

Ersetzt die Norm SIA 385/1, Ausgabe 2000

Eau et installations de régénération de l'eau dans les piscines publiques

Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern

**Anforderungen und ergänzende Bestimmungen
für Bau und Betrieb**

6
/
985
385/9

Referenznummer
SN 546385/9:2011 de

Gültig ab 2011-05-01

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

Allfällige Korrekturen und Kommentare zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter www.sia.ch/korrigenda.

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

2011-02 1. Auflage

2019-09 2. Auflage, Nachdruck mit Korrekturen aus Korrigenda SIA 385/9-C1

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Vorwort	4	7 Anforderungen an das hydraulische System	25
0 Geltungsbereich und Zuständigkeit ..	5	8 Konstruktion und Material	25
0.1 Abgrenzung	5	9 Umgebungshygiene und bauliche Voraussetzungen	25
0.2 Zuständigkeit, Verantwortung	5	10 Unfallverhütung	26
0.3 Normative Verweisungen	5	11 Abnahme	26
0.4 Abweichungen	6	12 Betrieb	26
1 Verständigung	7	12.1 Regelung der Verantwortung	26
1.1 Wasser und Wasserarten	7	12.2 Kontrollen der Wasserbeschaffenheit .	26
1.2 Aufbereitung und Wasserbeschaffenheit	7	Anhang	
1.3 Anlagen und Hydraulik	9	A Bemessung des Volumenstroms	27
1.4 Abkürzungen	9	B Hinweise zu den Wasseraufbereitungsverfahren	30
2 Anforderungen an das Wasser	10	C Desinfektionsmittel und Räume für Desinfektionsmittel	38
2.1 Anforderungen an das Füllwasser (Frischwasser)	10	D Empfehlungen für das hydraulische System	41
2.2 Anforderungen an das Filtrat und das Reinwasser	10	E Konstruktion und Material	44
2.3 Anforderungen an das Beckenwasser .	10	F Umgebungshygiene und bauliche Voraussetzungen	47
2.4 Kontrolle und Dokumentation	13	G Unfallverhütung	49
2.5 Anforderungen an das Duschenwasser	13	H Betriebsbewilligung und Abnahme ...	51
3 Anforderungen an die Badehallenluft ..	14	J Richtlinien für den Betrieb	52
4 Bemessung des Volumenstroms	15	J.1 Organisation und Ausbildung	52
4.1 Grundlagen	15	J.2 Wasseraufbereitung	52
4.2 Volumenströme für die verschiedenen Becken	15	J.3 Reinigung	53
5 Anforderungen an die Wasseraufbereitungsanlage	18	J.4 Kontrolle der Anlagenteile und Geräte	54
5.1 Verfahrenskombinationen	18	J.5 Filterspülung	54
5.2 Filtersysteme	19	J.6 Betriebsinterne Überwachung und Wartung	54
5.3 Mess-, Regel- und Dosiertechnik	20	J.7 Betriebliche Besonderheiten	57
5.4 pH-Wert und Säurekapazität	20	J.8 Probenahme	58
5.5 Energie	21	J.9 Organisatorische und betriebliche Sicherheitsmassnahmen zur Verhinderung einer unbeabsichtigten Freisetzung von Chemikalien	59
5.6 Füllwassernachspeisung (Frischwasserzusatz)	21	J.10 Umgebungshygiene	60
5.7 Anforderungen an das Filterspülwasser	22	J.11 Statistik	61
5.8 Abwasserbeseitigung	22	K Publikationen	62
5.9 Störfallvorsorge	22		
5.10 Anforderungen an Räume für Desinfektion und Neutralisation	23		
6 Desinfektion	24		
6.1 Zielsetzung	24		
6.2 Desinfektion von Badewasser	24		

VORWORT

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

Überarbeitungen und Erweiterungen mit der Bezeichnung SIA 385/1 erschienen 1982, 1990 und dann im Jahre 2000. Die vorliegende Überarbeitung (SIA 385/9) basiert im Wesentlichen auf der Norm SIA 385/1, Ausgabe 2000. Die *Anforderungen an Räume und Technik für die Desinfektion und Neutralisation* aus der Norm SIA 385/12, Ausgabe 1994, wurden in die vorliegende Norm integriert.

Da keine europäische Norm für die Badewasseraufbereitung erwartet werden kann, ist die vorliegende Norm auch 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 dieser 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.

Ziel dieser Norm ist es, eine gute, gleich bleibende 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 Wasseraufbereitungsanlagen und die notwendigen Kontrollen festgelegt. Für die Aufbereitung 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. Im Badewasser gelöste Stoffe können durch zusätzliche Verfahrensschritte abgebaut oder entfernt werden.

Die amtliche Überwachung von Gemeinschaftsbädern mit künstlichen Becken ist Sache der zuständigen Behörden gemäss kantonaler Gesetzgebung.

Kommission SIA 385/9

0 GELTUNGSBEREICH UND ZUSTÄNDIGKEIT

0.1 Abgrenzung

- 0.1.1 Die vorliegende Norm vermittelt die Grundlagen für die Planung, die Bemessung, den Bau und den Betrieb von Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern.
- 0.1.2 Die Norm gilt für Gemeinschaftsbäder mit künstlich gebauten Becken mit mechanischer und chemischer Wasseraufbereitung. Unter Gemeinschaftsbädern sind die nachstehend aufgeführten Schwimm- und Badeanlagen zu verstehen, die nicht ausschliesslich durch eine einzige Familie, sondern durch die Allgemeinheit benützt werden, wie
- Hallenbäder,
 - Freibäder,
 - Schulschwimmbäder,
 - Therapiebäder,
 - Hotelbäder,
 - Planschbecken in öffentlichen Parkanlagen oder Wohnsiedlungen,
 - Schwimm- und Badebecken in Überbauungen, Ferien-, Sport-, Fitness- und Wellnesscentern,
 - Saunatauchbecken in öffentlichen Saunaanlagen und Hotels.
- 0.1.3 Für Mineral-, Thermal- und Heilbäder gelten die Anforderungen an das Wasser gemäss Kapitel 2. Die Verfahrenstechnik ist der jeweiligen Wasserqualität anzupassen. Zusätzlich sind die Empfehlungen [29] zu beachten.
- 0.1.4 Bei Sanierungen ist der Zielsetzung dieser Norm grundsätzlich zu entsprechen. Begründete Abweichungen sind bei Einhaltung der Wasserqualität (Tabelle 1) tolerierbar.
- 0.1.5 Öffentliche Schwimm- und Badeteiche (Kleinbadeteiche, Bioteiche) sind gegenüber dem Untergrund abgedichtet und besitzen einen Wasserkreislauf zur mechanisch-biologischen Wasseraufbereitung ohne Desinfektionsmittel, jedoch mit hohem Frischwasserzusatz. Die tägliche Besucherzahl ist begrenzt. Die Empfehlung [30] ist zu beachten. Diese Schwimm- und Badeteiche fallen nicht unter die vorliegende Norm.

0.2 Zuständigkeit, Verantwortung

Bezüglich der Genehmigung und der Verantwortung ist Folgendes zu beachten:

- Die Desinfektionsmittel für die Badewasseraufbereitung müssen von der Anmeldestelle Chemikalien beim Bundesamt für Gesundheit (BAG) zugelassen sein.
- Die Überwachung durch die Behörden erfolgt entsprechend der kantonalen Gesetzgebung.
- Das Aufbereitungsverfahren muss die Anforderungen in Kapitel 2 erfüllen.
- Der Betreiber trägt die Verantwortung für den ordnungsgemässen Betrieb (Anhang J.1).

0.3 Normative Verweisungen

Diese Norm nimmt Bezug auf die nachfolgend aufgeführten Publikationen, die im Sinne der Verweisungen ganz oder teilweise mitgelten. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe, bei datierten Verweisungen die entsprechende Ausgabe der betreffenden Publikation.

SIA 118	Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
SIA 385/1	Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen
SN EN 878	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Aluminiumsulfat
SN EN 881	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Aluminiumchlorid (monomer), Aluminiumhydroxidchlorid (monomer) und Aluminiumhydroxidchloridsulfat (monomer)

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, flüssig
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, -2	Wasserrutschen, Teile 1 und 2
SN EN ISO 4833:2003	Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln – Horizontales Verfahren für die Zählung von Mikroorganismen – Koloniezählverfahren bei 30 °C (ISO 4833:2003)
SN EN ISO 7218:2007	Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln – Allgemeine Anforderungen und Anleitung für mikrobiologische Untersuchungen (ISO 7218:2007)
SN EN ISO 9308-1:2001	Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von Escherichia coli und coliformen Bakterien – Membranfiltrationsverfahren (ISO 9308-1:2000) und Corrigendum AC
SN EN ISO 10301:1998	Wasserbeschaffenheit – Bestimmung leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoffe – Gaschromatographische Verfahren (ISO 10301:1997)
ISO 11731:1998	Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von Legionellen
SN EN ISO 11731-2:2008	Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von Legionellen – Teil 2: Direktes Membranfiltrationsverfahren mit niedriger Bakterienzahl (ISO 11731-2:2004)
SN EN 12913	Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Kieselgur, pulverförmig
SN EN 13451-1 bis SN EN 13451-11	Schwimmbadgeräte, Teile 1 bis 11
ISO 16649-1:2001	Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli – Part 1: Colony-count technique at 44 degrees C using membranes and 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide
SN 592000:2002	Planung und Erstellung von Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung und Änderung A1 (2007)
SWKI 2004-1	Raumlufttechnische Anlagen in Hallenbädern, Richtlinie, Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren

Weitere Normen sowie Gesetze, Verordnungen und Publikationen sind in Anhang K aufgelistet.

0.4 Abweichungen

Abweichungen von dieser Norm sind zulässig, wenn technische Entwicklungen oder aussergewöhnliche Verhältnisse, die in dieser Norm nicht erfasst sind, dies rechtfertigen.

Abweichungen müssen wissenschaftlich durch Theorie und Versuche ausreichend begründet sein. In jedem Fall müssen die Bedingungen nach 2.3, 6.1 und 6.2.1.2 eingehalten werden.

1 VERSTÄNDIGUNG

In dieser Norm werden die folgenden Fachbegriffe angewendet.

1.1 Wasser und Wasserarten

1.1.1	Füllwasser (Frischwasser) <i>Eau de remplissage (eau fraîche)</i>	Zur Erstfüllung und Nachspeisung benütztes Wasser.
1.1.2	Beckenwasser <i>Eau du bassin</i>	Wasser in Schwimm- und Badebecken.
1.1.3	Überlaufwasser <i>Eau de surverse</i>	Wasser, das ständig über die Beckenkante abläuft.
1.1.4	Schwallwasser <i>Eau projetée</i>	Der überlaufende Volumenstrom und das Verdrängungswasser durch Badegäste.
1.1.5	Rohwasser <i>Eau brute</i>	Der Aufbereitung zugeführtes Wasser.
1.1.6	Filtrat <i>Eau filtrée</i>	Filtriertes Wasser vor Zumischung des Desinfektionsmittels.
1.1.7	Erstfiltrat <i>Premier filtrat</i>	Filtrat unmittelbar nach der Filterspülung bis zur Wiedereinstellung der eigentlichen Filterfunktion.
1.1.8	Spülwasser <i>Eau de lavage</i>	Zur Spülung von Filtern verwendetes Wasser.
1.1.9	Schlammwasser <i>Eau boueuse</i>	Bei der Spülung von Filtern anfallendes Wasser.
1.1.10	Reinwasser <i>Eau traitée</i>	Aufbereitetes Wasser nach Zumischung des Desinfektionsmittels.
1.1.11	Sauberwasser <i>Eau claire</i>	Hinsichtlich der Art, der Menge und der Eigenschaften der enthaltenen Stoffe nicht verschmutztes Abwasser gemäss der Gewässerschutzgesetzgebung.

1.2 Aufbereitung und Wasserbeschaffenheit

1.2.1	Aufbereitung <i>Régénération</i>	Behandlung des Wassers, um dessen Beschaffenheit dem Verwendungszweck und den bestimmten Anforderungen anzupassen.
1.2.2	Verfahrenskombination <i>Combinaison de procédés</i>	Gesamtheit der Verfahrensstufen der Aufbereitung.
1.2.3	Aufbereitungsleistung der Verfahrenskombination <i>Capacité de régénération de la combinaison des procédés</i>	Differenz des Gehalts an oxidierbaren organischen und anorganischen Stoffen zwischen Rohwasser und Reinwasser bei Einhaltung der mikrobiologischen, physikalischen und chemischen Anforderungen.
1.2.4	Wasserverunreinigung <i>Impuretés de l'eau</i>	In das Beckenwasser gelangte anorganische und organische Stoffe und Mikroorganismen.
1.2.5	Sorption <i>Sorption</i>	Oberbegriff von Adsorption und Absorption (Aufnahme von Fremdmolekülen durch Flüssigkeiten und Festkörper).

1.2.6	Absorption <i>Absorption</i>	Das In-sich-Aufnehmen oder Aufsaugen von Stoffen.
1.2.7	Adsorption <i>Adsorption</i>	Physikalische Bindung von Gasen, Dämpfen oder gelösten Stoffen an die Oberfläche eines festen Körpers.
1.2.8	Desinfektion <i>Désinfection</i>	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.
1.2.9	Oxidation <i>Oxydation</i>	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.
1.2.10	Oxidierbarkeit <i>Oxydabilité</i>	Summenparameter für im Wasser vorhandene oxidierbare organische und anorganische Substanzen. Zur Bestimmung wird Kaliumpermanganat (KMnO ₄) verwendet.
1.2.11	Basischlorung <i>Chloration minimale</i>	Mindestkonzentration an freiem Chlor im Reinwasser (Kompensation des in der Aufbereitung eliminierten freien Chlors).
1.2.12	Betriebschlorung <i>Chloration de service</i>	Vom Badebetrieb abhängige Chlorung.
1.2.13	Richtwert <i>Consigne</i>	Anzustrebender Wert.
1.2.14	Toleranzwert <i>Valeur de tolérance</i>	Wert, bei dessen Unter- bzw. Überschreitung (bei Bereichsangaben: ausserhalb des Bereichs) eine verminderte Wasserqualität vorliegt. Massnahmen sind zu ergreifen.
1.2.15	Carbonathärte <i>Dureté carbonatée</i>	Anteil des Calciums und Magnesiums, der als Hydrogencarbonat vorliegt (ausgedrückt in °fKH).
1.2.16	Säurekapazität <i>Titre alcalimétrique complet</i>	Säureverbrauch bis zur Erreichung des pH-Wertes 4,3 (Indikator Methylorange; m-Wert) in mmol/l.
1.2.17	AOX <i>AOX</i>	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen.
1.2.18	DOC (Dissolved Organic Carbon) <i>COD (Carbone organique dissous)</i>	Summenparameter für den im Wasser gelösten organischen Kohlenstoff.
1.2.19	TOC (Total Organic Carbon) <i>COT (Carbone organique total)</i>	Summenparameter für die gesamte organische Belastung des Wassers.
1.2.20	Störfall <i>Accident majeur</i>	Ein ausserordentliches Ereignis in einem Betrieb, bei dem erhebliche Einwirkungen ausserhalb des Betriebsareals auftreten.

1.3 Anlagen und Hydraulik

1.3.1	Schwimm- oder Badebecken <i>Bassin de natation ou de baignade</i>	Kontinuierlich durchströmtes Wasserbecken, in dem sich mehrere Menschen gleichzeitig oder in zeitlicher Folge bestimmungsgemäss aufhalten.
1.3.2	Schwimm- oder Badebecken-anlage <i>Établissement pour la natation ou la baignade</i>	Gesamtheit der Becken, deren Einrichtungen und die baulichen und technischen Anlagen zur Aufbereitung des Schwimm- oder Badebeckenwassers.
1.3.3	Personenbezogene Wasserfläche <i>Surface d'eau individuelle</i> a m^2	Einer Person rechnerisch zugeordnete Wasserfläche.
1.3.4	Personenfrequenz <i>Fréquence des baigneurs</i> n h^{-1}	Anzahl der Wechsel der Personen pro Stunde.
1.3.5	Nennbelastung <i>Capacité nominale</i> N h^{-1}	Der Bemessung zugrunde gelegte Personenzahl pro Stunde. Sie entspricht dem Produkt aus Belastbarkeitsfaktor und Volumenstrom.
1.3.6	Belastbarkeitsfaktor <i>Facteur de capacité de charge</i> k m^{-3}	Quotient aus Nennbelastung und Volumenstrom.
1.3.7	Volumenstrom <i>Débit de circulation</i> Q m^3/h	Wasservolumen pro Zeiteinheit.
1.3.8	Retention <i>Rétention</i>	Verzögerung des Austrags der Wasserverunreinigung aus dem Beckenwasser.
1.3.9	Mehrschichtfilter <i>Filtre multicouches</i>	Filter mit mehreren Schichten für Filtration und Adsorption.
1.3.10	Freibord <i>Espace libre</i>	Abstand zwischen der Oberkante der Einlauf/Ablauf-Einrichtung und der Oberkante der Filterschicht in Drucksandfiltern.
1.3.11	Beckendurchströmung <i>Circulation d'eau dans le bassin</i>	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.
1.3.12	Adaptive Schaltung <i>Couplage adapté</i>	Installation mit Wärmetauschern, um zwei Becken mit unterschiedlichen Temperaturen an eine Aufbereitungsanlage anzuschliessen.

1.4 Abkürzungen

KBE	Koloniebildende Einheit
NTE	Nephelometrische Trübungseinheit
fKH	französische Carbonathärte
n.n.	nicht nachweisbar
spp.	alle Arten

2 ANFORDERUNGEN AN DAS WASSER

2.1 Anforderungen an das Füllwasser (Frischwasser)

- 2.1.1 Das Füllwasser muss nach den hygienischen Kriterien Trinkwasserqualität aufweisen.
- 2.1.2 Bei Sole-, Mineral- und Heilwässern müssen die sonstigen natürlichen Inhaltsstoffe auch nach der Aufbereitung unbedenklich bleiben.
- 2.1.3 Stoffe, welche die Wasseraufbereitung 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) 0,1 mg/l
 - Mangan (Mn) 0,05 mg/l
 - Ammonium (NH₄⁺) 2 mg/l

2.2 Anforderungen an das Filtrat und das Reinwasser

2.2.1 **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).**

2.2.2 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., nur bei Warmsprudelbecken und Becken mit aerosolbildenden Kreisläufen.

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

2.2.3 Physikalische Anforderungen

Trübung maximal 0,1 NTU (Nephelometrische Trübungseinheiten).

2.2.4 Chemische Anforderungen

Im Reinwasser ist ein Gehalt von freiem Chlor von 0,2 bis 0,4 mg/l erforderlich (Basischlorung).

2.3 Anforderungen an das Beckenwasser

Um die nachfolgend genannten Bedingungen zu erfüllen, müssen die folgenden Parameter 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 Seite 12 f.)

	Parameter	Einheit	Beckenwasser		Bemerkungen
			Richtwert	Toleranzwert	
Mikrobiologische Anforderungen					
M.1	Aerobe mesophile Keime	KBE/ml	–	1'000	SLMB-Methode 1595, basierend auf ISO 4833 ¹⁾
M.2	<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	KBE/100 ml	–	n.n.	SLMB-Methode 1592 oder 1606, basierend auf ISO 16649-1 oder ISO 9308-1 ²⁾
M.3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	KBE/100 ml	–	n.n.	SLMB-Methode 1405 ³⁾
M.4	<i>Legionella</i> spp. im Beckenwasser	KBE/100 ml		1 ⁴⁾	nur für Warmsprudelbecken sowie Becken und Einrichtungen mit Badewasser über 23 °C mit aerosolbildenden Kreisläufen; ISO 11731
Physikalische und chemische Anforderungen					
P.1	Trübung	NTU	< 0,2	0,5	bezogen auf Formazin-Standard suspension
P.2	Klarheit	–			einwandfreie Sicht über den ganzen Boden
P.3	pH-Wert	–	7,0–7,4	6,8–7,6	
P.4	Säurekapazität $K_{S4,3}$ ⁵⁾				
	Badebecken	mmol/l	> 0,7		> 70 mg HCO ₃ ⁻ /l
	Warmsprudelbecken	mmol/l	> 0,5		> 50 mg HCO ₃ ⁻ /l
P.5	Oxidierbarkeit (KMnO ₄ -Verbrauch) oder TOC	mg/l	< 3,0	5,0	über dem Wert des Füllwassers; in Freibädern dürfen höhere Werte auftreten
P.6	Redoxpotenzial ⁶⁾				
	Ag gegen Ag/AgCl KCl 3,5 mol/l				
	pH 6,8–7,3	mV	≥ 750		kontinuierliche Messung, Fehlergrenze ± 20 mV
	pH 7,3–7,6	mV	≥ 770		
P.7	Freies Chlor				
	Badebecken	mg/l	0,2–0,4 ⁷⁾	0,2–0,8	auch im Reinwasser ist der Richtwert einzuhalten
	Warmsprudelbecken	mg/l	0,7–1,0 ⁸⁾	0,7–1,5	
P.8	Gebundenes Chlor	mg/l		0,2	überwiegend Chloramine
P.9	Trihalogenmethane (THM) berechnet als Chloroform ⁹⁾	mg/l	–	0,020	in Freibädern dürfen höhere Werte auftreten; ISO 10301
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 (ClO ₃ ⁻) ¹⁰⁾	mg/l	< 4	10	bei Desinfektion mit Javelwasser (NaClO)
P.12	Bromat (BrO ₃ ⁻)	mg/l		0,2	
P.13	Harnstoff ¹¹⁾				
	Hallenbäder	mg/l	< 1	1	
	Freibäder	mg/l	< 2	3	
P.14	Algizide	–	–	–	die Anwendung ist zu vermeiden (siehe J.7.2)

Die Messmethoden des Schweizerischen Lebensmittelbuches (SLMB) [21], Kapitel Trinkwasser, gelten als Referenz. Die übrigen Methoden müssen validiert sein. Für die Probenahme gilt die Norm ISO 7218.

- 1) Nachweis von aeroben mesophilen Keimen: Bekannte Mengen Untersuchungsgut (bei Beckenwasser i.d.R. 1 ml) werden in Petrischalen mit flüssigem Nährmedium vermischt und unter aeroben Bedingungen bei 30 °C während 72 Stunden inkubiert.

In der Gruppe der aeroben mesophilen Keime sind Bakterien erfasst, die sich bei mässig warmen und feuchten Umgebungsbedingungen in Lebensmitteln, in Wasser und auf Gebrauchsgegenständen vermehren und diese im Wert vermindern können. Die Bestimmung dient der allgemeinen Hygienebeurteilung.

- 2) Nachweis von *Escherichia coli*:
Der quantitative Nachweis von β -Glucuronidase-positiven *Escherichia coli* erfolgt durch Membranfiltration einer bekannten Menge Untersuchungsgut (bei Beckenwasser i.d.R. 100 ml), Wiederbelebung auf einem nicht-selektiven Medium und Selektivnachweis bei 44 °C auf einem chromogenen β -Glucuronidase-spezifischen Medium. *Escherichia coli* ist ein Bakterium, das zur Darmflora von Warmblütern gehört. Es zeigt fäkale Verunreinigungen an.

- 3) Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa*:
Bekannte Mengen Untersuchungsgut (bei Beckenwasser i.d.R. 100 ml) werden durch einen Membranfilter filtriert. Dieser wird auf einen selektiven Nährboden übertragen. Nach Inkubation werden präsumtive Kolonien Bestätigungstests unterzogen und die Anzahl *Pseudomonas aeruginosa* pro 100 ml berechnet.

Pseudomonas aeruginosa ist ein 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 Filterspülung (siehe 5.7, B und J.5), Badewasserdesinfektion oder Umgebungs-hygiene hin.

- 4) Legionellen (spp. bedeutet alle Arten) sind Bakterien, die sich vor allem in einem Temperaturbereich zwischen 23 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 häufig in einer unzureichenden Filtration und Spülung.

Analysenergebnisse im Becken und Massnahmen:

1–10 KBE/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> – Filterspülung mit hoch gechlortem Spülwasser (> 20 mg/l) – Wasseraufbereitung auf Funktionsmängel überprüfen (5.2) – Erneute Analyse in 4 Wochen
> 10 KBE/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> – Aerosolbildende Einrichtungen abschalten – Filterspülung mit hoch gechlortem Spülwasser (> 20 mg/l) – Sprudelbecken entleeren, reinigen, desinfizieren – Erneute Analyse nach 10 Tagen im Beckenwasser und Filtrat – Wenn erneut Legionellen im Becken nachweisbar sind, ist eine Stufenuntersuchung nötig, um die Kontaminationsquelle zu lokalisieren
> 1000 KBE/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> – Becken für Badebetrieb schliessen – Stufenuntersuchung/Kontaminationsquelle lokalisieren – Rinnenablaufleitungen, Ausgleichs- und Spülwasserbecken reinigen und desinfizieren – Filtration und Spülung überprüfen (5.2) – Kontaminationsquelle beseitigen – Wiederinbetriebnahme – Spülung mit gechlortem Wasser – Analyse im Beckenwasser und Filtrat – Bei Legionellen im Becken < 10 KBE/100 ml Becken für Badebetrieb freigeben – Untersuchungen wöchentlich wiederholen, bis ein stabiler Betrieb bestätigt ist

- 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 5.4.2.
- 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) Bei Freibädern ist eine Erhöhung des Chlorwertes ausserhalb der Badezeit zulässig (Stosschlorung ca. 1,5 mg/l).
- 8) Ist ein Sprudelbecken adaptiv an ein Badebecken angeschlossen, welches mindestens 100 m² Wasserfläche besitzt, so kann das freie Chlor auf einen Richtwert von 0,5 bis 0,8 mg/l abgesenkt werden. Der Toleranzwert beträgt dann 0,5–1,5 mg/l.
- 9) Bei den flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen interessieren aus toxikologischen Erwägungen vornehmlich Trihalogenmethane (THM), welche auf Chloroform umgerechnet werden.
- 10) Entstehung von Chlorat siehe C.1.4.
- 11) 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.

2.4 Kontrolle und Dokumentation

Die betriebsinternen Messungen und Massnahmen sind in ein Betriebsbuch einzutragen. Siehe J.6.1, Tabelle 9.

2.5 Anforderungen an das Duschwasser

- 2.5.1 Die Duschanlagen sind mit Trinkwasser zu versorgen.
- 2.5.2 Die Duschanlagen müssen nach den Grundsätzen zur Vorbeugung einer Legionellenvermehrung erstellt und betrieben werden (Leitsätze W3 [31], SIA 385/1 und BAG [46]). Die vom BAG empfohlenen Zielwerte sind einzuhalten.
- 2.5.3 In Freibädern führt erwärmtes Duschwasser zu vermehrtem Duschen und somit zur verminder-ten Beckenwasserbelastung.

3 ANFORDERUNGEN AN DIE BADEHALLENLUFT

- 3.1 Die Zuluftmenge berechnet sich überwiegend aus der Wasserverdunstung (SWKI-Richtlinie 2004-1). Der Aussenluftanteil ist variabel und wird stetig verändert, um die gewünschte Luftfeuchtigkeit in der Halle sicherzustellen. Er beträgt im Winter ca. 30%, im Sommer bis 100%.
- 3.2 Der minimale Aussenluftanteil muss ausserdem sicherstellen, dass auch bei tiefster Aussentemperatur je Person (Nennbelastung siehe A.3) in der Halle 50 m³/h Aussenluft zugeführt wird.
- 3.3 Der minimale Aussenluftanteil muss zusätzlich gewährleisten, dass Grenzwerte von unerwünschten Stoffen in der Hallenluft nicht überschritten werden, auch um Korrosionsschäden zu vermeiden.

Tabelle 2 Geruchsschwellen und Höchstkonzentrationen in der Luft

Substanz	Geruchsschwellenwert		Grenzwert ¹⁾		Bemerkungen
	in ppm	in mg/m ³	in ppm	in mg/m ³	
Chlor (Cl ₂)	0,02	0,06	0,5 ²⁾	1,5 ²⁾	Beim Einsatz von Desinfektionsmitteln auf Chlorbasis
Ozon (O ₃)	0,015	0,03	0,1 ²⁾	0,2 ²⁾	Beim Einsatz von Ozon zur Oxidation
Trichloramin (NCl ₃)	n.b.	n.b.	0,04 ³⁾	0,2 ³⁾	Ursache: gebundenes Chlor im Wasser und Frischluftanteil der Lüftung
Trihalogenmethane	Werden im Badewasser untersucht				Toleranzwert siehe Tabelle 1 unter Punkt P.9

n.b. = nicht bekannt

¹⁾ Grenzwert = Höchstkonzentration, bei deren Überschreitung die Luft als gesundheitsgefährdend gilt

²⁾ MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentration, Suva 2007

³⁾ Publikation [32]

- 3.4 Eine periodische Prüfung des Gehaltes an unerwünschten Substanzen in der Badehallenluft wird empfohlen und erfolgt durch Messungen an 2 bis 4 Punkten in der Aufenthaltszone 1,5 m über Boden. Ist der Durchschnittswert zu hoch, so ist der Aussenluftanteil zu erhöhen und/oder die Wasseraufbereitung zu überprüfen.

4 BEMESSUNG DES VOLUMENSTROMS

4.1 Grundlagen

4.1.1 Die Ermittlung des Volumenstroms (Umwälzleistung) basiert auf den Erfahrungen mit der Vorgängernorm (SIA 385/1:2000).

Die Volumenströme in Tabelle 3 sind, unter Berücksichtigung der Berechnungsgrundlagen in Anhang A, für die Einhaltung der Anforderungen gemäss Kapitel 2 erforderlich.

4.1.2 Die Wassertiefenbereiche entscheiden über die Nutzung des Beckens und die Bemessung der Wasseraufbereitung, unabhängig von der Beckenbezeichnung.

0,00 ... 0,50 m	Planschbecken	Die nebenstehenden Wassertiefen sind nicht als Empfehlung zu verstehen, sondern nur für die Zuordnung in Tabelle 3.
0,60 ... 1,35 m	Nichtschwimmerbecken	
1,35 ... 2,20 m	Schwimmerbecken	
3,40 ... 5,00 m	Springerbecken	

Becken mit mehreren Tiefenbereichen werden entsprechend den Flächenanteilen der Tiefenbereiche berechnet.

4.1.3 In jedem Badebecken müssen (bei Aufbereitungssystem mit einem Belastbarkeitsfaktor $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$) pro Person 2 m^3 aufbereitetes Wasser zur Verfügung gestellt werden.

4.2 Volumenströme für die verschiedenen Becken

4.2.1 Die Volumenströme für die verschiedenen Becken sind in Tabelle 3 angegeben; sie wurden auf der Basis der Berechnungsgrundlagen in Anhang A ermittelt.

4.2.2 Nicht in der Tabelle aufgeführte Becken oder Becken mit spezieller Belastung können mit den Informationen in Anhang A berechnet werden.

4.2.3 Grundlagen für die nachfolgende Tabelle:

- Belastbarkeitsfaktor $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$
Bei anderen Belastbarkeitsfaktoren (Anhang B.1, Verfahrenskombinationen) verändern sich die Volumenströme entsprechend.
- Personenfrequenz
 - für Schwimmer-, Springer- und Nichtschwimmerbecken $n = 1 \text{ h}^{-1}$
 - für Warmsprudelbecken mit begrenzter Nutzung $n = 3 \text{ h}^{-1}$
 - für Warmsprudelbecken mit kombinierter Nutzung $n = 4 \text{ h}^{-1}$
 - für Heissbecken $n = 4\text{--}6 \text{ h}^{-1}$

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

Nr.	Beckenart	Hinweise	Volumenstrom Q m ³ /h	Temperaturbereich (informativ)	
				Hallenbad °C	Freibad °C
1	Schwimmerbecken Wassertiefe 1,35–2,20 m		$0,40 \cdot A$	27–29	24
2	Springerbecken Wassertiefe > 3,4 m	a)	$0,60 \cdot A$	27–29	24
3	Nichtschwimmerbecken Wassertiefe 0,6–1,35 m	b)	$0,67 \cdot A$	28–32	24
4	Planschbecken Wassertiefe < 0,5 m	c)	$0,70 \cdot A$ + Zuschläge	32	26
5	Wasserrutschbahnen mit Landung im Becken, Wassertiefe im Landebecken 0,9–1,0 m	d)	$(0,67 \cdot A) + 35$ Summe mind. 60	27–29	24
	Wasserrutschbahnen mit Flachwasser- auslauf: Reinwasser mindestens	d)	60	27–29	24
6	Variobecken mit höhenverstellbarem Zwischenboden, ganz oder in Teilbereichen	e)	gemäss Tiefen- bereichen	27–29	
7	Warmsprudelbecken (kombinierte Nutzung) Beckenvolumen V mind. 4,0 m ³ (10 Plätze) Wassertiefe ca. 1,0 m	f)	$20 \cdot V$ mit adaptiver Schaltung: $15 \cdot V$	37	37
8	Warmsprudelbecken (begrenzte Nutzung) Beckenvolumen mind. 1,6 m ³ Wassertiefe ca. 1,0 m	g)	$15 \cdot V$	37	37
	4 Sitzplätze, Vol. 1,6 m ³		24		
	5 Sitzplätze, Vol. 2,0 m ³		30		
	6 Sitzplätze, Vol. 2,4 m ³		36		
	7–10 Sitzplätze, Vol. 2,8–4,0 m ³		42–60		
9	Wellenbecken	h) e)	gemäss Tiefen- bereichen	27–29	24
10	Kleinbecken max. Wasserfläche 100 m ² Wassertiefe < 1,35 m	a)	$0,4 \cdot A$	30	30
11	Warm- und Bewegungsbecken Wassertiefe < 1,35 m (Zuschläge gemäss A.6)	i)	$1 \cdot A$ + Zuschläge	32–35	32–35
12	Heissbecken Wassertiefe ~ 1 m (Frequenz beachten)	k)	mind. $2 \cdot V$	38–40	38–40
13	Therapiebecken	l)	$1 \cdot A$	32–35	–
14	Kaltwassertauchbecken, Wassertiefe 1,1–1,35 m	m)		bis 18	bis 18
	Wasserfläche bis 10 m ² Wasserfläche über 10 m ²		$1,5 \cdot V$ $1 \cdot V$		
15	Durchschreibebecken Wassertiefe 0,15 m	n)	$2 \cdot V$	–	–

Volumenstrom $Q = A \cdot F$, in m³/h

A Beckenwasserfläche in m²

F Faktor für den spezifischen Volumenstrom in m³/h pro m² Beckenfläche

V Beckenvolumen in m³

- a) Springer- und Kleinbecken (z.B. Hotelbäder, Bäder in Wohnüberbauungen) sind für eine niedrige Nennbelastung ausgelegt. Der im Verhältnis zu dieser Nennbelastung erhöhte Volumenstrom dient der Aufrechterhaltung der Desinfektionsmittelkapazität und der Vermeidung von Retentionen und Algenbildung.
- b) Bei einer kleineren Belastung (Anzahl von Badenden in einer Stunde Badebetriebszeit) ist eine Reduktion des Volumenstroms möglich; die Umwälzzeit darf 2 Stunden aber nicht überschreiten.
- c) Wasserspeier oder ähnliche Einrichtungen müssen mit Reinwasser betrieben werden. Das hierfür verwendete Wasser ist als Zuschlag zum Volumenstrom zu addieren.
- d) Werden Rutschbahnen in getrennte Landebecken geführt, so sind pro Rutschbahn mindestens 60 m³/h Reinwasser erforderlich. Spezialrutschen sind entsprechend der stündlichen Anzahl Benutzer auszulegen.
- e) Bei Becken, deren Wassertiefe über zwei oder mehrere Tiefenbereiche geht (z.B. Variobecken mit Teilhubboden, Wellenbecken), ist der Volumenstrom nach den Flächenanteilen der Tiefenbereiche zu berechnen. Der Hubbodenbereich gilt als Nichtschwimmerbereich.
- f) Warmsprudelbecken mit kombinierter Nutzung sind solche, die in Schwimm- und Badebeckenanlagen angeordnet sind und den Badegästen gemeinsam während des Aufenthaltes nach freier Wahl zur Verfügung stehen.
 Bis zu einer Nennbelastung von 50 Personen in der Schwimmbeckenanlage beträgt das Sprudelbecken-Gesamtvolumen mindestens 4 m³ (10 Plätze) in Form von einem oder mehreren Becken (Mindestgrösse je 1,6 m³). Bei höheren Nennbelastungen in der Schwimmbeckenanlage sind für je weitere 50 Personen zusätzlich 1,2 m³ Warmsprudelbecken (pro Sitzplatz Wasservolumen 0,4 m³) empfohlen (siehe A.5).
- g) Warmsprudelbecken 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 max. 50 Personen aufweisen. Die Sitzplatzzahl im Warmsprudelbecken wird entsprechend der Nennbelastung im begrenzten Bereich ausgelegt. Die Mindestgrösse beträgt 4 Plätze (1,6 m³ Inhalt), welche für maximal 20 Personen Nennbelastung im Badebereich ausreichen. Bei einer Nennbelastung von 50 Personen im begrenzten Bereich sind dementsprechend 10 Plätze (4 m³ Inhalt) vorzusehen (siehe A.5).
- h) Alle Beckenteile, auch die Wellenkammer, müssen ständig mit Reinwasser durchströmt werden.
- i) Bei Warm- und Bewegungsbecken wird die Verfahrenskombination III gemäss Tabelle 4 und Anhang B, Tabelle 5, empfohlen.
- k) Für Heissbecken wird der Volumenstrom gemäss A.4.1, Gleichung 4, berechnet. Personenfrequenz $n^{-1} = 4-6$.
- l) Therapiebecken sind Badebecken für infektionsgefährdete Personen. Die Gestaltung der Becken richtet sich nach den Bedürfnissen der medizinisch indizierten Behandlung der Patienten.
 Therapiebecken mit hoher Belastung sind an Aufbereitungsanlagen mit Verfahrenskombinationen mit Ozonstufe (Verfahren III) gemäss Tabelle 4 und Anhang B, Tabelle 5, anzuschliessen.
- m) Kaltwassertauchbecken mit weniger als 10 Benutzern/h, deren Volumen 2 m³ nicht übersteigt, dürfen mit ständigem Füllwasserdurchfluss betrieben werden. Das Füllwasser ist zu chlören. Das Beckenwasser muss den Anforderungen der Tabelle 1 in Bezug auf freies und gebundenes Chlor entsprechen. Verdrängtes Wasser ist über eine Überlaufrinne abzuleiten und durch Füllwasser zu ersetzen.
 Kaltwassertauchbecken mit einem Beckenvolumen über 2 m³ müssen an eine Aufbereitungsanlage angeschlossen werden. Füllwassernachspeisung gemäss 5.6.4.
- n) Hinweise zu Durchschreitebecken im Freibad siehe F.1.4.

5 ANFORDERUNGEN AN DIE WASSERAUFBEREITUNGSANLAGE

5.1 Verfahrenskombinationen

5.1.1 Zur Einhaltung der Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit in Badebecken nach Kapitel 2 haben sich die nachfolgend beschriebenen Verfahrenskombinationen bewährt. Bei einigen Beckenarten sind die unter 4.2, Tabelle 3, beschriebenen Einschränkungen oder 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 der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 4 Belastbarkeitsfaktoren (k -Werte)

Verfahrenskombinationen	Reinwasservolumen m^3 pro Person	k -Wert m^{-3}	Hinweise zum Einsatz
I a) Flockung – Filtration (Druck und Unterdruck) – Chlorung	2	0,5	Freibäder, Planschbecken in öffentlichen Parkanlagen oder Wohnsiedlungen und Saunatauchbecken Um den Anforderungen der Tabelle 1 zu genügen, ist ein erhöhter Frischwasserzusatz nötig Beide Verfahrenskombinationen können organische Desinfektionsnebenprodukte (DNP) aus dem Badewasserkreislauf ungenügend entfernen
b) Anschwemmfiltration – Chlorung	2	0,5	
II a) Adsorption – Flockung – Filtration – Chlorung	2	0,5	Bäder mit Nennbelastung
b) Flockung – Mehrschichtfiltration – Chlorung	2	0,5	
c) Flockung – Filtration – Sorptionsfiltration – Chlorung	2	0,5	
d) Adsorption – Anschwemmfiltration – Chlorung	2	0,5	
III a) Flockung – Filtration – Ozonung – Sorptionsfiltration – Chlorung	1,67	0,6	Hallenbäder (Erlebnis-, Warm- und Bewegungsbecken usw.), Therapiebäder Bei Bädern mit Benutzung unter der Nennbelastung: Ozonung – Sorptionsfiltration im Teilstrom (mind. 50%)
b) Anschwemmfiltration – Ozonung – Sorptionsfiltration – Chlorung	1,67	0,6	
IV Flockung – Ozonung – Mehrschichtfiltration – Chlorung	1,82	0,55	Alternative zu III bei niedriger Belastung
V Vorfiltration – Adsorption an Aktivkohlepulver – Flockung – Ultrafiltration – Chlorung	1,25	0,8	Provisorische Empfehlung

5.2 Filtersysteme

5.2.1 Detaillierte Informationen zu möglichen Verfahrenskombinationen und die zugehörigen Beschreibungen der einzelnen Verfahrensschritte sind unter B.2 dargestellt.

- Der Spülvorgang wird programmgesteuert durchgeführt.
- Die erforderliche Spülwassermenge muss bei Beginn des Spülvorgangs zur Verfügung stehen. Das Spülwasser ist mit Chlor zu versetzen (siehe 5.7).
- Das Schlammwasser muss ungehindert ablaufen können. Gegebenenfalls ist ein Schlammwasserrückhaltebecken erforderlich.
- Bei geschlossenen Filtern muss während der Spülung der Raum oberhalb des Filterbettes durch die Entlüftungsleitungen mit der Atmosphäre in Verbindung stehen.

5.2.2 Sand- und Mehrschichtfilter (in Druck- und Unterdruckbauweise)

Filtergeschwindigkeit ≤ 30 m/h

Gesamtschichthöhe $\geq 1,20$ m

Flockung Es werden Aluminium- oder Eisensalze eingesetzt, siehe Anhang B.

Die Filterspülung ist mit einer Fluidisierung der filternden Schichten durchzuführen. Dabei soll eine Betausdehnung von mind. 10% der Filterschichthöhe erreicht werden, um die im Filter zurückgehaltenen Stoffe und daran haftende Mikroorganismen auszutragen. Bei Abschluss des Spülvorganges muss das Filterbett entlüftet sein. Der Spülvorgang darf nicht unterbrochen werden.

- Zur Reduktion von gebundenem Chlor wird dem Rohwasser für Sandfilter vor der Flockung Pulver-Aktivkohle zudosiert. Dosiermenge: 1–3 g/m³ Umwälzleistung.
- Bei Staubbildung muss eine Staubschutzmaske getragen werden.

5.2.3 Anschwemmfilter in Druck- oder Unterdruckbauweise

Filtergeschwindigkeit 3–6 m/h

Grundanschwemmung 0,5 kg Kieselgur pro m² Filterfläche

Grundanschwemmung mit Aktivkohle 0,6 kg Kieselgur und Aktivkohle (Verhältnis 5:1) pro m² Filterfläche

Sekundärdosierung für kontinuierlichen Betrieb 5–10 g pro Badegast

- Die Spülung muss eine vollständige Reinigung des Stützgewebes und des Behälters sicherstellen.
- Bei Verwendung von Kieselgur muss eine Staubschutzmaske getragen werden (J.5.2).
- Eine Wiederverwendung von gebrauchtem Filterhilfsmaterial ist nicht gestattet.

5.2.4 Ultrafiltration

- Diese Membranfiltration ist auch mikrobiologisch wirksam und hält Viren und Bakterien überwiegend zurück.
- Gelöste Substanzen wie gebundenes Chlor, Harnstoff, Ortho-Phosphate usw. werden ohne Hilfsmittel nicht zurückgehalten.
- Ein spülbarer Vorfilter ist für die Eliminierung von Partikeln und vor allem von Haaren unabdingbar.
- Als Filterhilfsmittel werden dosiert: Aktivkohlepulver zur Reduktion von gebundenem Chlor, Flockungsmittel zur Reduktion von Ortho-Phosphaten.

Membrandurchfluss 150 l/(m²·h), max. 200 l/(m²·h)

Spülung (je nach Differenzdruck) alle 30–120 Minuten mit Filtrat

Spülwasserzusätze Chlor, evtl. pH-Regelung

5.3 Mess-, Regel- und Dosiertechnik

5.3.1 Messumfang

Neben den Handmessungen am Becken (siehe Tabelle 10) müssen die Konzentration des Desinfektionsmittels (freies Chlor) für jedes Becken, der pH-Wert für jede Badewasseraufbereitungsanlage automatisch und kontinuierlich gemessen werden.

5.3.2 Messwasserentnahme

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

5.3.3 Dosierautomatik für Desinfektionsmittel

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

5.3.4 Dosierautomatik pH-Wert

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

5.3.5 Messtechnik des Redoxpotenzials

Zur Messung des Redoxpotenzials ist ein ortsfestes Messgerät zu installieren. Das Redoxpotenzial beschreibt das Konzentrationsverhältnis von oxidierenden und reduzierenden Inhaltsstoffen des Wassers. Ein von den normalerweise im Betrieb gemessenen Werten abweichendes Messergebnis deutet auf eine Störung der Wasseraufbereitungsanlage hin.

5.3.6 Weitere Messgeräte und Überwachungseinrichtungen

- Der Volumenstrom der Wasseraufbereitungsanlage für jedes Becken muss durch Messgeräte erfasst werden können.
- In die Füllwasserleitung jeder Aufbereitungsanlage ist ein Wasserzähler einzubauen.
- Zur Messung des Wärmeverbrauchs für die Beckenheizung ist der Einbau eines Wärmezählers empfehlenswert.

5.4 pH-Wert und Säurekapazität

5.4.1 pH-Wert

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 Richtwertbereich eingestellt. Die zugesetzten Stoffe müssen vor Erreichen der Probenahmestelle und der pH-Messsonde vollständig mit dem Wasser vermischt sein.

Zur Einstellung des pH-Wertes dienen folgende Mittel:

Falls das Wasser einen zu niedrigen pH-Wert aufweist:

- Natriumcarbonat (Soda, Na_2CO_3)
- Natriumhydroxid (Natronlauge, NaOH)

Falls das Wasser einen zu hohen pH-Wert aufweist:

- Kohlendioxid (CO_2)
- Salzsäure (HCl)
- Schwefelsäure (H_2SO_4)
- Natriumhydrogensulfat (NaHSO_4)

Erfolgt die Flockung mit Aluminiumsalzen, so ist ein pH-Wert von 6,8 bis 7,2, bei Flockung mit Eisensalzen von 6,8 bis 7,5 einzuhalten.

5.4.2 Säurekapazität

- 5.4.2.1 Die zur Flockung verwendeten Salze reagieren pH-senkend (sauer). Eine genügende Säurekapazität hilft, den für eine gute Flockenbildung nötigen pH-Wert einzuhalten. Die Säurekapazität $K_{S4,3}$ des Rohwassers ist auf die nachfolgenden Mindestwerte einzustellen:
- Für Schwimm- oder Badebecken $K_{S4,3} > 0,7$ mmol/l oder 43 mg/l Hydrogencarbonat-Ionen oder, auf Calciumcarbonat umgerechnet, 70 mg/l $CaCO_3$.
Für Wässer mit einer Gesamthärte grösser als die Säurekapazität (verglichen in mmol/l) entspricht dies einer Carbonathärte von > 7 °fKH.
 - Für Warmsprudelbecken $K_{S4,3} > 0,5$ mmol/l oder 30 mg/l Hydrogencarbonat-Ionen oder, auf Calciumcarbonat umgerechnet, 50 mg/l $CaCO_3$.
Für Wässer mit einer Gesamthärte grösser als die Säurekapazität (verglichen in mmol/l) entspricht dies einer Carbonathärte von > 5 °fKH.
- 5.4.2.2 Sinkt die Säurekapazität $K_{S4,3}$ 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 $K_{S4,3}$ durch Zugabe einer wässrigen Lösung von Natriumcarbonat (Soda, Na_2CO_3) oder Natriumhydrogencarbonat ($NaHCO_3$) 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.

5.5 Energie

- 5.5.1 Schwimmbäder sind nach dem Stand der Technik zu bauen und zu betreiben, um eine sparsame und rationelle Energieverwendung zu gewährleisten. Im Bereich der Badewasseraufbereitung sind zu beachten:
- bedarfsgerechter Betrieb (Sparschaltungen ausserhalb der Betriebszeit, sofern die Hygieneparameter eingehalten werden können);
 - hydraulische Auslegung des Gesamtsystems für niedrige Pumpenförderhöhen;
 - Pumpen mit hohen Wirkungsgraden wählen (evtl. mit Badewasserkühlung); zur Energieeinsparung wird eine volumenstromabhängige Regelung der Pumpendrehzahl empfohlen;
 - Wärmerückgewinnung aus dem Beckenablaufwasser.
- 5.5.2 Beckenabdeckungen vermindern die Wärmeverluste; ihr Einsatz ist zu prüfen.
- 5.5.3 Für die Beheizung von Freibädern sind Abwärme, Sonnenenergie und erneuerbare Energien zu nutzen.
- 5.5.4 Ganzjährig betriebene Aussenbecken sind gegen das Erdreich mit einer Wärmedämmung zu versehen.

5.6 Füllwassernachspeisung (Frischwasserzusatz)

- 5.6.1 Die im Aufbereitungskreislauf nicht eliminierbaren Stoffe werden durch tägliche Füllwassernachspeisung in Grenzen gehalten. Damit die Parameter gemäss Tabelle 1 in jedem Becken eingehalten werden, ist kontinuierlich oder einmal pro Tag Beckenwasser gegen Füllwasser auszutauschen (mindestens 30 l pro Besucher des Bades). Je nach Wasserqualität (Harnstoff, gebundenes Chlor, Beckenwassertemperatur) und Verfahrenskombination kann der erforderliche Frischwasserzusatz wesentlich höher sein. Wenn mehrere Aufbereitungsanlagen vorhanden sind, wird die Frischwassermenge entsprechend den Belastungen aufgeteilt.
- 5.6.2 Bei Warmsprudelbecken mit eigener Aufbereitungsanlage beträgt die Füllwassernachspeisung mindestens 75 Liter pro Person. Diese Füllwassermenge wird normalerweise durch die täglich notwendige Filterspülung, mit Beckenentleerung im Rahmen der anschliessenden Neufüllung, zugegeben (siehe J.3.1).
- 5.6.3 Warmsprudelbecken, welche mit adaptiver Schaltung an ein Badebecken angeschlossen sind, benötigen keine getrennte Füllwassernachspeisung.

- 5.6.4 Bei Kaltwassertauchbecken mit Aufbereitungsanlage beträgt der Frischwasserzusatz mindestens 30 Liter pro Person, siehe Tabelle 3, Hinweis m. Um eine Temperatur unter 18 °C einzuhalten, ist der Frischwasserzusatz zu erhöhen oder eine Kühlung zu integrieren.
- Bei Kaltwassertauchbecken ohne Aufbereitungsanlage darf das Nachfüllwasservolumen 60 Liter pro Person nicht unterschreiten (siehe Tabelle 3, Hinweis m).
- 5.6.5 Der Wasseraustausch, der sich durch die Filterspülung ergibt, gegebenenfalls auch das Betriebs- und Kühlwasser von Anlagen (z.B. O₃), kann in der Frischwasserberechnung mitberücksichtigt werden.
- 5.6.6 Um das Risiko einer Trinkwasserverunreinigung auszuschliessen, muss die Füllwasserleitung mit freiem Auslauf in das Ausgleichsbecken münden (vgl. Leitsätze W3 [31]).

5.7 Anforderungen an das Filterspülwasser

- 5.7.1 Das Filterspülwasser muss von solcher Qualität sein, dass im Filter keine Verschmutzung und mikrobiologische Verunreinigung erfolgt.
- 5.7.2 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 (mind. 1 mg/l Chlor).

5.8 Abwasserbeseitigung

Für die Einleitung der Abwässer aus Bädern bedarf es einer behördlichen Bewilligung, und es gilt Folgendes zu beachten:

- Das Schluckvermögen der Schmutzwasserkanalisation für die Filterspülung, der Einbau eines Rückhaltebeckens, die Gewitterwasserableitung usw. sind zu überprüfen.
- Das durch Füllwasser (Frischwasser) verdrängte Badeabwasser, der Überlauf aus dem Ausgleichsbecken, das Filterspülabwasser und das Beckenreinigungswasser (neutralisiert) sind in die Schmutzwasserkanalisation einzuleiten.
- 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 [11] eingehalten werden.
- Überwintertes chlorfreies Wasser aus Freibädern, das keine umweltgefährdenden Substanzen enthält, soll nach Möglichkeit dosiert in das Sauberwassersystem, andernfalls in die Schmutzwasserkanalisation, abgeleitet werden.
- Abwasser aus Chemikalienräumen oder Sprühwasser aus Chlorgasräumen ist aufzufangen und nur nach Entchlorung und Neutralisation in die Schmutzwasserkanalisation einzuleiten.

5.9 Störfallvorsorge

- 5.9.1 Schwimmbäder sind der Störfallverordnung StFV [7] unterstellt, wenn
- die Badewasserdesinfektion mit Chlorgas (druckverflüssigt in Stahlbehältern bis 65 kg) erfolgt und die Mengenschwelle von 200 kg überschritten wird (Chlormenge als Summe der angeschlossenen und gelagerten Chlorflaschen in einer Anlage);
 - andere Stoffe, z.B. Säuren und Laugen, in Mengen vorhanden sind, die über den Mengenschwellen liegen; siehe C.2.1;
 - die Vollzugsbehörde der StFV entscheidet, dass sie auf Grund ihres Gefahrenpotenzials die Bevölkerung oder die Umwelt schwer schädigen könnten.
- 5.9.2 Ist ein Schwimmbad der Störfallverordnung unterstellt, so hat der Inhaber des Betriebes gemäss Störfallverordnung die Verpflichtung, eigenverantwortlich alle geeigneten Sicherheitsmassnahmen zu treffen, welche das Risiko für Bevölkerung und Umwelt infolge von Störfällen vermindern (Art. 3 StFV). Der Inhaber hat der Behörde einen Kurzbericht einzureichen (Art. 5 StFV). Anhand dieses Kurzberichtes prüft die Behörde die getroffenen Sicherheitsmassnahmen und beurteilt das von der Anlage ausgehende Potenzial für schwere Schädigungen (Art. 6 StFV). Allenfalls ergibt sich die Notwendigkeit einer weitergehenden Risikoermittlung (Art. 7 StFV) oder zusätzlicher Sicherheitsmassnahmen (Art. 8 StFV). Das BAFU hat zum Vollzug der Störfallverordnung ein Handbuch [8] veröffentlicht.

5.9.3 Hinweise für die Anforderungen an Räume und Technik siehe 5.10, für den Betrieb siehe J.9.

5.10 **Anforderungen an Räume für Desinfektion und Neutralisation**

Bezüglich der Anforderungen betreffend

- Lager- und Dosierräume für Chemikalien,
 - Raum für Elektrolyse-Chlorungsanlagen,
 - Lager- und Dosierraum für Chlorgasanlagen
- wird auf C.2 verwiesen.

6 DESINFEKTION

6.1 Zielsetzung

- 6.1.1 Das Ziel der Badewasserdesinfektion 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.
- 6.1.2 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).

6.2 Desinfektion von Badewasser

6.2.1 Allgemeines

- 6.2.1.1 Für die Desinfektion des Badewassers dürfen nur die vom Bundesamt für Gesundheit nach der Biozidprodukteverordnung zugelassenen Produkte eingesetzt werden [5].
- 6.2.1.2 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.

6.2.2 Mittel und Verfahren

- 6.2.2.1 Die folgenden Mittel zur Desinfektion von Badewasser in öffentlichen Bädern haben sich bewährt:
- Hypochlorige Säure (HClO), hergestellt durch Elektrolyse von Natriumchlorid NaCl mit Abtrennung der Natronlauge (NaOH),
 - Natriumhypochlorit (NaClO), hergestellt durch Elektrolyse von Natriumchlorid,
 - Hypochlorige Säure, hergestellt durch Elektrolyse von Salzsäure (HCl),
 - Natriumhypochlorit-Lösung (Javelwasser),
 - Calciumhypochlorit (Ca(ClO)₂),
 - Chlorgas (Cl₂) (aus sicherheitstechnischen Gründen nicht mehr vorzusehen).
- Details hierzu sind in Anhang C zu finden.
- 6.2.2.2 Ozon (O₃) dient zur Oxidation und kann in Kombination mit einem der oben aufgeführten Desinfektionsverfahren eingesetzt werden, wie in den Tabellen 5a und 5b in Anhang B erläutert.

6.2.3 Aktive Komponenten und Nebenprodukte

- 6.2.3.1 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 (ClO⁻), welche weniger wirksam sind und höhere Zugabemengen erfordern.
- 6.2.3.2 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.
- 6.2.3.3 Bei allen Verfahren auf Chlorbasis entstehen im Badewasser ausser den Chlorstickstoffverbindungen (Chloraminen) leichtflüchtige, halogenierte Kohlenwasserstoffe, z.B. THM. Darum muss die Badewasseraufbereitung (Filtration und Beckenhydraulik) optimiert 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.

7 ANFORDERUNGEN AN DAS HYDRAULISCHE SYSTEM

- 7.1 Beckengeometrie und Beckenkonstruktion müssen neben den Nutzungsanforderungen auch den technischen Ansprüchen der Beckenhydraulik gerecht werden.
- 7.2 Der Wassertransport im Kreislauf «Becken–Ausgleichsbecken–Wasseraufbereitungsanlage–Becken» wird durch das hydraulische System gewährleistet. Einen technischen Schwerpunkt bildet darin die Beckendurchströmung.
- 7.3 Die Zuläufe in die Becken sind so anzuordnen, dass das Reinwasser rasch in alle Bereiche des Beckens verteilt wird. Für die Reinigung des oberflächennahen Bereiches müssen 100% des Volumenstroms ständig über eine allseitig angeordnete Überlaufrinne geführt werden. Bei Planschbecken, welche täglich entleert und gereinigt werden, können zur Reinigung des gesamten Oberflächenbereiches auch andere Massnahmen getroffen werden.
- 7.4 Für Kaltwassertauchbecken mit einem Volumen bis 2 m³ muss die Überlaufrinne das Verdrängungsvolumen aufnehmen.
- 7.5 Detaillierte Informationen sind in Anhang D zu finden.

8 KONSTRUKTION UND MATERIAL

- 8.1 Die Auswahl der Werkstoffe und die Massnahmen des aktiven oder passiven Korrosionsschutzes müssen nach der Aggressivität des Wassers und verfahrensbedingten korrosiven Einflüssen vorgenommen werden. Materialien, die mit Badewasser in Berührung kommen, dürfen die Wasserbeschaffenheit nicht beeinflussen und müssen gegenüber der physikalisch-chemischen Wasserbeschaffenheit und der Vermehrung von Mikroorganismen und Phytoplankton indifferent sein. Sie dürfen die Aufbereitung nicht beeinträchtigen.
- 8.2 Für Stufenuntersuchungen sind an geeigneten Stellen Armaturen zur Probenahme einzubauen und zu beschriften (Rohwasser, Reinwasser, Schlammwasser usw.).

9 UMGEBUNGSHYGIENE UND BAULICHE VORAUSSETZUNGEN

Die bauliche Ausführung der Becken, der Beckenränder und der Umgebung beeinflusst nicht nur das Beckenwasser, sondern auch die Umgebungshygiene. Empfehlungen hierzu sind unter F.1 formuliert. Für die Technik- und Nebenräume gelten die Empfehlungen gemäss F.2.

10 UNFALLVERHÜTUNG

Die häufigsten Unfälle in Hallen- und Freibädern ergeben sich durch unsachgemässe Ausführung in den folgenden Bereichen:

- Beckenabläufe (Sicherung von Abflussleitungen aus Becken gegen Anpresskräfte),
- Beckenbereiche (Abtrennung Nichtschwimmerbereich–Schwimmerbereich),
- Sonderbereiche wie Sprunganlagen, Wasserrutschbahnen,
- Bodenbeläge.

Zu diesen Themen sind Informationen in Anhang G und in der Publikation [34] enthalten.

11 ABNAHME

Die Abnahme des Werkes richtet sich nach den Bestimmungen der Norm SIA 118 unter Verwendung des Abnahmeformulars SIA 1029.

12 BETRIEB

12.1 Regelung der Verantwortung

Der Betreiber des Bades hat die Verantwortlichkeiten innerhalb der gesamten Anlage klar festzulegen und für die folgenden Bereiche einen oder mehrere Beauftragte zu bezeichnen:

- technischer Bereich,
- Badewasserdeseinfektion und Überwachung der Kontrollparameter (siehe J.1): ein Fachbewilligungsinhaber gemäss Verordnung [13],
- Sicherheit, Störfallvorsorge (siehe J.9),
- Hygiene (siehe J.10),
- Chemikalien: Kontaktperson für die Vollzugsbehörden: Eine Chemikalien-Ansprechperson muss gemäss der Verordnung [4] den zuständigen kantonalen Vollzugsbehörden mitgeteilt werden.

12.2 Kontrollen der Wasserbeschaffenheit

12.2.1 Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass eine tägliche Überwachung des Badewassers gemäss J.6 durch das Betriebspersonal erfolgt.

12.2.2 Eine periodische externe Kontrolle des Badewassers in mikrobiologischer, chemischer und physikalischer Hinsicht liegt ebenfalls in der Eigenverantwortung des Betreibers des Schwimmbades. Mit der Probenahme und Analyse sind akkreditierte Labors zu beauftragen, die unangemeldete Kontrollen vornehmen.

Empfohlene Zeitfolge der externen Kontrollen:

- Hallenbäder mindestens vierteljährlich
- Freibäder mindestens 2-mal pro Saison

12.2.3 Die kantonalen und örtlichen Gesundheitsbehörden können jederzeit Einsicht in die Kontrolluntersuchungen verlangen oder solche Untersuchungen anordnen bzw. selbst durchführen.

12.2.4 Die Probenahme und der Probenumfang sind unter J.8 beschrieben.

Anhang A

Bemessung des Volumenstroms

Nachfolgend sind die Berechnungsgrundlagen dargestellt, welche zu den Volumenströmen in Tabelle 3 führen. Ausserdem werden Hinweise auf Sonderfälle gegeben.

A.1 Grundsatz

In jedem Badebecken müssen (bei Aufbereitungssystem mit einem Belastbarkeitsfaktor $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$) pro Person mindestens 2 m^3 aufbereitetes Wasser zur Verfügung gestellt werden (Personenzahl pro Stunde im Becken und dementsprechend Volumenstrom in m^3/h).

A.2 Grundlagen für die Berechnung

Personenbezogene Wasserfläche a , in m^2

Die einer Person rechnerisch zugeordnete Wasserfläche beträgt:

- Schwimmerbecken 5 m^2
- Nichtschwimmerbecken 3 m^2

Personenfrequenz n , in h^{-1}

Anzahl der Personenwechsel pro Stunde, normalerweise:

- Schwimmerbecken 1
- Nichtschwimmerbecken 1
- Springerbecken 1
- Wasserkreisläufe wie
 - Massagedüsen 3
 - Warmsprudelbecken 3 bei begrenzter Nutzung
 - Warmsprudelbecken 4 bei kombinierter Nutzung
 - Heissbecken 4–6 je nach Temperatur

Von dieser Festlegung kann nur in begründeten Fällen abgewichen werden.

A.3 Nennbelastung

A.3.1 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 h^{-1}

A Wasserfläche des Beckens, in m^2

n Personenfrequenz, in h^{-1}

a personenbezogene Wasserfläche, in m^2

– Nichtschwimmerbecken 3 m^2

– Schwimmerbecken 5 m^2

A.3.2 Für Warmsprudelbecken mit kombinierter Nutzung sowie für Therapie- und Planschbecken wird die Nennbelastung nach Gleichung 2 ermittelt; dies ist die zulässige Belastung gemäss Volumenstrom (Tabelle 3, Hinweis f).

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

N Nennbelastung, in h^{-1}

Q Volumenstrom, in m^3/h

k Belastbarkeitsfaktor, in m^{-3}

A.3.3 Bei Warmsprudelbecken mit begrenzter Nutzung wird die Nennbelastung nach Gleichung 3 berechnet (Tabelle 3, Hinweis g):

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

N Nennbelastung, in h^{-1}

n Personenfrequenz $n = 3 \text{ h}^{-1}$

P Anzahl der Sitzplätze (1 Sitzplatz entspricht einem Beckenvolumen von $0,4 \text{ m}^3$)

A.4 Volumenstrom

A.4.1 Der Volumenstrom ist das Wasservolumen pro Stunde, das ein Becken kontinuierlich durchströmt. Die Mindestgrösse des 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 m^3/h

N Nennbelastung, in h^{-1}

k Belastbarkeitsfaktor, in m^{-3}

A Wasserfläche des Beckens, in m^2

n Personenfrequenz, in h^{-1}

a personenbezogene Wasserfläche, in m^2

– Nichtschwimmerbecken 3 m^2

– Schwimmerbecken 5 m^2

A.4.2 Berechnungsbeispiel für die Ermittlung des Volumenstroms für ein Schwimmerbecken $50 \cdot 21 \text{ m}$

$$Q = \frac{A \cdot n}{a \cdot k}$$

$$A = 50 \cdot 21 \text{ m} = 1050 \text{ m}^2$$

$$n = 1 \text{ h}^{-1}$$

$$a = 5 \text{ m}^2$$

$$k = 0,5 \text{ m}^{-3}$$

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

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

A.5 Berechnung der Volumenströme

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 A.4, Gleichung 4.
- Der Volumenstrom für einige Becken ist aufgrund praktischer Erfahrungen in der Tabelle 3 empirisch festgelegt (z.B. Springer-, Plansch- und Kleinbecken).
- Warmsprudelbecken mit kombinierter Nutzung: Der mindest erforderliche Volumenstrom basiert auf einer Personenfrequenz 4 h^{-1} . Wird der notwendige Volumenstrom gemeinsam mit einem anderen Badebecken aufbereitet (adaptiv¹), so kann der Volumenstrom Q kleiner sein, nämlich der 15-fache Beckeninhalt V (Tabelle 3, Hinweis f).
- Warmsprudelbecken mit begrenzter Nutzung: Der mindest erforderliche Volumenstrom ergibt sich daraus, dass pro Person ein Volumen von 2 m^3 (bei $k = 0,5 \text{ m}^{-3}$) aufbereitetes Wasser zur Verfügung gestellt werden muss. Mit der Festsetzung von $0,4 \text{ m}^3$ Beckenvolumen pro Sitzplatz und einer Personenfrequenz 3 h^{-1} ergibt sich der in Tabelle 3 angegebene Volumenstrom.

¹ Hydraulische Schaltung zur Überwindung der Temperaturdifferenzen.

- Warmsprudelbecken dürfen an die Aufbereitungsanlage eines Schwimm- oder Badebeckens, unter entsprechender Erhöhung des Volumenstroms, angeschlossen werden. Bei einer solchen adaptiven¹ Lösung beträgt der Volumenstrom durch das Warmsprudelbecken $15 \cdot V$, sofern das Volumen des zugeordneten Schwimmbeckens mindestens 100 m^3 beträgt.
- Für Therapie-, Plansch-, Durchschreite-, Warm- und Kaltwassertauchbecken ergibt sich der Volumenstrom aus Tabelle 3.
- Für den Hubbodenbereich bei Variobecken ist der Volumenstrom wie bei Nichtschwimmerbecken zu berechnen.
- Volumenstrom für Wasserrutschbahnen: Als Rutschbahnwasser wird Becken- oder Reinwasser verwendet. Wird die Rutschbahn in ein normales Nichtschwimmerbecken geführt, so erfolgt die Berechnung des Volumenstroms gemäss Nichtschwimmerbecken ($0,67 \text{ m}^3$ pro m^2) plus Zuschlag für die Rutschbahn von $35 \text{ m}^3/\text{h}$.

A.6 Zuschläge für Sprudel- und Massageeinrichtungen

Für hoch belastete Bäder, meist mit höheren Wassertemperaturen, ist für zusätzliche Wasserkreisläufe, z.B. Massage- und Sprudeleinrichtungen, Wasserfälle usw., eine Erhöhung der Umwälzleistung wie folgt notwendig: Zuschlag zum Volumenstrom pro Platz gemäss Gleichung 5. Bei grossen Einrichtungen gilt dieser Zuschlag pro Platz mit einer Breite von 80 cm. Die Berechnung ergibt bei einem Belastbarkeitsfaktor von 0,5 einen Volumenstrom von $6 \text{ m}^3/\text{h}$ pro Platz. Nicht notwendig sind solche Zuschläge bei Strömungskanälen. Der Zuschlag wird empfohlen für die gleichzeitig im Betrieb benutzbaren Plätze.

Zuschlag für Wasserkreisläufe und Luftinjektionen gemäss Gleichung 5.

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

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

¹ Hydraulische Schaltung zur Überwindung der Temperaturdifferenzen.

Anhang B

Hinweise zu den Wasseraufbereitungsverfahren

B.1 Verfahrenskombinationen und Belastbarkeitsfaktoren

Die Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit in Badebecken nach Kapitel 2 können bei richtiger Betriebsweise mit den nachfolgend detailliert beschriebenen Verfahrenskombinationen eingehalten werden.

Bei einigen Beckenarten sind die in Tabelle 3 beschriebenen Einschränkungen oder Besonderheiten zu beachten.

Bewährte Verfahrenskombinationen mit dem erforderlichen Reinwasservolumen in m³/Person sowie dem Belastbarkeitsfaktor *k* sind in Tabelle 4 dargestellt.

Der pH-Wert ist bei allen Verfahrenskombinationen gemäss 5.4 und Tabelle 1 einzustellen.

B.2 Erläuterung der Verfahrenskombinationen

Die Grundlagen und die Funktionsweise der Verfahrenskombinationen sind in den nachfolgenden Tabellen 5a, 5b und 5c enthalten.

Die einzelnen Verfahrensschritte sind anschliessend beschrieben. Es sind dies:

AD	Adsorptionsstufe, Anforderungen an die Pulver-Aktivkohle
ASFI	Anschwemmfilter
Cl	Chlorung
FI	Filtration
FL	Flockung
KD	Kieselgurdosierung
MSF	Mehrschichtfilter
O ₃	Ozonung
RB	Reaktionsbehälter (Verweilzeit)
SK	Säurekapazität
SOFI	Sorptionsfiltration
UF	Ultrafiltration
VF	Vorfiltration

Tabelle 5a Verfahrenskombinationen mit Drucksandfilter (Filter)

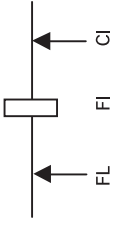
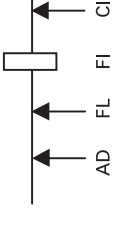
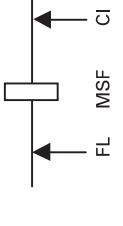
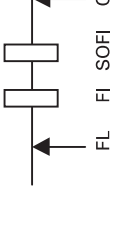
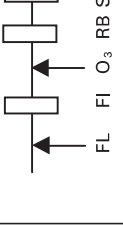
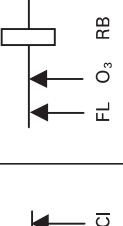
Verfahrens-kombination	I a Flockung – Filtration – Chlorung	II a Adsorption – Flockung – Filtration – Chlorung	II b Flockung – Mehrschichtfiltration – Chlorung	II c Flockung – Filtration – Sorptionsfiltration – Chlorung	III a Flockung – Filtration – Ozonung – Sorptions- filtration – Chlorung	IV Flockung – Ozonung – Mehrschichtfiltration – Chlorung
Schema						
Grundlage der Verfahrenskombinationen	Für Wasser mit genügender Säurekapazität werden in der ersten Verfahrensstufe mit Aluminiumsalzen kolloidal gelöste Verunreinigungen geflockt und Ortho-Phosphate gefällt. Für diesen Prozess wird der pH-Wert des Rohwassers im optimalen Wirkungsbereich des Flockungsmittels gehalten. Anschliessend werden das Aluminiumphosphat und die Kolloide durch Filtration abgetrennt. Das Filtrat wird in der dritten Verfahrensstufe mit Desinfektionsmittel auf Chlorbasis versetzt und den Becken zugeleitet.	Für Wasser mit genügender Säurekapazität werden in der ersten Verfahrensstufe echt und kolloidal gelöste organische Verunreinigungen zum Teil an Pulver-Aktivkohle adsorbiert. In der folgenden Stufe werden mit Aluminiumsalzen kolloidal gelöste Verunreinigungen und feinste Partikel der Pulver-Aktivkohle geflockt und Ortho-Phosphate gefällt. Für diesen Prozess wird der pH-Wert des Rohwassers im optimalen Wirkungsbereich des Flockungsmittels gehalten. Anschliessend wird das Gemisch aus beladener Pulver-Aktivkohle, Aluminiumphosphat und Kolloiden durch Filtration abgetrennt. Das Filtrat wird in der vierten Verfahrensstufe mit Desinfektionsmittel auf Chlorbasis versetzt und den Becken zugeleitet.	Für Wasser mit genügender Säurekapazität werden in der ersten Verfahrensstufe mit Aluminiumsalzen kolloidal gelöste Verunreinigungen geflockt und Ortho-Phosphate gefällt. Für diesen Prozess wird der pH-Wert des Rohwassers im optimalen Wirkungsbereich des Flockungsmittels gehalten. Anschliessend werden das Aluminiumphosphat und die Kolloide durch Filtration abgetrennt. Gleichzeitig werden in der Adsorptionsschicht Belastungsstoffe abgetrennt und Nebenreaktionsprodukte des Chlors entfernt. Das Filtrat wird mit Desinfektionsmittel auf Chlorbasis versetzt und den Becken zugeleitet.	Für Wasser mit genügender Säurekapazität werden in der ersten Verfahrensstufe mit Aluminiumsalzen kolloidal gelöste Verunreinigungen geflockt und Ortho-Phosphate gefällt. Für diesen Prozess wird der pH-Wert des Rohwassers im optimalen Wirkungsbereich des Flockungsmittels gehalten. In der zweiten, der Filtrationsstufe, werden partikuläre Stoffe weitgehend entfernt. Das Filtrat wird in einer dritten Stufe zur Oxidation chemischer Wasserinhaltsstoffe und zur Abtötung von Mikroorganismen sowie Inaktivierung von Viren mit Ozon versetzt. In der vierten Verfahrensstufe werden in einem Aktivkohlefilter die durch Ozon ausgefallenen Belastungsstoffe abgetrennt, oxidierte Belastungsstoffe zurückgehalten, Nebenreaktionsprodukte des Chlors und im Wasser noch vorhandenes Restozon entfernt. Das Filtrat wird in der vierten Verfahrensstufe mit Desinfektionsmittel auf Chlorbasis versetzt und den Becken zugeleitet.	Für Wasser mit genügender Säurekapazität werden in der ersten Verfahrensstufe mit Aluminiumsalzen kolloidal gelöste Verunreinigungen geflockt und Ortho-Phosphate gefällt. Anschliessend wird das Badewasser mit Ozon behandelt, kolloidal gelöste Verunreinigungen und chemische Wasserinhaltsstoffe oxidiert, Mikroorganismen abgetötet und Viren inaktiviert. In der dritten Verfahrensstufe werden in einem Aktivkohlefilter (Mehrschichtfiltration) die durch Ozon ausgefallenen Belastungsstoffe abgetrennt, oxidierte Belastungsstoffe zurückgehalten, Nebenreaktionsprodukte des Chlors und im Wasser noch vorhandenes Restozon entfernt. Das Filtrat wird in der vierten Verfahrensstufe mit Desinfektionsmittel auf Chlorbasis versetzt und den Becken zugeleitet.	

Tabelle 5c Verfahrenskombinationen mit Ultrafiltration

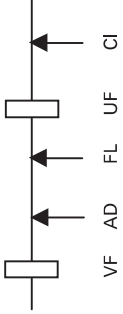
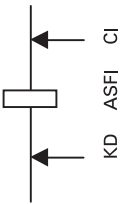
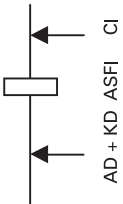
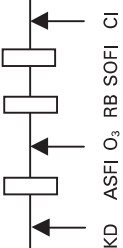
Verfahrenskombination	V Vorfiltration – Adsorption – Flockung – Ultrafiltration – Chlorung
Schema	
Grundlage der Verfahrenskombinationen	Für Wasser mit genügender Säurekapazität werden zum Schutz gegen das Verstopfen der Membrane durch einen spülbaren Vorfilter grobe Partikel und Haare zurückgehalten. In der folgenden Stufe werden echt und kolloidal gelöste organische Verunreinigungen zum Teil an Pulver-Aktivkohle adsorbiert. Danach werden durch Flockung mit Aluminiumsalzen kolloidal gelöste Verunreinigungen und feinste Partikel der Pulver-Aktivkohle geflockt und Ortho-Phosphate gefällt. Für diesen Prozess wird der pH-Wert des Rohwassers im optimalen Wirkungsbereich des Flockungsmittels gehalten. Anschließend wird das Gemisch aus beladener Pulver-Aktivkohle, Aluminiumphosphat und Kolloiden durch Filtration abgetrennt. Das Filtrat wird in der fünften Verfahrensstufe mit Desinfektionsmittel auf Chlorbasis versetzt und den Becken zugeleitet.

Tabelle 5b Verfahrenskombinationen mit Anschwemmfiltration

Verfahrenskombination	I b Anschwemmfiltration – Chlorung	II d Adsorption – Anschwemmfiltration – Chlorung	III b Anschwemmfiltration – Ozonung – Sorptionsfiltration – Chlorung
Schema			
Grundlage der Verfahrenskombinationen	Für Wasser mit genügender Säurekapazität werden die partikulären und die kolloidalen Inhaltsstoffe durch die feine Struktur des Filtermaterials abgetrennt. Zur Betriebsoptimierung wird vor dem Filter kontinuierlich Kieselgur zugegeben. Das Filtrat wird in der zweiten Verfahrensstufe mit Desinfektionsmittel auf Chlorbasis versetzt und den Becken zugeleitet.	Für Wasser mit genügender Säurekapazität werden die partikulären, die kolloidal und echt gelösten organischen Verunreinigungen zum Teil an Kieselgur und an die Pulver-Aktivkohle angelagert oder adsorbiert. Zur Betriebsoptimierung wird kontinuierlich ein Gemisch von Kieselgur und Aktivkohle zugegeben. Das suspendierte Gemisch aus Schmutzpartikeln, Pulver-Aktivkohle und Kieselgur wird durch den Anschwemmfilter aus dem Wasser entfernt. Das Filtrat wird mit Desinfektionsmittel auf Chlorbasis versetzt und den Becken zugeleitet.	Für Wasser mit genügender Säurekapazität werden die partikulären und die kolloidalen Inhaltsstoffe durch die feine Struktur des Filtermaterials abgetrennt. Zur Betriebsoptimierung wird vor dem Filter kontinuierlich Kieselgur zugegeben. Das Filtrat wird in der zweiten Stufe zur Oxidation chemischer Wasserinhaltsstoffe und zur Abtötung von Mikroorganismen sowie Inaktivierung von Viren mit Ozon behandelt. In der dritten Verfahrensstufe werden in einem Aktivkohlefilter die durch Ozon ausgefallenen Belastungsstoffe abgetrennt, oxidierte Belastungsstoffe zurückgehalten, Nebenreaktionsprodukte des Chlors und im Wasser noch vorhandenes Restozon entfernt. Das Filtrat wird in der vierten Verfahrensstufe mit Desinfektionsmittel auf Chlorbasis versetzt und den Becken zugeleitet.

B.3 Beschreibung der Verfahrensschritte

Die nachfolgenden technischen Daten und Erläuterungen gelten innerhalb der Verfahrenskombinationen, wie sie in den Tabellen 5a, 5b und 5c beschrieben sind.

B.3.1 SK, Säurekapazität

Für eine einwandfreie Flockung ist nicht nur der pH-Wert, sondern auch die Säurekapazität von Bedeutung. Diese ist zu kontrollieren und muss gegebenenfalls auf die Werte gemäss Tabelle 1 eingestellt werden. Hinweise hierzu siehe 5.4.

B.3.2 AD, Adsorptionsstufe, Anforderungen an die Pulver-Aktivkohle

Pulver-Aktivkohle wird proportional zum Volumenstrom der Aufbereitungsanlage dosiert. Um eine ausreichende Adsorptionskapazität sicherzustellen, sind zu beachten: Korngrößenverteilung, geringer Anteil an Überkorn und innere Oberfläche > 900 m²/g. Die Zugabe von Pulver-Aktivkohle erfolgt nur gleichzeitig mit der Flockung und beträgt 0,5 bis 3 g/m³. Die Dosierstelle ist vor der Flockungsmittelzugabe anzuordnen.

Die beladene Aktivkohle wird im Filter zurückgehalten.

B.3.3 FL, Flockung

Dem Wasser mit eingestellter Säurekapazität und auf das Flockungsoptimum eingestelltem pH-Wert wird unter Verwendung einer Dosieranlage Flockungsmittel kontinuierlich zugesetzt (siehe 5.4.1–5.4.2).

Das Flockungsmittel ist unmittelbar an der Dosierstelle schnell und vollständig einzumischen. Die Reaktionszeit bis zum Eintritt des Wassers in den Filterüberstau muss 5–10 Sekunden betragen. Nach der Reaktionsstrecke dürfen die gebildeten Flocken nicht durch Rohreinbauten zerstört werden.

Flockungsmittel:

Aluminiumsalze, z.B.

- Aluminiumsulfat nach SN EN 878
- Aluminiumchlorid nach SN EN 881

Eisensalze, z.B.

- Eisen(III)chlorid nach SN EN 888
- Eisen(III)sulfat nach SN EN 890

Die Mindestzugabe an Flockungsmittel beträgt für Aluminiumsalze 0,05 g/m³ als Al berechnet; üblicherweise entspricht dies 0,56 g techn. Aluminiumsulfat Al₂(SO₄)₃ · 14,3 H₂O oder 1,10 g Aluminiumpolychlorsulfat-Lösung.

Für Eisensalze beträgt die Mindestzugabe 0,1 g/m³ als Fe.

Für die Betriebszeit der Flockungsmittelzugabe siehe J.2.

B.3.4 FI, Filtration

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.

Tabelle 6 Technische Daten für Sandfilter

Filtergeschwindigkeit: für Süswasser für Solewasser	≤ 30 m/h ≤ 20 m/h
Schichthöhen: Sand obere Filterschicht Freibord	≥ 1,2 m – ≥ 25% der Schichthöhe des Filtermaterials + 0,2 m

Nicht zu überschreitende Filterlaufzeiten:

- Sandfilter (Verfahren I) 3 Tage
- Filter mit Adsorption an Pulver-Aktivkohle (Verfahren Ila; IId) 2 Tage
- Filter für Warmsprudelbecken 1 Tag

- Filterspülung: nur mit gechlortem Wasser. Durch die Spülung der Filter werden die zurückgehaltenen Stoffe ausgetragen. Eine sorgfältige Bilanzierung zwischen Spülwasserbedarf und Frischwasserzusatz ist nötig.
- Der Filterwiderstand beträgt nach der Spülung ca. 0,1 bar, vor der Spülung max. 0,5 bar.
- Die Nennleistung des Filters muss bei maximalem Filterwiderstand vor der Spülung gewährleistet werden.
- Während der Wasserspülphase sind eine Fluidisierung der Filterschichten und eine Betausdehnung von mind. 10% der Gesamtschichthöhe (mind. 12 cm) erforderlich, um die im Filter zurückgehaltenen Stoffe, insbesondere die für das Badewasser bedeutsamen Mikroorganismen, auszutragen.
- Die Spülwassermenge beträgt ca. 4 m³/m² Filterfläche.
- Der Spülvorgang wird programmgemäss durchgeführt und darf nicht unterbrochen werden.
- Während der Spülung muss der Raum oberhalb des Filterbettes durch Entlüftungsleitungen drucklos mit der Atmosphäre in Verbindung stehen.
- Die erforderliche Spülwassermenge muss bei Einleitung des Spülvorgangs zur Verfügung stehen.
- Das Schlammwasser muss ungehindert ablaufen können. Gegebenenfalls ist ein Schlammwasserrückhaltebecken erforderlich.

a) Richtwerte für Wasserspülung von Sandfiltern

1. Phase Belüftung des Filterbehälters und Absenkung des Wassers
2. Phase Luftpülung max. 1 Min., Luftgeschwindigkeit 60 m/h (Aufbrechen der Filterschicht!)
3. Phase Reine Wasserspülung ca. 3–4 Min., Wassergeschwindigkeit ca. 50–60 m/h (je nach Korngruppenkombinationen und Erreichung der Filterbetausdehnung)
4. Phase Abführung des Erstfiltrates in die Schmutzwasserkanalisation
5. Phase Herstellung des Aufbereitungsbetriebes

b) Richtwerte für die kombinierte Luft- und Wasserspülung von Sandfiltern

1. Phase Belüftung des Filterbehälters und Absenkung des Wassers
2. Phase Luftpülung ca. 1 Min., Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h
3. Phase Luft- und Wasserspülung gleichzeitig ca. 3 Min., Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h, Wassergeschwindigkeit ca. 25 m/h
4. Phase Reine Wasserspülung 2 Min., Wassergeschwindigkeit ca. 50–60 m/h (je nach Korngruppenkombinationen und Erzielung der Filterbetausdehnung)
5. Phase Abführung des Erstfiltrates in die Schmutzwasserkanalisation
6. Phase Herstellung des Aufbereitungsbetriebes

Während der gesamten Filterlaufzeit sollen im Filtrat folgende Richtwerte nicht überschritten werden:

- Trübung 0,1 NTU
- Ortho-Phosphate als P 0,005 mg/l
- Aluminium 0,05 mg/l

B.3.5 **Cl, Chlorung**

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.

Die Dosierleistung ist für den maximalen Bedarf an Desinfektionsmitteln auszulegen. Als Richtwerte gelten:

- Hallenbäder ca. 2 g Chlor pro m³ Filtrat
- Freibäder ca. 5 g Chlor pro m³ Filtrat

B.3.6 O₃, Ozonung

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

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

Die Einmischung des ozonangereicherten Wassers erfolgt in das zu behandelnde Wasser mit einem Mindestdruck von 0,8 bar vor einem stationären Mischelement.

Die Zugaben sind während der Betriebszeit der Aufbereitungsanlage ständig aufrechtzuerhalten, und die Reaktionszeit des im Filtrat gelösten Ozons muss nach der Vermischung mindestens 3 Minuten betragen. Die Prüfung der Ozonerzeugeranlage auf ordnungsgemässe Funktion ist durch Messung der Redoxspannung vor Einlauf des Wassers in den Sorptionsfilter durchzuführen. Redoxpotenzial: $\geq +800 \text{ mV}$.

B.3.7 SOFI, Sorptionsfiltration

In dieser Verfahrensstufe werden in einem Aktivkohlefilter die durch Ozon ausgefällten Verunreinigungen abgetrennt, gelöste oxidierte Belastungsstoffe und Nebenprodukte des Chlors adsorbiert sowie das im Wasser noch vorhandene Restozon abgebaut.

Zur Durchführung der Sorptionsfiltration werden geschlossene Filter eingesetzt.

Tabelle 7 Technische Daten für Sorptionsfilter

Filtergeschwindigkeit	$\leq 40 \text{ m/h}$
Schichthöhen:	
untere Filterschicht	$\geq 0,3 \text{ m}$ (Stützkies und Sand)
obere Filterschicht	$\geq 0,3\text{--}0,9 \text{ m}$ (Aktivkornkohle) (bei Ozon $\geq 0,6 \text{ m}$)
Freibord	$\geq 30\%$ der Schichthöhe des Filtermaterials $+0,3 \text{ m}$

Diese Schichthöhen gelten für eine Filtergeschwindigkeit von 40 m/h.

Die speziellen Eigenschaften der eingesetzten Kohle sind für Konstruktion und Betrieb zu berücksichtigen.

Durch Reduktionsreaktionen und durch die Spülung geht ständig Aktivkohle verloren. Aus diesem Grund ist die Schichthöhe regelmässig zu kontrollieren. Die Aktivkornkohle ist nachzufüllen, wenn die Schichthöhe um 10% abgenommen hat, mindestens jedoch jährlich.

Für die Filterspülung der Sorptionsfilter gelten die gleichen Grundsätze wie für die Filterspülung von Sandfiltern.

Mit Aktivkornkohle beschickte Sorptionsfilter werden vorzugsweise nur mit gechlortem Wasser gespült. Zur Lockerung des Filterbettes kann auch mit Luft vorgespült werden. Eine gleichzeitige Luft- und Wasserspülung ist zu unterlassen.

Richtwerte für die Wasserspülung von Sorptionsfiltern mit Aktivkornkohle am Beispiel der Korngruppe 1,6 bis 2,5 mm:

1. Phase Belüftung des Filterbehälters mit Absenkung bis etwa 5 cm oberhalb der Filtermaterialoberfläche
2. Phase Aufbrechen des Filterbettes ca. 30–60 s, Luftgeschwindigkeit ca. 60 m/h
3. Phase Ruhezeit ca. 3 Min.
4. Phase Wasserspülung 3–4 Min., Wassergeschwindigkeit ca. 50–60 m/h
5. Phase Abführung des Erstfiltrates in die Schmutzwasserkanalisation
6. Phase Herstellung des Aufbereitungsbetriebes

Mindestens einmal monatlich soll die Spülung mit ozonhaltigem Filtrat erfolgen.

Die Filterlaufzeit darf 5 Tage nicht überschreiten.

Während der Filterlaufzeit müssen im Filtrat folgende Werte eingehalten werden:

- Trübung 0,1 NTU
- KMnO_4 -Verbrauch über dem Wert des Füllwassers 0 mg/l
- gebundenes Chlor $\leq 0,1$ mg/l
- Ozon $\leq 0,05$ mg/l

B.3.8 MSF, Mehrschichtfilter

Zur Durchführung dieser Filtration mit Sorption werden geschlossene Filter (Mehrschichtfilter) eingesetzt.

Tabelle 8 Technische Daten für Mehrschichtfilter

Filtergeschwindigkeit	≤ 30 m/h
Schichthöhen:	Total $\geq 1,2$ m
untere Filterschicht	$\geq 0,6$ – $0,9$ m (Stützkies und Sand)
obere Filterschicht	$\geq 0,3$ – $0,6$ m (Aktivkornkohle)
Freibord	30% der Schichthöhe des Filtermaterials + $0,3$ m

Die Schichthöhen gelten für eine Filtergeschwindigkeit von 30 m/h.

Die speziellen Eigenschaften der eingesetzten Kohle sind zu berücksichtigen.

Durch Reduktionsreaktionen und durch die Spülung geht Aktivkohle verloren. Die Schichthöhe ist regelmässig zu kontrollieren. Die Aktivkornkohle ist nachzufüllen, wenn die Schichthöhe um 10% abgenommen hat, mindestens jedoch jährlich.

Die Filterlaufzeit darf 3 Tage nicht überschreiten.

Für die Filterspülung von Mehrschichtfiltern gelten die gleichen Grundsätze wie für die Filterspülung von Sandfiltern.

Zur Lockerung des Filterbettes kann kurz mit Luft vorgespült werden. Auf eine kombinierte Luft- und Wasserspülung bzw. Luftspülung ist zu verzichten, sofern vom Anlagenhersteller keine anders lautenden Betriebsanleitungen gegeben werden.

Die Spülwassergeschwindigkeit von 50 bis 60 m/h und die Spülzeiten sind unter Berücksichtigung des eingesetzten Filtermaterialtyps zu wählen.

B.3.9 ASFI, Anschwemmfilter

Die partikulären und die kolloidalen Inhaltsstoffe werden durch die feine Struktur des Filtermaterials abgetrennt. Zur Betriebsoptimierung wird vor dem Filter kontinuierlich Kieselgur zugegeben.

Zur Grundanschwemmung sind pro m^2 Filterfläche $0,5$ kg Kieselgur bzw. insgesamt $0,6$ kg einer Mischung aus Pulver-Aktivkohle und Kieselgur vorzusehen.

Das Mengenverhältnis von Pulver-Aktivkohle zu Kieselgur kann je nach Beschaffenheit der Pulver-Aktivkohle 1:1 bis 1:8 betragen. Bei niedriger Belastung kann auf die Dosierung von Pulver-Aktivkohle verzichtet werden. Dennoch sind Vorkehrungen für eine Nachrüstung zu treffen, falls die Werte für gebundenes Chlor und Trihalogenmethane nicht eingehalten werden können.

Die Filterlaufzeit soll 5 Tage nicht überschreiten.

Nach der Filterreinigung (Rückspülung) muss die Grundanschwemmung vor Beginn jedes Filtrationsvorganges zur Bildung einer neuen wirksamen Filterschicht führen.

Sekundärdosierung: Um die Filterstandzeit zu verlängern, wird dem Rohwasser während des Filterbetriebs kontinuierlich Filterhilfsmittel (Kieselgur, Perlite usw.) zugeführt. Die Beimischung von Pulver-Aktivkohle optimiert die Abtrennung partikulärer sowie echt und kolloidal gelöster organischer Verunreinigungen.

Die Filtergeschwindigkeit muss je nach Bauweise und Betriebsablauf unter Beachtung der vorgegebenen Belastung eingehalten werden. Für Druck- und Unterdruckfilter mit Grundanschwemmung darf die Filtergeschwindigkeit 3 bis 6 m/h betragen.

Der Spülvorgang wird manuell ausgelöst und programmgesteuert durchgeführt. Die Filterspülung kann als Spülung oder durch Abspritzen der Filterfläche erfolgen. Dabei werden die dort zurückgehaltenen Stoffe, Kieselgur und Pulver-Aktivkohle, ausgetragen. Für einen ungehinderten Ablauf des Schlammwassers muss gesorgt werden. Gegebenenfalls ist ein Schlammrückhaltebecken erforderlich.

B.3.10 **UF, Ultrafiltration**

Die Ultrafiltration ist ein Membranverfahren mit einer Porengrösse der Membrane von 0,01 bis 0,05 µm. Diese Filter werden auch als «Barriere» zur Einhaltung der hygienischen Anforderungen bei der Herstellung von Betriebswasser aus Schlammwasser eingesetzt.

Die Ultrafiltration entfernt Bakterien, Viren, Kolloide, das gefällte Aluminiumphosphat sowie die beladene Aktivkohle aus dem Wasser.

Die Spülung erfolgt automatisch alle 30–120 Minuten mit Filtrat.

Spülwasserzusätze: Zur Vermeidung von Ablagerungen auf der Membranoberfläche, die durch mikrobiellen Bewuchs verursacht werden, ist die Zugabe von Chlor und evtl. Säuren oder Laugen notwendig.

Anhang C

Desinfektionsmittel und Räume für Desinfektionsmittel

C.1 Desinfektionsmittel und Verfahren

C.1.1 Hypochlorige Säure (HClO), hergestellt durch Elektrolyse von Natriumchlorid

Bei der Elektrolyse von Natriumchlorid (Kochsalz) zur Herstellung von hypochloriger Säure (HClO; früher: unterchlorige Säure) 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.

C.1.2 Natriumhypochlorit (NaClO), hergestellt durch Elektrolyse von Natriumchlorid

Das hergestellte Desinfektionsmittel hat annähernd die gleichen Eigenschaften wie Javelwasser, ist jedoch weniger alkalisch. Der Aktivchlorgehalt der Dosierlösung hängt vom angewendeten Verfahren ab (Membranzelle: 20–30 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.

C.1.3 Hypochlorige Säure (HClO), hergestellt durch Elektrolyse von Salzsäure

Bei der Elektrolyse von Salzsäure entsteht Chlor und Wasserstoff. Das entstehende Chlor reagiert im Wasser zu hypochloriger Säure (HClO) und Salzsäure (HCl). Dies bewirkt eine von der Säurekapazität des Wassers abhängige Absenkung des pH-Wertes. 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.

C.1.4 Natriumhypochlorit (NaClO), Javelwasser

Konzentriertes Javelwasser enthält normalerweise ca. 160 g/l Aktivchlor. Es ist 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 Dosieranlagen sind mit Leermeldeeinrichtungen zu versehen.

Die Zugabe von Natriumhypochlorit bewirkt eine Erhöhung des pH-Wertes. Dadurch können Flockungs- und Desinfektionswirkung beeinträchtigt werden.

C.1.5 Calciumhypochlorit (Ca(ClO)₂)

Alkalisch reagierendes Granulat mit 60 bis 70% Aktivchlor.

Die Dosieranlage muss eine kontinuierliche, automatisch geregelte Zugabe des in Wasser gelösten Produktes sicherstellen. Massnahmen gegen Verstopfung der Dosierleitung und Armaturen müssen einen störungsfreien Betrieb gewährleisten.

Die Zugabe von Calciumhypochlorit bewirkt eine Erhöhung des pH-Wertes.

C.1.6 Chlorgas (Cl₂), druckverflüssigt

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 Falle 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 dürfen nur Unterdruck-Chlorgasanlagen verwendet werden. Aus Sicherheitsgründen ist ein separater Chlorgasraum mit besonderer Ausstattung erforderlich, siehe C.2.3.

Bei Chlorgasdosieranlagen sind automatisch arbeitende Chlorflaschenumschalter vorzusehen, um eine Unterbrechung der Chlorung während des Badebetriebes durch leer gewordene Chlorflaschen und deren Auswechslung zu vermeiden.

c.2 Anforderungen an die Räume

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. Betriebliche Massnahmen siehe J.9.3.

C.2.1 Lager- und Dosierraum für Chemikalien

Mengenschwellen gemäss Störfallverordnung [7]:

– Schwefelsäure (H_2SO_4) $\geq 15\%$	2'000 kg
– Salzsäure (HCl) $\geq 25\%$	2'000 kg
– Soda (Na_2CO_3)	200'000 kg
– Natronlauge (NaOH) $\geq 2\%$	2'000 kg
– Natriumhypochloritlösung (NaClO), Javelwasser ($\geq 10\% \text{ Cl}$)	2'000 kg
– Calciumhypochloritlösung ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$)	2'000 kg
– Chlor (Cl_2)	200 kg

Bauliche Massnahmen:

- Miteinander reagierende Chemikalien müssen abgetrennt gelagert werden (Javelwasser und Säure). Ein Zusammenfliessen muss sicher verhindert werden.
- Die Anlieferung und der Transport von Chemikalien sollen insbesondere in Gebäuden räumlich vom Publikumsbereich getrennt sein. Transportwege müssen für die vorgesehenen Chemikaliengröße 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 Stoffe in die Kanalisation gelangen können.
- Diese Räume können auch im selben Brandabschnitt liegen, wenn eine Vermischung im Falle eines Brandes vermieden werden kann. Dies gilt nicht für chlorhaltige Desinfektions- und Reinigungsmittel; diese sind in getrennten Brandabschnitten zu lagern.
- Türen sind mit Feuerwiderstand EI 30 auszuführen und in Fluchrichtung öffnend anzuschlagen.
- Rückhaltmassnahmen, nach Produktgruppen getrennt, sind vorzusehen.
- Der Raum ist ausreichend zu belüften (natürlich oder mechanisch).
- Der Zutritt von Unbefugten ist mit geeigneten Vorkehrungen zu verhindern.
- Grundsätzlich dürfen in diesen Räumen nur die zur Anlage gehörenden Installationen vorhanden sein.
- 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, welche aus den Transportleitungen austreten, müssen in den tiefer gelegten Raum abfliessen können. Die Länge der Transportleitung ist zu minimieren.
- Dosiereinrichtungen sind in mediumresistentem Material auszuführen.
- Chemikalien in Behältern, Anlagenleitungen und Transportleitungen dürfen nicht Temperaturen unter 0°C ausgesetzt werden.
- Lager- und Dosierbehälter mit einem Gesamt-Nutzungsvolumen von mehr als 450 Litern sind melde- oder bewilligungspflichtig.
- Eine Augendusche ist vorzusehen.

C.2.2 **Raum für Elektrolyse-Chlorungsanlagen**

Bauliche Massnahmen:

- Diese Anlagen können in den Technikräumen installiert werden.
- Guter Zugang für Bedienung und Anlieferung.
- Raumtemperatur nach Herstellerangaben.
- Die Lüftung ist so auszulegen, dass sich weder Wasserstoff noch Chlor anreichern kann.
- Chlorgas-Warngerät bei Elektrolyse-Anlagen mit Chlorgaserzeugung.

C.2.3 **Lager- und Dosierraum für Chlorgasanlagen**

Bauliche Massnahmen:

- Grösstmögliche Distanz zum Publikumsbereich und kurze zu den technischen Anlagen.
- Die Zugänge und Standorte der Anlagen- und Lagerräume mit Chlorgasflaschen müssen sich ausserhalb von Publikumsbereichen befinden.
- Die Aufstellung der Anlage und die Lagerung von Chlorgas haben in einem an einer Aussenwand angeordneten und entsprechend ausgebauten Brandabschnitt zu erfolgen.
- Guter Zugang für Bedienung, Anlieferung und Chemiewehr, wobei die Fluchtwege nicht tangiert werden dürfen.
- Ausgang direkt ins Freie, Fussboden auf Terrainhöhe. Das Terrain darf erst nach 5 m Entfernung 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.
- Brandschutz (Feuerwiderstandsdauer) EI 60.
- 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.
- Rückhaltemassnahmen für Sprühwasser (Auffangwannen aus mediumresistentem 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.

Organisatorische und betriebliche Sicherheits- und Schutzmassnahmen siehe J.9.

Ergänzende Publikationen: [34, 39, 44].

C.2.4 **Raum für Ozonanlagen**

Anforderungen an den Apparateraum:

Raumtemperatur mind. 5 °C, max. 28 °C

Relative Luftfeuchte max. 65%

Die Raumluft darf keine aggressiven Gase, Säuredämpfe, Staub usw. enthalten.

Für genügende Be- und Entlüftung (Frischluft) des Apparaterumes ist zu sorgen. Im Apparateraum soll ein Bodenablauf vorhanden sein. Es ist ein Ozonwarngerät zu installieren.

Anhang D

Empfehlungen für das hydraulische System

D.1 Beckendurchströmung

D.1.1 Die Zuläufe in die Becken sind so anzuordnen, dass das Reinwasser rasch in alle Bereiche des Beckens verteilt wird. Für diese Wasserzuführung sind vertikale und horizontale Systeme möglich.

D.1.2 **Bei vertikaler Beckendurchströmung** muss die Anzahl und die Verteilung der Einströmvorrichtungen so gewählt werden, dass für jeweils etwa 8 m² der Beckengrundrissfläche eine solche vorhanden ist. Bei Becken oder Beckenteilen mit einer Wassertiefe bis 1,35 m muss für jeweils etwa 6 m² 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 m², bei Wassertiefe < 1,35 m nicht grösser als 3 m² sein. Für eine gleichmässige Einmischung ist ein Vordruck von ca. 0,2 bar nötig.

Bei der Zuführung des Reinwassers aus Bodenrinnen sind in die Abdeckungen hydraulische Systeme zu erstellen, welche eine annähernd horizontale Einströmrichtung aufweisen. Die Wurfweite dieser Düsen beträgt bei einem Vordruck von 0,2 bar ca. 3 m.

D.1.3 **Bei horizontaler Beckendurchströmung** müssen die Einströmöffnungen an den jeweiligen Längsseiten des Beckens versetzt angeordnet werden. Der Abstand zwischen den Einströmöffnungen in der Beckenwand darf max. 1/3 der Beckenbreite betragen.

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

$$p = 0,02 \cdot b \quad (6)$$

p Druck an der Einströmöffnung, in bar
 b Beckenbreite (Angabe in m)

D.1.4 **Bei beiden Einströmsystemen** ist durch konstruktive Massnahmen, die das hydraulische Zusammenwirken zwischen Zuleitungen und Einströmöffnungen berücksichtigen, eine möglichst gleichmässige Reinwasserverteilung sicherzustellen.

D.1.5 Als Hilfsmittel für die Überprüfung der Wirksamkeit der Beckendurchströmung dient ein Färbeversuch. Eine gute Beckendurchströmung gewährleistet nach max. 15 Minuten eine gleichmässige Farbdurchmischung im Becken (z.B. durch Zugabe von 0,5 g/m³ Eriochromschwarz T in den Volumenstrom).

D.2 Überlaufkante

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. Sie muss auf ihrer Gesamtlänge waagrecht liegen (maximale Abweichung ± 1 mm).

D.3 Überlaufrinne

Die Überlaufrinne dient der Sammlung des gesamten Volumenstroms einschliesslich des von den Badenden verdrängten und durch Wellen, Luftsprudel und Attraktionen ausgetragenen 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.

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.

Für die Reinigung und Desinfektion der Überlaufrinne und des Beckenumgangs muss ein direkter Anschluss zur Schmutzwasserkanalisation mittels Umschaltarmatur sichergestellt sein.

Bei Verwendung eines Abdeckrostes ist der freie Querschnitt nach den vorgegebenen Volumenströmen zu bestimmen (Stababstand ≤ 8 mm).

Bei Warmsprudelbecken darf der Beckenumgang nicht in die Überlaufrinne entwässert werden.

D.4 **Hydraulische Störglieder**

Sofern verstellbare Zwischenböden, Fahrbrücken oder Beckenteiler in Form von Klapp- oder Hubwänden eingebaut werden, sind besondere Massnahmen zur Sicherstellung der Beckendurchströmung erforderlich.

Becken mit höhenverstellbaren Zwischenböden müssen mit Einrichtungen zum Sedimentaustrag ausgerüstet sein.

D.5 **Ausgleichsbecken (Schwallwasserbecken)**

Zur Sicherung des ständigen Abflusses des Beckenwassers über die Überlaufrinne ist ein Becken zum Ausgleich von Schwankungen des Wasseranfalles anzuordnen.

Ausgleichsbecken müssen

- unterhalb des Wasserspiegels der Badebecken angeordnet werden, damit die Zulaufleitungen mit ausreichendem Gefälle verlegt werden können,
- von den technischen Räumen abgetrennt sein,
- geschlossen sein und zur Entfernung von Desinfektionsnebenprodukten durch Ausgasung mit der Aussenluft in Verbindung stehen,
- einen Sicherheitsüberlauf in die Schmutzwasserkanalisation aufweisen (in Freibädern auch für Regenwasseranfall dimensioniert),
- für periodische Reinigungsarbeiten gut zugänglich sein,
- entleert werden können,
- mit einer Beleuchtung ausgestattet sein,
- mit heller Auskleidung versehen sein.

D.6 **Spülwasserbecken**

Bei Sand- oder Mehrschichtfiltern wird das Spülwasser (ca. $4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ Filterfläche) in getrennten Becken gespeichert. Der stetige Zulauf erfolgt aus dem Filtrat und wird über eine Wärmerückgewinnung mit Frischwasser abgekühlt.

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

D.7 **Dimensionierung Ausgleichsbecken (Schwallwasserbecken)**

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 4–6 cm (der grössere Wert gilt für kleinere Becken und solche mit starker Wellenbildung).
- Bei Warmsprudelbecken muss das nutzbare Behältervolumen mindestens das Zweifache des Beckenvolumens betragen (Gesamtvolumen = Nutzvolumen + Mindestvolumen + Überstau + Luftraum).

Grundlagen für die Dimensionierung des Nutzvolumens V :

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

$$V_V = V_P \cdot A/a \quad (8)$$

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

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

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 (gemäss A.3.1), in m^2
f_1	Spülwasserbedarf pro m^2 Filterfläche ($4 m^3/m^2$)
A_F	Filterquerschnittsfläche, in m^2
f_2	empirischer Wert für Wellenaustrag ($0,052 m$)
Q	Volumenstrom, in m^3/h
L	Länge der Überlaufkante, in m

Das Ausgleichsbecken ist so zu gestalten, dass eine gleichmässige Durchströmung sichergestellt ist.

In einer abgetrennten Kammer des Ausgleichsbeckens von Freibädern kann zur Abscheidung von grobem Schmutz ein Vorfilter eingebaut werden.

Beispiel: Berechnung des notwendigen Schwallwasservolumens (Nutzvolumen) für ein Schwimmerbecken $50 \cdot 21 m$, Wasserfläche $1050 m^2$.

$$V = V_V + V_W$$

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

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

$$V_W = f_2 \cdot A \cdot 10^{-0,144 \cdot Q/L} = 0,052 \cdot A \cdot 10^{-0,144 \cdot 2,96} =$$

$$= 0,052 \cdot 1050 \cdot 10^{-0,426} = 0,052 \cdot 1050 \cdot 0,375 = 20,475 m^3$$

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

D.8 Dimensionierung Spülwasserbecken

- Die Spülwassermenge wird durch die Filterkonstruktion bestimmt. Für Drucksandfilter gelten als Richtwert ca. $4 m^3$ Wasservorrat pro m^2 Filterfläche. Das Becken muss eine Reserve von 20% enthalten.
- Die Spülhäufigkeit ist zu berücksichtigen.
- Eine sorgfältige Bilanzierung von Frischwasser- und Spülwasserbedarf ist notwendig.

Beispiel: Berechnung des notwendigen Spülwasservolumens für ein Schwimmerbecken $50 \cdot 21 m$, Wasserfläche $1'050 m^2$ (wie in D.7).

$$A_F = \frac{420}{30} = 14 m^2$$

$$V_R = f_1 \cdot A_F = 4 \cdot 14 = 56,000 m^3$$

Wird für eine Anschwemmfilteranlage nur ein Ausgleichsbecken geplant, aus welchem auch gespült wird, so errechnet sich für obiges Beispiel in D.7 und D.8 folgendes Nutzvolumen:

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

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

D.9 Schlammwasserbecken

Die Disposition dieses Beckens wird nötig

- auf Verlangen der örtlichen Behörden,
- bei ungenügender Kapazität des Abwassersystems,
- wenn eine Wiederaufbereitung des Schlammwassers gewünscht wird und ein Wärmeentzug vorgesehen ist.

Anhang E

Konstruktion und Material

E.1 Korrosionsschutz

E.1.1 Badewasser hat korrosive Eigenschaften. Insbesondere im Bereich der Impfstellen (Desinfektions- und Flockungsmittel, Säure, Lauge) besteht Korrosionsgefahr.

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.

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

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

E.1.2 Aktiver Korrosionsschutz

Der kathodische Korrosionsschutz mit Fremdstromanoden ist ein bewährtes Verfahren zum Schutz von Behältern aus Stahl, das auch bei Ozoneinsatz anwendbar ist. Im Allgemeinen verwendet man Inert-Anoden aus beschichtetem Titan, mit einer nicht zündfähigen Oberflächenbeschichtung, die praktisch keinem Verzehr unterliegen. Zur Verhinderung der Bildung gefährlicher Gasgemische müssen Sicherheitseinrichtungen wie Referenzelektroden und eine Niveausonde installiert und durch einen Sachverständigen abgenommen werden.

E.1.3 Passiver Korrosionsschutz

Passiver Korrosionsschutz wird durch Beschichtung oder Auskleidung gefährdeter Anlagenteile vorgenommen (Ausnahme Rohrleitungen, siehe E.5.2).

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.

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.

E.1.4 Überwachung des Korrosionsschutzes

Der Korrosionsschutz muss vom Anlagenbetreiber periodisch geprüft werden.

E.2 Filter

E.2.1 Vorfilter

Vorfilter schützen Pumpen und Armaturen vor groben Verunreinigungen.

- Zur Reinigung muss der Vorfilter auf einfache Art geöffnet werden können.
- In Freibädern wird der erhöhte Anfall von groben Verunreinigungen mit zusätzlichen Sieben vor dem Ausgleichsbecken zurückgehalten.

E.2.2 Sand- und Mehrschichtfilter

- Zum Ein- und Ausbringen des Filtermaterials sowie zur Montage und Kontrolle der Filterdüsen sind die erforderlichen Mannlöcher 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 Filterschichtanhebung bei der Spülung zulässt.
- Das Roh- und Schlammwasserrohr mit Trichter ist für einen Rohwassereintrag ohne Filterbettverwerfungen und rückstaufreie Schlammwasserableitung zu optimieren.
- Für die Filtration und optimale Spülung ist ein horizontal ausnivellierter Filterdüsenboden mit mindestens 60 Filterdüsen pro m² Filterfläche erforderlich.
- Für die Filterwiderstandsanzeige sind Differenzdruckmanometer einzubauen.

Druckverluste nach Reinigung < 0,1 bar

Druckverluste vor Reinigung < 0,5 bar

E.2.3 Anschwemmfilter

Man unterscheidet zwischen Druck- und Unterdruckbauweise.

E.2.3.1 DRUCKANSCHWEMMFILTER

- Der Filterbehälter muss mit einem leicht zu öffnenden Deckel verschlossen sein, welcher mit einer Abhebevorrichtung demontiert werden kann.
- Eine wirksame Spülvorrichtung, Strömungsleitbleche, genügender Abstand der Filterelemente und ausreichende Freiräume sind Voraussetzungen für eine gleichmässige Anschwemmung und ausreichende Filterlaufzeit.
- Die Schlammwasserableitung muss so gross bemessen sein, dass kein Rückstau möglich ist.
- Die Filterlaufzeit wird mit einem Differenzdruckmanometer überwacht.
- Um den Anschwemm-, Filtrations- und Reinigungsprozess beobachten zu können, sind Schaugläser mit Beleuchtung einzubauen.

Druckverluste nach Reinigung und Grundanschwemmung < 0,1 bar

Druckverluste vor Reinigung < 0,5 bar

Die Nennleistung des Druckanschwemmfilters ist vor der Reinigung, d.h. am Ende der Standzeit, zu gewährleisten.

E.2.3.2 UNTERDRUCKANSCHWEMMFILTER

- Der Filter ist als offener Behälter gebaut, in welchen das Rohwasser frei zuläuft. Das Rohwasser wird mittels Pumpen durch die Filterelemente gesaugt.
- Eine wirksame Spülvorrichtung, Strömungselemente, genügender Abstand der Filterelemente und ausreichende Freiräume sind Voraussetzungen für eine gleichmässige Anschwemmung und ausreichende Filterlaufzeit.
- Die Reinigung (Spülung) kann durch Abspritzen von Hand oder automatisch erfolgen. Die Schlammwasserableitung soll so gross bemessen sein, dass kein Rückstau möglich ist.
- Der Filterbehälter muss ein genügendes Bodengefälle aufweisen und mit einer auch bei Stromausfall wirksamen Überflutungssicherung ausgestattet sein.
- Der Zeitpunkt der Filterspülung wird durch Druckmessung bestimmt.

Druckverluste nach Reinigung und Grundanschwemmung < 0,1 bar

Druckverluste vor Reinigung < 0,4 bar

Die Nennleistung des Unterdruckanschwemmfilters ist vor der Reinigung, d.h. am Ende der Standzeit, zu gewährleisten.

E.3 Pumpen

Pumpen sollen möglichst steile Kennlinien im Betriebspunkt haben. Unter dieser Voraussetzung ist die Pumpe mit optimalem Wirkungsgrad auszuwählen (siehe 5.5). Für die Anpassung an den Betrieb werden frequenzgeregelte Pumpen empfohlen.

- Eventuell müssen für Filtration und Spülung getrennte Pumpen gewählt werden.
- Aus betrieblichen Gründen soll der Volumenstrom auf mindestens 2 Pumpen aufgeteilt werden.
- Zur Kontrolle sind an jeder Pumpe Differenzdruckmessenrichtungen notwendig.
- Betriebsstundenzähler sind empfehlenswert.

E.4 Spülluftgebläse

- Das Gebläse zur Erzeugung von ölfreier Spülluft muss gegen Wasserrückstau geschützt werden.
- Schallschutzmassnahmen und Betriebsstundenzähler sind zu empfehlen.

E.5 Rohrleitungen

E.5.1 Dimensionierung der Rohrleitungen

Die Bemessung erfolgt nach technisch-hydraulischen Erfordernissen.

- Der Rohranschluss an der Ablaufstelle der Überlaufrinne ist für die notwendige Luftabscheidung entsprechend auszubilden. Die Rohrleitung von der Überlaufrinne zum Ausgleichsbecken muss ein Gemisch aus Luft und Wasser transportieren. Je nach Rinnenform ist für die Dimensionierung dieser Ablaufleitung ein Zuschlag auf den Volumenstrom von mindestens 50% (Schwallwassermenge) zu berücksichtigen.
- Die selbständige Entlüftung des Rohrsystems ist sicherzustellen.
- Das gesamte Rohrsystem muss entleerbar sein.

E.5.2 Rohrleitungswerkstoffe

- Rohrleitungswerkstoffe müssen für den Einsatz mit Badewasser, den Temperatur- und Druckbereichen geeignet sein.
- Grundlage bilden die VKR-Vorschriften [48] und [49].
- Trinkwasserberührte Teile sind nach den Leitsätzen W3 [31] einzusetzen.
- Abwasserberührte Teile sind nach SN 592000 einzusetzen.

E.5.3 Armaturen

Es sind korrosionsbeständige Armaturen mit geringem Druckverlust (Klappen) zu verwenden.

E.6 Beckeneinbauten

Aus sicherheitstechnischen Gründen dürfen Öffnungen bei Beckeneinbauten nicht grösser als 8 mm sein.

Hubböden dienen der zeitweiligen Veränderung der Wassertiefe. Die Dimensionierung des Bodens ist für eine Belastbarkeit von 1 kN/m^2 (ca. 100 kg/m^2) ohne Wasser in allen Positionen sicherzustellen. Unter dem Hubboden ist eine Durchströmung nötig.

Anhang F

Umgebungshygiene und bauliche Voraussetzungen

F.1 Massnahmen zur Sicherung der Umgebungshygiene

F.1.1 Alle Oberflächen müssen einer Reinigung und Desinfektion nach dem Stand der Technik unterzogen werden. Es darf kein Restwasser liegen bleiben.

Schwer zugängliche Stellen für die Reinigung sind im Umgebungsbereich der Becken zu vermeiden; siehe auch [45].

F.1.2 Beckenumgangsbereich

Hallenbad:

Das Gefälle von wenigstens 2% wird in Richtung Becken in die Überflutungsrinne geführt. Der Rinnenablauf wird während der Umgangsreinigung auf Schmutzwasserkanalisation umgestellt. Der Boden ist so herzustellen, dass die Bildung von Wasserlachen verhindert wird. Der Belag ist entsprechend den Kriterien in G.4 rutschhemmend, möglichst porenfrei für leichte Reinigung, herzustellen.

Ganzjährig betriebene Aussenbecken mit Einstieg in der Badehalle sind wie Hallenbecken auszurüsten.

Freibad:

Das Gefälle soll vom Becken wegführen. Bei Überflutungsrinnen kann der Nahbereich der Rinne mit einem Gefälle zur Rinne versehen werden; dabei muss eine Rinnenumstellung vorhanden sein.

F.1.3 Sitz- und Liegeflächen

Die Formen der Sitz- und Liegeflächen sowie die verwendeten Werkstoffe müssen reinigungsfreundlich sein. Sie sollen hygienisch beständig und dem mikrobiologischen Wachstum nicht förderlich sein.

F.1.4 Duschen am Beckenzugang im Freibad

Duschen am Beckenzugang können als flache Mulde oder als Becken ausgeführt werden.

- Zugänge, ausgeführt als flache Mulden, sind für Kinderwagen und Behinderte notwendig; siehe [47].
- Durchschreitebecken in Kastenform mit einem Wasserstand von 15 cm erfordern bei Badebetrieb eine stetige Reinwasserzufuhr mit Ablauf in die Schmutzwasserkanalisation.

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

F.1.5 Duschen im Hallenbad

Um das Duschen vor dem Baden zu fördern, wird empfohlen, die Besucher durch attraktiv gestaltete Duschenräume mit offenen und geschlossenen Duschen zu führen.

F.2 Technik- und Nebenräume

F.2.1 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.

Für Montage, Reparatur und Wartung sind ausreichend gross bemessene Montageöffnungen, Transportwege und Zugänge erforderlich. Die technischen Anlagen müssen gegen Frostschäden geschützt werden.

Technikräume müssen ausreichend belüftet werden. Bodenabläufe und Kanalanschlüsse sind entsprechend den Anforderungen der Aufbereitungstechnik anzuordnen. Die Raumbeleuchtung muss auf die Erfordernisse der Anlagenbedienung ausgerichtet werden. Sicherheitsvorschriften sind zu beachten. Bei Einsatz von Ozon ist ein Ozonwarngerät zu installieren.

F.2.2 **Raum für Filteranlagen**

Der Raumbedarf nach Grundfläche und lichter Raumhöhe für die Aufstellung der Filter muss entsprechend der gewählten Filterkonstruktion geplant werden, wobei der erforderliche Arbeitsraum für Wartung und Inspektion zu berücksichtigen ist.

Bei grösseren Anlagen sind folgende getrennte Räume vorzusehen:

- Raum für Apparate der elektrischen Steuerung, Regelung und Überwachung;
- Räume zur Aufstellung der Dosiergeräte und Lagerung von chemischen Produkten;
- Werkstattraum zur Durchführung von Unterhalts- und Reparaturarbeiten mit Tageslicht und natürlicher Belüftung.

F.2.3 **Räume für die Desinfektions- und Neutralisationsanlage**

Baurichtlinien und Massnahmen zur Verhinderung von Chemieunfällen sind in Anhang C und in J.9 beschrieben. Für die Abwasserbeseitigung siehe 5.8.

Anhang G

Unfallverhütung

Weitere detaillierte Informationen können der Publikation [34] entnommen werden.

G.1 Vermeidung von Gefahren an Ansaug-, Absaug-, Ablauf- und Zulaufanschlüssen

Die Praxis hat mehrfach gezeigt, dass Anschlüsse an Becken, mit Gittern abgedeckt, zu einer Gefahr für Badegäste werden können.

Folgende Gefährdungen können sich ergeben:

- 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 Personen oder Gegenstände erst nach Abschalten der entsprechenden Pumpe möglich ist.
- Ein vollflächiges Verschliessen von Ansaugöffnungen mit flachen Abdeckungen durch den menschlichen Körper ist bis zu einer Fläche der Abdeckung von ca. 0,5 m² wahrscheinlich.

Sicherheitstechnische Anforderungen zur Verhinderung von Unfällen:

- Ansaugöffnungen sollen mit Einrichtungen zur Belüftung der angeschlossenen Saugleitungen ausgerüstet sein oder mit einem stufenlos einstellbaren Druckschalter, der die Pumpe beim Auftreten eines Unterdrucks abschaltet.
- Abdeckungen können als Gitterrost oder Lochblech ausgeführt werden. Die Anordnung mehrerer Ansaugöffnungen minimiert das Gefährdungspotenzial. Die Geschwindigkeit im freien Querschnitt darf maximal 0,5 m/s betragen (EN 13451-3). Der berechnete freie Querschnitt darf auch hinter dem Gitter nicht unterschritten werden.
- Abdeckungen von Ansaugöffnungen sind täglich – vor Beginn des Badebetriebes – zu kontrollieren (Sichtkontrolle). Die Abdeckungen von Ansaugöffnungen sind regelmässig zu reinigen, und die Funktion der Notabschaltung ist periodisch zu testen.
- Armaturen in Beckenentleerungsleitungen oder für die Niveauabsenkung dürfen nur geöffnet werden, wenn sich keine Personen im Becken befinden.
- Messwasserentnahme: Das Verknoten von Haaren und Textilfasern wird durch laminare Strömung hinter der Abdeckung verhindert.

G.2 Sicherheitsvorkehrungen bei Wasserrutschbahnen und Wasserspielen

Für den Betrieb von Wasserrutschbahnen und Wasserspielen in Schwimmbädern sind konstruktive, planerische, bauliche und betriebliche Anforderungen zu erfüllen, welche in der Publikation [34] sowie in den Normen SN EN 1069, Teile 1 und 2, formuliert sind.

G.3 Sprunganlagen

Für die bauliche und technische Einrichtung von Sprunganlagen gelten die Vorschriften der Fédération Internationale de Natation (FINA). Diese sogenannten FINA-Regeln wurden vom Schweizerischen Schwimmverband (SSCHV) übernommen und sind im Reglement [37] enthalten. Sicherheitsanforderungen an Sprunganlagen sind als Ergänzung auch in der Publikation [34] beschrieben.

G.4 Gleitsicherheit von Bodenbelägen

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. Die rutschhemmende Eigenschaft wird jedoch nicht nur beeinflusst vom Plattenmaterial, dessen Oberflächenstruktur und dem Fugennetz, sondern auch von der Verschmutzung und eventuellen Reinigungsmittelrückständen.

Eine sorgfältige Reinigung, Desinfektion und Pflege ist deshalb nicht nur aus hygienischen Gründen von Bedeutung. Für die Reinigung grossflächiger Fussböden mit stark rutschhemmender Oberflächenstruktur eignen sich im Allgemeinen nur Reinigungsmaschinen und Hochdruckreinigungsgeräte.

Alle geeigneten unglasierten und glasierten Spaltplatten und Steinzeugfliesen mit und ohne Oberflächenprofilierung sind geprüft und bewertet ([33] und [36]).

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

G.5 Beleuchtung

Bezüglich der Raum- und Unterwasserbeleuchtung wird auf die Richtlinien der Schweizer Licht Gesellschaft SLG hingewiesen [38].

Anhang H

Betriebsbewilligung und Abnahme

H.1 Betriebsbewilligung

Im Rahmen der Planung sind bei den zuständigen Amtsstellen die erforderlichen Bewilligungen einzuholen und vor der Inbetriebnahme eine Betriebsbewilligung.

H.2 Technische Abnahme

Diese umfasst die Prüfung der Vollständigkeit, Funktions- und Leistungsfähigkeit der gesamten Anlage und wird vor der Inbetriebnahme durchgeführt. Insbesondere werden geprüft:

- Aufbereitungsleistung, Filterspülung, Desinfektionsanlage, Betriebsmitteldosierung, 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 Färbeversuchs überprüft (siehe D.1).

Über die technische Abnahme ist ein Protokoll zu erstellen, unter Verwendung des Abnahmeformulars SIA 1029, welches auch den Beginn der Garantifrist festhält. Mit dieser technischen Abnahme kann der Badebetrieb aufgenommen werden.

H.3 Betriebsabnahme

Die Betriebsabnahme dient zur Überprüfung der Verfahrenswirksamkeit. Sie ist 3 bis 6 Wochen nach der Inbetriebnahme durchzuführen. Diese kann jedoch nur erfolgen, wenn vor der Betriebsabnahme über eine Zeit von mehreren Tagen ein Betrieb mit Belastung der Anlage durch Badegäste absolviert wurde und dabei Korrekturen der Einstellungen vorgenommen werden konnten.

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.

Ferner werden die Betriebserfahrungen besprochen.

Über die Betriebsabnahme ist ein Protokoll zu erstellen und durch die mit der Abnahme betrauten Personen mit Unterschrift zu bestätigen.

Anhang J

Richtlinien für den Betrieb

J.1 Organisation und Ausbildung

J.1.1 Hauptaufgaben der Verantwortlichen

Der Betreiber des Bades hat die Verantwortlichkeiten innerhalb der gesamten Anlage klar festzulegen und für die folgenden Bereiche einen oder mehrere Beauftragte zu bezeichnen.

- Technischer Bereich:
Sicherstellen der Funktionstüchtigkeit der verschiedenen Anlagen und der zugehörigen Mess- und Regeltechnik.
- Badewasserdesinfektion:
Der Fachbewilligungsinhaber kontrolliert oder führt das Betriebsprotokoll (siehe J.6.1). Er kontrolliert dabei, ob die Qualitätskriterien für das Badewasser gemäss 2.3 eingehalten sind.
- Sicherheit und Notfälle, Störfallvorsorge (siehe J.9):
Der Verantwortliche sorgt für die Umsetzung der Regeln der Arbeitssicherheit im Betrieb (z.B. Suva, EKAS) und stellt die entsprechende Ausbildung und interne Instruktion der Betriebsangehörigen sicher. Er erarbeitet in Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen (kantonale Behörden, Feuerwehr, Ambulanz usw.) Notfallszenarien für Unfälle und Störfälle und führt entsprechende Übungen durch.
- Hygiene (siehe J.10):
Der Verantwortliche sorgt für die Einhaltung der hygienischen Anforderungen in den verschiedenen Bereichen eines Bades ausserhalb der Badebecken (Sauberkeit und Desinfektion). Er erarbeitet ein Reinigungs- und Hygienekonzept und achtet auf die Einhaltung.
- Chemikalien:
Kontaktperson für die Vollzugsbehörden. 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.

J.1.2 Ausbildung

Eine gesetzliche Voraussetzung für den Umgang mit Chemikalien im Bereich der Badewasserdesinfektion ist der Erwerb der Fachbewilligung. Der Fachbewilligungsinhaber ist verpflichtet, sich weiterzubilden [12]. Grundsätzlich ist die Teilnahme an Ergänzungs- und Weiterbildungskursen unerlässlich, wenn mit Chemikalien sicher umgegangen werden soll.

Die Verantwortlichen sind gehalten, das Wissen an das Team, insbesondere an Teilzeit- und Saisonmitarbeiter/innen, weiterzugeben.

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 (siehe J.10.2).

J.2 Wasseraufbereitung

Zur Einhaltung hygienisch einwandfreier Verhältnisse ist eine verfahrensgerechte Betriebsweise und eine regelmässige Überwachung auch der automatisierten Betriebsabläufe erforderlich.

Alle Anlagenteile müssen regelmässig gewartet und instand gehalten werden. Die durch den Anlagenhersteller verlangten Wartungsarbeiten sind auszuführen und zu dokumentieren und die Betriebsanleitungen zu beachten.

Die Wasseraufbereitungs- und Desinfektionsanlagen müssen ständig in Betrieb sein. Ausnahmen siehe unter J.7.1.

J.3 **Reinigung**

Die Reinigungsarbeiten sind im Betriebsbuch zu protokollieren. Bei Rinnen- und Beckenentleerungen sind die Gewässerschutzbestimmungen gemäss 5.8 zu beachten.

J.3.1 **Schwimm- und Badebecken**

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.

Bei einer mindestens einmal jährlich vorzunehmenden Beckenentleerung ist eine gründliche Reinigung (z.B. durch Schrubben oder mit Hochdruckreinigungsgerät) und Desinfektion des Beckenbodens und der Beckenwände vorzunehmen. Reinigungsmittelrückstände stören die Aufbereitung und sind durch gründliche Spülung zu entfernen.

Besondere Massnahmen sind zu treffen bei:

- Planschbecken
Bei intensivem Badebetrieb oder starker Verunreinigung (Blätter, Sand und dergleichen) 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.
- Warmsprudelbecken
Die Warmsprudelbecken 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.
- Durchschreitebecken
Die Durchschreitebecken sind täglich nach Betriebsende in die Schmutzwasserkanalisation zu entleeren und zu reinigen.
- Saunatauchbecken
Saunatauchbecken, die ohne Anschluss an die Wasseraufbereitung betrieben werden, sind täglich zu entleeren, zu reinigen, zu desinfizieren und erst unmittelbar vor Betriebsbeginn wieder zu füllen.

J.3.2 **Überlaufrinne**

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.

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.

J.3.3 **Ausgleichsbecken**

Die Ausgleichsbecken sind nach Bedarf, jedoch mindestens halbjährlich zu entleeren, zu reinigen, zu desinfizieren und gründlich zu spülen. Bei Warmsprudelbecken sind diese Arbeiten je nach Frequenz, mindestens jedoch monatlich, auszuführen. Bei Ausgleichsbecken eines Freibades ist die Verschmutzung um einiges grösser, und aus diesem Grunde müssen diese Becken auch öfter einer Reinigung unterzogen werden. An einem fallenden Redoxpotenzial kann diese Verschmutzung erkannt werden.

J.4 Kontrolle der Anlagenteile und Geräte

Rechtzeitig vor Beginn des Badebetriebes ist eine Überprüfung der Anlagenteile und Geräte durchzuführen. Die Chemikalienvorräte in den Dosiermittelbehältern sind zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen. Darüber hinaus ist es nötig, die Füllstände in den Dosierbehältern für die Feststellung des Verbrauchs im Betriebsbuch zu notieren. 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. Cl: $\pm 0,1$ mg/l; pH $\pm 0,2$) müssen die Geräte neu kalibriert werden. Bei systematisch grösseren Abweichungen sind die Ursachen abzuklären. Die Richt- und Toleranzwerte sind unbedingt einzuhalten.

Die Säurekapazität $K_{S4,3}$ ist regelmässig zu bestimmen (siehe Tabelle 9).

J.5 Filterspülung

Die Filterspülung wird manuell ausgelöst, der Ablauf erfolgt automatisch. Die Funktionsweise der Filterspülung ist zu überwachen.

J.5.1 Einschicht- und Mehrschichtfilter

Zur Sicherstellung hygienisch einwandfreier Verhältnisse sind die Filterspülungen gemäss Anhang B durchzuführen.

Zur Vermeidung einer Filterkontamination sind bei erhöhter Wassertemperatur kürzere Filterlaufzeiten nötig. Warmsprudelbecken mit eigener Aufbereitung erfordern deshalb tägliche Filterspülungen.

Die Chlorung des Spülwassers gemäss 5.7 vermindert die Gefahr eines übermässigen mikrobiologischen Bewuchses der Filterschichten.

Der Spülvorgang darf nicht unterbrochen werden. Das erforderliche Spülwasservolumen muss bei der Einleitung des Spülvorganges zur Verfügung stehen.

Nach Abschluss des Spülvorganges muss das Filterbett entlüftet werden, die Filteroberfläche gleichmässig und eben und bei Mehrschichtfiltern die Schichtentrennung wiederhergestellt sein.

Nach jeder Filterspülung hat der Filterwiderstand demjenigen des unbelasteten Filters zu entsprechen. Andernfalls ist der Spülvorgang zu wiederholen.

J.5.2 Anschwemmfilter

Die Spülung ist gemäss Anhang B durchzuführen. Das Anschwemmmaterial darf nicht wiederverwendet werden.

Für die Handhabung von Kieselgur wird auf SN EN 12913 und die Suva-Checkliste [43] verwiesen.

J.6 Betriebsinterne Überwachung und Wartung

Anforderungen an das Beckenwasser siehe 2.3, Tabelle 1.

Desinfektionsmittelgehalt und pH-Wert werden automatisch geregelt. Zur Überprüfung der Messgeräte ist zweimal täglich, zu Beginn und in der Mitte der Betriebszeit, eine Handmessung erforderlich. Die Werte der Handmessung und diejenige der automatischen Messung sind nebeneinander ins Betriebsbuch einzutragen.

J.6.1 Führung der Betriebskontrolle

Zur Überwachung der Anlage ist durch das Bedienungspersonal ein Betriebsbuch zu führen. Darin sind Eintragungen gemäss Tabelle 9 vorzunehmen.

Tabelle 9 Anleitung zur Erstellung eines Betriebsprotokolls

Nr.	Betriebsdaten	Einheit	Täglich festzuhalten bei		
			Beginn	Mitte	Ende
			des Badebetriebes		
1	Badbesucher pro Tag	Pers/d			+
2	Füllwassernachspeisung pro Tag, Einstellung am Durchflussmesser	m ³ /d			+
3	Betriebsstunden der Umwalzumpfen 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 Automatische Messung für jedes Becken	mg/l	+	+	+
	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 Spülvorganges		regelmässig ¹⁾		
11	Differenzdruck nach Filterspülung	bar	+		
12	Säurekapazität K _{S4,3} des Beckenwassers	mmol/l	wöchentlich		
13	Betriebsstörungen (Zeitpunkt Storanfang / Art der Störung / getroffene Massnahmen / Zeitpunkt Störende)	Uhrzeit	+		
14	Reinigung:				
	a) Schwimm- und Badebecken				
	Entleerung		mindestens 1 × jährlich		
	Beckenboden		regelmässig ¹⁾		
	Beckenwände		regelmässig ¹⁾		
	b) Planschbecken (evtl. mit Entleerung)		täglich		
	c) Warmsprudelbecken mit eigener Aufbereitung ²⁾		täglich		
	d) Warmsprudelbecken mit adaptiver Schaltung an ein Badebecken ²⁾		regelmässig ¹⁾		
	e) Durchschreitebecken ²⁾		täglich		
	f) Saunatauchbecken V < 2 m ³ ²⁾		täglich		
	g) Tretbecken ²⁾		täglich		
	h) Warmbecken, Bewegungsbecken, Therapiebecken A < 20 m ² ²⁾		regelmässig ¹⁾		
	i) Überlaufrinne		regelmässig ¹⁾		
	k) Ausgleichsbecken, Spülwasserbecken ²⁾		regelmässig ¹⁾		
l) Ausgleichsbecken für Warmsprudelbecken ²⁾		regelmässig ¹⁾			
15	Verbrauch von Chemikalien und Filterhilfsmitteln:	kg/ Intervall	regelmässig ¹⁾		
	a) Desinfektionsmittel				
	b) pH-Korrekturmittel				
	c) Flockungsmittel				
	d) Filterhilfsmittel Kieselgur Aktivkohle				
	e) Korrektur Säurekapazität				
	f) Algenbekampfungsmittel				

+ Durchführen und Wert eintragen / keine Durchführung

¹⁾ Die Intervalle sind durch den Betreiber schriftlich festzulegen (siehe J.10.4)

²⁾ Reinigung mit Beckenentleerung

J.6.2 **Kontrolle und Unterhalt von Anlagen, Maschinen und Geräten**

Das Bedienungspersonal führt Kontrollen und Unterhaltsarbeiten entsprechend den Betriebs- und Bedienungsanweisungen der Gerätehersteller aus.

J.6.3 **Wartung und vorbeugende Instandhaltungsmassnahmen**

Anlagen zur Aufbereitung und Desinfektion von Schwimm- und Badebeckenwasser bedürfen zur Sicherstellung eines einwandfreien Betriebsablaufes der Wartung und vorbeugenden Instandhaltung. Für diese Arbeiten wird der Beizug von Fachfirmen empfohlen. Sie können auch von qualifizierten Mitarbeitern ausgeführt werden.

Die Filterrückspülungen sind ausserhalb der Betriebszeit auszuführen.

Die Wartungsarbeiten an der Aufbereitungsanlage sind jährlich durchzuführen. Dazu ist eine Ausserbetriebsetzung 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.
- Wartung aller Maschinen und Apparate (Pumpen, Gebläse, Wärmetauscher) und Armaturen nach Angabe des Herstellers.
- Prüfung der Schaltanlagen durch Simulation der Betriebszustände sowie der Sicherheitseinrichtungen.
- Kontrolle der Anlagenteile auf Verschleiss- und Korrosionsschäden.

Die Wartungsarbeiten an den Desinfektionsmittel- und Chemikaliendosieranlagen einschliesslich der Mess-, Regel- und Registriereinrichtungen sind mindestens jährlich durch qualifizierte Personen durchzuführen:

- Prüfung der Sicherheitseinrichtungen der Chlorungsanlage einschliesslich Dichtheitsprüfung; die durchgeführten Prüfungen sind zu protokollieren.
- Wartung der Chemikaliendosieranlagen, insbesondere Ausbau und Reinigung der verstopfungsanfälligen Impfstellen.
- Prüfung der Mess-, Regel- und Registriereinrichtungen sowie der zugehörigen Elektroschaltanlagen.

J.6.4 **Zusätzliche Anforderungen an den Betriebsablauf von Warmsprudelbecken mit eigener Aufbereitungsanlage**

Für einen einwandfreien Betrieb sind nach Ende der Badebetriebszeit die Filter täglich zu spülen und die Aufbereitung wieder in Betrieb zu nehmen. Für die Beckenreinigung ist gemäss J.3.1 vorzugehen.

J.6.5 **Ausserbetriebsetzung und Wiederinbetriebnahme**

Für Ausserbetriebsetzungen und Wiederinbetriebnahmen sind die besonderen Massnahmen der vom Anlagenhersteller abgegebenen Bedienungsanleitungen zu beachten.

Freibäder:

Vor der Stilllegung einer Anlage sind alle Filter hochgechlort (ca. 2 mg Chlor pro Liter) zu spülen und zu entleeren. Für die Stillstandszeit der Anlage wird empfohlen, nach Saisonende die technischen Einrichtungen für die Aufbereitung und Desinfektion durch qualifizierte Personen warten und bei Saisonbeginn wieder in Betrieb nehmen zu lassen.

Im Besonderen wird auf Folgendes hingewiesen:

- Frostgefährdete Anlagenteile sind zu entleeren.
- Die technischen Anlagen müssen gegen Frostschäden geschützt werden.
- Überlaufrinnen sind auf die Schmutzwasserkanalisation zu schalten.
- Vor der Wiederinbetriebnahme sind die Becken zu entleeren und der Beckenboden, die Beckenwände und die Überlaufrinne einer gründlichen Reinigung, Spülung und Desinfektion zu unterziehen.

Warmsprudelbecken:

Kurzzeitige Betriebsstilllegungen sind insbesondere wegen der Gefahr einer Verkeimung zu vermeiden. Bei längeren Stilllegungen drängen sich folgende Massnahmen auf:

- Vollständige Entleerung des Beckens, der Luftkanäle (Luftsprudel), des Wasserspeichers, der Rohrleitungen, Sicherung der Glaselektroden und Chlormesszellen nach Vorschrift der Hersteller.
- Spülen und Entleeren der Dosierpumpen.
- Desinfizieren der Sandfilter mit aktivchlorhaltigem Wasser (30 bis 50 mg Chlor pro Liter).
- Vor Aufnahme des Badebetriebes ist die Anlage während ein bis zwei Tagen mit Badewasser, welches einen erhöhten Gehalt an aktivem Chlor (1 bis 2 mg Chlor pro Liter) aufweist, zu fahren.

J.7 Betriebliche Besonderheiten

J.7.1 Teillastbetrieb

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

- Nach Ende der täglichen Badebetriebszeit müssen die in hygienischer Hinsicht wichtigen Parameter – freies Chlor, gebundenes Chlor, pH-Wert und, wenn vorhanden, das Redoxpotenzial – den Anforderungen nach Tabelle 1 entsprechen.
- Es muss sichergestellt sein, dass ein Teillastbetrieb zeitlich begrenzt und automatisch wieder auf Volllast umgeschaltet wird.

J.7.2 Algenwachstum

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 öfter zu reinigen.

Wo das Algenwachstum durch die oben beschriebenen Massnahmen nicht verhindert werden kann, ist eine gezielte Bekämpfung mit anorganischen Algenvernichtungsmitteln vorzunehmen.

J.7.3 Betrieb von Anlagen für zusätzliche Wasserkreisläufe (z.B. Massagedüsen, Wasserfälle usw.)

Beim Betrieb zusätzlicher mit Beckenwasser versorgter Wasserkreisläufe und deren technischen Einrichtungen ist Folgendes zu beachten:

- Eine Stunde vor Badebetriebsbeginn sind die zusätzlichen Wasserkreisläufe für mindestens 15 Minuten in Betrieb zu nehmen.
- Während des Badebetriebes sind die zusätzlichen Wasserkreisläufe mindestens 10 Minuten pro Stunde zu betreiben.
- Wasserkreisläufe, die über eine längere Zeitspanne nicht betrieben werden, sind zu entleeren.

J.8 Probenahme

J.8.1 Aus jedem Becken werden etwa 50 cm vom Beckenrand entfernt aus einer Tiefe von etwa 30 cm, jedoch nicht aus dem direkten Zuflussbereich einer Düse heraus, mindestens eine mikrobiologische und eine chemische Wasserprobe erhoben.

Damit der hygienische Zustand bei verschiedenen Badefrequenzen ermittelt werden kann, sollen die Probenahmen bei unterschiedlichen Belastungszeitpunkten erfolgen.

J.8.2 Untersuchungsumfang der periodischen externen Kontrollen

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

J.8.2.1 Probenahmeprotokoll:

- 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

J.8.2.2 Untersuchungsparameter umfassen üblicherweise, unter Berücksichtigung der Erfahrungswerte:

- Aerobe mesophile Keime
- *Escherichia coli*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Legionella* spp: nur für Warmsprudelbecken und Becken mit aerosolbildenden Kreisläufen
- Klarheit (Sicht über Beckenboden)
- pH-Wert
- Carbonathärte, Säurekapazität
- Oxidierbarkeit (Kaliumpermanganatverbrauch) oder TOC
- Freies und gebundenes Chlor, in Hallenbädern zusätzlich THM
- Chlorat in Bädern bei Desinfektion mit Javelwasser (NaClO)
- Harnstoff

Tabelle 10 Zusätzliche Untersuchungen zur Kontrolle der Wasserbeschaffenheit bei besonderen Problemen

Parameter	Problem	Probenahmestellen
Chlorid	Beurteilung der Aufsatzung und der Korrosivität des Wassers	Füllwasser und Beckenwasser
Phosphat	Beurteilung der Flockung und bei Algenwachstum	Füllwasser und Beckenwasser
Sulfat	bei Verwendung entsprechender Zusätze zur Beurteilung der Aggressivität gegenüber Beton	Füllwasser und Beckenwasser

J.9 **Organisatorische und betriebliche Sicherheitsmassnahmen zur Verhinderung einer unbeabsichtigten Freisetzung von Chemikalien**

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.

J.9.1 **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 und Chemikaliengebinde den Lieferanten zurückzugeben.

Verschiedene Chemikalien unterliegen einer beschränkten Lagerfähigkeit. Die Empfehlungen des Herstellers sind zu beachten.

J.9.2 **Einsatzplanung für den Ereignisfall**

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 zu erstellen. Es sind gegenseitige Absprachen zu treffen. Mit allen Beteiligten sind regelmässig Übungen durchzuführen.

Es sind Massnahmen zur raschen Verbreitung von Informationen für die Badegäste und die im Gefahrenbereich lebende Bevölkerung vorzubereiten (Evakuierungskonzept, Lautsprecher- oder Megaphondurchsagen, Windrichtungsanzeige, Verhaltensregeln, Fluchtwege durch Signalisation technisch sicherstellen).

J.9.3 **Betriebliche Massnahmen für die Desinfektion und Neutralisation**

Chemikalien:

- ASA-, EKAS- und Suva-Richtlinien (Arbeitssicherheit) beachten.
- Eine angemessene und gut gewartete persönliche Schutzausrüstung muss vorhanden sein.
- Die Chemikalien müssen in geschlossenen, gekennzeichneten Verpackungen und Behältern gelagert werden.
- Chemikalienlagerung nur in den dafür vorgesehenen Räumen.

Elektrolyse-Chlorungsanlagen:

- ASA-, EKAS- und Suva-Richtlinien (Arbeitssicherheit) beachten.
- Eine angemessene und gut gewartete persönliche Schutzausrüstung muss vorhanden sein.

Chlorungsanlagen:

- ASA-, EKAS- und Suva-Richtlinien (Arbeitssicherheit) beachten.
- Eine angemessene und gut gewartete persönliche Schutzausrüstung muss vorhanden sein.
- Beschriftung innen:
«Bei Chlorflaschenwechsel und Bedienung der Anlage – Schutzmaske tragen – Chlorgas»
- Hinweistafel über die Gefahren und Erste-Hilfe-Massnahmen.
- Chlorflaschen gegen Umfallen sichern und mit Verschluss- und Schutzkappen verschlossen halten.
- Chlorflaschen sind mit «entleert» oder «voll» zu bezeichnen.
- Chlorflaschenwechsel nur ausserhalb der Hauptbetriebszeit vornehmen.
- Chlorgehalt des aufgefangenen Sprühwassers im Auffangschacht bzw. Ausgleichsbecken durch Zugabe von Natriumthiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) reduzieren.

J.9.4 **Betriebliche und organisatorische Sicherheits- und Schutzmassnahmen**

Apparate und Installationen sowie die Sicherheits- und Schutzeinrichtungen sind sachgemäss zu warten. Dosier- und Lagerräume usw. müssen täglich kontrolliert werden. Bei allen Einrichtungen ist ein periodischer Service durchzuführen. Dazu gehört auch der Ersatz gebrauchter oder zeitlich abgelaufener Schutzmaskenfilter.

Alle Sicherheitseinrichtungen (wie z.B. die Alarmanlage) sind mindestens zweimal pro Saison oder viermal pro Jahr einer Funktionskontrolle zu unterziehen, bei Saisonbetrieben das erste Mal vor Betriebseröffnung. Diese Kontrollen sind zu protokollieren.

Das Material zur Schadenbehebung (Werkzeuge, Neutralisationschemikalien usw.) sowie die persönlichen Schutzausrüstungen sind regelmässig zu kontrollieren, zu warten und immer einsatzbereit zu halten.

Die sanitätsdienstlichen Einrichtungen müssen vorhanden sein: Sanitätsraum mit Sanitätsmaterial, Wiederbelebungsgeräte, gut sichtbare Informationstafeln mit wichtigen Telefonnummern (Sanität, Tox-Informationsdienst, Spital, Ärzte usw.). Das Personal muss entsprechend den gültigen Reglementen ausgebildet sein.

J.9.5 **Massnahmen zur Reduktion des Risikos bei der Verwendung von Chlorflaschen**

Theoretische Störfallanalysen und Modellberechnungen haben ergeben, dass das Risiko eines Störfalles durch die folgenden Massnahmen wesentlich herabgesetzt werden kann.

- Die Anlieferung der Chlorflaschen erfolgt ausserhalb der Betriebszeiten des Bades, von Schulen oder Betrieben in der Umgebung (z.B. nicht während der Schulpause!).
- Der Abladevorgang der Chlorflaschen von der Ladebrücke erfolgt nur mit aufgesetzter Verschlusskappe und wird durch einen Sicherheitsbeauftragten überwacht.
- Die Chlorflaschen werden jeweils nur ausserhalb der Betriebszeiten gewechselt.
- Diese Arbeiten sind zu protokollieren.
- Jedes Betreten der Chlorgasräume wird signalisiert (kein unbefugtes Betreten).

J.10 **Umgebungshygiene**

J.10.1 Voraussetzung für eine hygienisch einwandfreie Umgebung der Becken sind sauber gereinigte und anschliessend getrocknete Flächen. Nur solche können wirksam und schonend desinfiziert werden. Als Desinfektionsmittel dürfen nur zugelassene Biozidprodukte verwendet werden [5]. Sie dürfen die zu behandelnden Materialien nicht angreifen.

J.10.2 Es werden drei Hygienebereiche definiert, an die unterschiedliche Anforderungen gestellt werden:

- Nackt- und Barfussbereich:
Für diese Bereiche (z.B. Sitzbänke, Duschen, fest installierte Haarföhne, Umkleide-, Barfussbereiche, Verbindungsgänge im Barfussbereich, 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, mindestens aber täglich, zu reinigen.

J.10.3 **Technische Einrichtungen**

Von Badegästen nicht direkt berührte und schwer zugängliche Bereiche: Diese Bereiche, z.B. Lüftungen, Duschenköpfe (Legionellenprophylaxe), sind regelmässig zu kontrollieren und zu reinigen sowie nach Bedarf zu desinfizieren. Die Legionellenprophylaxe benötigt spezielle Aufmerksamkeit (siehe auch 2.5).

J.10.4 **Organisatorische Massnahmen**

Aufstellen eines Reinigungs- und Desinfektionskonzepts:

- Die Verantwortungsbereiche müssen festgelegt werden, d.h., die Zuständigkeit für die auszuführenden Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten und deren Kontrolle sind sicherzustellen.
- Chemikalien und Geräte, die eingesetzt werden, sind festzulegen.
- Die Reinigungs- und Desinfektionsintervalle sind schriftlich festzulegen.
- Über alle ausgeführten Arbeiten sind Protokolle zu führen.

Überwachen des Hygiene-Standards:

- Für die Überprüfung des Zustandes der Sauberkeit genügt eine kritische visuelle Kontrolle.
- Die Wirksamkeit der Reinigungs- und Desinfektionsmassnahmen kann mit Hilfe von mikrobiologischen Methoden (Abklatschverfahren, Abriebmethode usw.) überprüft werden.

J.11 **Statistik**

Mit dem Erfassen von statistischen Daten kann eine Anlage auf längere Sicht auf ihre geplante Funktion und Wirksamkeit überprüft und Schwachpunkte, z.B. ein Wasserverlust, schnell erkannt werden.

Folgende Werte sollten regelmässig abgelesen und protokolliert werden (mindestens monatlich). Dies kann mit einem Tabellenkalkulationsprogramm auch optisch gut ersichtlich gemacht werden.

- Gesamtwasserverbrauch,
- Beckenwasserverbrauch (jedes Becken oder jede Anlage sollte getrennt erfassbar sein),
- Wärmebedarf (wo wird Wärme verwendet),
- genutzte Wärmequellen (Heizöl, Gas, Elektrizität, Holz, Sonnenenergie usw., in kWh),
- Elektrobedarf (Gesamtbedarf),
- Betriebsstunden: Umwälzpumpen, Luftkompressoren.

Mit den heutigen SPS-Steuerungen sind alle diese Werte einfach erfassbar.

Anhang K Publikationen

K.1 Gesetze und Verordnungen

- [1] Kantonale Verordnungen und Reglemente über die Badewasserqualität
- [2] Bundesgesetz vom 15. Dezember 2000 über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikaliengesetz, ChemG). SR 813.1
- [3] Verordnung vom 18. Mai 2005 über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikalienverordnung, ChemV). SR 813.11
- [4] Verordnung des EDI vom 28. Juni 2005 über die Chemikalien-Ansprechperson. SR 813.113.11
- [5] Verordnung vom 18. Mai 2005 über das Inverkehrbringen von und den Umgang mit Biozidprodukten (Biozidprodukteverordnung VBP). SR 813.12
- [6] Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG). SR 814.01
- [7] Verordnung vom 27. Februar 1991 über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung StFV). SR 814.012
- [8] Die aktualisierten Erläuterungen zur Störfallverordnung sind auf der Webseite des BAFU vorhanden. Davon: *Handbuch I zur Störfallverordnung – Vollzugshilfe für Betriebe mit Stoffen, Zubereitungen oder Sonderabfällen*, Bundesamt für Umwelt BAFU, 2008. www.umweltschweiz.ch/uv-0818-d
- [9] *Mengenschwellen gemäss Störfallverordnung – Liste mit Stoffen und Zubereitungen, 2006, sowie Korrekturen und Ergänzungen vom Dezember 2009*. Bundesamt für Umwelt BAFU
- [10] Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung (Gewässerschutzgesetz, GSchG). SR 814.20
- [11] Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV). SR 814.201
- [12] Verordnung vom 18. Mai 2005 zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV). SR 814.81
- [13] Verordnung des EDI vom 28. Juni 2005 über die Fachbewilligung für die Desinfektion des Badewassers in Gemeinschaftsbädern (VFB-DB). SR 814.812.31
- [14] Bundesgesetz vom 18. Dezember 1970 über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten des Menschen (Epidemiengesetz, EpG). SR 818.101
- [15] Verordnung vom 12. Juni 1995 über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEV). SR 819.11
- [16] Bundesgesetz vom 13. März 1964 über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz, ArG). SR 822.11
- [17] Verordnung 3 vom 18. August 1993 zum Arbeitsgesetz (Gesundheitsvorsorge ArGV 3). SR 822.113
- [18] Bundesgesetz vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung (UVG). SR 832.20
- [19] Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung, VUV). SR 832.30
- [20] Verfügung des EDI vom 26. Dezember 1960 über die technischen Massnahmen zur Verhütung von Berufskrankheiten, die durch chemische Stoffe verursacht werden. SR 832.321.11
- [21] Schweizerisches Lebensmittelbuch, Methoden. www.slmb.bag.admin.ch/slmb/methoden/index.html

K.2 Normen

- [22] SN EN 901:2007, Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Natriumhypochlorit
- [23] SN EN 15288-1, Schwimmbäder – Teil 1: Sicherheitstechnische Anforderungen an Planung und Bau

- [24] SN EN 15288-2. Schwimmbäder – Teil 2: Sicherheitstechnische Anforderungen an den Betrieb
- [25] SN EN 15796. Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Calciumhypochlorit
- [26] SN EN 15798. Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Filtermaterialien
- [27] SN EN 15799. Produkte zur Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Pulver-Aktivkohle

K.3 Weitere Publikationen

- [28] Leitfaden *Lagerung von gefährlichen Stoffen*. Herausgegeben von den Umweltfachstellen der Kantone der Nordwestschweiz und des Kantons Thurgau, Januar 2008
- [29] Verband Hallen- und Freibäder (VHS) & Schweizerischer Fachverband für Thermal- und Mineralbäder (SSTH). *Planerische und technische Mindestanforderungen und Richtlinien für Schweizer Badekurorte*
- [30] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). *Empfehlungen für Planung, Bau, Instandhaltung und Betrieb von öffentlichen Schwimm- und Badeteichanlagen*. 2003. ISBN 3-934484-71-9
- [31] Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW). W3 d, *Leitsätze für die Erstellung von Trinkwasserinstallationen* und W3 Ergänzung 1 d/f *Rückflussverhinderung*. 2000
- [32] Laboratoire Intercantonal Santé au Travail, Peseux, Suisse. Parrat J. *Évaluation de l'exposition à la trichloramine atmosphérique des maîtres nageurs, employés et utilisateurs publics des piscines couvertes des cantons de Fribourg, Neuchâtel et du Jura*. 2008
- [33] Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu), Bern. Publikation 2.032. Buchser M. *Anforderungsliste Bodenbeläge – Anforderungen an die Gleitfestigkeit in öffentlichen und privaten Bereichen mit Rutschgefahr*. 2009
- [34] Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu), Bern. Publikation 2.019. *Bäderanlagen, Sicherheitsempfehlungen für Planung, Bau und Betrieb*. 2008
- [35] Berufsgenossenschaftliche Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit. BGV D5, *Unfallverhütungsvorschrift. Chlorung von Wasser*. Carl Heymanns Verlag. 2005
- [36] Fédération internationale de Natation Amateur (FINA): *FINA Handbook*. Der Schweizerische Schwimmverband (www.fsn.ch) publiziert hierzu regelmässig die deutsche Übersetzung und Kommentare
- [37] *Reglement des Schweizerischen Schwimmverbands (SSCHV)*, Kapitel 7.2.2 Anforderungen an Wettkampfanlagen – sport- und sicherheitstechnisch
- [38] Schweizer Licht Gesellschaft, Bern. *Beleuchtung von Sportanlagen: SLG 301 Grundlagen allgemein; SLG 305 Hallen- und Freibäder*
- [39] Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS). Richtlinie 6501, *Säuren und Laugen*. 2003
- [40] Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS). Richtlinie 1825, *Brennbare Flüssigkeiten, Lagern und Umgang*. 2005
- [41] Suva. *Grenzwerte am Arbeitsplatz*. Bestellnummer 1903. 2009
- [42] Suva. *Gefährliche Stoffe und was man darüber wissen muss*. Bestellnummer 11030. 2010
- [43] Suva. *Checkliste Gesundheitsgefährdende Stäube*. Bestellnummer 67077
- [44] Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF). 27-03d, *Brandschutzrichtlinie – Gefährliche Stoffe*. 2003
- [45] Sakhri, M. *Reinigung und Desinfektion in Thermal-/Mineral- und Hallenbädern*. Gesundheits- und Umwelttechnik. 2005
- [46] Bundesamt für Gesundheit (BAG). *Bericht Legionellen und Legionellose*, 2009
- [47] Bundesamt für Sport (BASPO). *Grundlagen für Planung, Bau und Betrieb von Hallen- und Freibädern*, Norm 301d, 2005
- [48] Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile, Aarau. VKR RL02, *Erdverlegte Druckrohrleitungen aus PE80 und PE100, Leitfaden und Verlegerichtlinien*. 2007
- [49] Verband Kunststoff-Rohre und -Rohrleitungsteile, Aarau. VKR RL03, *Erdverlegte, drucklos betriebene Rohrleitungen aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchlorid (PVC-U), Leitfaden und Verlegerichtlinie*. 2003

In der Kommission SIA 385/9 vertretene Organisationen

aqua suisse	Schweizerische Vereinigung von Firmen für Wasser- und Schwimmbadtechnik
BAG	Bundesamt für Gesundheit
SVG	Schweizerische Vereinigung für Gesundheits- und Umwelttechnik
SVGW	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches
VHF	Verband Hallen- und Freibäder
VKCS	Verband der Kantonschemiker der Schweiz

Kommission SIA 385/9

			Vertreter von
Präsident	Bernd Kannewischer, Ingenieur SIA	Zug	SIA, SVG
Mitglieder	Alfred Besl, Chemiker HTL Gérard Donzé, Dr., Biologe Carlo Hophan, Ingenieur SIA Irina Nüesch, Dr., Lm.-Ing. ETH Claude Ramseier, Dr ès sc., Chemiker Urs Richli, Dr ès sc., Chemiker Peter Schudel, Technischer Leiter BES	Zürich Bern Zumikon Aarau Delsberg Vevey Scuol	Kant. Laboratorium / SVGW BAG aqua suisse Amt für Verbraucherschutz Laboratoire cantonal / VKCS aqua suisse VHF

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen und Ordnungen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 385/9 am 1. September 2010 genehmigt.

Sie ist gültig ab 1. Mai 2011.

Sie ersetzt die Norm SIA 385/1 *Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern*, Ausgabe 2000.

Copyright © 2011 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.