitung ins Freie ausgerüstet sein (um Energieverluste zu minimieren, kann ein Be- und Entlüftungsventil eingebaut werden),
- einen Sicherheitsüberlauf aufweisen,
- für periodische Reinigungsarbeiten gut zugänglich sein (Suva-Merkblatt 44062 [46]),
- komplett entleert werden können (genügend Bodengefälle),
- mit einer Einsichtmöglichkeit inklusive Beleuchtung ausgestattet sein,
- mit einer geeigneten Niveaumessung ausgerüstet sein.

Für die Reinigung und Desinfektion muss auf die Materialisierung der Beckenauskleidung geachtet werden (hell und glatt).

### 6.2 Ausgleichsbecken (AGB)

6.2.1 Zur Sicherung des ständigen Abflusses des Beckenwassers über die Überlaufkante ist ein Becken zum Ausgleich von Schwankungen des Wasseranfalls anzuordnen.

6.2.2 Ausgleichsbecken müssen unterhalb des Wasserspiegels der Badebecken angeordnet werden, damit die Rinnenrücklaufleitungen mit ausreichendem Gefälle verlegt werden können, und so gestaltet sein, dass eine gleichmässige Durchströmung sichergestellt ist.

6.2.3 In Freibädern muss

- der Notüberlauf zusätzlich für den Regenwasseranfall dimensioniert sein,
- zur Abscheidung von grobem Schmutz ein Vorfilter eingebaut werden.

6.2.4 Richtwerte für die Dimensionierung des Nutzvolumens  $V$ :

- Die Schwallwassermenge durch Wellenbewegung und die Verdrängungswassermenge durch die Badegäste entsprechen einer Wasserspiegel-Absenkung im Becken von etwa 4 bis 6 cm (der grössere Wert gilt für kleinere Becken und solche mit starker Wellenbildung).
- Bei Sprudelbecken muss das nutzbare Behältervolumen mindestens das Zweifache des Badebeckenvolumens betragen.

6.2.5 Grundlagen für die Dimensionierung des Nutzvolumens  $V$ :

$$V = V_V + V_W (+ V_R \text{ bei Anschwemmfilter}) \quad (7)$$

$$V_V = V_P \cdot \frac{A}{a} \quad (8)$$

$$V_R = f_1 \cdot A_F \quad (9)$$

$$V_W = f_2 \cdot A \cdot 10^{-0,144 \cdot Q/L} \quad (10)$$

$V_V$  durch die Badegäste verdrängtes Beckenwasservolumen, in  $m^3$

$V_W$  Schwallwasservolumen, in  $m^3$

$V_R$  Wasservorrat für die Filterspülung, in  $m^3$

$V_P$  Wasservolumen pro Person ( $0,075 m^3$ )

$A$  Wasserfläche des Beckens, in  $m^2$

$a$  personenbezogene Wasserfläche, in  $m^2$

$f_1$  Spülwasserbedarf pro  $m^2$  Filterfläche ( $m^3/m^2$ )

$A_F$  Filterfläche, in  $m^2$

$f_2$  empirischer Wert für Wellenausstrag ( $0,052 m$ )

$Q$  Volumenstrom der Umwälzung, in  $m^3/h$

$L$  Länge der Überlaufkante, in  $m$

6.2.6 Beispiel: Berechnung des notwendigen Schwallwasservolumens (Nutzvolumen) für ein Schwimmerbecken 50 m × 21 m, Wasserfläche 1050 m<sup>2</sup>.

$$V = V_V + V_W$$

$$V_V = V_P \cdot \frac{A}{a} = 0,075 \cdot \frac{1050}{5} = 15,750 \text{ m}^3$$

$$\frac{Q}{L} = \frac{420}{142} = 2,96$$

$$V_W = f_2 \cdot A \cdot 10^{-0,144 \cdot Q/L} = 0,052 \cdot A \cdot 10^{-0,144 \cdot 2,96} = 0,052 \cdot 1050 \cdot 10^{-0,426} = 0,052 \cdot 1050 \cdot 0,375 = 20,475 \text{ m}^3$$

$$\text{Summe } V = V_V + V_W = 36,225 \text{ m}^3$$

Wird für eine Anschwemmfilteranlage ein Ausgleichsbecken geplant, aus welchem auch gespült wird, so errechnet sich für obiges Beispiel folgendes Nutzvolumen:

$$V = V_V + V_W + V_R, \text{ in m}^3$$

$$V = 15,750 + 20,475 + \text{Spülwassermenge für Anschwemmfilter}$$

### 6.3 Spülwasserbecken (SWB)

6.3.1 Für Tiefenfilter muss das Spülwasser in einem separaten Spülwasserbecken gespeichert werden. Der stetige Zulauf erfolgt aus dem Filtrat und wird normalerweise über eine Wärmerückgewinnung mit Frischwasser abgekühlt.

6.3.2 Eine Noteinspeisung mit Trink- oder Reinwasser wird empfohlen.

6.3.3 Bei Anschwemmfilter erfolgt die Spülung durch Abschwemmen der Filter- und Schmutzschicht. Deshalb kann das Spülwasser aus dem Ausgleichsbecken entnommen werden.

6.3.4 Bei der Ultrafiltration wird kein Spülwasserbecken benötigt. Das Spülwasser wird direkt dem Aufbereitungskreislauf entnommen.

6.3.5 Spülwasserbecken müssen so gestaltet sein, dass eine gleichmässige Durchströmung und die Desinfektion sichergestellt sind.

6.3.6 Dimensionierung der Spülwasserbecken

Die Spülwassermenge wird durch die Filterkonstruktion bestimmt. Die Spülhäufigkeit ist zu berücksichtigen. Eine sorgfältige Bilanzierung von Frischwasser- und Spülwasserbedarf ist notwendig.

Richtwerte für Spülwasserbedarf pro m<sup>2</sup> Filterfläche  $f_1$ :

- für Tiefenfilter ca. 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>
- für Anschwemmfilter ca. 0,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> (zuzüglich Behältervolumen des Anschwemmfilters)

### 6.4 Rückhaltebecken (RHB)

Im Rückhaltebecken wird das Schlammwasser der Filterspülung zurückgehalten und kontinuierlich dem Abwassersystem zugeführt. Ein Rückhaltebecken ist nötig

- auf Verlangen der örtlichen Behörden,
- bei ungenügender Kapazität des Abwassersystems.

## 6.5 **Anschwemmbecken (ASB)**

Für Anschwemmfilter können das Filterhilfsmittel und geeignete Zusatzstoffe mittels Anschwemmbecken in den Kreislauf eingebracht werden. Anschwemmbecken sollen

- der Grundanschwemmung und Sekundärdosierung dienen,
- eine möglichst einfache und staubfreie Einbringung der Filterhilfsmittel sicherstellen,
- durch ihre Ausführung und Konstruktion eine stetige Bewegung der Suspension sicherstellen, um eine Sedimentation zu verhindern,
- mittels hydraulischer Einbindung den Zufluss des Prozesswassers sowie den Abfluss der Suspension in den Anschwemmfilter gewährleisten,
- spezifisch dimensioniert werden.

## 6.6 **Absetzbecken (ABSB)**

Das Absetzbecken dient zur Abtrennung von Feststoffen durch Sedimentation. Ein Absetzbecken ist nötig

- auf Verlangen der örtlichen Behörden,
- für eine Aufbereitung des Schlammwassers,
- bei einem Wärmeentzug aus dem Schlammwasser.

## 6.7 **Zwischenspeicherbecken (ZSB)**

Zwischenspeicherbecken dienen zur örtlichen Speicherung von Kreislaufwasser mit hydraulischer Einbindung in die Badewasseraufbereitungsanlage (z. B. für Wasserrutschen, adaptive Schaltungen). Zwischenspeicherbecken müssen

- so gestaltet sein, dass eine gleichmässige Durchströmung sichergestellt ist,
- nach den spezifischen Anforderungen ausgelegt werden.

## 6.8 **Nachtspeicherbecken (NAB)**

Zur Verminderung der Wärmeverluste von Schwimm- und Badebecken ausserhalb der Betriebszeiten wird das Beckenwasser in ein Nachtspeicherbecken entleert. Nachtspeicherbecken müssen

- sich innerhalb des Gebäudes oder innerhalb des sich auf Beckentemperatur befindlichen Teils des Gebäudes befinden (innerhalb des Dämmperimeters),
- das gesamte Volumen der Schwimm- und Badebecken aufnehmen können,
- ständig über die Aufbereitungsanlage umgewälzt werden,
- so gestaltet sein, dass eine gleichmässige Durchströmung und die Desinfektion sichergestellt sind.

## **7 FILTERSYSTEME**

### **7.1 Grundlagen**

- 7.1.1 Detaillierte Informationen zu möglichen Verfahrenskombinationen und die zugehörigen Beschreibungen der einzelnen Verfahrensschritte sind unter 5.2 dargestellt.
- 7.1.2 Durch Filtration werden die Kolloide (nach Koagulation), das gefällte Aluminiumphosphat und die Pulver-Aktivkohle sowie geklumpte und umhüllte Mikroorganismen, die sich der Einwirkung des Desinfektionsmittels im Becken entzogen haben, aus dem Wasser entfernt.
- 7.1.3 Während der gesamten Filterlaufzeit sollen im Filtrat folgende Richtwerte nicht überschritten werden:
- |                       |       |      |
|-----------------------|-------|------|
| Trübung               | 0,1   | FNU  |
| Ortho-Phosphate als P | 0,005 | mg/l |
| Aluminium             | 0,05  | mg/l |
- 7.1.4 Die Nennleistung des Filters muss bei maximalem Filterwiderstand vor der Spülung gewährleistet werden.
- 7.1.5 Die angegebenen Filtergeschwindigkeiten gelten für Süss- und Solewasser (bis 3% Salzgehalt). Für Wässer mit stark veränderter Viskosität müssen die Filtergeschwindigkeiten angepasst werden.

### **7.2 Spülung der Filtersysteme**

- 7.2.1 Durch die Spülung der Filter werden die zurückgehaltenen Stoffe ausgetragen. Eine sorgfältige Bilanzierung zwischen Spülwasserbedarf und Frischwasserzusatz ist nötig.
- 7.2.2 Die Filterspülungen werden manuell oder automatisch, gesteuert über eine Differenzdruckmessung der Filtration, ausgelöst. Der Ablauf der Filterspülung erfolgt automatisch. Die Funktionsweise der Filterspülungen ist zu überwachen.
- 7.2.3 Die Filterspülungen sind idealerweise ausserhalb des Badebetriebs auszuführen.
- 7.2.4 Die erforderliche Spülwassermenge muss bei Beginn des Spülvorgangs zur Verfügung stehen.
- 7.2.5 Der Spülvorgang wird programmgemäss durchgeführt und darf nicht unterbrochen werden.

### **7.3 Vorfilter**

- 7.3.1 Vorfilter schützen Pumpen und Armaturen sowie die Filteranlage vor groben Verunreinigungen.
- 7.3.2 Zur Reinigung muss der Vorfilter auf einfache Art geöffnet werden können.
- 7.3.3 In Freibädern wird der erhöhte Anfall von groben Verunreinigungen mit zusätzlichen Sieben vor dem Ausgleichsbecken zurückgehalten.

## 7.4 Tiefenfilter

### 7.4.1 Grundlagen

Ein Tiefenfilter dient zur Abscheidung von Partikeln aus strömenden Fluiden. Der Trenneffekt erfolgt in der Tiefe des Filtermediums. Im Gegensatz zum Anschwemmfilter ist bei der Tiefenfiltration die Ausbildung eines Filterkuchens ausdrücklich nicht erwünscht.

Anforderungen an die Filterbehälter:

- Zum Ein- und Ausbringen des Filtermaterials sowie zur Montage und Kontrolle der Filterdüsen sind die erforderlichen Revisionsöffnungen im Filterbehälter in geeigneter Grösse anzuordnen.
- Filter müssen mit mindestens einem Sichtfenster ausgestattet sein, das die Beobachtung der Oberfläche bzw. der Trennschicht jedes Filtermaterials bei der Filtration und der Filterbettausdehnung bei der Spülung zulässt.
- Die Roh- und Schlammwasserführung ist für einen Rohwassereintrag mit geringen Filterbettverwerfungen und rückstaufreie Schlammwasserableitung zu gewährleisten.
- Für die Filtration und optimale Spülung ist ein horizontal ausnivellierter Filterdüsenboden mit mindestens 60 Filterdüsen pro m<sup>2</sup> Filterfläche erforderlich.
- Die Druckverhältnisse müssen während des Filterbetriebs gemessen werden können.
- Zur Abführung des Erstfiltrats ist eine geeignete Vorrichtung einzubauen.

### 7.4.2 Einschichtfilter (ESF)

7.4.2.1 Einschichtfilter haben nur eine funktionelle Filterschicht und können im Über- oder Unterdruck betrieben werden.

Filtergeschwindigkeit	≤ 30 m/h
Gesamtschichthöhe	≥ 1,20 m
Freibordhöhe	≥ 25% der Gesamtschichthöhe + 0,2 m

7.4.2.2 Zur Reduktion von Desinfektionsnebenprodukten kann dem Rohwasser für Einschichtfilter vor der Flockung Pulver-Aktivkohle zudosiert werden.

Empfohlene Filterlaufzeiten:

Einschichtfilter	3 Tage
Einschichtfilter für Sprudelbecken	1 Tag
Filter mit Adsorption an Pulver-Aktivkohle	2 Tage
Druckverluste nach Filterspülung	< 0,1 bar
Druckverluste vor Filterspülung	< 0,5 bar

7.4.2.3 Während des Filterbetriebs muss der Filter ständig entlüftet und die Oberfläche des Filterbetts möglichst waagrecht sein.

7.4.2.4 Filterspülung

- Während der Wasserspülphase ist eine Fluidisierung der Filterschichten und eine Filterbettausdehnung von mind. 10% der Gesamtschichthöhe erforderlich, um die im Filter zurückgehaltenen Stoffe, insbesondere die für das Badewasser unerwünschten Mikroorganismen, auszutragen.
- Während der Spülung muss der Raum oberhalb des Filterbettes durch Entlüftungsleitungen drucklos mit der Atmosphäre in Verbindung stehen.
- Das Schlammwasser muss ungehindert und im freien Gefälle abfliessen können. Gegebenenfalls ist ein Rückhaltebecken erforderlich.
- Die Spülluft muss ungehindert ins Freie abgeführt werden.

- a) Richtwerte für getrennte Luft- und Wasserspülung von Einschichtfiltern am Beispiel mit Quarzsand der Korngruppe 0,7 bis 1,2 mm
1. Phase: Belüftung des Filterbehälters und Absenkung des Wassers bis etwa 5 cm oberhalb des Filterbettes.
  2. Phase: Aufbrechen des Filterbettes mit Luft während ca. 30 bis 60 s, Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h.
  3. Phase: Reine Wasserspülung ca. 3 bis 4 Minuten, Wassergeschwindigkeit ca. 50 bis 60 m/h (je nach Korngruppenkombinationen und Erreichung der Filterbettausdehnung).
  4. Phase: Abführung des Erstfiltrats.
  5. Phase: Umstellung auf Filterbetrieb.
- b) Richtwerte für die kombinierte Luft- und Wasserspülung von Einschichtfiltern am Beispiel mit Quarzsand der Korngruppe 0,7 bis 1,2 mm
1. Phase: Belüftung des Filterbehälters und Absenkung des Wassers.
  2. Phase: Luftspülung ca. 1 Minuten, Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h.
  3. Phase: Luft- und Wasserspülung gleichzeitig ca. 3 Minuten, Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h, Wassergeschwindigkeit ca. 25 m/h.
  4. Phase: Reine Wasserspülung 2 Minuten, Wassergeschwindigkeit ca. 50 bis 60 m/h (je nach Korngruppenkombinationen und Erzielung der Filterbettausdehnung).
  5. Phase: Abführung des Erstfiltrats.
  6. Phase: Herstellung des Aufbereitungsbetriebs.

### 7.4.3 Mehrschichtfilter (MSF)

7.4.3.1 Mehrschichtfilter haben mehrere funktionelle Filterschichten und können im Über- oder Unterdruck betrieben werden. Bei Verfahrenskombinationen mit Ozon müssen für den Ozonbereich geschlossene Filter eingesetzt werden.

Filtergeschwindigkeit	≤ 30 m/h
Gesamtschichthöhe	≥ 1,20 m
Obere Filterschicht	≥ 0,3–0,6 m (Adsorptionsschicht)
Untere Filterschicht	≥ 0,6–0,9 m (Stütz- und Filterschicht)
Freibordhöhe:	≥ 30 % der Gesamtschichthöhe + 0,3 m

Empfohlene Filterlaufzeiten:

Mehrschichtfilter	3 Tage
Mehrschichtfilter für Sprudelbecken	1 Tag

Druckverluste nach Filterspülung	< 0,1 bar
Druckverluste vor Filterspülung	< 0,5 bar

7.4.3.2 Die Anforderungen an die Filterbehälter sind gleich wie bei Einschichtfiltern (siehe 7.4.2).

7.4.3.3 Die speziellen Eigenschaften des eingesetzten Adsorptionsmaterials sind zu berücksichtigen.

#### 7.4.3.4 Filterspülung

- Zur Lockerung des Filterbettes kann kurz mit Luft vorgespült werden. Auf eine kombinierte Luft- und Wasserspülung ist zu verzichten.
- Bei Verwendung von Ozon muss Wasser im Filterbehälter vor der Filterspülung ozonfrei sein.
- Während der Wasserspülphase ist eine Fluidisierung der Filterschichten und eine Filterbettausdehnung von mind. 10 % der Gesamtschichthöhe erforderlich, um die im Filter zurückgehaltenen Stoffe, insbesondere die für das Badewasser unerwünschten Mikroorganismen auszutragen.
- Die Spülwassergeschwindigkeit und die Spülzeiten sind unter Berücksichtigung des eingesetzten Filtermaterialtyps zu wählen.
- Während der Spülung muss der Raum oberhalb des Filterbettes durch Entlüftungsleitungen drucklos mit der Atmosphäre in Verbindung stehen. Bei Verfahrenskombination mit Ozon muss darauf geachtet werden, dass kein Ozon unkontrolliert austreten kann.
- Das Schlammwasser muss ungehindert und im freien Gefälle abfließen können. Gegebenenfalls ist ein Rückhaltebecken erforderlich.
- Die Spülluft muss ungehindert ins Freie abgeführt werden.

- 7.4.3.5 Richtwerte für die Wasserspülung von Sorptionsfiltern mit Aktivkornkohle am Beispiel der Korngruppe von 0,6 bis 2,5 mm:
1. Phase: Belüftung des Filterbehälters und Absenkung des Wassers bis etwa 5 cm oberhalb des Filterbettes.
  2. Phase: Aufbrechen des Filterbettes mit Luft während ca. 30 bis 60 s, Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h.
  3. Phase: Ruhezeit ca. 3 Minuten.
  4. Phase: Reine Wasserspülung ca. 3 bis 4 Minuten, Wassergeschwindigkeit ca. 50 bis 60 m/h (je nach Korngruppenkombinationen und Erreichung der Filterbettausdehnung).
  5. Phase: Abführung des Erstfiltrats.
  6. Phase: Umstellung auf Filterbetrieb.

#### 7.4.4 Sorptionsfilter (SOFI)

7.4.4.1 Sorptionsfilter haben mehrere funktionelle Filterschichten und können nur im Überdruck betrieben werden.

7.4.4.2 Sie trennen die durch Ozon ausgefällten Verunreinigungen, adsorbieren gelöste oxidierte Belastungsstoffe und Desinfektionsnebenprodukte und bauen das im Wasser noch vorhandene Restozon und Desinfektionsmittel ab.

Filtergeschwindigkeit  $\leq 40$  m/h

Beim Einsatz mit Ozon:

Gesamtschichthöhe  $\geq 0,9$  m

Obere Filterschicht  $\geq 0,6$  m (Adsorptionsschicht)

Untere Filterschicht  $\geq 0,3$  m (Stütz- und Filterschicht)

Beim Einsatz ohne Ozon nach einem Tiefen- oder Anschwemmfilter, auch im Bypass:

Gesamtschichthöhe  $\geq 0,6$  m

Obere Filterschicht  $\geq 0,3$  m (Adsorptionsschicht)

Untere Filterschicht  $\geq 0,3$  m (Stütz- und Filterschicht)

Freibordhöhe  $\geq 30\%$  der Gesamtschichthöhe + 0,3 m

Empfohlene Filterlaufzeiten 5 Tage

Druckverluste nach Filterspülung  $< 0,1$  bar

Druckverluste vor Filterspülung  $< 0,5$  bar

7.4.4.3 Die Anforderungen an die Filterbehälter sind gleich wie bei Einschichtfiltern (siehe 7.4.2).

7.4.4.4 Die speziellen Eigenschaften der eingesetzten Aktivkohle sind zu berücksichtigen.

7.4.4.5 Durch Oxidationsreaktionen und durch die Spülung geht Aktivkohle verloren. Die Schichthöhe ist regelmässig zu kontrollieren und bei Bedarf Aktivkohle nachzufüllen.

7.4.4.6 Filterspülung:

- Bei Verwendung von Ozon muss das Wasser im Filterbehälter vor der Filterspülung ozonfrei sein.
- Zur Lockerung des Filterbettes kann kurz mit Luft vorgespült werden. Auf eine kombinierte Luft- und Wasserspülung ist zu verzichten.
- Während der Wasserspülphase ist eine Fluidisierung der Filterschichten und eine Filterbettausdehnung von mind. 10% der Gesamtschichthöhe erforderlich, um die im Filter zurückgehaltenen Stoffe, insbesondere die für das Badewasser unerwünschten Mikroorganismen auszutragen.
- Die Spülwassergeschwindigkeit und die Spülzeiten sind unter Berücksichtigung des eingesetzten Filtermaterialtyps zu wählen.
- Während der Spülung muss der Raum oberhalb des Filterbettes durch Entlüftungsleitungen drucklos mit der Atmosphäre in Verbindung stehen. Bei Verfahrenskombination mit Ozon muss darauf geachtet werden, dass kein Ozon unkontrolliert austreten kann.
- Das Schlammwasser muss ungehindert und im freien Gefälle abfliessen können. Gegebenenfalls ist ein Rückhaltebecken erforderlich.
- Die Spülluft muss ungehindert ins Freie abgeführt werden.

- 7.4.4.7 Richtwerte für die Wasserspülung von Mehrschichtfiltern mit Aktivkohle am Beispiel der Korngruppe von 0,6 bis 2,5 mm:
1. Phase: Belüftung des Filterbehälters und Absenkung des Wassers bis etwa 5 cm oberhalb des Filterbettes.
  2. Phase: Aufbrechen des Filterbettes mit Luft während ca. 30 bis 60 s, Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h.
  3. Phase: Ruhezeit ca. 3 Minuten.
  4. Phase: Reine Wasserspülung ca. 3 bis 4 Minuten, Wassergeschwindigkeit ca. 50 bis 60 m/h (je nach Korngruppenkombinationen und Erreichung der Filterbettausdehnung).
  5. Phase: Abführung des Erstfiltrats.
  6. Phase: Umstellung auf Filterbetrieb.

Periodisch kann die Spülung mit ozonhaltigem Filtrat erfolgen.

## 7.5 Anschwemmfilter (ASFI)

### 7.5.1 Grundlagen

- 7.5.1.1 In der Anschwemmfiltration werden Filterhilfsmittel und geeignete Zusatzstoffe durch den Wasserstrom als gleichmässige, poröse Filterschicht auf den Trägerflächen der Filterelemente angeschwemmt.
- 7.5.1.2 Durch die feine Struktur des Filtermaterials werden die partikulären und die kolloidalen Inhaltsstoffe abgetrennt.
- 7.5.1.3 Die Anschwemmfilter können im Über- oder Unterdruck betrieben werden. Die Filtergeschwindigkeit muss je nach Bauweise und Betriebsablauf unter Beachtung der vorgegebenen Belastung eingehalten werden.
- 7.5.1.4 Strömungsbleche, genügender Abstand der Filterelemente und ausreichende Freiräume sind Voraussetzung für eine gleichmässige Anschwemmung und optimalen Filterbetrieb.
- 7.5.1.5 Eine möglichst staubfreie Einbringung des Filtermaterials ist sicherzustellen. Zusatz-Hilfsstoffe können in Kombination mit dem Filterhilfsmittel angewendet werden (siehe SN EN 12903, SN EN 12913, SN EN 12914, SN EN 15799).
- 7.5.1.6 Zur Grundanschwemmung mit Kieselgur sind pro m<sup>2</sup> Filterfläche 0,5 kg Kieselgur oder ein zweischichtiger Aufbau mit Kieselgur und mit Kieselgur Pulver-Aktivkohle von insgesamt 0,6 kg vorzusehen.
- 7.5.1.7 Die Beimischung von Pulver-Aktivkohle ermöglicht die Abtrennung gelöster Desinfektionsnebenprodukte und organischer Verunreinigungen.
- 7.5.1.8 Um die Filterstandzeit zu verlängern, kann bei starker Belastung dem Rohwasser während des Filterbetriebs kontinuierlich ca. 5 bis 10 g Filterhilfsmittel pro Badegast und Tag zugeführt werden.
- 7.5.1.9 Das Mengenverhältnis von Pulver-Aktivkohle zu Kieselgur kann je nach Beschaffenheit der Pulver-Aktivkohle 1:1 bis 1:8 betragen.
- 7.5.1.10 Empfohlene Filterlaufzeit: 5 Tage.
- 7.5.1.11 Der Zeitpunkt der Filterspülung wird durch Druckmessung bestimmt.
- 7.5.1.12 Die Filterspülung, d.h. die Reinigung der Trägerflächen der Filterelemente, kann mit Badewasser erfolgen. Ein separates Spülwasserbecken ist nicht erforderlich.
- 7.5.1.13 Die Spülwassermenge pro Filterfläche beträgt ca.  $\leq 0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$  (zuzüglich Behältervolumen).
- 7.5.1.14 Der Spülvorgang wird manuell ausgelöst und programmgesteuert durchgeführt. Die Filterspülung kann als Rückspülung oder Abspülung der Filterschicht erfolgen. Dabei müssen die zurückgehaltenen Stoffe mit dem Filtermaterial ausgetragen und verworfen werden.

- 7.5.1.15 Die Filterspülung muss eine vollständige Reinigung der Filterflächen sicherstellen.
- 7.5.1.16 Um den Anschwemm- und Reinigungsprozess beobachten zu können, sind Schaugläser oder Öffnungen mit Beleuchtung einzubauen.
- 7.5.1.17 Einem ungehinderten Abfluss des Schlammwassers ist Beachtung zu schenken. Gegebenenfalls ist ein Rückhaltebecken oder Absetzbecken erforderlich. Die örtlichen Einleitungsbedingungen in die Schmutzwasserkanalisation sind zu beachten.

## 7.5.2 **Druckanschwemmfilter**

- 7.5.2.1 Der Filterbehälter muss mit einem zu öffnenden Deckel mit Abhebevorrichtung verschlossen sein.
- 7.5.2.2 Die Druckverluste und Filtergeschwindigkeiten sollen folgende Werte nicht überschreiten:
  - nach Grundanschwemmung  $\leq 0,1$  bar
  - vor Spülung  $< 0,5$  bar
  - Anschwemmgeschwindigkeit  $\leq 3,0$  m/h
  - Filtergeschwindigkeit  $\leq 6,0$  m/h

## 7.5.3 **Unterdruckanschwemmfilter**

- 7.5.3.1 Die Reinigung (Spülung) kann auch manuell erfolgen. Der Filterbehälter muss ein genügendes Bodengefälle aufweisen.
- 7.5.3.2 Der Filterbehälter muss abgedeckt und mit einer Überflutungssicherung bei Stromausfall ausgestattet sein.
- 7.5.3.3 Die Druckverluste und Filtergeschwindigkeiten sollen folgende Werte nicht überschreiten:
  - nach Grundanschwemmung  $\leq 0,1$  bar
  - vor Spülung  $< 0,4$  bar
  - Anschwemmgeschwindigkeit  $\leq 3,0$  m/h
  - Filtergeschwindigkeit  $\leq 6,0$  m/h

## 7.6 **Membranfilter (Ultrafiltration, UF)**

### 7.6.1 **Grundlagen**

- 7.6.1.1 Bei der Ultrafiltration erfolgt die Abtrennung von Partikeln und Schmutzstoffen nach dem Prinzip der Flächenfiltration, d. h. die vorhandenen Membranen mit Porengrößen von 0,01 bis 0,05  $\mu\text{m}$  selektieren ähnlich einem Sieb Partikel nach ihrer Grösse; Partikel mit Durchmessern grösser als Porengrösse werden durch die Membran zurückgehalten. Das Rückhaltevermögen muss  $\geq 99,99\%$  für MS2-Coliphagen betragen. Zur Verbesserung der Filtration und zum Schutz der Membranen gegen Fouling wird dem Rohwasser ein Flockungsmittel zugesetzt.
- 7.6.1.2 Die Filtrationsschärfe der Ultrafiltration liegt im Bereich von 0,05  $\mu\text{m}$  bis 0,1  $\mu\text{m}$ . In diesen Bereich fallen z. B. auch kolloidale Stoffe, Bakterien und Viren. Zum Abbau von gelösten Wasserinhaltsstoffen wird eine weitere Verfahrensstufe benötigt.
- 7.6.1.3 Nach den Umwälzpumpen werden zum Schutz der Membranen weitere Vorfilter eingesetzt.

### 7.6.2 **Anforderungen und Konstruktion**

- 7.6.2.1 Die Ultrafiltrationsmodule der Aufbereitungsanlage bestehen üblicherweise aus Hohlfasern, die in einem Kunststoff-Druckrohr untergebracht sind. Die Ultrafiltration wird mittels der Dead-End-Filtration (Betriebsart, bei der das aufzubereitende Wasser während der Filtrationsphase vollständig und ohne Rezirkulation durch die Membranen filtriert wird) betrieben. Bei dieser Art der Filtration sind die Filteröffnungen so winzig, dass die Wassertemperatur bzw. die Viskosität des Wassers eine sehr grosse Rolle spielen.

### 7.6.3 **Filtermaterial**

Die Filtration erfolgt über eine Membran. Als Membranmaterialien sind mechanisch feste polymere Kunststoffe geeignet. Die Beständigkeit gegenüber Desinfektionsmitteln sowie grossen pH-Bereichen muss gegeben sein. Aufgrund ihrer hohen mechanischen Stabilität haben sich Hohlfasermembranen im In/Out-Betrieb bewährt. Es muss eine gleichmässige Verteilung und ein enger Grössenbereich der Poren bei den Membranen gegeben sein.

### 7.6.4 **Integritätstest**

7.6.4.1 Ein Integritätstest zur Prüfung der Membranfunktion muss mindestens jährlich nach Herstellerangaben erfolgen.

7.6.4.2 Die feuchten Membranen werden von der Filtrat-Seite her mit Luft beaufschlagt. Durch die Oberflächenspannung des Wassers kann die Luft die intakten Membranen nur sehr schlecht durchdringen. Fasernbrüche können über das Absinken des Druckes erkannt werden. Dabei können mehrere Module gleichzeitig getestet werden. Liegt der Druckabfall über den Vorgaben, die bei neuen Modulen bestimmt wurden, so besteht der Verdacht auf einen Membrandefekt. Die betroffenen Kapillaren können über einen Blasentest identifiziert werden. Membrandefekte müssen umgehend behoben werden, damit die Filtrationsleistung gewährleistet ist. Sind mehr als 1% der Fasern eines Moduls defekt oder repariert, sollte das Modul ausgetauscht werden.

### 7.6.5 **Filtrationsbetrieb**

7.6.5.1 Aufgrund der besseren Schmutzabtrennung kann der Aufbereitungs-Volumenstrom gegenüber konventionellen Filtern reduziert werden. Es muss jedoch sichergestellt sein, dass die Beckenhydraulik, insbesondere der Austrag der Verunreinigungen, dadurch nicht beeinträchtigt wird.

7.6.5.2 Die erforderliche Membranfläche berechnet sich aus dem Volumenstrom ( $m^3/h$ ) geteilt durch den Flux einer Membran ( $l/m^2 \cdot h$ ). Der Flux oder Filtratflux ist die auf die Membranfläche bezogene durchgesetzte Menge an Filtrat je Zeiteinheit. Der derzeit übliche Flux einer Polymer-Membran liegt in Abhängigkeit von der Temperatur zwischen 150 und 180  $l/(m^2 \cdot h)$ .

### 7.6.6 **Filterspülung**

7.6.6.1 Die während des Filtrationsbetriebes von den Membranen zurückgehaltenen Wasserinhaltsstoffe führen zu einer Belagsbildung auf der Membranoberfläche. Dieser Belag erhöht den Widerstand der Membran. Eine Spülung wird dann erforderlich, wenn ein festgelegter Grenzwert für den zulässigen Transmembrandruck (Druckdifferenz zwischen Rohwasser und Filtrat, z. B. 0,2 bis 1,2 bar) erreicht wird. Üblicherweise erfolgt die Spülung nach einem festgelegten Zeitintervall vor Erreichen des maximal zulässigen Transmembrandruckes (z. B. nach 3 bis 8 h für 30 bis 60 s).

7.6.6.2 Das Spülprogramm muss auf die Anlage abgestimmt sein und vollautomatisch ablaufen. Es müssen Spülungen mit und ohne Chemikaliengabe unter Beachtung der Reaktionszeiten erfolgen.

7.6.6.3 Der Flux für die Spülung ist von der Art der Membranen abhängig. Der derzeit übliche Flux einer Polymer-Membran liegt zwischen 230 und 300  $l/(m^2 \cdot h)$ .

7.6.6.4 Die Spülung ohne Chemikaliengabe muss entgegen der Filtrationsrichtung erfolgen. Nach der Spülung verbleibt ein geringer, nicht abbaubarer Restwiderstand (Fouling), so dass die Durchlässigkeit der Membranen mit der Betriebszeit abnimmt und der Transmembrandruck zunimmt.

- 7.6.6.5 Bei einstrassigen Aufbereitungen ist während der Spülung die Filtration unterbrochen, bei mehrstrassigen Aufbereitungen kann die Filtration fortgeführt werden. Bei einstrassigen Ultrafiltrationen sind ein Speicher für das Spülwasser und eine separate Spülpumpe notwendig. Eine ausreichende Konzentration an Desinfektionsmittel im Spülwasserspeicher ist nötig, um eine Verkeimung zu vermeiden. Der Speicher muss durchströmt, revisionierbar und vollständig entleerbar sein.
- Bei mehrstrassigen Ultrafiltrationen kann die Spülung über Spülbehälter erfolgen, üblich ist jedoch eine Spülung mit dem Filtrat mehrerer anderer Strassen.
- 7.6.6.6 Bei Spülung mit Chemikaliengabe zur Verminderung von Scaling und Fouling ist in regelmässigen zeitlichen Abständen bei der Spülung der Membranen eine Spül- oder Desinfektionschemikalie zuzusetzen. Je nach Spülprozess muss die Chemikalie eine gewisse Zeit einwirken, bevor die Lösung wieder aus dem System ausgespült wird.
- 7.6.6.7 Bei eintägigen Betriebsunterbrechungen ist die Ultrafiltration zu spülen und zu desinfizieren. Bei längeren Betriebsunterbrechungen sind die Vorgaben des Herstellers zu beachten. Es ist auf eine frostfreie Aufstellung der Membranen zu achten, besonders bei Freibädern.

## 8 ZUSÄTZLICHE VERFAHRENSSCHRITTE

### 8.1 Grundlagen

Durch den Einbau von Messgeräten muss die Umwälzung erfasst und überwacht werden um eine Zudosierung von chemischen Stoffen ohne genügenden Volumenstrom zu verhindern.

### 8.2 Ozonung

8.2.1 Die Ozonerzeugung und der Transport müssen bei Unterdruck erfolgen. Der Ozongehalt des Gasgemisches soll im Normzustand  $>20 \text{ g O}_3/\text{m}^3$  betragen. Es sind folgende Ozonzugaben sicherzustellen:

- bei einer Wassertemperatur bis  $32^\circ\text{C}$   $\geq 0,8 \text{ g O}_3/\text{m}^3$ ,
- bei einer Wassertemperatur über  $32^\circ\text{C}$   $\geq 1,0 \text{ g O}_3/\text{m}^3$ .

8.2.2 Die Einmischung des ozonangereicherten Wassers erfolgt in das zu behandelnde Wasser mit einem Mindestdruck von 0,8 bar bei Normalbetrieb bzw. 0,6 bar bei reduziertem Betrieb vor dem statischen Mischer.

8.2.3 Die Zugaben sind während der Betriebszeit der Aufbereitungsanlage ständig aufrechtzuerhalten und die Reaktionszeit des im Filtrat gelösten Ozons soll nach der Vermischung mindestens 3 Minuten betragen.

8.2.4 Die Dosierung einer ausreichenden Ozonmenge ist durch periodische Messungen der Ozonkonzentration nach Reaktion zu überprüfen.

8.2.5 Im Beckenwasser darf die Ozon-Konzentration den in der Verordnung des EDI (TBDV [14]) festgesetzten Wert nicht überschreiten.

### 8.3 Adsorptionsstufe mit Pulver-Aktivkohle

8.3.1 Pulver-Aktivkohle wird proportional zum Volumenstrom der Aufbereitungsanlage dosiert. Um eine ausreichende Adsorptionskapazität sicherzustellen, sind zu beachten:

- Korngrößenverteilung, geringer Anteil an Über- und Unterkorn und innere Oberfläche  $>900 \text{ m}^2/\text{g}$ .
- Bei Tiefen- und Ultrafiltration erfolgt die Zugabe von Pulver-Aktivkohle gleichzeitig mit der Flockung und beträgt  $0,5$  bis  $3 \text{ g}/\text{m}^3$ . Die Dosierstelle ist vor der Flockungsmittelzugabe anzuordnen.

8.3.2 Die beladene Pulver-Aktivkohle wird im Filter zurückgehalten.

8.3.3 Nach der Filterspülung befindet sich die Pulver-Aktivkohle im Schlammwasser. Gegebenenfalls ist ein Rückhaltebecken erforderlich.

### 8.4 UV-Bestrahlung

8.4.1 Ultraviolettes Licht einer Wellenlänge zwischen 200 und 300 nm, auch UV-C genannt, hat eine starke keimtötende Wirkung mit einem Wirkungsmaximum bei ca. 260 nm. Dadurch kommt es zu einer desinfizierenden Wirkung durch Schädigung des Erbguts der Mikroorganismen im Wasser. Dabei werden die DNA der Zellen und die RNA der Viren angegriffen, was den Vermehrungsprozess zerstört.

8.4.2 UV-Licht wird von Quecksilberdampfstrahlern ausgestrahlt. Diese werden direkt in den Wasserkreislauf eingebaut. Das zu behandelnde Wasser muss völlig klar (sehr arm an festen Bestandteilen) sein und in einer möglichst dünnen Schicht und nahe dem Strahler vorbeifliessen (UV-Strahlen werden vom Wasser absorbiert).

- 8.4.3 Da die Bestrahlungsintensität für eine optimale Wirkung wichtig ist und der Wirkungsgrad der UV-Strahler während ihres Betriebs kontinuierlich abnimmt, sollte die Strahlungsintensität kontinuierlich überwacht werden. Auch ist es sinnvoll, die UV-Absorption des zu behandelnden Wassers regelmässig zu kontrollieren. Eine zu hohe Konzentration an organischen Stoffen kann die Desinfektionswirkung beeinträchtigen.
- 8.4.4 Die Desinfektion durch UV-Bestrahlung beschränkt sich auf den Ort der Bestrahlung, es besteht keine Remanenz-Wirkung.
- 8.4.5 In der Badewasseraufbereitung wird in der Regel das Filtrat bestrahlt und eine Raumbestrahlung von  $600 \text{ J/m}^2$  verwendet.
- 8.4.6 Das UV-Gerät muss nach der Filtration und vor Zugabe des Desinfektionsmittels an einer Stelle eingebaut werden, die für Unterhaltsarbeiten genügend Platz gewährt. Auch ist es sinnvoll, den Einbau mit einem Bypass mit kurzen Totvolumen auszustatten.
- 8.4.7 Die Verwendung der UV-Bestrahlung zur Reduktion von gebundenem Chlor (Chloramine) ist möglich, hat jedoch auf die Konzentration der Trihalogenmethane keinen positiven Einfluss.

## 8.5 Flockung

### 8.5.1 Grundlagen

- 8.5.1.1 Eine gut eingestellte Flockung hat zwei Ziele:
- die Koagulation der stabilen Suspensionen mit Flockenbildung zur Herabsetzung der Filtrationstrennschärfe,
  - die Fällung der schwerlöslichen Eisen- oder Aluminiumphosphate zur Bekämpfung des Algenwachstums.
- 8.5.1.2 Es werden Aluminium- oder Eisensalze eingesetzt.
- 8.5.1.3 Die Zugabe des Flockungsmittels muss kontinuierlich und in Abhängigkeit vom Volumenstrom erfolgen.

### 8.5.2 Mittel und Verfahren

- 8.5.2.1 Für eine einwandfreie Flockung ist nicht nur der pH-Wert, sondern auch die Säurekapazität von Bedeutung.
- 8.5.2.2 Dem Wasser mit eingestellter Säurekapazität und auf das Flockungsoptimum eingestelltem pH-Wert wird unter Verwendung einer Dosieranlage Flockungsmittel kontinuierlich und mengenproportional zum Volumenstrom zugesetzt (siehe 8.6 und 8.7).
- 8.5.2.3 Es ist sicherzustellen, dass das Flockungsmittel unmittelbar nach der Dosierung vollständig mit dem Wasser vermischt wird.
- 8.5.2.4 Die Reaktionszeit muss 5 bis 10 Sekunden betragen.
- 8.5.2.5 Flockungsmittel:
- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Aluminiumsalze, z. B.               | Eisensalze, z. B.                  |
| – Aluminiumchlorid nach SN EN 17034 | – Eisen(III)chlorid nach SN EN 888 |
| – Aluminiumsulfat nach SN EN 878    | – Eisen(III)sulfat nach SN EN 890  |
- 8.5.2.6 Erfolgt die Flockung mit Aluminiumsalzen, so ist idealerweise ein pH-Wert von 6,8 bis 7,2, bei Flockung mit Eisensalzen von 6,8 bis 7,5 einzuhalten.
- 8.5.2.7 Die Mindestzugabe an Flockungsmittel beträgt für Aluminiumsalze  $0,05 \text{ g/m}^3$  als Al berechnet; üblicherweise entspricht dies  $0,56 \text{ g}$  technischem Aluminiumsulfat  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14,3 \text{ H}_2\text{O}$  oder  $1,10 \text{ g}$  Aluminiumpolychlorsulfat-Lösung.

- 8.5.2.8 Für Eisensalze beträgt die Mindestzugabe  $0,1 \text{ g/m}^3$  als Fe.
- 8.5.2.9 Algenbekämpfung:
- Sowohl über das Füllwasser als auch durch die Badenden gelangen Phosphate in das Beckenwasser, die das Algenwachstum begünstigen.
  - Durch eine verfahrensgerecht betriebene Flockungsfiltration kann das Phosphat aus dem Badewasser ausgefällt und somit den Algen als Nährstoff entzogen werden. Durch Optimierung der Flockung wird in einem Schwimm- oder Badebecken mit einwandfreier Beckendurchströmung und Einhaltung der Chlorkonzentration ein Algenwachstum verhindert, mindestens aber eingeschränkt. Es empfiehlt sich zudem, den Beckenboden und die Wände öfters zu reinigen.
  - Wo das Algenwachstum durch die oben beschriebenen Massnahmen nicht verhindert werden kann, ist eine gezielte Bekämpfung mit anorganischen Algenvernichtungsmitteln vorzunehmen.

## 8.6 Säurekapazität

- 8.6.1 Die zur Flockung verwendeten Salze reagieren pH-senkend (sauer). Eine genügende Säurekapazität hilft, den für eine gute Flockenbildung nötigen pH-Wert einzuhalten. Die Säurekapazität  $K_{S_{4,3}}$  des Rohwassers ist auf die nachfolgenden Mindestwerte einzustellen:
- Für Schwimm- oder Badebecken  $K_{S_{4,3}} > 0,7 \text{ mmol/l}$  oder  $43 \text{ mg/l}$  Hydrogencarbonat-Ionen oder, auf Calciumcarbonat umgerechnet,  $70 \text{ mg/l CaCO}_3$ .  
Für Wässer mit einer Gesamthärte grösser als die Säurekapazität (verglichen in mmol/l) entspricht dies einer Carbonathärte von  $> 7^\circ\text{fKH}$ .
  - Für Sprudelbecken  $K_{S_{4,3}} > 0,5 \text{ mmol/l}$  oder  $30 \text{ mg/l}$  Hydrogencarbonat-Ionen oder, auf Calciumcarbonat umgerechnet,  $50 \text{ mg/l CaCO}_3$ .  
Für Wässer mit einer Gesamthärte grösser als die Säurekapazität (verglichen in mmol/l) entspricht dies einer Carbonathärte von  $> 5^\circ\text{fKH}$ .
- 8.6.2 Sinkt die Säurekapazität  $K_{S_{4,3}}$  wegen der Desinfektionsmittel- und Säurezugabe ab, kann diese durch Zugabe von hartem Füllwasser (Carbonathärte) angehoben werden. Steht nur weiches Füllwasser zur Verfügung, kann die Säurekapazität  $K_{S_{4,3}}$  durch Zugabe einer wässrigen Lösung von Natriumcarbonat (Soda,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) oder Natriumhydrogencarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) angehoben werden. Dabei ist zu beachten, dass bei aggressiven Wässern auch die Gesamthärte erhöht werden sollte. Ein Einsatz von Marmor, Dolomit oder Calciumchlorid ist möglich.
- 8.6.3 Die Säurekapazität ist zu kontrollieren und muss gegebenenfalls auf die Werte gemäss Tabelle 1 eingestellt werden.

## 8.7 Neutralisation

### 8.7.1 Grundlagen

- 8.7.1.1 Das Messwasser für die Neutralisation wird gemeinsam mit dem Messwasser für die Desinfektion aus dem Schwimm- oder Badebecken entnommen (siehe auch 8.8.1).
- 8.7.1.2 Für eine wirksame Flockung und eine gute Ausnützung des Desinfektionsmittels wird der pH-Wert des Wassers mittels einer automatischen Mess- und Dosieranlage auf den in Tabelle 1 angegebenen Richtwert-Bereich eingestellt. Die zugesetzten Stoffe müssen vor Erreichen der Probenahmestelle und der pH-Messsonde vollständig mit dem Wasser vermischt sein.
- 8.7.1.3 Der Lufteintrag ins Wasser (z. B. durch Sprudeleinrichtungen, Wasserfälle usw.) verursacht eine pH-Erhöhung durch Ausgasung von Kohlendioxid. Für relativ kleine Schwimm- und Badebecken in einem gemeinsamen Badewasser-Aufbereitungskreislauf kann eine zusätzliche pH-Dosierung erforderlich sein.

## 8.7.2 Mittel und Verfahren

Zur Einstellung des pH-Wertes dienen folgende Mittel:

Falls das Wasser einen zu niedrigen pH-Wert aufweist:

- Natriumcarbonat (Soda,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) nach SN EN 15362
- Natriumhydroxid (Natronlauge,  $\text{NaOH}$ ) nach SN EN 15076

Falls das Wasser einen zu hohen pH-Wert aufweist:

- Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) nach SN EN 15513
- Salzsäure ( $\text{HCl}$ ) nach SN EN 15514
- Schwefelsäure ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) nach SN EN 15078
- Natriumhydrogensulfat ( $\text{NaHSO}_4$ ) nach SN EN 16038

## 8.7.3 Mess- und Dosiertechnik

8.7.3.1 Die Dosierregelanlage muss den Sollwert mit einer maximalen Abweichung von  $\pm 0,1$  pH-Einheiten einhalten. Ein richtig eingestellter pH-Wert ist die Grundlage einer optimalen Flockung und Desinfektion des Badewassers.

8.7.3.2 Neben den Handmessungen am Becken muss der pH-Wert für jeden Badewasser-Aufbereitungskreislauf automatisch und kontinuierlich gemessen und geregelt werden.

## 8.8 Desinfektion

### 8.8.1 Grundlagen

8.8.1.1 Das Messwasser ist an einer repräsentativen Stelle 20 bis 30 cm unterhalb der Wasseroberfläche aus jedem Schwimm- und Badebecken zu entnehmen und dem Messfühler auf kürzestem Weg zuzuführen. Die notwendige Reaktionsgeschwindigkeit bestimmt die maximal tolerierbare Zeitverzögerung durch den Messwassertransport.

8.8.1.2 Die Dosierregelanlage muss den Sollwert (Richtwert gemäss Tabelle 1) mit einer maximalen Abweichung von  $\pm 20\%$  einhalten.

8.8.1.3 Das Ziel der Badewasserdeshinfektion besteht in der Gewährleistung einer jederzeit und an jeder Stelle des Beckens einwandfreien hygienischen Wasserqualität, so dass die in Tabelle 1 definierten Anforderungen erfüllt werden.

8.8.1.4 Für die Desinfektion wird eine Keimtötung an *Pseudomonas aeruginosa* von 4 Zehnerpotenzen innerhalb von 30 Sekunden gefordert. Um die Wirksamkeit des Desinfektionsmittels im Badewasser nachzuweisen, sind aktuelle Normen zu benutzen (z. B. SN EN 1040).

8.8.1.5 Alle für Badewasser verwendeten Desinfektionsmittel müssen nach der Biozidprodukteverordnung [7] vom Bundesamt für Gesundheit zugelassen sein.

8.8.1.6 Nach den heutigen Erkenntnissen und Erfahrungen entspricht Chlor, als hypochlorige Säure, dem optimal wirkenden Desinfektions- und Oxidationsmittel weitgehend. Die Bildung der hypochlorigen Säure ist vom pH-Wert abhängig. Mit steigendem pH-Wert entsteht ein zunehmender Anteil von Hypochlorit-Ionen ( $\text{ClO}^-$ ), welche weniger wirksam sind und höhere Zugabemengen erfordern.

8.8.1.7 Voraussetzung für eine gute Wirkung ist eine nach dem Chlorüberschuss automatisch geregelte, bedarfsabhängige Dosierung, bei gleichzeitiger kontinuierlicher Messung und Regelung des pH-Wertes im Badewasser.

- 8.8.1.8 Bei allen Verfahren auf Chlorbasis entstehen im Badewasser ausser den Chlorstickstoffverbindungen (Chloraminen) leichtflüchtige, halogenierte Kohlenwasserstoffe z.B. THM. Darum müssen Filtration und Beckenhydraulik optimal aufeinander abgestimmt werden. Durch möglichst geringe Konzentrationen an organischen Stoffen im Badewasser und dementsprechend durch einen geringen Verbrauch an Desinfektionsmitteln ist die Reaktion zu Nebenprodukten auf ein Mindestmass zu reduzieren.
- 8.8.1.9 Das Filtrat wird zum Einstellen der Desinfektionsmittelkapazität mit Chlor versetzt. Wegen Oxidations- und Chlorierungsreaktionen mit Restmengen organischer Verunreinigungen, die in der vorgenannten Verfahrensstufe nicht entfernt wurden, muss die Zugabe an Chlor immer grösser sein als es für die reine Desinfektion im Becken erforderlich ist.
- 8.8.1.10 Die Dosierleistung ist für den maximalen Bedarf an Desinfektionsmitteln auszulegen. Als Richtwerte gelten:  
 Hallenbäder ca. 2 g Chlor pro m<sup>3</sup> Filtrat  
 Freibäder ca. 5 g Chlor pro m<sup>3</sup> Filtrat

## 8.8.2 Mittel und Verfahren

- 8.8.2.1 Für neue Verfahren und solche, die In-situ-Desinfektionsmittel produzieren, sind die Analysen aller entstehenden Stoffe und Mengenanteile offenzulegen. Dementsprechend sind die Untersuchungsparameter für die Wasserkontrolle festzulegen.
- 8.8.2.2 Zur Desinfektion von Badewasser kommen die folgenden Mittel und Verfahren zum Einsatz.
- 8.8.2.3 Calciumhypochlorit (Ca(ClO)<sub>2</sub>)
- Alkalisch reagierendes Granulat mit 60% bis 70% Aktivchlor.
  - Die Dosieranlage muss eine kontinuierliche, automatisch geregelte Zugabe des in Wasser gelösten Produkts sicherstellen. Massnahmen gegen Verstopfung der Dosierleitung und Armaturen müssen einen störungsfreien Betrieb gewährleisten.
  - Die Zugabe von Calciumhypochlorit bewirkt eine Erhöhung des pH-Wertes.
- 8.8.2.4 Hypochlorige Säure (HClO)
- Hergestellt durch Elektrolyse von Natriumchlorid (NaCl).
  - Bei der Elektrolyse von Natriumchlorid (Kochsalz) zur Herstellung von hypochloriger Säure (HClO) wird die gleichzeitig entstehende Natronlauge abgetrennt und muss entsorgt werden. Als Nebenprodukt entsteht Wasserstoff, der in steigender Leitung in Distanz zum Publikumsbereich ins Freie abgeführt werden muss (Explosionsgefahr!). Die Leitung ist mit «Wasserstoff-Explosionsgefahr» zu kennzeichnen.
- 8.8.2.5 Natriumhypochlorit (NaClO, Javelwasser)
- Hergestellt durch Elektrolyse von Natriumchlorid (NaCl).
  - Das hergestellte Desinfektionsmittel hat annähernd die gleichen Eigenschaften wie Javelwasser, ist jedoch weniger alkalisch. Der Aktivchlorgehalt der Dosierlösung hängt vom angewendeten Verfahren ab (Membranzelle: ca. 20 bis 30 g/l bzw. Rohrzellen: ca. 3 bis 8 g/l). Als Nebenprodukt entsteht Wasserstoff, der in steigender Leitung in Distanz zum Publikumsbereich ins Freie abgeführt werden muss (Explosionsgefahr!). Die Leitung ist mit «Wasserstoff-Explosionsgefahr» zu kennzeichnen (Produktqualitätsanforderungen: SN EN 901:2013).
- 8.8.2.6 Natriumhypochlorit-Lösung (NaClO, Javelwasser)
- Konzentriertes Javelwasser enthält normalerweise ca. 160 g/l Aktivchlor. Es ist stark alkalisch, weil es zur Stabilisierung ca. 12 g/l Natronlauge (NaOH) enthält.
  - Javelwasser verliert während der Lagerung bei 20°C Raumtemperatur ca.10% Aktivchlor pro Monat. Höhere Raumtemperaturen verstärken den Abbau massiv (bei 30°C beträgt der Verlust ca. 40% pro Monat). Dabei entsteht überwiegend unerwünschtes Chlorat. Javelwasser sollte deshalb so kühl wie möglich gelagert werden.
  - Die Behälter sind mit Leermeldeeinrichtungen zu versehen.
  - Die Zugabe von Natriumhypochlorit bewirkt eine Erhöhung des pH-Wertes. Dadurch können Flockungs- und Desinfektionswirkung beeinträchtigt werden. (Produktqualitätsanforderungen: SN EN 901:2013).

- 8.8.2.7 Chlorgas ( $\text{Cl}_2$ ) druckverflüssigt
- Aus sicherheitstechnischen Gründen nicht mehr zu verwenden.
  - Durch die Zugabe von Chlorgas bildet sich im Wasser Salzsäure. Dies bewirkt eine von der Säurekapazität des Wassers abhängige Absenkung des pH-Wertes.
  - Chlorgas weist ein Gefährdungspotenzial auf. Im Fall einer Freisetzung sind Badegäste und Personen in der näheren Umgebung bedroht. Es empfiehlt sich, mit den entsprechenden Ereignisdiensten regelmässige Übungen abzuhalten.
  - Wegen des grossflächigen Ausmasses einer Freisetzung sind Sicherheitsmassnahmen (Sprühanlage, Gaswarngeräte, Alarm- und Evakuationspläne, Notausgänge usw.) bereitzustellen.
  - Es werden nur Unterdruck-Chlorgasanlagen verwendet. Aus Sicherheitsgründen ist ein separater Chlorgasraum mit besonderer Ausstattung erforderlich, siehe 10.2.2.2.
  - Bei Chlorgasdosieranlagen sind automatisch arbeitende Chlorflaschenschnapper einzubauen, um eine Unterbrechung der Chlorung während des Badebetriebes durch leer gewordene Chlorflaschen und deren Auswechslung zu vermeiden.
- 8.8.2.8 Ozon ( $\text{O}_3$ ) dient zur Oxidation und kann in Kombination mit einem der oben aufgeführten Desinfektionsverfahren eingesetzt werden, wie in den Tabellen 4 sowie 5 bis 7 erläutert.
- 8.8.2.9 Hypochlorige Säure ( $\text{HClO}$ ) hergestellt durch Elektrolyse von Salzsäure ( $\text{HCl}$ ). Das Produkt aus diesem Verfahren ist nicht mehr konform mit der Biozidprodukteverordnung (VBP [7]) und darf nicht mehr verwendet werden.
- 8.8.3 **Mess- und Dosiertechnik**
- 8.8.3.1 Neben den Handmessungen am Becken müssen die Konzentrationen der Desinfektionsmittel für jedes Schwimm- und Badebecken kontinuierlich gemessen und geregelt werden.
- 8.8.3.2 Das Redoxpotenzial darf nicht zur Regelung der Desinfektion verwendet werden.

## **9 ANLAGENKOMPONENTEN**

### **9.1 Grundlagen**

- 9.1.1 Die Auswahl der Werkstoffe und die Massnahmen des aktiven oder passiven Korrosionsschutzes müssen nach der Aggressivität des Wassers und verfahrensbedingten korrosiven Einflüssen vorgenommen werden.
- 9.1.2 Materialien, die mit Badewasser in Berührung kommen, dürfen die Wasserbeschaffenheit nicht beeinflussen und dürfen die Vermehrung von Mikroorganismen und Phytoplankton nicht begünstigen.
- 9.1.3 Alle wichtigen Anlagenteile (z. B. Filter, technische Becken), Aggregate, Armaturen, Feldgeräte und Leitungen sind zu beschriften.

### **9.2 Pumpen**

- 9.2.1 Pumpen
- müssen eine sehr hohe Energieeffizienz nach Energieeffizienzverordnung (EnEV [1]) aufweisen,
  - müssen im Betriebspunkt einen optimalen Wirkungsgrad haben,
  - sollen frequenzgeregelt betrieben werden.
- 9.2.2 Zur Erhöhung der Betriebssicherheit soll die Umwälzung auf mindestens 2 Pumpen aufgeteilt werden.
- 9.2.3 Eventuell müssen für Filtration und Spülung getrennte Pumpen gewählt werden.
- 9.2.4 Zur Kontrolle sind an jeder Pumpe Differenzdruck-Messeinrichtungen notwendig.
- 9.2.5 Es sind Betriebsstundenzähler einzubauen.
- 9.2.6 Diese Angaben gelten nicht für Dosierpumpen.

### **9.3 Verdichter**

- 9.3.1 Verdichter werden für Filterspülungen und Luftattraktionen eingesetzt.
- 9.3.2 Verdichter
- müssen eine sehr hohe Energieeffizienz nach Energieeffizienzverordnung (EnEV [1]) aufweisen,
  - müssen vollkommen ölfrei arbeiten,
  - müssen gegen rückfliessendes Wasser geschützt werden,
  - sollen frequenzgeregelt betrieben werden.
- 9.3.3 Insbesondere bei Luftattraktionen sind Schallschutzmassnahmen und Betriebsstundenzähler zu empfehlen.

## 9.4 Leitungen

### 9.4.1 Überlaufrinne und Rinnenabläufe

Berechnung einer Überlaufrinne:

- Für die Berechnung des Überlaufwassers ist zur Umwälzung ein Zuschlag von mindestens 50% für die Schwallwassermenge einzurechnen. Die Wasserverdrängung durch Attraktionen wie z.B. Luftsprudel muss ebenfalls einberechnet werden.
- Zwischen den Rinnenabläufen sollen nach Möglichkeit die gleichen Abstände gewählt werden.
- In der Berechnung der Rinnenhöhe muss ein Sicherheitszuschlag von 5 bis 10 cm enthalten sein.
- Die Abmessung der Überlaufrinne ergibt sich zudem noch aus den folgenden Parametern:
  - der Anzahl der Rinnenabläufe,
  - dem Durchmesser der Rinnenabläufe,
  - dem Schluckvermögen der Rinnenabläufe,
  - dem Gefälle in der Überlaufrinne (Gefälle ist nicht zwingend),
  - dem Abstand zwischen den Rinnenabläufen,
  - dem freien Querschnitt des Gitterrosts (falls ein solcher eingebaut wird).
- Das Schluckvermögen der Rinnenrücklaufleitungen ist mit einem Füllungsgrad (h/ID) von 0,7 nach SN 592000 zu berechnen.

### 9.4.2 Rohrleitungen

#### 9.4.2.1 Grundlagen für Rohrleitungen:

- Rohrleitungswerkstoffe müssen für den Einsatz mit Badewasser sowie für die Temperatur- und Druckbereiche geeignet sein.
- Bei Verlegung der Rohrleitungen sind die Vorgaben der Hersteller zu beachten.
- Für erdverlegte, drucklos betriebene Rohrleitungen sind die Verlegerichtlinien VKR zu beachten [57].
- Anforderungen an den Schallschutz sind abzuklären (SIA 181).
- Stagnierendes Wasser in den Leitungen (z. B. Beckenentleerungen) ist zu vermeiden.

#### 9.4.2.2 Zur visuellen Kontrolle sollten an geeigneter Stelle transparente Rohrstücke eingebaut werden (z. B. in der Schlammwasserleitung).

#### 9.4.2.3 Entsorgungsleitungen:

- Sie sind nach SN 592000 zu dimensionieren.
- Eine selbständige Entlüftung und Entleerung des Rohrsystems ist sicherzustellen.

#### 9.4.2.4 Versorgungsleitungen:

- Trinkwasserberührte Teile sind nach SVGW W3 [41] auszuführen.
- Das gesamte Rohrsystem muss entleerbar sein.
- Im Aussenbereich müssen die Leitungen auf Frosttiefe verlegt werden (Überwinterung mit gefülltem Becken).
- Für die Dimensionierung der Druckleitungen sollen aus energetischen Gründen folgende Fließgeschwindigkeiten nicht überschritten werden:
  - ≤ DN 125: 2 m/s
  - ≥ DN 150: 2,5 m/s

## 9.5 Armaturen

### 9.5.1 Es sind korrosionsbeständige Armaturen mit geringem Druckverlust zu verwenden.

### 9.5.2 Schnellschliessende Armaturen sind zu vermeiden, um Druckschläge zu verhindern.

### 9.5.3 Mit geeigneten Armaturen ist einem Ausfall der Hilfsenergie (z.B. Stromausfall) entgegenzuwirken, um eine unerwünschte Anlagenentleerung oder Überflutung (z. B. Technikräume) zu vermeiden.

## 9.6 Probewasser-Entnahme

An geeigneten Stellen sind Probehahnen (abflammbaar) einzubauen (z.B. Rohwasser, Filtrat, Reinwasser).

## 9.7 Messeinrichtungen

9.7.1 Für jeden Aufbereitungskreislauf muss ein Wasserzähler in die Frischwasserzuleitung eingebaut werden.

9.7.2 Der Volumenstrom der Badewasseraufbereitungsanlage für jedes Schwimm- und Badebecken muss durch Messgeräte erfasst werden können.

9.7.3 Zur Messung des Wärmeverbrauchs für die Beckenheizung ist der Einbau eines Wärmezählers (heizungsseitig) empfehlenswert.

9.7.4 Zur Messung des Stromverbrauchs der Aufbereitungsanlage ist der Einbau von Stromzählern empfehlenswert.

9.7.5 Zur Regelung der Beckenwassertemperaturen sind an geeigneter Stelle Temperaturfühler einzubauen.

## 9.8 Korrosionsschutz

### 9.8.1 Allgemeines

9.8.1.1 Badewasser hat korrosive Eigenschaften. Insbesondere im Bereich der Impfstellen (Desinfektions- und Flockungsmittel, Säure, Lauge) besteht Korrosionsgefahr. Durch Verdunstung von Badewasser kann es lokal zu einer Erhöhung des Chloridgehalts kommen. Die richtige Wahl des Materials ist wichtig (SIA 179).

9.8.1.2 Sole- und Mineralwässer haben durch ihre besondere chemische Zusammensetzung zusätzliche aggressive Eigenschaften. Die Schutzmassnahmen müssen auf die Art der Bauteile und die besonderen Eigenschaften des geförderten Mediums abgestimmt sein.

9.8.1.3 Auch bei der Verwendung von nichtrostenden Stählen mit erhöhtem Molybdängehalt muss deren Empfindlichkeit gegen Oxidationsmittel, Chloride und Filtermaterialien auf Kohlebasis berücksichtigt werden.

9.8.1.4 Zur Anwendung kommen der aktive oder der passive Korrosionsschutz, die auch kombiniert werden können.

### 9.8.2 Aktiver Korrosionsschutz

9.8.2.1 Der kathodische Korrosionsschutz mit Fremdstromanoden ist ein bewährtes Verfahren zum Schutz von Behältern aus Stahl, das auch bei Ozoneinsatz anwendbar ist. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung zwischen den sich im Innern des Filterbettes befindenden Anoden und der ganzen metallischen Struktur des Filters kommt es zu einem Stromfluss. Dieser kehrt den natürlichen elektrochemischen Stromfluss um und bewirkt, dass die mit dem Wasser in Berührung stehende Metalloberfläche zur Kathode umpolarisiert wird. Bei hartem Wasser bildet sich somit eine die metallische Oberfläche schützende Kalkschicht. Bei weichem Wasser muss die Wasserhärte erhöht werden.

9.8.2.2 Im Allgemeinen verwendet man Inert-Anoden aus beschichtetem Titan mit einer nicht zündfähigen Oberflächenbeschichtung.

9.8.2.3 Speziell zu berücksichtigen ist die Ausführung von Anschlussstutzen und der inneren Verrohrung der Behälter.

### 9.8.3 **Passiver Korrosionsschutz**

9.8.3.1 Passiver Korrosionsschutz wird durch Beschichtung oder Auskleidung gefährdeter Anlagenteile vorgenommen (Ausnahme Rohrleitungen, siehe 9.4.2.1).

9.8.3.2 Beschichtungen oder Auskleidungen setzen die korrekte Einhaltung von Verarbeitungsvorschriften und klimatischen Vorgaben voraus, die auf einer Baustelle nicht immer gegeben sind. Behälter sollten daher, soweit möglich, einbaufertig hergestellt werden.

9.8.3.3 Besonderer Aufmerksamkeit bedarf die Situation an den Berührungsflächen des Schutzsystems mit dem Werkstoff der Flanschdichtung. Es muss sichergestellt sein, dass die Werkstoffe der Flanschdichtung mit dem passiven Korrosionsschutz verträglich sind.

### 9.8.4 **Überwachung**

Der Korrosionsschutz muss vom Anlagenbetreiber periodisch überprüft werden.

## **10 TECHNIK- UND CHEMIKALIENRÄUME**

### **10.1 Technikräume**

#### **10.1.1 Grundlagen**

- 10.1.1.1 Die richtige Grösse und die Ausstattung dieser Räume sind Voraussetzungen für die Installation einer wirtschaftlichen Technik. Deshalb ist auf eine frühzeitige Koordination der bau- und betriebstechnischen Planung Wert zu legen.
- 10.1.1.2 Für Montage, Reparatur und Wartung sind ausreichend gross bemessene Montageöffnungen, Transportwege und Zugänge erforderlich. Der Werkstattraum zur Durchführung von Unterhalts- und Reparaturarbeiten soll mit Tageslicht und natürlicher Belüftung ausgestattet sein.
- 10.1.1.3 Die technischen Anlagen müssen gegen Frostschäden geschützt werden.
- 10.1.1.4 Technikräume müssen natürlich oder mechanisch ausreichend be- und entlüftet werden, siehe SWKI 2004-1 [40].
- 10.1.1.5 Bodenabläufe und Kanalanschlüsse sind entsprechend den Anforderungen der Aufbereitungstechnik anzuordnen.
- 10.1.1.6 Die Raumbeleuchtung muss auf die Erfordernisse der Anlagenbedienung ausgerichtet werden.
- 10.1.1.7 Wenn möglich sind Elektroschaltschränke in einem separaten Raum zu platzieren.

#### **10.1.2 Raum für Filteranlagen**

- 10.1.2.1 Der Raumbedarf nach Grundfläche und lichter Raumhöhe muss entsprechend der gewählten Verfahrenskombination geplant werden. Der Bereich über jedem Filter soll mindestens 60 cm von anderen Installationen freigehalten werden.
- 10.1.2.2 Der erforderliche Arbeitsraum für Wartung und Inspektion ist zu berücksichtigen.

## 10.2 Chemikalienräume

### 10.2.1 Grundlagen

- 10.2.1.1 Die nachstehenden Empfehlungen ersetzen keine gesetzlichen Regelungen, sie sind lediglich eine Zusammenstellung von bestehenden Vorschriften für die Praxis. Diese Empfehlungen entbinden die Inhaber und Betreiber von Lagern mit gefährlichen Stoffen keinesfalls von weiteren Abklärungen, die eigenverantwortlich zu treffen sind (siehe 14.6.1).
- Idealerweise sollten Räume für die Desinfektion ebenerdig zugänglich sein.
  - Grösstmögliche Distanz zum Publikumsbereich und kurze Wege zu den technischen Anlagen.
  - Guter Zugang für Bedienung, Anlieferung und Chemiewehr, wobei die Fluchtwege nicht tangiert werden dürfen.
  - Chlorhaltige Desinfektionsmittel dürfen nicht mit Säuren (z.B. Schwefelsäure, Salzsäure usw.) zusammen gelagert werden. Diese zwei unterschiedlichen Chemikaliengruppen reagieren zusammen unter sofortiger Bildung von Chlorgas. Eine Lagerung in getrennten Räumen ist zwingend erforderlich.
  - Die Räume müssen gemäss dem Brandschutzkonzept des Gebäudes nach VKF-Brandschutzvorschriften [45] ausgeführt werden.
  - Guter Zugang zur Bedienung und Wartung der Anlage.
  - Türen sind in Fluchtrichtung öffnend anzuschlagen.
  - Der Zutritt von Unbefugten ist mit geeigneten Vorkehrungen zu verhindern.
  - Rückhaltemassnahmen, nach Produktgruppen getrennt, sind einzurichten.
  - Die spezifischen Anforderungen des Herstellers an die Umgebungsparameter und baulichen Vorgaben sind einzuhalten.
  - Grundsätzlich dürfen in diesen Räumen nur die zur Anlage gehörenden Installationen vorhanden sein.
  - Diese Räume müssen mit einer unabhängigen Lüftung ausgestattet sein. Diese sind ausreichend, natürlich oder mechanisch zu be- und entlüften (SWKI 2004-1 [40]) sowie frostfrei zu halten.
  - Sämtliche Einrichtungen sind in medienresistenten Materialien auszuführen.
  - Dosierleitungen sind so in korrosionsbeständigen Schutzrohren zu verlegen, dass ein einfacher Ersatz möglich ist.
  - Transportleitungen zwischen Räumen sind in korrosionsbeständige Schutzrohre zu verlegen, um eine Freisetzung des Mediums im Falle einer Leckage auf einen der beiden Räume, welche die Leitung verbindet, zu reduzieren. Flüssigkeiten, die aus den Transportleitungen austreten, müssen in den tiefer liegenden Raum abfliessen können. Die Länge der Transportleitung ist zu minimieren.
  - Lager- und Dosierbehälter sind je nach Gesamt-Nutzungsvolumen melde- bzw. bewilligungspflichtig (siehe Lagerung gefährlicher Stoffe – Leitfaden für die Praxis [53]).
  - Eine Augendusche muss vorhanden sein.
  - Die geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) müssen gemäss den verwendeten Chemikalien vorhanden sein (Sicherheitsdatenblatt Abschnitt 8, SECO).
  - Es muss eine ausreichende Beleuchtung vorhanden sein.
  - Leitungen, Gebinde, Apparate und Räume müssen beschriftet sein. Es sind die nötigen Piktogramme und Gefahrenhinweise anzubringen.
  - Der Chemikalienraum darf keinen Bodenablauf haben.
- 10.2.1.2 Schwimmbäder sind der Störfallverordnung StFV [8] unterstellt, wenn
- die Mengenschwelle der verwendeten und gelagerten Chemikalien überschritten werden,
  - die Vollzugsbehörde der StFV entscheidet, dass sie auf Grund ihres Gefahrenpotenzials die Bevölkerung oder die Umwelt schwer schädigen könnten.

Das BAFU hat zum Vollzug der Störfallverordnung ein Handbuch [43] veröffentlicht.

## 10.2.2 **Räume für die Desinfektion**

Räume für die Desinfektion im Untergeschoss müssen mit einem Gaswarngerät für Chlor ausgerüstet werden.

### 10.2.2.1 Raum für Calciumhypochlorit-Anlagen

- Die Anlagen müssen in einem separaten Raum installiert werden. Dieser Raum kann auch zur Lagerung des Rohprodukts verwendet werden.
- Calciumhypochlorit ist brandfördernd.

### 10.2.2.2 Raum für Chlorgasanlagen

- Die Aufstellung der Anlage und die Lagerung von Chlorgas haben in einem an einer Aussenwand angeordneten und entsprechend ausgebauten Brandabschnitt zu erfolgen.
- Ausgang direkt ins Freie, Fussboden auf Terrainhöhe. Das Terrain darf erst nach 5 m Distanz auf ca. 1,2 m ansteigen.
- Sicherheitsabstand zu tiefer liegenden Bereichen mindestens 5 m. Chlorgas darf im Fall einer Freisetzung nicht in tiefer liegende Räume, Schächte oder Ansaugöffnungen gelangen.
- Tür nach aussen öffnend mit Schauglas, gegen Unbefugte gesichert. Beleuchtung von aussen bedienbar.
- Keine Verbindung zu anderen Räumen.
- Raumtemperatur mind. 5°C, max. 35°C.
- Elektro- und Sanitärinstallationen in geeigneten Materialien.
- Raumlüftung mechanisch, Luftwechsel 6-fach, Absaugung über dem Boden. Bei Freisetzung von Chlor automatische Abschaltung mit schliessenden Klappen in Zu- und Abluftöffnungen. Lüftungsschalter beschriftet, ausserhalb, ohne Zugriff für Unbefugte.
- Die Entlüftung der Unterdruck-Chlorgasanlagen darf nicht direkt in den Abluftkanal und nicht nach aussen führen.
- Automatische Abschaltung der Lüftungsanlagen bei Chloralarm.
- Chlorgaswarngerät mit Netzersatzbatterie für Alarmierung der Verantwortlichen. Quittierung nur durch befugtes Personal.
- Sprühanlage im Eingangsbereich für «geschlossene Wasserwand», von aussen bedienbar mit Chlorgaswarngerät zeitverzögert gekoppelt.
- Rückhaltmassnahmen für Sprühwasser (Auffangwannen aus medienresistentem Material, Ausgleichsbecken usw.) vorsehen mit Niveauanzeige, Alarmierung usw.
- Die Auffangbehälter für Sprühwasser aus dem Chlorgasraum müssen gegenüber anderen Räumen dicht sein.
- Die vollen Chlorgasbehälter dürfen von der Sprühanlage nicht erreicht werden. Diese sind z.B. durch einen Vorhang mit überlappenden, transparenten Kunststoffbändern geschützt.

### 10.2.2.3 Raum für Elektrolyse-Anlagen

- Diese Anlagen können in den Technikräumen installiert werden, es wird jedoch empfohlen, solche Anlagen in getrennten Räumen aufzustellen.
- Es sind geeignete Massnahmen zu treffen, dass sich weder Wasserstoff noch Chlor anreichern können.
- Ein Gaswarngerät für Chlor ist in jedem Fall einzubauen.

### 10.2.2.4 Raum für Javelwasser

- Die Anlagen müssen in einem separaten Raum installiert werden.
- Der Raum sollte so kühl wie möglich sein.

## 10.2.3 **Raum für Neutralisation**

Die Anlagen müssen in einem separaten Raum installiert werden.

#### 10.2.4 **Anlieferung und Umschlag von Chemikalien**

- Die Anlieferung und der Transport von Chemikalien sollen insbesondere in Gebäuden räumlich vom Publikumsbereich getrennt sein. Transportwege müssen für die Chemikaliengebäude und deren Transportmittel geeignet sein. Treppen, steile Rampen usw. sind zu vermeiden.
- Umschlag und Handhabung darf nicht auf unbefestigtem Terrain erfolgen und es muss sichergestellt sein, dass keine Chemikalien in die Kanalisation oder ins Erdreich gelangen können.
- Der Güterumschlagplatz muss mit entsprechenden Massnahmen abgesichert werden (siehe auch *Absicherung und Entwässerung von Güterumschlagplätzen* [54]):
  - Passive (bauliche) Massnahmen funktionieren ohne Manipulation durch das Personal (z.B. überdachter, abflussloser Platz mit Rückhaltevolumen für auslaufende Flüssigkeiten).
  - Aktive und organisatorische Massnahmen sind z.B. Bindemittel und Notfallschieber, welche die Kanalisation vor auslaufenden Flüssigkeiten schützen, Arbeitsvorschriften usw.

#### 10.3 **Raum für Ozonanlagen**

- Diese Anlagen können in den Technikräumen installiert werden. Es wird jedoch empfohlen, solche Anlagen in separaten Räumen (kombinierbar mit Elektroschaltschrank) aufzustellen.
- Die spezifischen Anforderungen des Herstellers an die Umgebungsparameter und die baulichen Vorgaben sind einzuhalten.
- Im Bereich des Aktivkohlefilters (Restozonvernichtung) ist ein Gaswarngerät für Ozon einzubauen.
- Ein guter Zugang zur Bedienung und Wartung der Anlage ist sicherzustellen.
- Die Ausführung und Aufstellung des Ozonisators muss gemäss Angaben des Herstellers erfolgen.
- Ozonführende Komponenten sind in medienresistenten Materialien auszuführen.

# 11 ELEKTRISCHE INSTALLATIONEN

## 11.1 Grundlagen

11.1.1 Elektrische Installationen müssen einen ungefährlichen Betrieb gewährleisten. Sie müssen so geplant, konstruiert und gewartet sein, dass weder bei normalem Betrieb noch im voraussehbaren Störfall eine Gefahr elektrischer, thermischer oder mechanischer Art für Personen und Sachwerte besteht.

11.1.2 Die gesetzlichen und normativen Grundlagen sind in 0.3 und in Anhang A aufgeführt.

## 11.2 Schutzvorkehrungen

Massnahmen für den Schutz gegen elektrischen Schlag gemäss SN 411000 (NIN) sind in Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8 Schutzvorkehrungen gegen elektrischen Schlag

Schutzvorkehrung	Anwendung	Massnahmen
Basisschutz	immer	Isolieren, Umhüllen und Abdecken von spannungsführenden Teilen.
Fehlerschutz	immer	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung (Schutzleiteranschluss) oder eine andere Fehlerschutzmassnahme wie doppelte verstärkte Isolierung oder Schutztrennung.
Zusatzschutz	wo gefordert	Gefahren, die sich ergeben können, wenn der Basischutz und/oder der Fehlerschutz nicht wirksam sind, und durch den zusätzlichen Schutzpotenzialausgleich und/oder eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung $I \leq 30 \text{ mA}$ vermieden werden.

## 11.3 Elektrische Installationen für Schwimm- und Badebecken

11.3.1 Die in Schwimm- und Badeanlagen vorhandene Feuchtigkeit und die auf das Minimum reduzierte Bekleidung der Badegäste verringern den Körper- und Standortwiderstand. Im Bereich von Schwimm- und Badebecken besteht deshalb ein wesentlich erhöhtes Risiko einer gefährlichen elektrischen Durchströmung. Die Normen für elektrische Anlagen in Schwimmbädern berücksichtigen dieses erhöhte Gefährdungspotenzial, indem für diese Bereiche strengere bzw. zusätzliche sicherheitstechnische Auflagen definiert sind.

11.3.2 Sämtliche elektrischen Installationen müssen die Bestimmungen der Teile 1 bis 6 und in bestimmten Bereichen – typischerweise im, neben und über dem Schwimm- und Badebecken – die zusätzlichen Bestimmungen des Kapitels 7.02 von SN 411000 (NIN) einhalten. Es werden dabei drei Bereiche unterschieden.

11.3.2.1 Bereich 0:  
– das Innere des Beckens,  
– Überlaufrinnen und dergleichen,  
– Durchschreitebecken.

- 11.3.2.2 Bereich 1:
- seitlich: 2 m ab Beckenrand oder eine feste Abtrennung mit einer Mindesthöhe von 2,50 m,
  - oben: 2,50 m ab Boden oder Standfläche,
  - unten: Standfläche oder Boden.
- Gehören zum Schwimmbecken Sprungtürme und -bretter, Startblöcke, Rutschbahnen und Spielgeräte, Skulpturen und ähnliche dekorative Bauten, die von Personen betreten werden können, so wird der Bereich 1 speziell festgelegt.
- 11.3.2.3 Bereich 2:
- seitlich: 1,50 m ab Bereich 1 oder eine feste Abtrennung mit einer Mindesthöhe von 2,50 m,
  - oben: 2,50 m ab Boden oder Standfläche,
  - unten: Standfläche oder Boden.
- 11.3.2.4 Die für die definierten Bereiche 0, 1 und 2 geltenden besonderen Massnahmen schützen insbesondere Personen vor elektrischen Schlägen, aber auch Betriebsmittel vor Beschädigungen.

## 11.4 Technikräume

- 11.4.1 Technikräume, die durch Wände, Böden und Decken vom Bassin und den umgebenden Bereichen abgetrennt sind, gehören somit nicht zum Anwendungsbereich von Kapitel 7.02 von SN 411000 (NIN).
- 11.4.2 Eine Ausnahme ergibt sich, falls leitende Teile wie Metallrohre aus einem Technikraum direkt in die Schwimm- und Badebecken führen und mit einem elektrischen Aggregat verbunden sind. In diesem Fall ist ein Potenzialausgleich (PA) erforderlich.

## 11.5 Revisionsschalter (Wartungsschalter)

- 11.5.1 Der Revisionsschalter ist ein notwendiges und bewährtes Mittel, um Unfälle bei Instandhaltung, Reparatur, Reinigung oder Störungsbehebung zu verhindern.
- 11.5.2 In der Regel erfolgt das Schalten für Wartungsarbeiten durch direkte, im Hauptstromkreis angeordnete Kontakte.
- 11.5.3 Als Revisionsschalter werden meist abschliessbare Revisionsschalter eingesetzt. Sofern diese nicht zugleich die «Not-Aus-Funktion» erfüllen, sind diese grau/schwarz ausgeführt. Wenn der Revisionsschalter auch als Not-Aus-Schalter verwendet wird, muss er einen roten Griff und einen gelben Hintergrund aufweisen.
- 11.5.4 Grundsätzlich sind Revisionsschalter so angeordnet, dass man Sicht auf den ausgeschalteten Anlagenteil hat.

Tabelle 9 Übersicht Trennen und Schalten

Begriff	Zweck, Anforderung
Trennen	Jede elektrische Installation muss von jeder Einspeisung getrennt werden können.
Betriebsmässiges Schalten	Bedarfsabhängiges Inbetriebsetzen.
Schalten bei Wartungsarbeiten (Revisionsschalter)	Schutz der Personen, die an der Maschine arbeiten (Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten). Verhindert einen unerwarteten Anlauf und/oder das ungewollte unter Spannung setzen.
Not-Aus (Not-Halt)	Schutz der Personen, die mit der Maschine arbeiten.
PA	Potenzialausgleich.

Weitere Angaben sind in SN 411000 (NIN) und SNG 491000-2046d [21] sowie in Suva-Informationsschrift *Der Revisionsschalter* [47] zu finden.

## 12 UNFALLVERHÜTUNG

### 12.1 Grundlagen

Um Unfälle in Schwimmbädern möglichst zu vermeiden, ist auf eine sachgemässe Ausführung besonders in den folgenden Bereichen zu achten:

- Ein- und Ausläufe im Becken (Sicherung gegen Anpresskräfte),
- Beckenbereiche (Abtrennung von verschiedenen Wassertiefen),
- Sonderbereiche wie Sprunganlagen, Wasserrutschen,
- Bodenbeläge (Rutschfestigkeit, Gefälleausbildung).

### 12.2 Saug- und Druckanschlüsse im Schwimm- und Badebecken

12.2.1 Gefährdungen an Ansaug-, Absaug-, Ablauf- und Zulaufanschlüssen sind in Schwimm- und Badebecken zu vermeiden.

12.2.2 Anschlüsse in Schwimm- und Badebecken können zu folgenden Gefährdungen führen:

- Ansaugen oder Verklemmen von Körperteilen.
- Verklemmen oder Verknoten von Haaren, Badekleidung oder Schmuck.
- Verletzungen durch Zulauföffnungen mit hoher Fliessgeschwindigkeit, z. B. an den Augen.
- Bei mangelbehafteten Anschlüssen kann es dazu kommen, dass ein Befreien der angesaugten Person oder Gegenstände erst nach Abschalten der entsprechenden Pumpe möglich ist.
- Ansaugöffnungen mit flachen Abdeckungen können durch den menschlichen Körper abgedeckt werden.

12.2.3 Sicherheitstechnische Anforderungen zur Verhinderung von Unfällen:

- Abdeckungen von Ansaugöffnungen können als Gitterrost oder Lochblech ausgeführt werden. Die Geschwindigkeit im freien Querschnitt darf maximal 0,5 m/s betragen (SN EN 13451-3).
- Die normgerechte Anordnung mehrerer Ansaugöffnungen minimiert das Gefährdungspotenzial erheblich.
- Bestehende Ansaugöffnungen können alternativ mit Einrichtungen zur Belüftung der angeschlossenen Saugleitungen ausgerüstet werden.
- Eine Vakuumüberwachung, welche die Pumpe beim Auftreten eines Unterdrucks abschaltet, ist nur eine zusätzliche Sicherheitsmassnahme.
- Armaturen für die Beckenentleerung oder für die Niveauabsenkung dürfen nur geöffnet werden, wenn sich keine Personen im Schwimm- und Badebecken befinden.
- Bei der Messwasserentnahme muss das Verknoten von Haaren und Textilfasern durch laminare Strömung hinter der Abdeckung verhindert werden.
- Anschlüsse für Beckenhandsauger in Schwimm- und Badebecken sind grundsätzlich zu vermeiden. Die Abdeckungen für die Absaug-Öffnungen sind gegen unbefugtes Entfernen zu sichern.

### 12.3 Öffnungen im Badebereich

Alle von Benutzern erreichbaren Fang-, Quetsch- und Scherstellen müssen folgende Abmessungen (SN EN 13451-1; bfu-Fachdokumentation *Bäderanlagen* [48]) einhalten:

Zulässige Öffnungen bei Risiko:

- für Finger und Zehen  $\leq 8$  mm
- für Füsse und Hände  $\geq 25$  mm und  $\leq 110$  mm
- für Kopf und Hals  $\leq 110$  mm oder  $\geq 230$  mm

## 12.4 **Sicherheitsvorkehrungen bei Wasserrutschen und Wasserspielen**

Für den Betrieb von Wasserrutschen und Wasserspielen in Schwimmbädern sind konstruktive, planerische, bauliche und betriebliche Anforderungen zu erfüllen, die in der bfu-Fachdokumentation *Bäderanlagen* [48] sowie in SN EN 1069-1 und SN EN 1069-2, formuliert sind.

## 12.5 **Sprunganlagen**

Die Sicherheitsanforderungen an Sprunganlagen sind in der bfu-Fachdokumentation *Bäderanlagen* [48] beschrieben.

## 12.6 **Gleitsicherheit von Bodenbelägen**

12.6.1 Auf nass beanspruchten Barfussböden in Schwimmbädern ist das Ausrutschen der Besucher eine häufige Unfallursache. Deshalb ist ausser ästhetischen Anforderungen, Haltbarkeit, Hygiene und wirtschaftlicher Reinigung auch die rutschhemmende Eigenschaft der Platten eine dringende Forderung.

Siehe auch SN EN 15288-1 und bfu-Fachdokumentation *Anforderungsliste Bodenbeläge* [49].

12.6.2 Dabei ist auch zu beachten, dass der Belag für eine leichte Reinigung möglichst porenfrei, aber dennoch genügend rutschhemmend ist.

12.6.3 Ein Nachweis (Zertifikat) über die Rutschhemmung des entsprechenden Belags ist unbedingt notwendig. Ausserdem ist die Gültigkeit des Zertifikats für die aktuell gelieferten Bodenbeläge zu bestätigen.

12.6.4 Ein ausreichendes Bodengefälle vermindert die Bildung von Wasserlachen und dadurch die Gefahr, dass Badegäste ausrutschen.

## 13 BADEHALLENLUFT

### 13.1 Grundlagen

- 13.1.1 Die Badehallen und angrenzende Räume sind nicht nur Aufenthaltsorte der Badegäste, sondern auch Orte von Arbeitsplätzen.
- 13.1.2 Für die Sicherheit dieser Arbeitsplätze und für die Badegäste ist es wichtig, die Konzentration von bekannten Schadstoffen in den Räumen unter den erlaubten Grenzwerten zu halten.
- 13.1.3 Die Bemessung, der Betrieb und die Wartung von raumluftechnischen Anlagen in Schwimmbädern ist in SWKI 2004-1 [40] beschrieben.
- 13.1.4 Für die Behaglichkeit in jeder Schwimm- und Badehalle müssen Raumtemperatur und Raumfeuchte individuell ermittelt werden.
- 13.1.5 Aus energetischen Gründen ist zu beachten: Bei Lufttemperaturen nahe der Wassertemperatur ist die Verdunstung grösser als bei Lufttemperaturen, die 2 bis 3 Kelvin über der Wassertemperatur liegen (Grenzschichtkonvektion), siehe SWKI 2004-1 [40].

### 13.2 Korrosion

- 13.2.1 Das Klima in Schwimmbadhallen hat durch geringe Gehalte an Chlor und Chlorverbindungen korrosive Eigenschaften. An metallischen Oberflächen kann es zu Kondensation und zur Bildung von Feuchtigkeitsfilmen kommen. Es entstehen saure, chloridhaltige und oxidierende Elektrolyte.
- 13.2.2 Verschiedene Metalle reagieren verschieden. So kommt es beispielsweise bei unlegiertem Stahl zu einer Flächenkorrosion unter Bildung von Rost, der frühzeitig erkannt werden kann. Bei anderen Metallen, so zum Beispiel bei nichtrostendem Stahl, kann es zu Lochfrass und Spannungsrisskorrosion kommen. Diese Form von Korrosion kann visuell nur sehr schwer erkannt werden. Für tragende Elemente ist es somit unerlässlich, die Eignung des Werkstoffs für die Verwendung genau zu untersuchen und zu belegen (SIA 179, Merkblatt 831 *Edelstahl Rostfrei in Schwimmbädern* [56]).

## **14 BETRIEBLICHE ANFORDERUNGEN**

### **14.1 Grundlagen**

#### **14.1.1 Gesetzliche Grundlagen**

Gestützt auf das Lebensmittelgesetz LMG [12] und die Lebensmittel und Gebrauchsgegenständeverordnung LGV [13] sowie die Verordnung des EDI (TBDV [14]) wird das Badewasser in öffentlich zugänglichen Schwimmbädern als Gebrauchsgegenstand definiert.

#### **14.1.2 Betrieb der Wasseraufbereitungsanlage**

Die Wasseraufbereitungsanlage muss 24 Stunden pro Tag in Betrieb sein. Die für Reinigungs- und Unterhaltsarbeiten nötigen Unterbrüche sind möglichst kurz zu halten und ausserhalb des Badebetriebs zu legen.

#### **14.1.3 Selbstkontrolle**

Die Pflicht zur Selbstkontrolle wird in der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (LGV [13]) verlangt. Diese beinhaltet insbesondere:

- die Prüfung der Sicherheit der Gebrauchsgegenstände,
- die Probenahme und die Analyse,
- die Dokumentation.

Die verantwortliche Person überprüft die Einhaltung der Anforderungen oder lässt sie überprüfen und ergreift erforderlichenfalls umgehend die zur Wiederherstellung des gesetzlichen Zustands notwendigen Massnahmen.

#### **14.1.4 Sicherheitstechnische Anforderungen**

Die sicherheitstechnischen Anforderungen an den Betrieb von Schwimmbädern werden in SN EN 15288-2 in folgender Themenstruktur behandelt:

- Sicherheitsmanagement,
- Liste der Gefährdungen,
- Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmassnahmen und Verfahrensabläufe zur Risikominderung im Schwimmbadbetrieb,
- Überprüfung von Sicherheitsmassnahmen und/oder Schutzmassnahmen,
- Anweisung an die Nutzer,
- Risikobeurteilung (mit Modell),
- Unfallbericht.

### **14.2 Weitergehende Anforderungen**

#### **14.2.1 Organisation und Ausbildung**

14.2.1.1 Die Verordnung des EDI (VFB-DB [11]) regelt die Notwendigkeit und Voraussetzung zur beruflichen oder gewerblichen Verwendung von Mitteln, die zur Desinfektion von Badewasser in Gemeinschaftsbädern dienen.

14.2.1.2 Gemäss Verordnung des EDI (TBDV [14]) muss jedes Gemeinschaftsbad über mindestens eine Person mit gültiger Fachbewilligung verfügen.

14.2.1.3 Wer eine Fachbewilligung besitzt und entsprechend tätig ist, muss sich regelmässig über den Stand der besten fachlichen Praxis informieren und sich weiterbilden [11].

- 14.2.1.4 Betriebe, die beruflich oder gewerblich mit gefährlichen Chemikalien umgehen, müssen eine Ansprechperson bezeichnen (siehe auch ChemG [5], Verordnung des EDI über die Chemikalien-Ansprechperson [6]).
- 14.2.1.5 Die Chemikalien-Ansprechperson muss bei Fragen der Behörden zum Umgang mit Chemikalien (Transport, Lagerung, Verwendung, Entsorgung usw.) Auskunft geben können. Sie muss die für diese Aufgaben verantwortlichen Personen bezeichnen können.
- 14.2.1.6 Der Inhaber einer Fachbewilligung darf andere Personen anleiten, Tätigkeiten im Rahmen ihrer Fachbewilligung durchzuführen. Er muss:
  - mindestens wöchentlich in den betreuten Schwimmbädern anwesend sein,
  - die Schulung des anzuleitenden Personals sicherstellen und dieses entsprechend beaufsichtigen.
- 14.2.1.7 Damit das Personal bei einer unbeabsichtigten Freisetzung von Chemikalien rasch und zweckmässig handelt, muss es über die Alarmorganisation des Bades und die Einsatzplanung genau instruiert sein. Die Betriebsleitung
  - stellt eine Fachperson mit Fachbewilligung Badewasserdeseinfektion,
  - sorgt für die Umsetzung der Regeln der Arbeitssicherheit im Betrieb (z. B. Suva, EKAS),
  - stellt die entsprechende Ausbildung und interne Instruktion der Betriebsangehörigen sicher,
  - erarbeitet mit den zuständigen Stellen (kantonale Behörden, Feuerwehr, Ambulanz usw.) Notfallszenarien für Unfälle und Störfälle,
  - führt entsprechende Übungen durch.

#### 14.2.2 **Badewasseraufbereitung**

- 14.2.2.1 Zur Einhaltung hygienisch einwandfreier Verhältnisse ist eine verfahrensgerechte Betriebsweise und eine regelmässige Überwachung der automatisierten Betriebsabläufe erforderlich.
- 14.2.2.2 Alle Anlagenteile müssen regelmässig gewartet und in Stand gehalten werden. Die durch den Anlagenhersteller verlangten Wartungsarbeiten sind auszuführen und zu dokumentieren und die Betriebsanleitungen zu beachten.
- 14.2.2.3 Die Badewasseraufbereitungs- und Desinfektionsanlagen müssen ständig in Betrieb sein.

### 14.3 **Kontrollen und Wartung der Anlage**

#### 14.3.1 **Grundlagen**

- 14.3.1.1 Die betriebsinternen Messungen, Kontrollen, Wartungsarbeiten und Massnahmen sind zu dokumentieren.
- 14.3.1.2 Mit dem Erfassen der periodischen Kontrollen kann eine Anlage auf ihre geplante Funktion und Wirksamkeit überprüft und Schwachpunkte, z. B. ein unüblicher Wasserverlust, erkannt werden.
- 14.3.1.3 Folgende Werte sollten regelmässig (mindestens monatlich) protokolliert, überprüft und wenn nötig mit Massnahmen korrigiert werden:
  - Besucherfrequenz,
  - Frischwasserverbrauch (je Aufbereitungskreislauf),
  - Betriebsstunden aller wesentlichen Aggregate, z. B. Pumpen, Luftkompressoren,
  - Wärmeverbrauch (je Aufbereitungskreislauf empfohlen),
  - Elektroverbrauch (je Aufbereitungskreislauf empfohlen).

### 14.3.2 **Anlagenteile und Geräte**

- 14.3.2.1 Vor Beginn des Badebetriebes ist eine Überprüfung der Anlagenteile und Geräte durchzuführen. Die Chemikalienvorräte in den Dosiermittelbehältern sind zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen. Für die Feststellung des Verbrauchs sind die Füllstände in den Dosierbehältern im Betriebsbuch zu protokollieren.
- 14.3.2.2 Sämtliche Anlagenteile sind mindestens einmal jährlich auf ihre einwandfreie Funktion zu überprüfen.

### 14.3.3 **Überwachung und Wartung**

- 14.3.3.1 Der Betreiber führt tägliche Kontrollen sowie Wartungs- und Reinigungsmaßnahmen entsprechend den Betriebs- und Bedienungsanweisungen durch.
- 14.3.3.2 Abdeckungen von Ansaugöffnungen sind täglich – vor Beginn des Badebetriebs – zu kontrollieren (Sichtkontrolle). Die Abdeckungen von Ansaugöffnungen sind regelmässig zu reinigen und die Funktion der Notabschaltung ist periodisch zu testen.
- 14.3.3.3 Anlagen zur Aufbereitung und Desinfektion von Schwimm- und Badewasser bedürfen zur Sicherstellung eines einwandfreien Betriebsablaufs der Wartung und vorbeugenden Instandhaltung. Für diese Arbeiten wird der Beizug von Fachfirmen empfohlen.
- 14.3.3.4 Die Wartungsarbeiten an der Aufbereitungsanlage sind jährlich durchzuführen. Dazu ist eine Ausserbetriebsetzung des Aufbereitungskreislaufs erforderlich. Bei diesen Arbeiten ist im Besonderen auf Folgendes zu achten:
- Kontrolle der verfahrensgerechten Filterspülung,
  - Überprüfung der Filterfüllung (Menge und Zustand),
  - Ausbau und Reinigung der Filterelemente bei Anschwemmfiltern,
  - Integritätstest bei Ultrafiltrationsanlagen,
  - Wartung aller Maschinen und Apparate (z. B. Pumpen, Gebläse, Wärmetauscher) und Armaturen nach Angabe des Herstellers,
  - Prüfung der Steuer- und Regelanlagen durch Simulation der Betriebszustände sowie der Sicherheitseinrichtungen (z. B. Gaswarngerät),
  - Kontrolle der Anlagenteile auf Verschleiss- und Korrosionsschäden.
- 14.3.3.5 Die Wartungsarbeiten an den Desinfektionsmittel- und Chemikaliendosieranlagen einschliesslich der Mess-, Regel- und Registriereinrichtungen sind mindestens jährlich durch qualifizierte Personen durchzuführen:
- Prüfung der Sicherheitseinrichtungen der Desinfektionsanlage einschliesslich Dichtheitsprüfung; die durchgeführten Prüfungen sind zu protokollieren.
  - Wartung der Chemikaliendosieranlagen, insbesondere Ausbau und Reinigung der verstopfungsanfälligen Impfstellen.
  - Prüfung der Mess-, Regel- und Registriereinrichtungen.

### 14.3.4 **Führung des Betriebsprotokolls**

Zur Überwachung der Anlage ist durch den Betreiber ein Betriebsprotokoll zu führen. Darin sind Eintragungen gemäss Tabelle 10 vorzunehmen.

Tabelle 10 Anleitung zur Erstellung eines Betriebsprotokolls (siehe auch [55])

Nr.	Betriebsdaten	Einheit	Täglich festzuhalten bei		
			Beginn	Mitte	Ende
1	Badbesucher pro Tag	Pers/d			+
2	Füllwassernachspeisung pro Tag, Einstellung am Durchflussmesser	m <sup>3</sup> /d			+
3	Betriebsstunden der Umwalzmaschinen pro Tag	h/d			+
4	Wassertemperaturen der einzelnen Becken	°C	+		+
5	Lufttemperatur	°C	+		+
6	pH-Wert	-			
	Automatische Messung für jede Aufbereitungsanlage		+	+	+
	Handmessung an einem Becken jeder Aufbereitungsanlage		+		
7	Freies Chlor	mg/l			
	Automatische Messung für jedes Becken		+	+	+
	Handmessung an jedem Becken		+		
8	Gebundenes Chlor, Handmessung an jedem Becken	mg/l	+	+	
9	Redoxpotenzial der Anlage (wenn vorhanden)	mV	+	+	+
10	a) Zeitpunkt der Filterspülung bzw. Anschwemmung	Uhrzeit	+		
	b) Beobachtung des Spülvorgangs		regelmässig <sup>1)</sup>		
11	Differenzdruck nach Filterspülung	bar	+		
12	Säurekapazität K <sub>S4,3</sub> des Beckenwassers	mmol/l	wöchentlich		
13	Betriebsstörungen (Zeitpunkt Storanfang / Art der Störung / getroffene Massnahmen / Zeitpunkt Störende)	Uhrzeit	+		
14	Reinigung:				
	a) Schwimm- und Badebecken				
	Beckenboden und Beckenwände		regelmässig <sup>1)</sup>		
	Beckenentleerung		mind. 1x jährlich <sup>1)</sup>		
	b) Planschbecken (evtl. mit Beckenwasserabsenkung)		regelmässig <sup>1) 2)</sup>		
	c) Sprudelwannen		nach jeder Nutzung <sup>2)</sup>		
	d) Sprudelbecken mit eigener Aufbereitung		täglich <sup>2)</sup>		
	e) Sprudelbecken mit adaptiver Schaltung an ein Badebecken		regelmässig <sup>1) 2)</sup>		
	f) Durchschreitebecken		täglich <sup>2)</sup>		
	g) Kaltbecken ohne eigene Aufbereitung		täglich <sup>2)</sup>		
	h) Kaltbecken mit eigener Aufbereitung		regelmässig <sup>1) 2)</sup>		
	i) Tretbecken		täglich <sup>2)</sup>		
	j) Warmbecken, Heissbecken, Therapiebecken, A < 20 m <sup>2</sup>				
	Beckenboden und Beckenwände		regelmässig <sup>1)</sup>		
	Beckenentleerung		mind. 2x jährlich <sup>1)</sup>		
	k) Ausgleichsbecken und Nachtspeicherbecken		mind. 2x jährlich <sup>1) 2)</sup>		
l) Weitere technische Becken		regelmässig <sup>1) 2)</sup>			
m) Überlaufrinne		mind. 1x wöchentlich <sup>1)</sup>			
n) Verrohrung von Luftattraktionen (ohne Reinwasserspulung)		nach jeder Nutzung			
15	Verbrauch von Chemikalien und Filterhilfsmitteln:	kg/ Intervall	regelmässig <sup>1)</sup>		
	a) Desinfektionsmittel				
	b) pH-Korrekturmittel				
	c) Flockungsmittel				
	d) Filterhilfsmittel Kieselgur Aktivkohle				
	e) Korrektur Säurekapazität				
	f) Algenbekampfungsmittel				

+ durchführen und Wert eintragen  
 keine Durchführung

<sup>1)</sup> Die Intervalle sind durch den Betreiber schriftlich festzulegen  
<sup>2)</sup> Reinigung mit Beckenentleerung

## 14.4 Kontrolle der Wasserbeschaffenheit

### 14.4.1 Grundlagen

- 14.4.1.1 Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass eine tägliche Überwachung des Badewassers gemäss Tabelle 10 erfolgt, um eine einwandfreie Wasserqualität zu gewährleisten.
- 14.4.1.2 Der Gehalt des Beckenwassers an freiem Chlor, gebundenem Chlor und der pH-Wert sind mit Handmessgeräten zu bestimmen. Die Probe ist direkt aus dem Becken zu entnehmen. Die Resultate sind mit den von der automatischen Mess- und Regelanlage angezeigten Werten zu vergleichen. Übersteigen die Abweichungen ein vom Betriebsverantwortlichen festgelegtes Mass (z.B.  $\text{Cl} \pm 0,1 \text{ mg/l}$ ;  $\text{pH} \pm 0,2$ ) müssen die Geräte neu kalibriert werden. Bei systematisch grösseren Abweichungen sind die Ursachen abzuklären.
- 14.4.1.3 Die Säurekapazität  $K_{\text{S}4,3}$  ist regelmässig zu bestimmen.

### 14.4.2 Badewasser-Analysen

- 14.4.2.1 Eine periodische externe Kontrolle des Badewassers in mikrobiologischer, chemischer und physikalischer Hinsicht liegt ebenfalls in der Eigenverantwortung des Betreibers des Schwimmbads. Mit der Probenahme und Analyse sind akkreditierte Labors zu beauftragen. Empfohlene Zeitfolge der externen Kontrollen:
- Hallenbäder mindestens vierteljährlich
  - Freibäder mindestens zweimal pro Saison
- 14.4.2.2 Die zuständigen kantonalen und kommunalen Behörden können jederzeit Einsicht in die Betriebsprotokolle verlangen oder weitere Untersuchungen anordnen bzw. selbst durchführen.

### 14.4.3 Probenahme

- 14.4.3.1 Aus jedem Becken werden etwa 50 cm vom Beckenrand entfernt aus einer Tiefe von etwa 30 cm, ausserhalb des direkten Zuflussbereichs einer Düse, eine mikrobiologische und eine chemische Wasserprobe erhoben.
- 14.4.3.2 Damit der hygienische Zustand bei verschiedenen Badefrequenzen ermittelt werden kann, sollen die Probenahmen zu unterschiedlichen Belastungszeitpunkten erfolgen.

### 14.4.4 Untersuchungsumfang

Der Umfang der durchzuführenden Probenahmen und Untersuchungen ergibt sich aus den nachstehenden Angaben.

- 14.4.4.1 Anlagekenndaten:
- Probenkennzeichnung (Proben-Nr.)
  - Datum der Probenahme (Tag, Monat, Jahr, Uhrzeit)
  - Schwimmbad (Name, Adresse)
  - Beckenbezeichnung und Beckenart
  - Wasserfläche, Umwälzleistung
  - Anzahl der Besucher am Untersuchungstag bis zur Probenahme (nach Angaben des Betreibers)
  - Wassertemperatur
- Zusätzlich bei Freibädern:
- Wetterlage am Untersuchungstag, Lufttemperatur
  - Wetterlage am Vortag, Lufttemperatur
- Zugesetzte Chemikalien:
- Filterhilfsmittel
  - Desinfektionsmittel
  - Mittel zur pH-Wert-Einstellung
  - Sonstige Chemikalien

- 14.4.4.2 Untersuchungsparameter:
- Aerobe mesophile Keime
  - *Escherichia coli*
  - *Pseudomonas aeruginosa*
  - *Legionella* spp: Nur für Sprudelbecken und Becken mit aerosolbildenden Kreisläufen
  - Klarheit (Sicht über Beckenboden)
  - pH-Wert
  - Carbonathärte, Säurekapazität
  - Oxidierbarkeit (Kaliumpermanganatverbrauch) oder TOC
  - Freies Chlor
  - Gebundenes Chlor
  - THM
  - Chlorat
  - Harnstoff

Tabelle 11 Zusätzliche Untersuchungen zur Kontrolle der Wasserbeschaffenheit bei besonderen Problemen

Parameter	Problem	Probenahmestellen
Chlorid	Beurteilung der Aufsalzung und der Korrosivität des Wassers	Füllwasser und Beckenwasser
Phosphat	Beurteilung der Flockung und bei Algenwachstum	Füllwasser und Beckenwasser
Sulfat	Beurteilung der Aggressivität gegenüber Beton Beurteilung der Wahrscheinlichkeit einer Ausfällung von Gips ( $\text{CaSO}_4$ )	Füllwasser und Beckenwasser

## 14.5 Reinigung

### 14.5.1 Grundlagen

- 14.5.1.1 Vom Betreiber des Bades ist ein Reinigungskonzept zu erstellen [55].
- 14.5.1.2 Die Reinigungsarbeiten sind zu dokumentieren. Bei Rinnen- und Beckenentleerungen sind die Gewässerschutzbestimmungen zu beachten, siehe auch 2.6 Abwasser sowie GSchV [9].

### 14.5.2 Reinigung der Schwimm- und Badebecken

- 14.5.2.1 Eine Sedimentation von Feststoffen und ein Bewuchs durch Organismen an Böden und Wänden in Schwimm- und Badebecken sind unvermeidbar. Daher ist eine regelmässige Reinigung durchzuführen und zu protokollieren. Dafür sind Beckensauggeräte und Bürsten zu verwenden.
- 14.5.2.2 Bei einer mindestens einmal jährlich vorzunehmenden Beckenentleerung ist eine gründliche Reinigung (z.B. durch Schrubben oder mit Hochdruckreinigungsggerät) und Desinfektion des Beckenbodens und der Beckenwände vorzunehmen. Reinigungsmittelrückstände stören die Aufbereitung und sind durch gründliche Spülung zu entfernen.

- 14.5.2.3 Besondere Massnahmen sind wie folgt zu treffen:
- Planschbecken: Bei intensivem Badebetrieb oder starker Verunreinigung (Blätter, Sand und dgl.) ist nach Betriebsende, unter Umständen auch zwischenzeitlich, der Beckeninhalte in die Schmutzwasserkanalisation zu entleeren, das Becken zu reinigen und zu desinfizieren, neu zu füllen und wieder in Betrieb zu nehmen.
  - Sprudelbecken (bis 4 m<sup>3</sup> Inhalt) einschliesslich der Überlaufrinne müssen bei Bedarf täglich, mindestens jedoch einmal wöchentlich, gereinigt und desinfiziert werden. Vorgängig sind Becken, Rinne und Luftkanäle vollständig zu entleeren. Die Rohwasserleitung ist auf die Schmutzwasserkanalisation umzuschalten. Vor der Wiederinbetriebnahme sind die Becken, Rinnen und Luftkanäle gründlich mit Wasser zu spülen, um Reinigungsrückstände zu entfernen.
  - Kaltbecken ohne Anschluss an eine Aufbereitungsanlage sind täglich zu entleeren, zu reinigen, zu desinfizieren und erst unmittelbar vor Betriebsbeginn wieder zu füllen.
  - Durchschreibebecken sind nach Bedarf oder mindestens täglich in die Schmutzwasserkanalisation zu entleeren und zu reinigen.

#### 14.5.3 **Reinigung der Überlaufrinnen**

- 14.5.3.1 Die Überlaufrinnen sind wöchentlich mindestens einmal zu reinigen. Dazu sind die Umwälzpumpen abzuschalten und die Rinne vom Umwälzbetrieb auf die Schmutzwasserkanalisation umzuschalten. Rinnenroste sind zu entfernen, um insbesondere die Unterseite des Rostes, die Rostauflageflächen und die Rinnen reinigen zu können. Auch die Rinnenabflussleitungen sind bei Bedarf zu reinigen.
- 14.5.3.2 Nach Abschluss der Reinigungsarbeiten sind Rinnen, Roste und Ableitungskanäle gründlich zu spülen, bevor die Anlage wieder auf Umwälzbetrieb geschaltet wird. Bei der Reinigung der Beckenumgänge darf kein Reinigungsmittel in das Beckenwasser gelangen und bei automatischer Umstellung ist erst verzögert auf Normalbetrieb umzuschalten, damit die Rinne noch mit überlaufendem Wasser gespült wird.

#### 14.5.4 **Reinigung der technischen Becken**

- 14.5.4.1 Die Ausgleichsbecken sind nach Bedarf, jedoch mindestens halbjährlich zu entleeren, zu reinigen, zu desinfizieren und gründlich zu spülen. Bei Sprudelbecken sind diese Arbeiten je nach Frequenz, mindestens jedoch monatlich, auszuführen.
- 14.5.4.2 Bei Ausgleichsbecken eines Freibades ist die Verschmutzung um einiges grösser und aus diesem Grunde müssen diese Becken auch öfters einer Reinigung unterzogen werden.
- 14.5.4.3 Spülwasser- und Rückhaltebecken sind nach Bedarf, jedoch mindestens jährlich zu entleeren, zu reinigen, zu desinfizieren und gründlich zu spülen. Abgesetzter Schlamm im Rückhaltebecken wird vorzugsweise mittels eines Saugwagens abgesaugt und umweltgerecht entsorgt.

#### 14.5.5 **Reinigung der Beckenumgänge**

- 14.5.5.1 Alle Oberflächen müssen einer Reinigung und Desinfektion nach dem Stand der Technik unterzogen werden. Es darf kein Restwasser liegen bleiben.
- 14.5.5.2 Schwer zugängliche Stellen für die Reinigung sind im Umgebungsbereich der Becken zu vermeiden, siehe auch Reinigung und Desinfektion in Thermal-/Mineral- und Hallenbädern [60].
- 14.5.5.3 Wo Reinigungsmaterialien in Kontakt mit dem Beckenwasser kommen können, dürfen sie nicht nachteilig mit den im Beckenwasser verwendeten Chemikalien reagieren. Insbesondere muss darauf geachtet werden, dass das Beckenwasser nicht durch Reinigungs- und Desinfektionsmittel verunreinigt wird. Diese Mittel könnten auch die Messeinrichtungen des Beckenwassers beeinträchtigen.

## 14.5.6 **Umgebungshygiene**

- 14.5.6.1 Voraussetzung für eine hygienisch einwandfreie Umgebung der Schwimm- und Badebecken sind sauber gereinigte und anschliessend getrocknete Flächen. Nur solche können wirksam und schonend desinfiziert werden. Als Desinfektionsmittel dürfen nur zugelassene Biozidprodukte gemäss VBP [7] verwendet werden. Sie dürfen die zu behandelnden Materialien nicht angreifen. Weitergehende Informationen siehe SVG-Empfehlung Hygiene von Freizeit- und Sportanlagen [55].
- 14.5.6.2 Es werden drei Hygienebereiche definiert, an die unterschiedliche Anforderungen gestellt werden:
- Nackt- und Barfussbereich: Für diese Bereiche (z. B. Sitzbänke, Duschen, Umkleide- und Barfussbereiche, Ruheräume) gelten die höchsten Anforderungen an Sauberkeit und Hygiene. Die Frequenz der gründlichen Reinigung und Desinfektion ist der Besucherzahl anzupassen.
  - Mischbereich: Alle Bereiche, die sowohl mit Schuhen oder bekleidet, aber auch barfuss oder entblösst begangen und genutzt werden (Umkleideräume, Verpflegungseinrichtungen usw.), sind benutzerzahlabhängig zu kontrollieren und zu reinigen.
  - Schuhbereich: Die Bereiche, die mit Schuhen betreten werden (Kassenbereich, Eingangshallen, Gang zu den Umkleideräumen), sind nach Bedarf zu reinigen, mindestens aber einmal pro Tag zu kontrollieren.

## 14.6 **Sicherheitsmassnahmen**

### 14.6.1 **Organisatorische und betriebliche Sicherheitsmassnahmen zur Verhinderung einer unbeabsichtigten Freisetzung von Chemikalien**

- 14.6.1.1 Dieses Thema wird ausführlich in SN EN 15288-2 und im Leitfaden für die Praxis [53] behandelt.
- 14.6.1.2 Bezüglich Arbeitssicherheit sind die EKAS- und Suva-Richtlinien zu beachten.
- 14.6.1.3 Sicherheits- und Schutzmassnahmen helfen, unbeabsichtigtes Freisetzen von Chemikalien zu verhindern oder das Ausmass auf die Besucher, das Betriebspersonal, die Bevölkerung und die Umwelt auf ein Minimum zu begrenzen. Handhabung:
- Der Eigentümer des Bades muss einen Sicherheitsbeauftragten für die Anlage bestimmen und dementsprechend ausbilden. Aufgaben und Verantwortung sind in den Pflichtenheften klar zu umschreiben.
  - Arbeiten mit Chemikalien sind nur durch qualifizierte Personen auszuführen. Beim betriebsinternen Transport der Chemikalien ist auf Sicherheit zu achten.
  - Das Personal ist zu verpflichten, die vorgeschriebenen persönlichen Schutzausrüstungen zu tragen und die Sicherheitsmassnahmen strikte einzuhalten.
  - Die Sicherheitsdatenblätter aller im Betrieb vorhandenen gefährlichen Chemikalien sind zu beachten und aufzubewahren.
  - Am Ende der Badesaison sind alle Chlorflaschen den Lieferanten zurückzugeben.
- 14.6.1.4 Verschiedene Chemikalien unterliegen einer beschränkten Lagerfähigkeit. Die Empfehlungen des Herstellers sind zu beachten.

### 14.6.2 **Einsatzplanung für den Ereignisfall**

- 14.6.2.1 In Koordination mit der Feuerwehr, der Polizei, der Chemiewehr, dem Ereignisdienst der Lieferfirmen sowie dem Sanitäts- und Arztdienst sind eine Alarmorganisation und Einsatzplanung für das Schwimmbad durch den Betreiber des Bades zu erstellen. Es sind gegenseitige Absprachen zu treffen. Mit allen Beteiligten sind regelmässig Übungen durchzuführen.
- 14.6.2.2 Es sind Massnahmen zur raschen Verbreitung von Informationen für die Badegäste und die im Gefahrenbereich lebende Bevölkerung vorzubereiten (Evakuierungskonzept, Lautsprecher- oder Megafondurchsagen, Windrichtungsanzeige, Verhaltensregeln, Fluchtwege durch Signalisation technisch sicherstellen).

## **15 BETRIEBLICHE BESONDERHEITEN**

### **15.1 Grundlagen**

Spezielle Benutzeranwendungen sind in dieser Norm nicht beschrieben. Entsprechende Konzepte müssen sinngemäss zu dieser Norm entwickelt werden.

### **15.2 Teillastbetrieb**

Der Volumenstrom für Badebecken kann während der Zeit des eingestellten Badebetriebs (z.B. Nachtstunden) oder in Zeiten mit schwacher Benutzerfrequenz unter folgenden Voraussetzungen auf Teillastbetrieb ( $\geq 50\%$  des Volumenstroms) geschaltet werden.

- Bis zum Ende der täglichen Badebetriebszeit müssen die Anforderungen der Verordnung des EDI (TBDV [14]) und der Tabelle 1 dieser Norm eingehalten werden.
- Es muss sichergestellt sein, dass ein Teillastbetrieb zeitlich begrenzt ist und am Anfang des nächsten Badebetriebs automatisch wieder auf Volllast umgeschaltet wird.

### **15.3 Beckenwassertemperatur**

Die Wassertemperatur ist den nutzungsspezifischen Anforderungen unter Berücksichtigung energetischer und betriebswirtschaftlicher Aspekte anzupassen. Dabei ist zu beachten, dass eine Erhöhung der Wassertemperatur evtl. eine andere Verfahrenskombination benötigt.

### **15.4 Ausserbetriebsetzung und Inbetriebsetzung**

#### **15.4.1 Grundlagen**

15.4.1.1 Für Ausserbetrieb- und Wiederinbetriebsetzungen sind die Hinweise der Hersteller sowie die geologischen Verhältnisse und bauphysikalischen Einschränkungen der Beckenkonstruktion zu beachten.

15.4.1.2 Jede Anlage stellt individuelle Anforderungen. Die vom Hersteller empfohlenen Massnahmen sind umzusetzen.

15.4.1.3 Die für die Ausserbetriebsetzung und Wiederinbetriebnahme benötigten Chemikalien sind vorgängig bereit zu stellen.

15.4.1.4 Desinfektions- und Dosieranlagen für das Badewasser sind während des Stillstands zu warten und zu unterhalten, damit sie nach der Wiederinbetriebnahme störungsfrei funktionieren. Diese Arbeiten sollen durch eine Fachfirma oder durch qualifiziertes Personal ausgeführt werden.

15.4.1.5 Kurzzeitige Betriebsstilllegungen sind insbesondere wegen der Gefahr einer Verkeimung zu vermeiden.

15.4.1.6 Längere Betriebsstilllegungen erfordern eine vollständige Entleerung von:

- Schwimm- und Badebecken,
- technischen Becken,
- Roh-, Filtrat- und Reinwasserleitungen,
- Attraktions-, Messwasser- und Entleerungsleitungen,
- Luftsprudelinstallationen,
- Füllwasserleitungen.

15.4.1.7 Betriebsrelevante Anlagendaten wie der Verbrauch von Betriebshilfsmitteln, Strom, Wasser, Energie sowie Betriebsstunden und Einstellungen sollen mit der Ausserbetriebsetzung dokumentiert werden.

#### 15.4.2 **Ausserbetriebsetzung**

- Vor einer Ausserbetriebsetzung sind Tiefenfilter mit einer erhöhten Chlorkonzentration (mindestens 2 mg/l) zu spülen und danach zu entleeren.
- Frostgefährdete technische Anlagen sind zu entleeren.
- Technische Anlagen müssen vor Frostschäden und Feuchtigkeit geschützt werden.
- Dosieranlagen für Flockung, pH-Neutralisation und Desinfektion sind zu spülen und danach zu entleeren.
- Betriebschemikalien sind von Dosieranlagen zu trennen und nach den Empfehlungen des Lieferanten zu lagern oder zu retournieren.
- Die Steuerung der Badewassertechnik mit Mess- und Regeltechnik ist gemäss den Herstellerangaben ausser Betrieb zu setzen und zu warten.
- Priorisierte Überwachungen müssen in Funktion bleiben und eine Alarmweiterleitung ist sicherzustellen.
- Überlaufrinnen und entleerte Becken sind auf die Schmutzwasserkanalisation umzuleiten.

#### 15.4.3 **Inbetriebsetzung**

- Vor der Inbetriebsetzung sind alle Becken, Einströmkanäle und Überlaufrinnen sowie vorhandene Einbauten (Ansaugkästen, Attraktionen usw.) gründlich zu reinigen, zu desinfizieren und zu spülen.
- Das hydraulische System mit Rein- und Rohwasserleitungen ist mit gechlortem Wasser (ca. 2 mg/l) unter Vollenfüllung zu spülen.
- Bei einer Erstinbetriebsetzung muss die Anlage umgehend mit erhöhtem Gehalt an Desinfektionsmittel betrieben werden. Die Herstellerangaben sind zu beachten.
- Bei der Wiederinbetriebsetzung ist die Anlage vor dem Badebetrieb während mindestens 24 Stunden mit erhöhtem Gehalt an Desinfektionsmittel zu betreiben.
- Die Funktions- und Betriebssicherheit aller badewassertechnischen Anlagen und Komponenten sind zu überprüfen und zu protokollieren.

## **16 ABNAHME DES WERKES**

### **16.1 Grundlagen**

- 16.1.1 Die Abnahme des Werkes richtet sich nach den Bestimmungen der Norm SIA 118 unter Verwendung des Abnahmeformulars SIA 1029 oder eines gleichwertigen Formulars.
- 16.1.2 Im Rahmen der Planung sind bei den zuständigen Behörden die erforderlichen Bewilligungen einzuholen.

### **16.2 Technische Prüfung**

- 16.2.1 Die technische Prüfung umfasst die Prüfung der Vollständigkeit, Funktions- und Leistungsfähigkeit der gesamten Anlage und wird vor der Eröffnung durchgeführt. Insbesondere werden geprüft:
- Aufbereitungsleistung, Filterspülung, Desinfektionsanlage, Dosierungen, Regel- und Schaltfunktionen, Sicherheits- und Messeinrichtungen, Wasserspieleinrichtungen.
  - Filterkenndaten, Pumpenleistungen, Korrosionsschutz, Dichtigkeit der Anlage, Sicherheitsvorschriften.
  - Betriebs- und Wartungsanleitungen, Revisionsunterlagen usw.
  - Die Beckenhydraulik wird mit Hilfe eines Färbetests bei Volllast- und Teillastbetrieb überprüft (SN EN 15288-1).
- 16.2.2 Über die technische Prüfung ist ein Protokoll zu erstellen, unter Verwendung des Abnahmeformulars SIA 1029, das auch den Beginn der Garantiefrist (Rügefrist) festhält. Mit dieser technischen Prüfung und der Betriebsbewilligung kann der Badebetrieb aufgenommen werden.
- 16.2.3 Wenn vertraglich nichts anderes vereinbart wurde, übernimmt der Bauherr mit der Abnahme des Werkes die Verantwortung über das Bauwerk (SIA 118, Art. 157 ff.).

### **16.3 Prüfung des Betriebs**

- 16.3.1 Die Prüfung des Betriebs dient zur Überprüfung der Verfahrenswirksamkeit. Sie ist 3 bis 6 Wochen nach der Eröffnung durchzuführen, kann jedoch nur erfolgen, wenn davor über eine Zeit von mehreren Tagen ein Betrieb mit Belastung der Anlage durch Badegäste absolviert wurde und dabei Korrekturen der Einstellungen vorgenommen werden konnten.
- 16.3.2 Überprüft bzw. festgestellt werden:
- die Wasserqualität (chemisch und mikrobiologisch) durch ein vom Betreiber zu beauftragendes akkreditiertes Labor,
  - die Klarheit im Becken,
  - der Frischwasserverbrauch,
  - der Desinfektionsmittelverbrauch,
  - der Betriebsmittelverbrauch,
  - die Filterlaufzeiten,
  - der Energieverbrauch der Pumpen.
- 16.3.3 Ferner werden die Betriebserfahrungen besprochen.
- 16.3.4 Über die Prüfung ist ein Protokoll zu erstellen und durch die mit der Abnahme des Werkes betrauten Personen mit Unterschrift zu bestätigen.

## **Anhang A (informativ) Publikationen**

Dieser Anhang enthält Hinweise zu weiterführenden Publikationen zum Thema der vorliegenden Norm.

### **A.1 Gesetze und Verordnungen**

- [1] SR 730.02, *Verordnung über die Anforderungen an die Energieeffizienz serienmässig hergestellter Anlagen, Fahrzeuge und Geräte* (Energieeffizienzverordnung, EnEV)
- [2] SR 734.0, *Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen* (Elektrizitätsgesetz, EleG)
- [3] SR 734.2, *Verordnung über elektrische Starkstromanlagen* (Starkstromverordnung)
- [4] SR 734.27, *Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen* (Niederspannungs- Installationsverordnung, NIV)
- [5] SR 813.1, *Bundesgesetz über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen* (Chemikaliengesetz, ChemG)
- [6] SR 813.113.11, *Verordnung des EDI über die Chemikalien-Ansprechperson*
- [7] SR 813.12, *Verordnung vom über das Inverkehrbringen von und den Umgang mit Biozidprodukten* (Biozidprodukteverordnung VBP)
- [8] SR 814.012, *Verordnung über den Schutz vor Störfällen* (Störfallverordnung StfV)
- [9] SR 814.201, *Gewässerschutzverordnung* (GSchV)
- [10] SR 814.81, *Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen* (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV)
- [11] SR 814.812.31, *Verordnung des EDI über die Fachbewilligung für die Desinfektion des Badewassers in Gemeinschaftsbädern* (VFB-DB)
- [12] SR 817.0, *Bundesgesetz über Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände* (Lebensmittelgesetz, LMG)
- [13] SR 817.02, *Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung* (LGV)
- [14] SR 817.022.11, *Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen* (TBDV)

### **A.2 Normen**

- [21] SNG 491000 – 2046d, *Einrichtungen zum Trennen und Schalten*, Electrosuisse, 2020
- [22] SN EN 15031, *Flockungsmittel auf Aluminiumbasis*
- [23] SN EN 15074, *Ozon*
- [24] SN EN 15075, *Natriumhydrogencarbonat*
- [25] SN EN 15077, *Natriumhypochlorit*
- [26] SN EN 15363, *Chlor*
- [27] SN EN 15796, *Calciumhypochlorit*
- [28] SN EN 15797, *Flockungsmittel auf Eisenbasis*
- [29] SN EN 15798, *Filtermaterialien*
- [30] SN EN 16399, *Natriumthiosulfat*
- [31] SN EN 16401, *Natriumchlorid für den Einsatz in Anlagen zur elektrochemischen Erzeugung von Chlor*
- [32] SN EN 60204 *Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen (mehrere Teile)*

### A.3 Weitere Publikationen

- [40] SWKI 2004-1: *Raumlufttechnische Anlagen in Hallenbädern*, Richtlinie, Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren (wird abgelöst durch: SWKI VA106-01 *Raumlufttechnische Anlagen in Hallenbädern*), [www.snv.ch](http://www.snv.ch)
- [41] SVGW W3 d, *Richtlinie für Trinkwasserinstallationen*, Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW, 2021, [www.svgw.ch](http://www.svgw.ch)
- [42] SVGW W10009 d, *Rückflussverhinderung bei Schwimmbad- und Schwimmteichanlagen*, Merkblatt, 2016, Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW, [www.svgw.ch](http://www.svgw.ch)
- [43] *Handbuch zur Störfallverordnung*, Bundesamt für Umwelt BAFU, [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)
- [44] *Legionellen und Legionellose, BAG-/BLV-Empfehlungen*, Bundesamt für Gesundheit BAG, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, 2018, [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)
- [45] *VKF-Brandschutzvorschriften*, [www.bsvonline.ch](http://www.bsvonline.ch)
- [46] Suva-Merkblatt, *Sicheres Einsteigen und Arbeiten in Schächten, Gruben und Kanälen*, suva Nr. 44062, 2005, [www.suva.ch](http://www.suva.ch)
- [47] Suva-Informationsschrift, *Der Revisionsschalter (Sicherheitsschalter)*. Schutzeinrichtung gegen unerwarteten Anlauf, suva Nr. CE93-92020, [www.suva.ch](http://www.suva.ch)
- [48] bfu-Fachdokumentation 2.019, *Bäderanlagen, Leitfaden für Planung, Bau und Betrieb*, Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, 2013, [www.bfu.ch](http://www.bfu.ch)
- [49] bfu-Fachdokumentation 2.032, *Anforderungsliste Bodenbeläge*, Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, 2018, [www.bfu.ch](http://www.bfu.ch)
- [50] BASPO, Richtlinie 301, *Bäder – Grundlagen für Planung, Bau und Betrieb von Hallen- und Freibädern*, Bundesamt für Sport BASPO, 2008, [www.basposhop.ch](http://www.basposhop.ch)
- [51] *FINA Facilities Rules*, Fédération Internationale de Natation FINA, 2021, [www.fina.org](http://www.fina.org)
- [52] *FINA Facilities Rules, Fina-Regeln für Wettkampfanlagen*, deutsche Übersetzung mit Ergänzungen, 2020, Reglement 7.2.2, [www.swiss-aquatics.ch](http://www.swiss-aquatics.ch)
- [53] *Lagerung gefährlicher Stoffe – Leitfaden für die Praxis*, Umweltfachstellen der Kantone, 2018, [www.safetycenter.ch/gefahrstoff-gut/wissen-und-veranstaltungen/leitfaeden](http://www.safetycenter.ch/gefahrstoff-gut/wissen-und-veranstaltungen/leitfaeden)
- [54] *Absicherung und Entwässerung von Güterumschlagplätzen*, Umweltfachstellen der Kantone, 2016, [www.safetycenter.ch/gefahrstoff-gut/wissen-und-veranstaltungen/leitfaeden](http://www.safetycenter.ch/gefahrstoff-gut/wissen-und-veranstaltungen/leitfaeden)
- [55] *Hygiene von Freizeit- und Sportanlagen – Empfehlung für den nachhaltigen Betrieb*, Merkblatt, Schweizerische Vereinigung für Gesundheitsschutz und Umwelttechnik SVG, 2017, [www.svg-umwelt.ch](http://www.svg-umwelt.ch)
- [56] *Edelstahl Rostfrei in Schwimmbädern*, Merkblatt 831, Informationsstelle Edelstahl Rostfrei ISER, 2016, [www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de) > ISER-Publikationen
- [57] *Erdverlegte, drucklos betriebene Rohrleitungen aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchlorid (PVC-U)*, Leitfaden und Verlegerichtlinie RL03, Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile, 2020, [www.vkr.ch](http://www.vkr.ch)
- [58] *Fachempfehlung für Projektierung und Bau von öffentlichen, künstlich angelegten Badeteichen*, Schwimmteichverband Schweiz, [www.schwimmteichverband-schweiz.ch](http://www.schwimmteichverband-schweiz.ch)
- [59] Mänz J. S., *Aerosole. Ursprung, chemische Eigenschaften und Wirkung*, Studienarbeit, 2004, [www.grin.com/document/23865](http://www.grin.com/document/23865)
- [60] Sakhri M., *Reinigung und Desinfektion in Thermal-/Mineral- und Hallenbädern*, Gesundheits- und Umwelttechnik, GUT-Magazin 2005, Nr. 4, S. 27–28, [www.svg-umwelt.ch](http://www.svg-umwelt.ch)

## Anhang B (informativ) Verzeichnis der Begriffe

Tabelle 12 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe

Deutsch	Französisch	Ziffer
Absorption	Absorption	1.1.3.6
Adaptive Schaltung	Couplage adaptatif	1.1.4.13
Adsorption	Adsorption	1.1.3.7
Aerosol	Aérosol	1.1.4.15
AOX	AOX	1.1.3.23
Aufbereitung	Régénération	1.1.3.1
Aufbereitungskreislauf	Circuit de régénération	1.1.4.2
Aufbereitungsleistung der Verfahrenskombination	Capacité de régénération du traitement multipaliers	1.1.3.3
Badewasser	Eau de baignade	1.1.2.2
Basischlorung	Chloration minimale	1.1.3.11
Beckendurchströmung / Beckenhydraulik	Circulation d'eau dans le bassin / hydraulité du bassin	1.1.4.11
Beckenwasser	Eau de bassin	1.1.2.3
Belastbarkeitsfaktor	Facteur de capacité de charge	1.1.4.6
Betriebschlorung	Chloration de service	1.1.3.12
Bromat	Bromate	1.1.3.19
Carbonathärte	Dureté carbonatée	1.1.3.20
Chlorat	Chlorate	1.1.3.18
Der Aerosolbildung förderliche Einrichtungen und/oder Aktivitäten	Dispositifs et/ou activités favorisant la formation d'aérosols	1.1.4.16
Desinfektion	Désinfection	1.1.3.8
DOC (Dissolved Organic Carbon)	DOC (Dissolved Organic Carbon)	1.1.3.24
Erstfiltrat	Premier filtrat	1.1.2.9
Filtrat	Eau filtrée	1.1.2.8
Fouling	Fouling	1.1.3.22
Freibad	Piscine en plein air	1.1.1.3
Freibord	Espace libre	1.1.4.10
Füllwasser (Frischwasser)	Eau de remplissage (eau fraîche)	1.1.2.1
Gebundenes Chlor	Chlore combiné	1.1.3.16
Hallenbad	Piscine couverte	1.1.1.2
Integritätstest	Test d'intégrité	1.1.4.14
Mehrschichtfilter	Filtre multicouches	1.1.4.9
Nennbelastung	Capacité nominale	1.1.4.5
Oxidation	Oxydation	1.1.3.9
Oxidierbarkeit	Oxydabilité	1.1.3.10
Personenbezogene Wasserfläche	Surface d'eau individuelle	1.1.4.3
Personenfrequenz	Taux de roulement des baigneurs	1.1.4.4
Reinwasser	Eau traitée	1.1.2.12
Retention	Rétention	1.1.4.8
Richtwert	Valeur de référence (Consigne)	1.1.3.14
Rohwasser	Eau brute	1.1.2.7

Tabelle 12 Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe (Fortsetzung)

Deutsch	Französisch	Ziffer
Sauberwasser	Eau claire	1.1.2.13
Säurekapazität	Alcalinité ou Titre alcalimétrique complet	1.1.3.21
Schlammwasser	Eau boueuse	1.1.2.11
Schwallwasser	Eau projetée	1.1.2.5
Schwimm- oder Badebecken	Bassin de natation ou de baignade	1.1.4.1
Schwimmbad	Piscine	1.1.1.1
Sorption	Sorption	1.1.3.5
Spülwasser	Eau de rinçage	1.1.2.10
Störfall	Accident majeur	1.1.3.26
Stosschlorung	Chloration choc	1.1.3.13
TOC (Total Organic Carbon)	TOC (Total Organic Carbon)	1.1.3.25
Toleranzwert	Valeur de tolérance	1.1.3.15
Trihalogenmethane (THM)	Trihalométhanes (THM)	1.1.3.17
Überlaufwasser	Eau de surverse	1.1.2.4
Umwälzung	Débit de circulation	1.1.4.7
Verdrängungswasser	Eau déplacée	1.1.2.6
Verfahrenskombination	Traitement multipaliers	1.1.3.2
Wasserverunreinigung	Impuretés de l'eau	1.1.3.4
Wirkdruck	Pression différentielle	1.1.4.12

## **Anhang C (informativ)**

### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1	Anforderungen an das Beckenwasser .....	16
Tabelle 2	Analysenergebnisse im Becken und Massnahmen .....	18
Tabelle 3	Volumenströme der Umwälzung bei $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$ .....	28
Tabelle 4	Verfahrenskombinationen mit den Belastbarkeitsfaktoren ( $k$ -Werte) .....	30
Tabelle 5	Verfahrenskombinationen mit Tiefenfiltration .....	32
Tabelle 6	Verfahrenskombinationen mit Anschwemmfiltration .....	34
Tabelle 7	Verfahrenskombinationen mit Ultrafiltration .....	35
Tabelle 8	Schutzvorkehrungen gegen elektrischen Schlag .....	60
Tabelle 9	Übersicht Trennen und Schalten .....	61
Tabelle 10	Anleitung zur Erstellung eines Betriebsprotokolls .....	68
Tabelle 11	Zusätzliche Untersuchungen zur Kontrolle der Wasserbeschaffenheit bei besonderen Problemen .....	70
Tabelle 12	Alphabetisches Verzeichnis der in Kapitel 1 definierten Begriffe .....	78



---

In der Kommission SIA 385/9 vertretene Organisationen

aqua suisse	Schweizerische Vereinigung von Firmen für Wasser- und Schwimmbadtechnik
SVG	Schweizerische Vereinigung für Gesundheits- und Umwelttechnik
VKCS	Verband der Kantonschemiker der Schweiz
VSSH	Schweizerische Fachvereinigung der Sanitär- und Heizungsbranche

---

---

## Kommission SIA 385/9

		Vertreter von
Präsident	Urs Richli, Dr ès sc., Chemiker/SIA, Vevey	SIA
Mitglieder	Peter Fink, dipl. Gebäudetechniker TS/HF, Cham André Himmelrich, dipl. Gebäudetechnikplaner, Rothenburg Daniel Hophan, dipl. Masch.-Ing. HTL, Winterthur Elmar Pfammatter, Dr. sc. nat., dipl. Chem. ETH, Sion Roland Widrig, dipl. Wasserfachmann, Bad Ragaz	SVG VSSH aqua suisse VKCS Betreiber

---

Verantwortliche SIA Hager Al Laham, MSc IBS ETH/SIA, Zürich

## Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 385/9 am 8. Juni 2023 genehmigt.

Sie ist gültig ab 1. August 2023.

Sie ersetzt die Norm SIA 385/9 *Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern – Anforderungen und ergänzende Bestimmungen für Bau und Betrieb*, Ausgabe 2011.

---

Copyright © 2023 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe und Speicherung sowie das der Übersetzung, sind vorbehalten.