



SWKI
SICC
SITC

Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren
Société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment
Società svizzera degli ingegneri nella tecnica impiantistica

Affiliated with SIA, ASHRAE and REHVA

RICHTLINIE

SWKI BT102-01

Wasserbeschaffenheit für
Gebäudetechnik-Anlagen

DIRECTIVE

SICC BT102-01

*Qualité de l'eau dans les installations
techniques du bâtiment*

Vorwort

Der Wasserbeschaffenheit und damit der Wasserbehandlung und Wasseraufbereitung kommt mit der heutigen Anlagen- und Materialvielfalt, aber auch unter den Betriebsbedingungen eine erhöhte Bedeutung zu.

Mit der vorliegenden Richtlinie wurde die bisherige Richtlinie SWKI 97-1 auf den aktuellen Stand gebracht. Neue Anlagen und Technologien werden, soweit sie die Gebäudetechnik betreffen, behandelt.

In der vorliegenden Richtlinie werden bewusst Minimalanforderungen definiert, die mit zusätzlichen Hinweisen versehen sind. Zudem werden die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten nach ökologischen Kriterien geordnet. Dies bedeutet, dass Chemikalien erst eingesetzt werden sollen, wenn alle anderen Möglichkeiten ausgeschöpft worden sind.

Ziel und Zweck dieser Richtlinie ist es, Hinweise für die Verhinderung von Steinbildung, Schlammablagerungen, hygienischen Problemen und wasserseitigen Korrosionsschäden zu geben.

Arbeitsgruppe SWKI-Richtlinie BT102-01

Préface

La qualité et en conséquence le traitement et la préparation de l'eau ont acquis une importance accrue avec l'actuelle diversité des installations et matériaux, mais également en raison des conditions d'exploitation.

La présente directive a pour but d'actualiser l'ancienne directive SICC 97-1 F. Elle traite des nouvelles installations et technologies dans la mesure où elles concernent la gestion technique du bâtiment.

Des exigences minimales, accompagnées d'indications supplémentaires ont sciemment été définies dans la présente directive. D'autre part les possibilités à disposition ont été classées selon des critères écologiques. Ceci signifie que des produits chimiques ne devraient être utilisés que lorsque toutes les autres possibilités ont été épuisées.

Le but et l'objectif de cette directive sont de donner des indications pour prévenir la formation de tartre, de dépôts de boue, de problèmes d'hygiène et de dégâts de corrosion dus à l'eau.

Groupe de travail directive SICC BT102-01

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Inhaltsverzeichnis	2
0 Geltungsbereich	5
0.1 Abgrenzung	5
0.2 Verweisungen	5
0.3 Ausnahmen	6
0.4 Schreibweise	6
0.5 Hinweise zur Anwendung	6
1 Verständigung	7
1.1 Begriffe, Definitionen, Fachausdrücke	7
1.1.1 Wasserchemie Grundbegriffe	7
1.1.2 Wasser-Grundtypen	14
1.2 Abkürzungen	17
2 Projektierung	19
2.1 Wahl der Massnahmen	19
2.2 Konstruktion, Montage	19
2.3 Werkstoffwahl	20
2.4 Vorschriften bezüglich Gewässer- und Umweltschutz	21
2.5 Arbeitnehmerschutz/Hygiene	21
2.5.1 Allgemeines	21
2.5.2 Chemische Stoffe	21
2.5.3 Mikroorganismen	21
2.5.4 Einsatz von Desinfektionsmitteln	23
3 Wichtige Verfahren der Wassertechnik	24
3.1 Filtration	24
3.2 Enthärtung	24
3.3 Teilentsalzung	24
3.4 Vollentsalzung	24
3.5 Gegenosmose (Umkehrosmose)	25
3.6 Elektrodeionisation	25
3.7 Destillation	25
3.8 Entgasung	26
3.9 Sauerstoffentfernung	26
3.10 UV-Entkeimung	26
3.11 Silber-Ionisation	26
3.12 Konditionierung (Einsatz von Chemikalien)	27
3.13 Physikalische Wasserbehandlung	27
3.14 Elektrische Korrosionsschutzverfahren	28
4 Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit	29
4.1 Einleitung	29
4.2 Geschlossene Systeme	29
4.2.1 Allgemeines	29
4.2.2 Warmwasserheizungen bis 110 °C – diffusionsdicht	30
4.2.3 Warmwasserheizungen bis 110 °C – nicht diffusionsdicht	34
4.2.4 Heisswasserkreisläufe > 110 °C	38
4.2.5 Dampferzeugung	40
4.2.6 Geschlossene Systeme mit Frostschutzfüllung – diffusionsdicht	45
4.2.7 Geschlossene Kühlkreisläufe – diffusionsdicht	47

Table des matières

Préface	1
Table des matières	2
0 Champ d'application	5
0.1 Délimitation	5
0.2 Références	5
0.3 Exceptions	6
0.4 Rédaction	6
0.5 Avis d'utilisation	6
1 Conventions	7
1.1 Notions, définitions et expressions spécialisées	7
1.1.1 Notions de base de la chimie de l'eau	7
1.1.2 Principaux types d'eau	14
1.2 Abréviations	17
2 Etude des projets	19
2.1 Choix des mesures	19
2.2 Construction, montage	19
2.3 Choix des matières	20
2.4 Prescriptions relatives à la protection des eaux et de l'environnement	21
2.5 Protection des travailleurs/hygiène	21
2.5.1 Généralités	21
2.5.2 Substances chimiques	21
2.5.3 Microorganismes	21
2.5.4 Utilisation de désinfectants	23
3 Méthodes importantes de la technique de l'eau	24
3.1 Filtration	24
3.2 Adoucissement	24
3.3 Déminéralisation partielle	24
3.4 Déminéralisation totale	24
3.5 Osmose inverse	25
3.6 Electrodeionisation	25
3.7 Distillation	25
3.8 Dégazage	26
3.9 Elimination de l'oxygène	26
3.10 Décontamination UV	26
3.11 Ionisation à l'argent	26
3.12 Conditionnement (utilisation de produits chimiques)	27
3.13 Traitement physique de l'eau	27
3.14 Méthodes de protection électriques contre la corrosion	28
4 Exigences imposées à la qualité de l'eau	29
4.1 Introduction	29
4.2 Systèmes fermés	29
4.2.1 Généralités	29
4.2.2 Chauffages à eau chaude jusqu'à 110 °C – étanches à la diffusion	32
4.2.3 Chauffages à eau chaude jusqu'à 110 °C – non étanches à la diffusion	36
4.2.4 Circuits à eau chaude > 110 °C	39
4.2.5 Production de vapeur	42
4.2.6 Circuits fermés avec plein d'antigel – étanches à la diffusion	46
4.2.7 Circuits de refroidissement fermés – étanches à la diffusion	49

4.3	Offene Systeme	51	4.3	<i>Systèmes ouverts</i>	51
4.3.1	Allgemeines	51	4.3.1	<i>Généralités</i>	51
4.3.2	Offene Kühlkreisläufe aus metallischen Werkstoffen mit kleinem Verdunstungsanteil	52	4.3.2	<i>Circuits de refroidissement ouverts comportant des parties métalliques avec une petite part d'évaporation</i>	53
4.3.3	Offene Kühlkreisläufe aus metallischen Werkstoffen mit grossem Verdunstungsanteil	54	4.3.3	<i>Circuits de refroidissement ouverts en matières métalliques avec une grande part d'évaporation</i>	55
4.3.4	Luftbefeuchter ohne Umlaufwasser	56	4.3.4	<i>Humidificateur d'air sans eau de circulation</i>	57
4.3.5	Luftbefeuchter mit Umlaufwasser	58	4.3.5	<i>Humidificateurs d'air à eau de circulation</i>	59
4.3.6	Dampf-Luftbefeuchter mit externer Dampferzeugung	60	4.3.6	<i>Humidificateur d'air à vapeur avec génération de vapeur externe</i>	60
4.4	Betriebswasser	61	4.4	<i>Eau de service</i>	61
4.4.1	Grauwasser	61	4.4.1	<i>Eau grise</i>	61
4.4.2	Quell- und Grundwasser	61	4.4.2	<i>Eau de source et souterraine</i>	61
4.4.3	Oberflächenwasser (Fluss- und Seewasser)	61	4.4.3	<i>Eau de surface (eau de rivière et de lac)</i>	61
5	Prüfungen	62	5	Contrôles	62
6	Betrieb und Erhaltung	63	6	Fonctionnement et maintenance	63
6.1	Einleitung	63	6.1	<i>Introduction</i>	63
6.2	Betrieb	63	6.2	<i>Fonctionnement</i>	63
6.3	Systemreinigung	63	6.3	<i>Nettoyage du système</i>	63
6.4	Leitungs-Innenbeschichtungen	64	6.4	<i>Revêtements intérieurs des conduites</i>	64
7	Schutz und Sicherheit	65	7	Protection et sécurité	65
7.1	Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen	65	7.1	<i>Exigences de sécurité et de santé</i>	65
7.2	Anlagensicherheit	65	7.2	<i>Sécurité de l'installation</i>	65
8	Rückbau und Entsorgung	66	8	Démantèlement et élimination	66
8.1	Allgemein	66	8.1	<i>Généralités</i>	66
8.2	Komponenten	66	8.2	<i>Composants</i>	66
Anhang A (informativ) Publikationen		67	Annexe A (informative) Publications		67

0 Geltungsbereich

0.1 Abgrenzung

Der Geltungsbereich dieser Richtlinie umfasst die Heizungs-, Kälte- und Klimaanlage sowie Solaranlagen bis zu einer max. Vorlauftemperatur von 200 °C, Dampfanlagen bis zu einem Überdruck von 44 bar, Kühl- und Rückkühlanlagen, Wärmequellenwasser sowie Befeuchtungsanlagen.

Ausgenommen sind:

- Trinkwasser gemäss SLMB Kap. 27A
- Warmwasserversorgung für Trinkwasser in Gebäuden gemäss SIA 385/1
- Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern gemäss SIA 385/9

Die Richtlinie ist für die Gestaltung von neuen Installationen bestimmt. Die Ausführungen betreffend Wasserbeschaffenheit sind jedoch auch bei Sanierungen und beim Betrieb von bestehenden Anlagen anwendbar.

Der Anwender benützt die Richtlinien des SWKI auf eigene Verantwortung. Der SWKI lehnt jede Haftung ab.

Die Verwendung dieser SWKI-Richtlinie entbindet den Nutzer nicht von der Pflicht, sich über den aktuellen Stand des einschlägigen Regelwerks zu informieren.

0.2 Verweisungen

Der Text dieser Richtlinie enthält normative Verweisungen auf folgende Publikationen:

Schweizerisches Lebensmittelbuch (SLMB)

Kapitel 27A Trinkwasser

Richtlinie SWKI VA301-01

Befeuchter in Lüftungstechnischen Anlagen (in Vorbereitung)

Richtlinie SWKI VA104-01

Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte

0 Champ d'application

0.1 Délimitation

Le champ d'application de cette directive englobe les installations de chauffage, frigifiques et de climatisation, ainsi que solaires jusqu'à une température maximale de l'aller de 200 °C, les installations de production de vapeur jusqu'à une surpression de 44 bar, les installations de refroidissement et post-refroidissement, l'eau de sources chaudes, de même que les installations d'humidification.

Font exception:

- *l'eau potable selon MSDA chap. 27A*
- *l'alimentation en eau chaude sanitaire dans les bâtiments selon SIA 385/1*
- *l'eau et les installations de traitement de l'eau dans les piscines publiques selon SIA 385/9*

La directive est destinée à la conception des nouvelles installations. Les explications relatives à la qualité de l'eau sont cependant applicables en cas d'assainissement et pour l'exploitation des installations existantes.

L'utilisateur applique les directives de la SICC sous sa propre responsabilité. La SICC décline toute responsabilité.

L'utilisation de cette directive SICC ne dégage pas l'utilisateur de son obligation de s'informer sur l'état actuel des réglementations en vigueur.

0.2 Références

Le texte de cette directive contient des références normatives aux publications suivantes:

Le Manuel suisse des denrées alimentaires (MSDA)

Chapitre 27A Eau potable

Directive SICC VA301-01

Humidificateurs dans les installations aérauliques (en préparation)

Directive SICC VA104-01

Exigences hygiéniques pour les installations et appareils aérauliques

Norm SIA 385/1

Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen

Norm SIA 385/9

Wasser und Wasseraufbereitungsanlagen in Gemeinschaftsbädern – Anforderungen und ergänzende Bestimmungen für Bau und Betrieb

Merkblatt Suva «Luftbefeuchtung»

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt,
6. Auflage, Mai 2000
(Bestellnummer: 44021.d)

Norme SIA 385/1

Installations d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments – Bases générales et performances requises

Norme SIA 385/9

Eau et installations de régénération de l'eau dans les piscines publiques – Exigences et prescriptions complémentaires de construction et d'exploitation

Feuillelet Suva «Humidification de l'air»

*Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, 6^e édition, janvier 2001
(Référence: 44021.f)*

0.3 Ausnahmen

Ausnahmen von der vorliegenden Richtlinie sind zugelassen, wenn neue Entwicklungen auf dem entsprechenden Gebiet dies rechtfertigen oder wenn sie wissenschaftlich durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet werden können und wenn sie mit den gesetzlichen Grundlagen übereinstimmen.

0.3 Exceptions

Des exceptions à la présente directive sont autorisées lorsque de nouveaux développements dans le domaine correspondant le justifient ou lorsqu'elles peuvent être suffisamment fondées scientifiquement par la théorie ou des essais et qu'elles répondent aux bases légales.

0.4 Schreibweise

Im vorliegenden Dokument gelten die männlichen Funktions- und Personenbezeichnungen sinngemäss auch für weibliche Personen.

0.4 Rédaction

Dans le présent document, les désignations de fonctions et de personnes mentionnées au masculin sont aussi applicables par analogie au féminin.

0.5 Hinweise zur Anwendung

Die Datenblätter, in denen die Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit definiert sind, können unter www.swki.ch/BT102-01 heruntergeladen werden.

0.5 Avis d'utilisation

*Les feuilles de données dans lesquelles les exigences de qualité de l'eau sont définies peuvent être téléchargées sous.
www.swki.ch/BT102-01*

1 Verständigung

1.1 Begriffe, Definitionen, Fachausdrücke

1.1.1 Wasserchemie Grundbegriffe

Einleitung

Unsere Wässer sind je nach den geologischen Verhältnissen mit mehr oder weniger grossen Mengen von gelösten Salzen und Gasen angereichert. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Carbonathärte, die sich bei einer Temperaturerhöhung oder bei einer Kohlendioxidgasung ausscheidet:



Dieses schwer lösliche Carbonat kann auf den Wandungen eines Wärmeezeugers, in Rohrleitungen und in Heizelementen eine kompakte Steinschicht bilden.

Bei höheren Temperaturen wird auch die Nicht-carbonathärte, vor allem CaSO_4 (Gips), als hartes, schwer lösliches Sulfat, ausgeschieden.

Die Ausscheidungsgeschwindigkeit der Carbonathärte ist u. a. abhängig von der Bauart der Anlage und deren Betriebsweise. Bei offenen Anlagen erfolgt eine schnellere Steinbildung als bei geschlossenen, da die freiwerdende Kohlensäure entweichen kann. Ferner erhöht sich mit steigender Temperatur die Ausscheidungsgeschwindigkeit. Bei zu schnellem Aufheizen von frisch mit Rohwasser gefüllten Anlagen scheidet sich Carbonatstein vor allem an den Heizflächen des Wärmeezeugers ab. Bei langsamem Aufheizen hingegen kann die Ausscheidung auch über die gesamte Anlage verteilt erfolgen.

Korrosion

Unter Korrosion versteht man die Reaktion eines Werkstoffes mit seiner Umgebung, die zu Korrosionsschäden führen kann. Massgebend sind neben wasserseitigen Korrosionsstimulatoren (pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Säurekapazität, Neutralsalze) auch die anlagenseitigen Einflüsse (Werkstoffe, Konzept und Ausführung der Anlage) sowie die Betriebsbedingungen (Fließgeschwindigkeit und Temperatur des Wassers, Stagnationsperioden).

1 Conventions

1.1 Notions, définitions et expressions spécialisées

1.1.1 Notions de base de la chimie de l'eau

Introduction

Selon les conditions géologiques, nos eaux sont plus ou moins enrichies de quantités importantes de sels et gaz dissous. La dureté carbonatée, qui se précipite dans le cas d'une augmentation de température ou d'un dégazage de dioxyde de carbone, acquiert dans ce cadre une importance particulière:



Ce carbonate difficilement soluble peut constituer sur les parois d'un générateur de chaleur, dans les conduites et les corps de chauffe une couche de tartre compacte.

A des températures plus élevées, la dureté non carbonatée, en particulier le CaSO_4 (gypse), se précipite sous la forme d'un sulfate dur difficilement soluble.

La vitesse de précipitation de la dureté carbonatée est entre autres fonction du type de construction de l'installation et de son mode d'exploitation. Dans le cas des installations ouvertes, intervient une formation plus rapide de tartre que dans celles fermées, étant donné que le dioxyde de carbone libéré peut s'échapper. D'autre part la vitesse de précipitation s'accroît avec la température. Dans le cas d'une montée en température trop rapide d'installations fraîchement remplies d'eau brute, le tartre se précipite en particulier sur les surfaces de chauffe du générateur de chaleur. Par contre, en cas de montée en température plus lente, la précipitation est répartie sur l'ensemble de l'installation.

Corrosion

On entend sous corrosion la réaction d'une matière avec son environnement, laquelle peut conduire à des dommages de corrosion. Les facteurs suivants sont, en dehors des stimulateurs de corrosion côté eau (valeur du pH, teneur en oxygène, alcalinité, sels neutres), les influences côté installation (matières, concept et exécution de l'installation), de même que les conditions d'exploitation (vitesse d'écoulement et température de l'eau, périodes de stagnation), déterminants.

Der Sauerstoff kann über offene Expansionsgefäße, Armaturen, Pumpen usw., welche gegenüber der Atmosphäre unter Unterdruck stehen, und durch die Nachspeisung, in das Heizungssystem gelangen. Ein besonderes Problem bilden abkaltende Dampfkessel (Nacht, Wochenende). Zufolge Vakuumbildung im Dampfraum wird immer wieder Luft eingeblasen. Auch gegen einen höheren Druck kann Sauerstoff durch Diffusion in das «geschlossene» System eindringen (z. B. diffusionsdurchlässige Kunststoffrohre). Das Eindringen von Sauerstoff in geschlossene Kreisläufe ist nicht druckabhängig. Ebenfalls kann durch falsch bemessene oder defekte Druckexpansionsgefäße Unterdruck in der Anlage entstehen.

Damit die Korrosionsgefahr stark reduziert werden kann, muss die Sauerstoffzufuhr in die Anlage verhindert werden.

Mit steigender Betriebstemperatur nimmt die Korrosionsgeschwindigkeit zu, und zwar je 10 °C Temperaturerhöhung um das 2- bis 2,5-fache. Aus diesem Grunde sind an Heisswasseranlagen erhöhte Forderungen hinsichtlich des Korrosionsschutzes zu stellen.

Bauteile von Lüftungstechnischen Anlagen sind, sofern sie benetzt werden, besonders korrosionsgefährdet. Bei der Konstruktion dieser Teile ist darauf zu achten, dass Materialien verwendet werden, die nicht korrodieren oder eine korrosionshemmende Deckschicht bilden und die Betriebsbedingungen entsprechend gewählt werden.

Bei den ersteren handelt es sich um Kunststoffe und kunststoffbeschichtete Metalle, bei den letzteren vor allem um nicht rostenden Stahl und unter gewissen Voraussetzungen um Aluminium. Es ist dabei zu beachten, dass bei einer Kombination unterschiedlicher Materialien, die – jedes für sich – beständig sind, bei Benetzung mit Wasser Kontaktkorrosionen auftreten können, wobei jeweils das unedlere Material angegriffen wird.

Kontaktkorrosion kann auftreten, wenn sich im Wasser unterschiedlich edle Metalle berühren. Das edlere Metall bewirkt dann die Korrosion am unedleren Metall.

Wasserhärte

Die Härte des Wassers wird in mmol/l (SI), französischen (°f), deutschen (°d), englischen (°e) Härtegraden, in ppm CaCO₃ oder in Millivalen (mval/l) angegeben.

L'oxygène peut parvenir dans les circuits de chauffage par des vases d'expansion ouverts, des robinetteries, des pompes etc. en dépression par rapport à l'atmosphère et par des apports ultérieurs dans le circuit de chauffage. Les chaudières à vapeur en se refroidissant (période nocturne, week-end) constituent un problème particulier. De l'air est constamment réadmis consécutivement à la formation de vide dans l'espace de vapeur, L'oxygène peut aussi pénétrer par diffusion dans le circuit «fermé» du fait d'une pression plus élevée (par ex. tuyaux en plastique perméables à la diffusion). La pénétration d'oxygène dans des circuits fermés n'est pas fonction de la pression. Une dépression peut également intervenir dans l'installation du fait de vases d'expansion défectueux ou mal dimensionnés.

L'apport d'oxygène dans l'installation doit être évité, de manière que le risque de corrosion puisse être largement réduit.

La vitesse de corrosion s'accroît avec la température d'exploitation et ce, de 2 à 2,5 fois par tranche de 10 °C d'augmentation de la température. Pour cette raison, des exigences accrues de protection contre la corrosion doivent être imposées aux installations à eau chaude.

Les composants des installations aérauliques sont particulièrement exposés à la corrosion dans la mesure où ils sont mouillés. Il faut veiller dans la construction de ces composants à utiliser des matériaux qui ne se corrodent pas ou constituent une couche superficielle de protection contre la corrosion et soient choisis en fonction des conditions d'exploitation.

Dans le cas de la première catégorie, il s'agit de matières plastiques et de matériaux revêtus de matière plastique, dans le dernier cas en particulier d'acier inoxydable et, dans certaines conditions préalables, de l'aluminium. Il faut observer que, dans le cas d'une combinaison de matières différentes, qui chacune pour elle-même est résistante, des corrosions de contact peuvent intervenir en présence d'eau, la matière la moins noble étant attaquée.

Une corrosion de contact peut se présenter lorsque des métaux nobles différents sont en contact avec l'eau. Le métal le plus noble provoque alors la corrosion de celui le moins noble.

Dureté de l'eau

La dureté de l'eau est indiquée en mmol/l (SI), en degrés de dureté français (°f), allemand (°d), anglais (°e), en ppm CaCO₃ ou en millivales (mval/l).

	mval/l	mmol/l	°f	°d	°e	ppm CaCO ₃
mval/l	1,0	0,5	5,0	2,8	3,5	50
mmol/l	2,0	1,0	10,0	5,6	7,02	100
°f	0,2	0,1	1,0	0,56	0,7	10
°d	0,375	0,18	1,78	1,0	1,25	17,8
°e	0,286	0,14	1,43	0,8	1,0	14,3
ppm CaCO ₃	0,02	0,01	0,1	0,056	0,07	1,0

Tab. 1: Umrechnung für Härteangaben

Man unterscheidet zwischen Carbonathärte (CH), Nichtcarbonathärte (NCH) und Gesamthärte (GH).

GH: Summe der Erdalkalien

$$GH = \text{Calcium Ca}^{2+} + \text{Magnesium Mg}^{2+}$$

CH: Derjenige Anteil an Calcium und Magnesium, welcher als Hydrogencarbonat (auch Bicarbonat genannt) (HCO_3^-) und Carbonat (CO_3^{2-}) vorliegt.

NCH: Anteil an Calcium und Magnesium, welcher mit anderen Anionen verbunden ist, wie Chloride (Cl^-), Sulfate (SO_4^{2-}), Nitrate (NO_3^-) usw.

Es gilt: $GH = CH + NCH$

Calcium:

Bei der Beurteilung der Wasserbeschaffenheit ist der Calciumgehalt vielfach wichtiger als die Gesamthärte.

Einheit: mg/l (kann auch als Calcium- bzw. Magnesiumgehalt CaH bzw. MgH in mmol/l ausgedrückt werden)

Es gilt: Ca-Gehalt in mg/l \times 0,025 mmol/mg
= CaH in mmol/l

Mg-Gehalt in mg/l \times 0,041 mmol/mg
= MgH in mmol/l

pH-Wert

Säuren spalten im Wasser Wasserstoffionen (H^+) ab. Laugen (Basen) spalten im Wasser Hydroxidionen (OH^-) ab.

Der pH-Wert ist das Mass für die Wasserstoffionenkonzentration (H^+).

Def.: $-\log \text{H}^+$ (negativer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration)

Beispiel:

$$0,000\ 01 \text{ mol H}^+/\text{l} \rightarrow \text{pH} = -\log 0,000\ 01 = 5$$

	mval/l	mmol/l	°f	°d	°e	ppm CaCO ₃
mval/l	1,0	0,5	5,0	2,8	3,5	50
mmol/l	2,0	1,0	10,0	5,6	7,02	100
°f	0,2	0,1	1,0	0,56	0,7	10
°d	0,375	0,18	1,78	1,0	1,25	17,8
°e	0,286	0,14	1,43	0,8	1,0	14,3
ppm CaCO ₃	0,02	0,01	0,1	0,056	0,07	1,0

Tab. 1: Conversion des indications de dureté

On différencie la dureté carbonatée (CH), celle non carbonatée (NCH) et celle totale (GH).

GH: Somme des alcalis terreux

$$GH = \text{Calcium Ca}^{2+} + \text{Magnesium Mg}^{2+}$$

CH: Part correspondance de calcium et magnésium présente sous forme de carbonate d'hydrogène (également intitulé bicarbonate) (HCO_3^-) et carbonate (CO_3^{2-})

NCH: Part de calcium et de magnésium liée à d'autres anions tels que chlorures (Cl^-), sulfates (SO_4^{2-}), nitrates (NO_3^-) etc.

On a: $GH = CH + NCH$

Calcium:

La teneur en calcium est beaucoup plus importante que la dureté totale dans l'évaluation de la qualité de l'eau.

Unité: mg/l (peut également être exprimé sous forme de teneur en calcium ou de magnésium CaH ou MgH en mmol/l)

On a: teneur en Ca en mg/l \times 0,025 mmol/mg
= CaH en mmol/l

teneur en Mg en mg/l \times 0,041 mmol/mg
= MgH en mmol/l

Valeur du pH

Les acides dégagent dans l'eau des ions d'hydrogène (H^+). Les bases dégagent dans l'eau des ions d'hydroxydes (OH^-).

La valeur du pH représente la concentration d'ions d'hydrogène (H^+).

Def.: $-\log \text{H}^+$ (logarithme négatif de la concentration d'ions d'hydrogène)

Exemple:

$$0,000\ 01 \text{ mol H}^+/\text{l} \rightarrow \text{pH} = -\log 0,000\ 01 = 5$$

Die pH-Skala reicht von 0 bis 14. Der Wert 7 bedeutet den neutralen Zustand. Das Wasser reagiert dann weder sauer noch alkalisch (basisch). Kleinere Werte als 7 bedeuten, dass ein saures Wasser vorliegt, grössere Werte als 7 bedeuten alkalisches Wasser. Über die Mengen an Säuren und Laugen, die im Wasser vorliegen, gibt der pH-Wert keine Auskunft.

Eine Veränderung des pH-Wertes um eine Stelle (z. B. von pH 8 nach pH 9) bedeutet, dass sich der Säuregehalt des Wassers um das Zehnfache verändert hat.

Die Messung erfolgt mit Indikatoren (Indikatorpapier oder flüssige Indikatoren) oder elektrochemisch mittels pH-Elektroden.

Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit, gemessen in $\mu\text{S}/\text{cm}$ oder mS/m ($1 \text{ mS}/\text{m} = 10 \mu\text{S}/\text{cm}$), ist der reziproke Wert des elektrischen Widerstandes. Die Leitfähigkeitsangaben sind nützlich für die Beurteilung des Gesamtsalzgehaltes des Wassers.

Es bedeutet:
steigender Salzgehalt = steigende Leitfähigkeit

Eine steigende Leitfähigkeit begünstigt die elektrochemischen Korrosionsvorgänge.

Säurekapazität $K_{\text{S}8,2}$ (auch p-Wert)

Die Säurekapazität $K_{\text{S}8,2}$ gibt an, wie viel Säure eine Wasserprobe bis zum Umschlagspunkt des Indikators Phenolphthalein (pH 8,2) aufnimmt.

Diese Messung gibt schlüssig Auskunft über die Laugenkonzentration, die im Wasser vorhanden ist und wird in mg/l angegeben. Deshalb ist diese Messung im Dampfkesselbereich zusätzlich durchzuführen.

Säurekapazität $K_{\text{S}4,3}$ (auch m-Wert)

Die Säurekapazität $K_{\text{S}4,3}$ stellt die Säuremenge dar, die bis zum Umschlagspunkt des Indikators Methylorange (pH 4,3) verbraucht wird.

Sie erfasst über den $K_{\text{S}8,2}$ hinaus alle Hydrolysestufen der Alkali- und Erdalkalisalze der Kohlensäure und anderer Säuren. In natürlichem Wasser sind dies hauptsächlich Calcium und Magnesium.

Kohlendioxid

Man unterscheidet zwischen freiem und gebundenem Kohlendioxid (d. h. in Form von Kohlensäure). Bei letzterer ist zu unterscheiden, ob es sich um Carbonate oder Hydrogencarbonate (Bicarbonat) handelt. Zu jedem Wert an gebun-

L'échelle du pH va de 0 à 14. La valeur 7 correspond à l'état neutre. L'eau réagit alors comme étant soit acide, soit alcaline (basique). Les valeurs inférieures à 7 signifient que l'on est en présence d'eau acide, les valeurs supérieures à 7 en présence d'eau alcaline. La valeur du pH ne fournit aucune indication sur la quantité d'acide et de base présente dans l'eau.

Une modification de la valeur du pH d'un point (par ex. de pH 8 à pH 9) signifie que la teneur en acide de l'eau s'est modifiée de dix fois.

La mesure intervient avec des indicateurs (papier indicateur ou indicateurs liquides) ou bien électrochimiquement au moyen d'électrodes de pH.

Conductivité

La conductivité électrique mesurée en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou mS/m ($1 \text{ mS}/\text{m} = 10 \mu\text{S}/\text{cm}$), est la valeur réciproque de la résistance électrique. Les indications de conductivité sont utiles pour l'évaluation de la teneur totale en sels de l'eau.

*On a:
teneur en sels croissante = conductivité croissante*

Une conductivité croissante favorise les phénomènes de corrosion électrochimiques.

Capacité acide $K_{\text{S}8,2}$ (également valeur-p)

La capacité acide $K_{\text{S}8,2}$ représente la quantité d'acide consommée jusqu'au point de virement de l'indicateur de phénolphthalène (pH 8,2).

Cette mesure donne une indication probante de la concentration des bases présente dans l'eau et est indiquée en mg/l . C'est pourquoi cette mesure doit en plus être réalisée dans la partie chaudière à vapeur.

Capacité acide $K_{\text{S}4,3}$ (également valeur-m)

La capacité acide $K_{\text{S}4,3}$ représente la quantité d'acide consommée jusqu'au point de virement de l'indicateur de méthyleorange (pH 4,3).

Elle détermine par la $K_{\text{S}8,2}$ tous les stades d'hydrolyse des sels alcalins et alcalins terreux du dioxyde de carbone et des autres acides. Il s'agit essentiellement dans les eaux naturelles du calcium et du magnésium.

Dioxyde de carbone

On différencie le dioxyde de carbone libre et lié. Dans ce dernier cas il faut différencier s'agit de carbonate ou d'hydrogencarbonate (bicarbonate). A chaque valeur de dioxyde de carbone lié correspond une valeur déterminée de dioxyde de

denem Kohlendioxid gehört ein bestimmter Wert an freiem, so genanntem zugehörigem Kohlendioxid (Gleichgewichtskohlensäure). Die über diesen Wert hinausgehende Menge Kohlendioxid wird als kalkaggressives Kohlendioxid bezeichnet.

Der Kohlendioxidgehalt wird in mg/l angegeben.

Sauerstoff

Normales Leitungswasser enthält, je nach Herkunft, in der Regel zwischen 5 und 12 mg/l Sauerstoff.

In einem geschlossenen Wassersystem stellt sich nach einigen Tagen bis einigen Wochen, unter normalen Umständen und ohne weitere Nachspeisung, ein tieferer Sauerstoffgehalt ein.

Ein erhöhter Sauerstoffgehalt in einem geschlossenen System (Heiz- oder Kühlkreislauf) ist unerwünscht und kann von einer früheren Nachspeisung oder aber auch von Sauerstoffdiffusion (z. B. durch nicht diffusionsdichte Kunststoffrohre) herrühren.

Bei der Bestimmung des Sauerstoffgehaltes von Kreislaufwasser ist darauf zu achten, dass kein zusätzlicher Sauerstoff in das Probewasser gelangen kann.

Chlorid

Der Gehalt an Chlorid ist wichtig für die korrosionschemische Betrachtung. Erfahrungsgemäss begünstigt Chlorid die örtliche Korrosion (Loch-, Muldenfrass), insbesondere wenn die Konzentration an Neutralsalzen (Chlorid + Sulfat + Nitrat) im Vergleich mit dem m-Wert überwiegt.

Chloride können bei grösseren Konzentrationen vor allem auch Chromstahl und Chromnickelstahl in seiner Beständigkeit beeinträchtigen, dies insbesondere bei höheren Wandtemperaturen.

Der Chloridgehalt wird in mg/l angegeben.

Sulfat

Der Gehalt an Sulfat ist wichtig für die korrosionschemische Betrachtung. Erfahrungsgemäss begünstigt Sulfat die örtliche Korrosion (Loch-, Muldenfrass), insbesondere wenn die Konzentration an Neutralsalzen (Chlorid + Sulfat + Nitrat) im Vergleich mit dem m-Wert überwiegt.

Der Sulfatgehalt wird in mg/l angegeben.

carbone libre (dioxyde de carbone équilibré). La quantité de dioxyde de carbone dépassant cette valeur est désignée de dioxyde de carbone calcico-agressif.

La teneur de dioxyde de carbone est indiquée en mg/l.

Oxygène

L'eau courante normale contient, selon son origine, en règle générale entre 5 et 12 mg/l d'oxygène.

Dans des conditions normales et en l'absence d'apport complémentaire ultérieur, il s'établit après quelques jours à quelques semaines, dans un circuit d'eau fermé, une teneur en oxygène plus basse.

Une teneur en oxygène plus élevée dans un circuit fermé (circuit de chauffage ou de refroidissement) est indésirable et peut être suscitée par un apport complémentaire antérieur et aussi par une diffusion d'oxygène (par ex. par des tuyaux en matière plastique non étanches à la diffusion).

Il faut veiller, dans la détermination de la teneur en oxygène d'un circuit d'eau, à ce que de l'oxygène supplémentaire ne parvienne pas dans l'échantillon d'eau prélevé.

Chlorures

La teneur en chlorures est importante lorsque l'on considère la corrosion chimique. Par expérience, les chlorures favorisent la corrosion locale (corrosion perforante, corrosion en auge), en particulier lorsque la concentration de sels neutres (chlorures + sulfates + nitrates) est prépondérante par rapport à la valeur-m.

Les chlorures peuvent avant tout détériorer la résistance de l'acier au chrome et de l'acier au chrome-nickel, en particulier à des températures élevées.

La teneur en chlorures est indiquée en mg/l.

Sulfates

La teneur en sulfates est importante lorsque l'on considère la corrosion chimique. Par expérience, les sulfates favorisent la corrosion locale (corrosion perforante, corrosion en auge), en particulier lorsque la concentration de sels neutres (chlorures + sulfates + nitrates) est prépondérante par rapport à la valeur-m.

La teneur en sulfates est indiquée en mg/l.

Nitrat

Der Gehalt an Nitrat ist wichtig für die korrosionschemische Betrachtung. Erfahrungsgemäss begünstigt Nitrat die örtliche Korrosion (Loch-, Muldenfrass), insbesondere wenn die Konzentration an Neutralsalzen (Chlorid + Sulfat + Nitrat) im Vergleich mit dem m-Wert überwiegt.

Erhöhte Nitratwerte im Trinkwasser, vor allem in Gebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung, können das Korrosionsverhalten wesentlich beeinflussen.

Der Nitratgehalt wird in mg/l angegeben.

Organische Substanzen und Mikroorganismen

Kaliumpermanganatverbrauch:

- Durch Oxidation organischer Stoffe mit Kaliumpermanganat (KMnO_4) erfolgt ein Verbrauch des Oxidationsmittels. Der Kaliumpermanganatverbrauch ist ein unspezifischer Summenparameter für den Gehalt des Wassers an organischen Stoffen oder genauer: seinen Gehalt an oxidierbaren Stoffen.

Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC):

- Der gelöste organische Kohlenstoff wird in mg/l angegeben.

Totaler organischer Kohlenstoff (TOC):

- Der totale organische Kohlenstoff wird in mg/l angegeben.

Aerobe mesophile Keime (AMK):

- Die Zahl der aeroben mesophilen Keime ist ein Summenparameter und gibt Auskunft über die Summe aller Keime (Bakterien und Pilze), die bei den vorgegebenen Bedingungen der Methode (PC-Agar¹, 30 °C, 3 Tage) sichtbare Kolonien bilden und wird in (Koloniebildenden Einheiten) KBE/ml angegeben.

Legionellen:

(siehe auch unter Ziffer 2.5 «Arbeitnehmerschutz/Hygiene»):

- Der Wert an Legionellen wird in KBE/100 ml oder KBE/l angegeben.

Nitrates

La teneur en nitrates est importante lorsque l'on considère la corrosion chimique. Par expérience, les nitrates favorisent la corrosion locale (corrosion perforante, corrosion en auge), en particulier lorsque la concentration de sels neutres (chlorures + sulfates + nitrates) est prépondérante par rapport à la valeur-m.

Des valeurs de nitrates élevées dans l'eau potable, en particulier dans les régions d'agriculture intensive, peuvent influencer considérablement le comportement à la corrosion.

La teneur en nitrates est indiquée en mg/l.

Substances organiques et microorganismes

Consommation de permanganate de potassium:

- *Une consommation d'oxydant intervient par oxydation des substances organiques avec du permanganate de potassium (KMnO_4). La consommation de permanganate de potassium est un paramètre non spécifique représentatif de la teneur totale de l'eau en substances organiques, ou plus précisément: sa teneur en substances oxydables.*

Carbone organique dissous (DOC):

- *Le carbone organique dissous est indiqué en mg/l.*

Carbone organique total (TOC):

- *Le carbone organique total est indiqué en mg/l.*

Germes aérobies mésophiles (AMK):

- *Le nombre total de germes aérobies mésophiles est un paramètre global qui donne une indication du nombre total de tous les germes (bactéries et champignons) qui dans les conditions prévalentes de la méthode (PC-Agar¹, 30 °C, 3 jours) constituent des colonies visibles et est indiqué en UFC/ml (Unités Formant des Colonies).*

Légionnelles:

(Voir également chiffre 2.5 «Protection des travailleurs/hygiène»):

- *La valeur de légionnelles est indiquée en UFC/100 ml ou UFC/l.*

¹ PC-Agar = Plate-Count-Agar

Eindickungszahl

Offene Systeme, wie z. B. Luftbefeuchter, offene Kühlkreisläufe usw., müssen normalerweise mit Speisewasser nachgefüllt werden. Das Kreislaufwasser wird durch Verdunstung und Absatzung verbraucht. Dabei muss soviel Wasser nachgefüllt werden, dass der maximale Salzgehalt im Kreislaufwasser nicht überschritten wird.

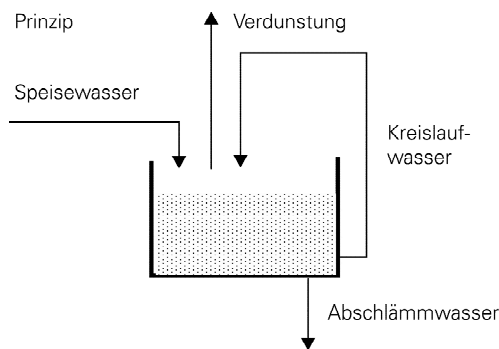


Abb. 1: Eindickungszahl EZ

Die Eindickungszahl ergibt sich aus dem Verhältnis vom Salzgehalt im Kreislaufwasser zum Salzgehalt im Speisewasser:

$$EZ = \frac{C_A}{C_{Sp}} \quad \text{Gl. 1}$$

* Anstelle des Salzgehaltes kann als Vereinfachung auch der Leitwert als Konzentrationsparameter eingesetzt werden.

Der Abschlämmwasser-Volumenstrom errechnet sich mit:

$$\dot{V}_A = \frac{\dot{V}_V \cdot C_{Sp}}{C_A - C_{Sp}} \quad \text{Gl. 2}$$

Der Speisewasser-Volumenstrom ergibt sich aus:

$$\dot{V}_{Sp} = \dot{V}_V + \dot{V}_A \quad \text{Gl. 3}$$

Legende:

- \dot{V}_V = Volumenstrom Verdunstungswasser
- \dot{V}_A = Volumenstrom Abschlämmwasser
- \dot{V}_{Sp} = Volumenstrom Speisewasser
- C_A = Salzkonzentration im Abschlämmwasser*
- C_{Sp} = Salzkonzentration im Speisewasser*

Indice d'épaississement

Les circuits ouverts, comme par ex. les humidificateurs d'air, les circuits de refroidissement ouverts etc. devraient normalement être réalimentés. L'eau du circuit est consommée par évaporation et déminéralisation. A cette occasion on doit fournir un apport d'eau suffisant pour que la teneur maximale en minéraux dans le circuit ne soit pas dépassée.

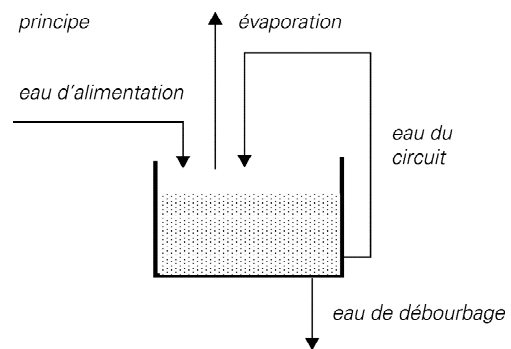


Fig. 1: Indice d'épaississement EZ

L'indice d'épaississement s'obtient à partir du rapport de la teneur en minéraux dans le circuit par rapport à la teneur en minéraux de l'eau d'alimentation:

$$EZ = \frac{C_A}{C_{Sp}} \quad \text{éq. 1}$$

* On peut également utiliser à la place de la teneur en minéraux, à titre de simplification, la conductivité comme paramètre de concentration.

Le débit d'eau de débouillage se calcule comme suit:

$$\dot{V}_A = \frac{\dot{V}_V \cdot C_{Sp}}{C_A - C_{Sp}} \quad \text{éq. 2}$$

Le débit d'eau d'alimentation s'obtient à partir de:

$$\dot{V}_{Sp} = \dot{V}_V + \dot{V}_A \quad \text{éq. 3}$$

Légende:

- \dot{V}_V = débit d'eau d'évaporation
- \dot{V}_A = débit d'eau de débouillage
- \dot{V}_{Sp} = débit d'eau d'alimentation
- C_A = concentration de sels de l'eau de débouillage*
- C_{Sp} = concentration de sels de l'eau d'alimentation*

Bemerkungen:

- Dem hygienischen Zustand von offenen Systemen ist besondere Beachtung zu schenken.
- Die Spritz- und Kreislaufverluste werden der Einfachheit halber vernachlässigt.

1.1.2 Wasser-Grundtypen**Einleitung**

Das Wasser in den Gebäudetechnik-Anlagen wird als Betriebswasser bezeichnet. Betriebswasser unterscheidet sich gegenüber Trinkwasser darin, dass es die hygienischen Anforderungen an Trinkwasser nicht erfüllt. Betriebswasseranlagen müssen also so konzipiert sein, dass kein Rückfluss in das Trinkwassersystem möglich ist. Dazu sind die geltenden Vorschriften, Leitsätze und Richtlinien zu beachten.

Wasservorkommen

Als Betriebswasser können folgende Wässer verwendet werden:

- Quellwasser
- Grundwasser
- Seewasser
- Bach- oder Flusswasser
- Regenwasser
- Grauwasser

Je nach Anforderung an das Füllwasser resp. Betriebswasser eignen sich Oberflächenwasser und Regenwasser sehr gut, da sie wenige Mineralien enthalten und somit einen kleineren Aufbereitungsaufwand erfordern.

Die Verwendung von Regenwasser als Füll- und Speisewasser für Befeuchtungs-, Kühl- und Rückkühlzwecke sollte vor allem bei Neuanlagen frühzeitig in Betracht gezogen werden, da sich zusammen mit anderen Verwendungsarten, wie WC-Spülwasser eine Regenwasseranlage lohnen kann. Dabei muss sowohl der Filtration, wie auch der Hygiene, ausreichend Beachtung geschenkt werden.

Wassertypen

Hinsichtlich der Wasserhärte lassen sich vier Haupttypen der Wasserbeschaffenheit definieren:

Typ I

Wasser mit einer Gesamthärte bis zu 1,0 mmol/l

Typ II

Wasser mit einer Gesamthärte zwischen 1,0 und 2,0 mmol/l

Remarques:

- *Une attention particulière doit être attachée à l'état hygiénique des systèmes ouverts.*
- *Pour plus de simplification, les pertes par projection et du circuit sont négligées.*

1.1.2 Principaux types d'eau**Introduction**

Dans les installations techniques des bâtiments, l'eau est désignée d'eau de service. L'eau de service se différencie de l'eau potable par le fait qu'elle ne satisfait pas les exigences hygiéniques de l'eau potable. Les installations utilisant de l'eau de service doivent donc être conçues de manière qu'aucune réinjection ne soit possible dans le circuit d'eau potable. A cet effet les prescriptions, directives et principes applicables doivent être observés:

Provenances de l'eau

Les eaux suivantes peuvent être utilisées comme eau de service:

- *Eau de source*
- *Eau souterraine*
- *Eau de mer*
- *Eau de ruisseau ou de fleuve*
- *Eau de pluie*
- *Eau grise*

Selon les exigences imposées à l'eau de remplissage resp. à l'eau de service, les eaux de surface et de pluie conviennent très bien étant donné qu'elles contiennent peu de minéraux et exigent en conséquence moins de traitement.

L'utilisation d'eau de pluie comme eau de remplissage et d'alimentation pour l'humidification, le refroidissement et le post-refroidissement devrait être prise en considération suffisamment à temps, en particulier dans les installations neuves, étant donné qu'une installation de récupération d'eau de pluie peut être intéressante en combinaison avec d'autres types d'utilisation tels qu'eau de rinçage des WC. Dans ce cas une considération suffisante doit être portée à la filtration, de même qu'à l'hygiène.

Types d'eau

Quatre principaux types de qualité de l'eau peuvent être définis du point de vue de la dureté :

Type I

Eau d'une dureté totale jusqu'à 1,0 mmol/l

Type II

Eau d'une dureté totale entre 1,0 et 2,0 mmol/l

Typ III

Wasser mit einer Gesamthärte zwischen 2,0 und 3,0 mmol/l

Typ IV

Wasser mit einer Gesamthärte über 3,0 mmol/l

Die Wasserqualität kann auch regional sehr unterschiedlich sein. Allgemeine Angaben bezüglich Wasserhärten diverser Regionen sind deshalb mit Vorsicht zu genießen. Zudem können die Wasserwerte bei Verbundanlagen von Seewasser, Grundwasser und Quellwasser im Jahresverlauf unterschiedlich ausfallen.

Es empfiehlt sich immer, die Wasseranalyse des entsprechenden Wassers bei der zuständigen Wasserversorgung einzufordern. Trinkwasser ist ein Lebensmittel und untersteht der Deklarationspflicht. Die notwendigen Analysedaten müssen von der Wasserversorgung dem Planer und Unternehmer zur Verfügung gestellt werden.

Bei der Verwendung von Oberflächenwasser und von Regenwasser muss die Wasseranalyse aufgrund einer repräsentativen Wasserprobe erstellt werden.

Wasserarten

In Gebäudetechnikanlagen kommen folgende Wasserqualitäten vor:

- Quellwasser
- Oberflächenwasser
- Trinkwasser
- Enthärtetes Wasser
- Teilenthärtetes Wasser (nach Rohwasserbeimischung)
- Teilentsalztes Wasser (nach einem Ionenaustauscher mit Säure als Regenerationsmittel)
- Permeat nach einer Umkehrosmose
- Vollentsalztes Wasser nach einem Ionenaustauscher
- Reinwasser
- Reinstwasser
- Grauwasser
- Regenwasser
- Abwasser

Siehe auch unter Kap. 3 «Wichtige Verfahren der Wassertechnik».

Type III

Eau d'une dureté totale entre 2,0 et 3,0 mmol/l

Type IV

Eau d'une dureté totale au dessus de 3,0 mmol/l

La qualité de l'eau peut également être régionalement très différente. Les indications générales sur les duretés de l'eau de diverses régions doivent en conséquence être appréciées avec précaution. D'autre part les valeurs de l'eau peuvent être différentes au cours de l'année dans le cas d'installations combinées à de l'eau de mer, de l'eau souterraine et de l'eau de source.

Il est toujours recommandé de demander une analyse de l'eau correspondante auprès du service de distribution de l'eau compétent. L'eau potable est une denrée alimentaire et est soumise à une obligation de déclaration. Les données d'analyse nécessaires doivent être mises à disposition par le service de distribution d'eau aux planificateurs et entrepreneurs.

Dans le cas de l'utilisation d'eau de surface et d'eau de pluie, l'analyse correspondante doit être établie sur la base d'un échantillon représentatif.

Sortes d'eau

Les qualités d'eau suivantes se présentent dans les installations techniques du bâtiment.

- *Eau de source*
- *Eau de surface*
- *Eau potable*
- *Eau déminéralisée*
- *Eau partiellement déminéralisée (après adjonction d'eau brute)*
- *Eau partiellement déminéralisée (après un échange d'ions avec de l'acide comme agent de régénération)*
- *Perméate après une osmose inverse*
- *Eau totalement déminéralisée après un échangeur d'ions*
- *Eau pure*
- *Eau ultrapure*
- *Eau grise*
- *Eau de pluie*
- *Eau usée*

Voir également sous chap. 3 «Méthodes importantes de la technique de l'eau».

Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch

Zur Erreichung einer bestimmten Frostschutz-Sicherheit, kann dem Füllwasser ein Frostschutzmittel beigegeben werden. Dabei ist zu beachten, dass die beiden Komponenten (Wasser, Frostschutzmittel) gut durchmischt sind.

Handelsübliche Frostschutzmittel bestehen im Wesentlichen aus Ethylen- oder Propylenglykol, Pufferstoffen und Korrosionsinhibitoren.

Pufferstoffe neutralisieren die bei der Zersetzung von Glykolen entstehenden Säuren. Die Entstehung dieser Säuren wird begünstigt durch hohe Temperatur, Sauerstoffeintritt und Verschmutzungen.

Erhöhte Korrosion durch Lochfrass entsteht z. B. in Heizungsanlagen, die bei der Inbetriebnahme mit Frostschutzmittel gefüllt wurden, dann teilentleert und wieder mit Wasser aufgefüllt wurden, was zu einer Frostschutzmittel-Unterdosierung führt.

Um diese Lochkorrosion zu vermeiden, müssen mit Frostschutz gefüllte Anlagen, sollen sie auf normales Wasser umgestellt werden, gründlich entleert und mehrmals mit Frischwasser gespült werden. Anschliessend müssen sie mit Füllwasser gemäss Vorgabe gefüllt werden.

Bei Anlagen mit einer Dauer-Frostschutzfüllung muss das Mischungsverhältnis den Angaben des Frostschutz-Lieferanten entsprechen. Die vorgeschriebenen Kontrollintervalle müssen eingehalten werden.

Der Lieferant des Frostschutzmittels muss gewährleisten, dass das Frostschutzmittel für den gegebenen Einsatzbereich tauglich ist.

Beim Einsatz von Frostschutzmitteln ist zu beachten, dass sich gegenüber von Wasser

- der Gefrierpunkt ändert,
- die Dichte ändert,
- die Viskosität in der Regel grösser wird,
- die spezifische Wärmekapazität in der Regel kleiner wird,
- der Wärmeausdehnungskoeffizient in der Regel grösser wird,
- eine vermehrte Schlamm- und Schmutzbildung, von überalterter oder unterkonzentrierter Frostschutzfüllung, durch chemische Reaktionen auftreten kann,
- die erforderliche Abwasserqualität bei einer Abwassereinleitung beachtet werden muss.

Weiter ist zu beachten, dass Betriebswasser mit Frostschutzmittel eine höhere Viskosität aufweist

Mélange d'eau et d'antigel

Un antigel peut être ajouté à l'eau de remplissage pour obtenir une sécurité de protection déterminée contre le gel. A cette occasion, il faut veiller à ce que les deux composants (eau, antigel) se mélangent bien.

Les antigels usuels sont, pour l'essentiel, constitués d'éthylène ou de propylène glycol, de passivants et d'inhibiteurs de corrosion.

Les passivants neutralisent les acides générés par la décomposition des glycols. L'apparition de ces acides est favorisée par une température élevée, l'apport d'oxygène et les impuretés.

Une corrosion accrue par perforation apparaît par ex. dans les installations de chauffage, qui, lors de leur mise en service, ont été remplies avec de l'antigel, puis partiellement vidées et à nouveau remplies d'eau, ce qui conduit à un sous-dosage de l'antigel.

De manière à éviter cette corrosion perforante, les installations remplies d'antigel devraient être passées sur l'eau normale, entièrement vidangées et plusieurs fois rincées à l'eau fraîche. Puis elles devraient être remplies d'eau selon les spécifications.

Dans le cas d'installations avec plein d'antigel durable, le rapport de mélange doit correspondre aux indications du fournisseur de la protection antigel. Les intervalles de contrôle prescrits doivent être respectés.

Le fournisseur de l'antigel doit garantir que celui-ci est compatible pour le champ d'application indiqué.

Dans le cas de l'utilisation d'antigel, il faut observer qu'en fonction de l'eau

- *le point de congélation se modifie,*
- *la densité se modifie,*
- *en règle générale la viscosité est plus importante,*
- *la capacité calorifique spécifique est en règle générale inférieure,*
- *le coefficient de dilatation thermique est en règle générale supérieur,*
- *une formation de boue accrue provenant d'un plein d'antigel trop vieux ou d'une concentration insuffisante peut intervenir à la suite de réactions chimiques,*
- *la qualité nécessaire de l'eau usée doit être observée dans le cas d'un déversement dans les eaux usées.*

D'autre part il faut veiller à ce que l'eau de service additionnée d'antigel présente une

und dadurch bei Gewinden/Verschraubungen Leckstellen entstehen können, durch die Betriebswasser ohne Frostschutzmittel nicht durchdringen kann.

Da die Frostschutzmittel-Moleküle sich teilweise zwischen den Wassermolekülen anordnen, nehmen sie im Gemisch ein reduziertes Volumen in Anspruch. Deshalb kann am Manometer nicht zuverlässig erkannt werden, wenn Frostschutzmittel entwichen ist. Der Frostschutzmittelgehalt muss also periodisch überprüft werden.

Entsprechende Angaben, die benötigt werden zur Dimensionierung von Leitungen, Wärmeübertragern, Pumpen, Ausdehnungsgefäßen usw. sind beim Frostschutzmittel-Lieferanten anzufragen.

Systeme, die mit einem Frostschutzgemisch gefüllt sind, müssen gut sichtbar beschriftet werden mit:

- Bezeichnung des Frostschutzmittels
- Fabrikat, Hersteller
- Basis (z. B. Ethylenglykol)
- Fülldatum
- Konzentration
- Frostschutzsicherheit

1.2 Abkürzungen

BAG	Bundesamt für Gesundheit
CH	Carbonathärte
DOC	Dissolved organic carbon (Gelöster organischer Kohlenstoff)
GH	Gesamthärte
AMK	Aerobe mesophile Keime
EDI	Elektrodeionisation
EZ	Eindickungszahl
KBE	Koloniebildende Einheiten
LEG	Legionellen
LF	Leitfähigkeit
LRV	Luftreinhalte-Verordnung
NCH	Nichtcarbonathärte
PED (DGRL)	Pressure Equipment Directive (Druckgeräterichtlinie)
pH	pH-Wert
ppm	parts per million = 10 ⁻⁶
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
SHKT	Vereinigung Schweizerischer Heizungs- und Klimatechniker
SI	Système international d'unités (Internationales Einheitensystem)

viscosité plus élevée et qu'il peut en résulter, dans le cas de filetages/raccords, des points de fuite par lesquels, en l'absence d'antigel, l'eau de service ne peut pénétrer.

Etant donné que les molécules d'antigel s'ordonnent en partie entre les molécules d'eau, elles occupent dans le mélange un volume réduit. C'est pourquoi on ne peut se fier au manomètre si de l'antigel s'est échappé. La teneur en antigel doit donc être périodiquement vérifiée.

Les données correspondantes nécessaires pour le dimensionnement des conduites, échangeurs de chaleur, pompes, vases d'expansion etc. doivent être demandées auprès du fournisseur d'antigel.

Les systèmes remplis d'un mélange d'antigel doivent porter une inscription parfaitement lisible indiquant:

- *la désignation de l'antigel*
- *le fabricant*
- *la base (par ex. éthylène glycol)*
- *la date de remplissage*
- *la concentration*
- *la sécurité de la protection antigel*

1.2 Abréviations

OFSP	Office fédéral de la santé publique
CH	Dureté carbonatée
DOC	Dissolved organic carbon (carbone organique dissous)
GH	Dureté totale
AMK	Germes aérobies mésophiles
EDI	Ionisation par électrode
EZ	Indice d'épaississement
UFC	Unités formant colonies
LEG	Légionelles
LF	Conductivité
OPair	Ordonnance sur la protection de l'air
NCH	Dureté non carbonatée
PED (DESP)	Pressure Equipment Directive (Directive équipements sous pression)
pH	Valeur du pH
ppm	parts par million = 10 ⁻⁶
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
SHKT	Union des techniciens suisse chauffage et en climatisation
SI	Système international d'unités

SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein	SIA	<i>Société suisse des ingénieurs et des architectes</i>
SLMB	Schweizerisches Lebensmittelbuch	MSDA	<i>Manuel suisse des denrées alimentaires</i>
SVGW	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches	SSIGE	<i>Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux</i>
SVTI	Schweizerischer Verein für technische Inspektionen	ASIT	<i>Association suisse d'inspection technique</i>
SWKI	Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren	SICC	<i>Société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment</i>
TOC	Total organic carbon (Totaler organischer Kohlenstoff)	TOC	<i>Total organic carbon (Carbone organique total)</i>
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein	TÜV	<i>Technischer Überwachungs-Verein</i>
UV	Ultraviolett	UV	<i>Ultraviolet</i>
UVG	Unfallversicherungsgesetz	LAA	<i>Loi sur l'assurance-accidents</i>

2 Projektierung

2.1 Wahl der Massnahmen

Bei der Wahl der Massnahmen der Wasseraufbereitung und -behandlung sind nicht nur die Anforderungen des Gesamtsystems zu berücksichtigen, sondern auch die Bedingungen, welche die im System eingebauten Werkstoffe der Geräte und Einzelteile an die Wasserbeschaffenheit stellen.

2.2 Konstruktion, Montage

Die Wasseraufbereitung und -behandlung muss nach der Rohwasserbeschaffenheit, den Betriebsanforderungen, den Werkstoffen und dem System sowie dem Leistungsbedarf entsprechend ausgelegt werden.

Dabei sind auch die Umgebungsbedingungen für Standorte der Wasseraufbereitungsanlagen zu berücksichtigen, wie:

- Temperatur < 15 °C
- Zugänglichkeit für Instandhaltung vorsehen
- Möglichst nahe beim Verbraucher (kurze Leitungen)

Weiter sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Optimale Dimensionierung der Anlagekapazitäten, um Verkeimung der Anlagen zu verhindern.
- Anlagen sollten periodisch gespült werden, um eine Verkeimung infolge stehenden Wassers zu verhindern.
- Instandhaltung gemäss Herstellerangaben ausführen.
- Der Reinwassertank sollte aus lichtundurchlässigem Material gebaut sein.
- Leitungsmaterialien und Querschnitte sowie Rückflussverhinderung sind gemäss SVGW (Richtlinien für die Erstellung für Wasserinstallationen) auszuführen und zu kontrollieren.

Im Weiteren sind die geltenden Vorschriften und Richtlinien zu beachten.

2 Etude des projets

2.1 Choix des mesures

Dans le choix des mesures de traitement et préparation de l'eau, il faut prendre en considération non seulement les exigences de l'ensemble du système, mais également les conditions de qualité de l'eau imposées par les matières des appareils et pièces incorporés dans le circuit.

2.2 Construction, montage

Le traitement et la préparation de l'eau doivent être conçus selon la qualité de l'eau brute, les exigences d'exploitation, les matières et le circuit, de même qu'en fonction du débit nécessaire.

A cette occasion, les conditions environnementales des sites des installations de traitement de l'eau doivent être prises en considération, comme:

- *Température < 15 °C*
- *Accessibilité pour la maintenance*
- *Proximité du consommateur (conduites courtes)*

D'autre part les points suivants devraient être observés:

- *Dimensionnement optimal des capacités de l'installation pour éviter la contamination des installations.*
- *Les installations devraient être périodiquement rincées pour prévenir une contamination consécutive à de l'eau stagnante.*
- *Maintenance selon les indications du fabricant.*
- *Le réservoir d'eau pure devrait être construit dans une matière opaque.*
- *Les matériaux des conduites et les sections, de même que les dispositifs anti-retour doivent être réalisés et contrôlés selon la SSIGE (directives pour la réalisation d'installations d'eau).*

Par ailleurs les prescriptions et directives applicables doivent être observées.

Die Betriebsbedingungen können entscheidend die Wahl von Massnahmen der Wasseraufbereitung und -behandlung beeinflussen:

- Abstellen eines Dampferzeugers oder der Heisswasseranlage über das Wochenende
- Variable Wassergeschwindigkeiten unter Beachtung der werkstoffabhängigen maximal zulässigen Wassergeschwindigkeiten
- Verschmutzungen aus der Umwelt (Gase, Laub, Staub usw.)
- Vorhandener Dienst für die Instandhaltung von Gebäude und Anlagen

Die Konstruktion, Montage und Instandhaltung von Anlagen können die Wahl der Wasserbehandlung und -aufbereitung entscheidend beeinflussen, wie z. B.:

- Rohrleitungsquerschnitte und Zugänglichkeit von Anlagenteilen
- Einfluss der Expansionseinrichtung
- Art der Anlagenbetreuung
- Zuverlässigkeit der Speisewasserqualität

2.3 Werkstoffwahl

Korrosionsschutz beginnt bei der Werkstoffwahl. Das gewählte System sowie die Betriebsbedingungen sind die massgebenden Faktoren für den Korrosionsschutz. Die richtige Werkstoffwahl begünstigt einen störungsfreien Betrieb der Gebäudetechnik-Anlage. Dabei sind folgende Faktoren zu beachten:

- Wasserqualität
- Betriebsart/Betriebsbedingungen
- Anforderungen an Pumpen, Armaturen usw.
- Mischinstallationen verschiedener Werkstoffe
- kein Buntmetall in Heisswasserinstallationen
- Beständigkeit von Kunststoffen
- Eine fachgerechte Installation und Inbetriebnahme sowie die Einhaltung der spezifischen Betriebsparameter sind zwingend erforderlich.

Les conditions d'exploitation peuvent influencer de façon déterminante le choix des mesures de traitement et préparation de l'eau:

- *Arrêt d'un générateur de vapeur ou de l'installation d'eau chaude pendant les fins de semaines*
- *Vitesses variables de l'eau en observant les vitesses maximales admissibles de l'eau en fonction de la matière*
- *Saletés provenant de l'environnement (gaz, nettoyage, poussière etc.)*
- *Existence d'un service de maintenance du bâtiment/des installations*

La construction, le montage et la maintenance des installations peuvent influencer de façon déterminante le choix du traitement et de la préparation de l'eau, comme par ex.:

- *Sections des conduites et accessibilité des différentes parties de l'installation*
- *Influence du dispositif d'expansion*
- *Nature du suivi de l'installation*
- *Fiabilité de la qualité de l'eau d'alimentation*

2.3 Choix des matières

La protection contre la corrosion commence par le choix des matières. Le système choisi, de même que les conditions d'exploitation sont des facteurs déterminants pour la protection contre la corrosion. Le bon choix des matières favorise un parfait fonctionnement des installations techniques du bâtiment. A cette occasion les facteurs suivants doivent être observés:

- *Qualité de l'eau*
- *Mode/conditions de fonctionnement*
- *Exigences imposées aux pompes, robinetteries etc.*
- *Installations mixtes avec différentes matières*
- *Pas de métal non ferreux dans les installations d'eau chaude*
- *Résistance des matières plastiques*
- *Une installation et une mise en service conforme, de même que le respect des paramètres de fonctionnement spécifiques sont impérativement nécessaires.*

2.4 Vorschriften bezüglich Gewässer- und Umweltschutz

Bei der Wahl der Wasserbehandlung, der Einleitung von Wasser in die Kanalisation und auch Abwasserbehandlung sind die Vorschriften bezüglich Umweltschutz, Gewässerschutz und die Giftgesetzgebung zu beachten, ebenso die Verordnung über den Verkehr mit gefährlichen Gütern.

2.5 Arbeitnehmerschutz/Hygiene

2.5.1 Allgemeines

Gemäss Unfallversicherungsgesetz (UVG) ist der Arbeitgeber zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten verpflichtet alle Massnahmen zu treffen, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.

Beim Umgang mit chemischen Schadstoffen oder bei einer möglichen Exposition gegenüber biologischen Schadstoffen sind die notwendigen Schutz- und Hygienemassnahmen festzulegen (ggf. schriftlich in Form einer Arbeitsanweisung).

Technische Einrichtungen und Geräte zur Wasserbehandlung müssen so aufgestellt und in die Arbeitsumgebung integriert sein, dass die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmenden gewährleistet ist. Die notwendigen Massnahmen sind aufgrund einer Risikoanalyse festzulegen. Insbesondere ist bei der Aufstellung von Anlagen zu beachten, dass deren gefahrlose Instandhaltung gemäss den Herstellerangaben möglich ist.

2.5.2 Chemische Stoffe

Werden in der Wasserbehandlung chemische Stoffe eingesetzt, so sind die stoffspezifischen Gefährdungen zu beachten. Das heisst, dass die auf den Sicherheitsdatenblättern der eingesetzten Produkte aufgeführten Vorschriften zu befolgen sind.

2.5.3 Mikroorganismen

Mikroorganismen (Bakterien, Pilze) werden auch mit dem Begriff «Keime» zusammengefasst. Im Allgemeinen sowie in dieser Richtlinie wird unter der Keimzahl die Lebendkeimzahl verstanden.

2.4 Prescriptions relatives à la protection des eaux et de l'environnement

Les prescriptions relatives à la protection de l'environnement, à la protection des eaux et la législation sur les toxiques, de même que l'ordonnance sur le transport des produits dangereux doivent être observées dans le choix du traitement de l'eau, de l'introduction d'eau dans les égouts et également du traitement des eaux usées.

2.5 Protection des travailleurs/hygiène

2.5.1 Généralités

Conformément à la loi sur l'assurance-accidents (LAA), l'employeur a la responsabilité de prendre toutes les mesures permettant de prévenir les accidents, maladies professionnelles, qui, par expérience, sont nécessaires, applicables selon l'état de la technique et adaptées aux circonstances données.

Les mesures nécessaires de protection et d'hygiène doivent être définies pour l'utilisation des substances chimiques nocives ou dans le cas d'une possible exposition des substances biologiques nocives (le cas échéant par écrit sous la forme d'instructions de travail).

Les appareils et équipements techniques de traitement de l'eau doivent être disposés et intégrés dans l'environnement de travail, de manière que la sécurité et la santé des travailleurs soient garanties. Les mesures nécessaires doivent être définies sur la base d'une analyse des risques. Il faut, en particulier lors de l'implantation des installations, veiller à ce que leur maintenance sans risque conformément aux indications du fabricant soit possible.

2.5.2 Substances chimiques

Si des substances chimiques sont utilisées pour le traitement de l'eau, les risques spécifiques à ces substances doivent être observés, c'est-à-dire que les prescriptions mentionnées sur les feuilles de données de sécurité des produits utilisés doivent être observées.

2.5.3 Microorganismes

Les microorganismes (bactéries, moisissures) sont englobés sous la notion de «germes». On entend d'une façon générale, de même que dans cette directive sous nombre de germes le nombre de germes vivants.

Die Lebendkeimzahl von Bakterien und Pilzen wird dadurch bestimmt, dass die Zellen auf Nährböden ausgestrichen und inkubiert werden. Nach ein bis drei Tagen bildet jede lebende Zelle durch Zellteilung eine so genannte «Kolonie». Diese Kolonien sind im Gegensatz zu den einzelnen Zellen von Auge sichtbar und können ausgezählt werden. Man spricht deswegen von der Bestimmung koloniebildender Einheiten (KBE).

Richtwerte

Für die Gefährdung der Gesundheit ist die Keimzahl in der Atemluft massgebend. In der Praxis hat sich jedoch zur Kontrolle des hygienischen Zustandes von Luftbefeuchtern die Bestimmung der Keimzahl (KBE) im Befeuchterwasser bewährt.

Bei Anlagen, in denen sich Aerosole bilden, die in den Atembereich gelangen (z. B. Luftwäscher, Zerstäuber), gelten für das Wasser die folgenden Hygienebedingungen gemäss Suva-Merkblatt «Luftbefeuchtung» (44021.d) bzw. SWKI-Richtlinie VA104-01.

Zahl der aeroben mesophilen Keime

Liegt diese unter 1'000 KBE/ml, sind keine weiteren Massnahmen nötig.

Liegt die Keimzahl zwischen 1'000 und 10'000 KBE/ml, sind weitere Abklärungen, insbesondere Keimzahlbestimmungen in der Luft und die Überprüfung der gesamten Lüftungsanlage zur definitiven Beurteilung, nötig. Allenfalls müssen diese Untersuchungen durch Befragungen der Beschäftigten ergänzt werden. Ausserdem ist bei solchen Anlagen eine regelmässige Überwachung der Keimzahl des Wassers nötig.

Liegt die Keimzahl über 10'000 KBE/ml, muss die Befeuchtungsanlage saniert werden.

Pathogene

Für Pathogene, d. h. krankheitserregende Mikroorganismen, gilt generell, dass sie in offenen und geschlossenen Anlagen nicht vorkommen dürfen. Werden solche Keime in einem Verdachtsfall nachgewiesen, ist die gesamte Anlage vollständig zu desinfizieren und so zu modifizieren, dass eine erneute Besiedelung durch diese Keime ausschliessen ist.

Le nombre de germes vivants de bactéries et champignons est déterminé en répartissant les cellules sur des fonds nourriciers et en les incubant. Après un à trois jours, chaque cellule vivante constitue par division une «colonie». Ces colonies sont, contrairement aux différentes cellules, visibles à l'œil nu et peuvent être comptées. C'est pourquoi on parle de détermination d'unités formant colonies (UFC).

Valeurs indicatives

Le nombre de germes dans l'air atmosphérique est déterminant pour la mise en danger de la santé. Cependant dans la pratique, la détermination du nombre de germes (UFC) dans l'eau d'humidificateurs a fait ses preuves pour le contrôle de l'état hygiénique.

Les conditions d'hygiène suivantes selon Feuillet Suva «Humidification de l'air» (44021.f) resp. SICC directive SICC VA104-01 sont applicables aux installations dans lesquelles se constituent des aérosols parvenant dans les voies respiratoires (par ex. laveurs d'air, pulvérisateurs).

Nombre de germes aérobies mésophiles

Aucune autre mesure n'est nécessaire s'il se situe en dessous de 1'000 UFC/ml.

Si le nombre de germes se situe entre 1'000 et 10'000 UFC/ml, d'autres déterminations, en particulier la détermination du nombre de germes dans l'air et la vérification de l'ensemble de l'installation de ventilation sont nécessaires pour fournir une évaluation définitive. Le cas échéant ces examens doivent être complétés par des enquêtes auprès des employés. D'autre part, dans le cas de telles installations, une surveillance régulière du nombre de germes de l'eau est nécessaire.

Si le nombre de germes se situe au-dessus de 10'000 UFC/ml, l'installation d'humidification doit être assainie.

Agents pathogènes

On considère d'une façon générale pour les agents pathogènes, c'est-à-dire les microorganismes générant des maladies, qu'ils ne doivent pas se présenter dans des installations ouvertes ou fermées. Si de tels germes sont, en cas de doute, avérés, l'ensemble de l'installation doit être entièrement désinfecté et modifié de manière qu'une nouvelle colonisation par ces germes soit exclue.

Legionellen

Die Ansteckung erfolgt durch Einatmen der Bakterien aus feinen Wasserpartikeln in der Luft (Aerosole). Die im Grund- und Trinkwasser vorkommenden Legionellenkonzentrationen reichen im Allgemeinen nicht aus, um eine Infektion hervorzurufen. Es braucht dazu eine Vermehrung der Bakterien im System. Da Legionellen normalerweise keine Erstbesiedler sind, müssen sich vor einer Vermehrung andere Mikroorganismen (vor allem Algen und Amöben) ansiedeln, um die Bedingung für eine Besiedlung mit Legionellen zu schaffen.

Bei Einhaltung der Richtwerte für die aeroben mesophilen Keime (AMK) ist deshalb im Normalfall nicht mit erhöhtem Wachstum von Legionellen zu rechnen.

Allgemeine Massnahmen gegen Legionellen umfassen die Erhöhung der Warmwassertemperatur auf über 60 °C, Konstruktion der peripheren oder zentralen Wassererwärmer so, dass sie leicht zu reinigen sind (Entfernung der Sedimente, die als Nährstoffgrundlage für das Legionellenwachstum dienen) und der Einbau von UV-Anlagen (Anlage zur Erzeugung von Ultraviolett-Strahlung im kurzwelligen Bereich).

2.5.4 Einsatz von Desinfektionsmitteln

Normalbetrieb

Dem Wasser von Luftbefeuchtern dürfen im Normalbetrieb keine Desinfektionsmittel zum Niedrighalten der Keimzahl zugesetzt werden. Solche Produkte können beim Auftreten in der Raumluft zu Belästigungen und Reizungen der Schleimhäute führen sowie Allergien auslösen.

Sonderbetrieb

Nach der mechanischen Reinigung können die Anlagen mit geeigneten Mitteln desinfiziert werden. Nach der Desinfektion sind die Anlagen gründlich auszuspülen. Dabei ist zu beachten, dass nur Produkte verwendet werden, die keine giftigen Rückstände hinterlassen. Bei Sanierungsarbeiten ist die Aerosolbildung, die das Personal beeinträchtigen kann, zu beachten (Schutzmassnahmen).

Légionnelles

L'infection intervient par respiration de bactéries provenant de fines particules d'eau dans l'air (aérosols). Les concentrations de légionnelles se présentant dans les eaux souterraines et potables ne suffisent généralement pas pour susciter une infection. Normalement les légionnelles ne sont pas les premières colonisatrices et doivent être introduites par une multiplication d'autres microorganismes (en particulier des algues et les amibes) pour créer la condition d'une colonisation par les légionnelles.

C'est pourquoi normalement une croissance importante de légionnelles n'est pas escomptable si l'on respecte les valeurs indicatives de germes aérobies mésophiles (AMK).

Les mesures générales contre les légionnelles comprennent une augmentation de la température de l'eau chaude à plus de 60 °C, la construction de chauffe-eau périphérique ou centraux, de manière qu'ils puissent être aisés à nettoyer (élimination des sédiments servant de fond nourricier à la croissance des légionnelles) et l'incorporation d'installations UV (installation pour la génération de rayonnements ultraviolets dans une gamme d'ondes courtes).

2.5.4 Utilisation de désinfectants

Fonctionnement normal

Dans des conditions d'exploitation normales, aucun désinfectant ne devrait être ajouté à l'eau des humidificateurs d'air pour réduire le nombre de germes. De tels produits peuvent conduire, en cas d'apparition dans l'air ambiant, à des nuisances et à des irritations des muqueuses, de même que déclencher des allergies.

Fonctionnement particulier

Après un nettoyage mécanique, les installations peuvent être désinfectées avec des agents adéquats. Une fois la désinfection réalisée, les installations doivent être rincées à fond. Il faut à cette occasion observer de n'utiliser que des produits ne laissant aucun résidu toxique. Il faut veiller, lors des travaux d'assainissement, à ce que la formation d'aérosols ne puisse nuire au personnel (mesure de protection).

3 Wichtige Verfahren der Wassertechnik

3.1 Filtration

Die Filtration gehört zu den mechanischen Trennverfahren. Die Begriffe Filtration, Filtrierung, Filtrierung und Filtern werden synonym verwendet.

Eine filtrierte Flüssigkeit wird Filtrat genannt.

Man unterscheidet Grobfiltration, Feinfiltration, Mikrofiltration, Nanofiltration und Ultrafiltration über den Grad der Abtrennung, wobei die Filtrationsstufen über die ausgeschiedene Partikelgröße definiert werden.

3.2 Enthärtung

Bei der Enthärtung werden dem Wasser über Kationenharz die Calcium- und Magnesiumionen entzogen und durch Natriumionen ersetzt. Dabei bleibt der Gesamtsalzgehalt gleich gross. Die Regeneration des Ionenaustauschers erfolgt mit einer Natriumchlorid-Lösung.

3.3 Teilentsalzung

Bei der Teilentsalzung wird dem Wasser über Kationenharz die Carbonathärte entzogen und durch Wasserstoffionen ersetzt. Dabei reduziert sich der Gesamtsalzgehalt um die Carbonathärte, wobei sich Kohlendioxid bildet, das entgast werden muss. Die Regeneration des Ionenaustauschers erfolgt mit Salzsäure.

3.4 Vollentsalzung

Bei der Vollentsalzung werden dem Wasser über Kationen- und Anionenharz alle Salze entzogen. Dabei reduziert sich der Gesamtsalzgehalt fast auf null. Die Regeneration des/der Ionenaustauscher/s erfolgt mit Salzsäure und Natronlauge.

3 Méthodes importantes de la technique de l'eau

3.1 Filtration

La filtration fait partie des procédés de séparation mécaniques. Les notions de filtration et filtrage sont utilisées comme des synonymes.

Un liquide filtré est intitulé filtrat.

On différencie la filtration grossière, la filtration fine, la microfiltration, la nanofiltration et l'ultrafiltration en fonction du degré de séparation, les niveaux de filtration étant définis par la grandeur des particules séparées.

3.2 Adoucissement

Dans le cas de l'adoucissement, les ions de calcium et de magnésium sont prélevés de l'eau par une résine cationique et sont remplacés par des ions de sodium. La teneur totale en sels reste alors identique. La régénération de l'échangeur ionique intervient par une solution de chlorure de sodium.

3.3 Déminéralisation partielle

Dans le cas de la déminéralisation partielle, la dureté carbonatée est prélevée de l'eau par une résine cationique et remplacée par des ions d'hydrogène. La teneur totale en sels est alors réduite de la valeur de la dureté carbonatée du dioxyde de carbone qui doit être dégazé se constituant alors. La régénération de l'échangeur ionique intervient avec de l'acide chlorhydrique.

3.4 Déminéralisation totale

Dans le cas d'une déminéralisation totale, tous les sels sont prélevés de l'eau par une résine cationique et anionique. La teneur totale en sels est alors réduite à presque zéro. La régénération du/des échangeur/s ioniques est assurée avec de l'acide chlorhydrique et de la soude caustique.

3.5 Gegenosmose (Umkehrosmose)

Bei der Gegenosmose werden die Salze von einer speziellen Kunststoffmembrane zurückgehalten. Die zurückgehaltenen Salze werden im Stetslauf als Konzentrat ausgeschwemmt. Das Permeat (entsalztes Wasser) enthält je nach Anlagenqualität noch < 5 % des ursprünglichen Salzgehaltes.

Je nach vorgängiger Wasseraufbereitung können 25 bis 80 % des Rohwassers als entsalztes Wasser aus der Gegenosmoseanlage gewonnen werden.

3.6 Elektrodeionisation

Die Elektrodeionisation (EDI) ist eine elektrochemische Entsalzung. Das Verfahren ist eine Kombination aus Elektrodialyse und Ionenaustauscher. Eine EDI-Anlage wird als Verfahrensschritt zur Restentsalzung nach einer Umkehrosmose eingesetzt. Bei optimaler Vorbehandlung kann eine Leitfähigkeit bis 0,06 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erreicht werden.

Der EDI-Modul besteht aus ionenselektiven Membranen und Ionenaustauscherharzen die sandwichartig zwischen zwei Elektroden (Anode (+) und Kathode (-)) platziert sind. Durch das Anlegen einer Gleichstromspannung an die Pole werden die Ionen entsprechend ihrer Ladung zur Wanderung gezwungen. Die anionenselektiven Membranen lassen nur Anionen, die kationenselektiven Membranen Kationen passieren. Beide Membrantypen sind wasserundurchlässig.

3.7 Destillation

Destillation ist ein thermisches Trennverfahren, um das Wasser, unter Ausnützung unterschiedlicher Siedepunkte, von allen löslichen Stoffen zu trennen.

Bei der Destillation wird zunächst das Ausgangsgemisch zum Sieden gebracht. Der entstehende Wasserdampf wird in einem Kondensator kondensiert.

3.5 Osmose inverse

Dans le cas de l'osmose inverse, les sels sont retenus par une membrane en matière plastique spéciale. Les sels retenus sont lavés dans un cycle d'arrêt sous forme de concentrat. Le perméate (eau déminéralisée) contient, selon la qualité de l'installation, encore moins de 5 % de la teneur en sels d'origine.

Selon le traitement préalable de l'eau, 25 à 80 % de l'eau brute peuvent être obtenus à partir de l'installation à osmose inverse sous forme d'eau déminéralisée.

3.6 Electrodéionisation

L'électrodéionisation (EDI) est une déminéralisation électrochimique. Le procédé est une combinaison d'une électrodialyse et d'un échangeur ionique. Une installation EDI est utilisée comme phase d'un procédé de déminéralisation résiduelle après une osmose inverse. Une conductivité atteignant 0,06 $\mu\text{S}/\text{cm}$ peut être obtenue dans le cas d'un traitement préalable optimal.

Le module EDI est constitué de membranes ion-sélective et de résines d'échangeurs ioniques, disposées en sandwich entre deux électrodes (anode (+) et cathode (-)). Les ions sont contraints à une migration correspondant à leur charge par l'application d'une tension continue aux pôles. Les membranes anion-sélectives ne laissent passer que les anions, les membranes cationsélectives les cations. Les deux types de membranes sont imperméables à l'eau.

3.7 Distillation

La distillation est un procédé de séparation thermique pour séparer l'eau de tous les matériaux solubles en utilisant différents points d'ébullition.

Dans la distillation, le mélange initial est tout d'abord amené à ébullition. La vapeur d'eau résultante est condensée dans un condenseur.

3.8 Entgasung

Bei der Entgasung werden unerwünschte Gase aus dem Kreislaufwasser entfernt.

Dabei wird z. B. Kohlendioxid durch Verrieseln des Wassers in einem Luftstrom aus dem Wasser entfernt. In Kühltürmen findet die Entgasung direkt im Kühlturm statt.

In Heisswasser- und Dampfsystemen kommt die thermische Entgasung zur Anwendung.

3.9 Sauerstoffentfernung

Die teilweise Entfernung von Sauerstoff kann ebenfalls bei der Entgasung geschehen.

In geschlossenen Kreisläufen ist zur Wasserbehandlung der Einsatz von Opferanoden zur Sauerstoffbindung sehr geeignet. Die Magnesiumanoden bauen Magnesium ab, das mit Sauerstoff oxidiert, womit der Sauerstoff gebunden wird. Der dabei entstehende $Mg(OH)_2$ -Schlamm muss auf geeignete Weise abgeführt werden.

Wenn z. B. für Dampfanlagen der Sauerstoff jedoch vollständig «entfernt» werden muss, sind nebst thermischer Entgasung meist zusätzlich Sauerstoff-Bindemittel einzusetzen (siehe Ziffer 3.12 «Konditionierung»).

3.10 UV-Entkeimung

Ultraviolett-Strahlen zerstören die Erbinformationen der im Wasser vorhandenen Bakterien und Viren. Die beste Wirkungsweise wird bei einer Bestrahlung mit UV-C (Spektralbereich zwischen 200 und 280 nm) erreicht. Die Wasserqualität wird durch diese Behandlung nicht beeinträchtigt.

Mit einer UV-Entkeimung kann keine Depot-Wirkung erreicht werden, da diese nur lokal am Einbauort wirksam werden kann.

3.11 Silber-Ionisation

Silberionen sind Schwermetallionen. Diese positiv geladenen Ionen (Kationen), die sich an die oftmals negativ geladene Oberfläche von Mikroorganismen anlagern, können deren Stoffwechsel unterbinden. Sie wirken dadurch nicht sofort keimtötend, sondern haben lediglich einen bakteriostatischen Effekt.

3.8 Dégazage

Les gaz indésirables sont éliminés du circuit d'eau par dégazage.

Le dioxyde de carbone est par ex. éliminé de l'eau par ruissellement de celle-ci dans un flux d'air. Dans les tours de refroidissement, le dégazage a lieu directement.

Le dégazage thermique est utilisé dans les systèmes à eau chaude et vapeur.

3.9 Elimination de l'oxygène

L'élimination partielle de l'oxygène peut également intervenir lors du dégazage.

Dans les circuits fermés, l'utilisation d'anodes sacrificielles de fixation de l'oxygène convient très bien pour le traitement de l'eau. Les anodes de magnésium dégradent le magnésium, qui s'oxyde avec l'oxygène et qui le lie. La boue de $Mg(OH)_2$ qui en résulte doit être évacuée de façon adéquate.

Si par ex., en cas d'installations à vapeur l'oxygène doit cependant être intégralement «éliminé», des liants d'oxygène supplémentaires doivent généralement être mis en œuvre à côté du dégazage thermique (voir chiffre 3.12 «Conditionnement»).

3.10 Décontamination UV

Les rayons ultraviolets détruisent les informations génétiques des bactéries et virus existants dans l'eau. Le meilleur effet est obtenu avec des UV-C (spectre entre 200 et 280 nm). La qualité de l'eau n'est pas détériorée par ce traitement.

Aucun effet de dépôt ne peut être atteint avec une décontamination UV, étant donné qu'elle ne peut être efficace que localement sur le point de montage.

3.11 Ionisation à l'argent

Les ions d'argent sont des ions métalliques lourds. Ces ions chargés positivement (cations) peuvent s'accumuler sur la surface chargée négativement des microorganismes et bloquer leur métabolisme. Ils ne tuent de ce fait pas immédiatement les germes mais ont uniquement un effet bactériostatique.

Silberionen haben die Eigenschaft, sich in grösseren Dosen im Körper anzureichern und können dadurch den menschlichen Stoffwechsel schädigen. Zudem können diese Schwermetallionen über das Abwasser in die Umwelt gelangen, sich dort ablagern und durch Akkumulation in der Nahrungskette gelangen.

3.12 Konditionierung (Einsatz von Chemikalien)

Unter Konditionierung wird die Wasserbehandlung zur Stabilisierung von Härte, der Korrosionsschutz und die Bekämpfung von biologischem Befall mit geeigneten Mitteln verstanden.

Die Behandlung von Wasser mit Chemikalien sollte jedoch erst dann eingesetzt werden, wenn alle anderen Massnahmen ausgeschöpft sind. So kann die Wahl von geeigneten Installationsmaterialien massgebend zur Reduktion des Chemikalienverbrauches oder sogar zu dessen Verzicht führen.

Es sollten grundsätzlich nur Chemikalien eingesetzt werden, bei denen folgende Bedingungen erfüllt sind:

- BAG-Registrierung
- Technisches Datenblatt vorhanden
- Sicherheits-Datenblatt vorhanden
- Analyse durch den Betreiber vor Ort möglich
- Entsorgung (z. B. via Lieferant), auch in verdünnter Form, sichergestellt

3.13 Physikalische Wasserbehandlung

Als physikalische Wasserbehandlung müssen eigentlich alle Verfahren gezählt werden, bei denen das Wasser durch ein physikalisches Verfahren behandelt wird (Filter, Gegenosmose, Kathodenschutz usw.).

In der Praxis versteht man unter den physikalischen Wasserbehandlern alle Geräte, die gegen Kalk und Korrosion mit Hilfe eines physikalischen Verfahrens (oft mit Magnetfeldern) eingesetzt werden können.

Die physikalischen Wasserbehandler basieren vor allem auf der erwarteten Wirkung von Magnetfeldern. Sie enthalten deshalb meist Permanentmagnete, Elektromagnete, Spulen usw.

L'ionisation à l'argent a la caractéristique de pouvoir, à dose importante, s'accumuler dans le corps et de ce fait porter préjudice au métabolisme humain. D'autre part ces ions métalliques lourds peuvent parvenir par l'intermédiaire des eaux usées, dans l'environnement, s'y accumuler et de ce fait s'introduire dans la chaîne alimentaire.

3.12 Conditionnement (utilisation de produits chimiques)

On entend sous conditionnement le traitement de l'eau pour la stabilisation de la dureté, la protection contre la corrosion et la lutte contre les attaques bactériologiques avec des produits adéquats.

Le traitement de l'eau avec des produits chimiques ne devrait cependant être utilisé que lorsque toutes les autres mesures ont été épuisées. C'est ainsi que le choix de matériaux adéquat pour l'installation est déterminant pour la réduction de la consommation de produits chimiques, ou même pour y renoncer.

Fondamentalement des produits chimiques ne devraient être utilisés que lorsqu'ils satisfont les conditions suivantes:

- Enregistrement à l'OFSP
- Existence d'une feuille de données techniques
- Existence d'une feuille de données de sécurité
- Analyse possible sur place par l'exploitant
- Elimination assurée (par ex. via le fournisseur), également sous une forme diluée.

3.13 Traitement physique de l'eau

Sont considérés comme traitements physiques de l'eau tous les procédés dans lesquels l'eau est traitée par un procédé physique (filtres, osmose inverse, protection cathodique etc.).

Dans la pratique, on entend sous conditionneurs physiques de l'eau tous les appareils qui peuvent être utilisés contre le tartre et la corrosion en faisant appel à des procédés physiques (fréquemment avec des champs magnétiques).

Les conditionneurs physiques de l'eau sont avant tout basés sur l'effet escompté des champs magnétiques. C'est pourquoi ils comprennent généralement des aimants permanents, des électro-aimants, des bobines etc.

Wirkung der physikalischen Wasserbehandler: Vorab muss festgehalten werden, dass das SVGW-Gütesiegel nichts aussagt über die Wirkung der Geräte. Die Prüfung wird nur im Hinblick auf eine negative Wirkung auf das Wassersystem durchgeführt.

Gemäss Lieferantenangabe sind die Geräte in der Lage, die Kristallformen der Wasserhärte zu beeinflussen. Dadurch wird eine bessere Schlammbildung des Kalkes erwartet, was zu weniger Schäden in Folge von Kalkablagerungen führen soll.

Leider sind repräsentative Untersuchungen bisher eher negativ verlaufen, obwohl von vielen Anwendern eine positive Wirkung attestiert wird. Da die Wirkung sicher auch von den übrigen Parametern (Wasserzusammensetzung, Materialwahl, Betriebsbedingungen) abhängig ist, kann der erfolgreiche Einsatz schlecht vorhergesagt werden.

Da der Einsatz und die Wirkung der Geräte kaum berechenbar oder voraussehbar sind, empfiehlt sich meistens ein entsprechender Versuch vor Ort. Bei Wassertemperaturen > 90 °C ist von dieser Variante abzusehen.

3.14 Elektrische Korrosionsschutzverfahren

Das Prinzip des Verfahrens beruht auf der Bildung eines Korrosionselementes, bei dem als Anode ein Metall geopfert wird. Die einfachste Art stellt die Magnesiumanode bzw. Aluminiumanode dar, die zum Schutz von Behältern und geschlossenen Kreisläufen eingesetzt werden kann.

Die unedlere Magnesiumanode bzw. Aluminiumanode (Opferanode) wird aufgrund einer Potentialdifferenz zu den anderen Metallen zerstört, wodurch sich die zu schützenden Metalle gegenseitig nicht mehr stören. In Verbindung mit Sauerstoff entsteht aus dem abgebauten Magnesium bzw. Aluminium ein Hydroxid, wobei die resultierende Sauerstoffbindung in geschlossenen Kreisläufen begrüsst wird.

Der Hydroxidschlamm muss auf geeignete Weise aus dem Behälter entfernt und entsorgt werden.

Effet des conditionneurs physiques de l'eau: On doit au préalable constater que le label SSIGE n'indique rien sur l'effet des appareils. L'examen n'est réalisé que dans la perspective d'un effet négatif sur le circuit d'eau.

Conformément aux indications des fournisseurs, les appareils sont en mesure d'influencer les formes cristallines de la dureté de l'eau. On attend de ce fait une meilleure formation des boues provenant du calcaire, ce qui devrait conduire à de moindres dommages dus aux dépôts de tartre.

Malheureusement, jusqu'à présent, les essais représentatifs ont été plutôt négatifs, bien que de nombreux utilisateurs attestent d'un effet positif. Etant donné que l'effet est aussi certainement fonction d'autres paramètres (composition de l'eau, choix des matières, conditions d'exploitation), on peut difficilement prévoir leur succès dans la pratique.

Etant donné que l'emploi et l'effet de ces appareils ne sont pratiquement pas escomptables ou prévisibles, un essai sur place correspondant est généralement recommandé. Cette variante doit être écartée dans le cas de températures de l'eau > 90 °C.

3.14 Méthodes de protection électriques contre la corrosion

Le principe du procédé repose sur la formation d'un élément de corrosion dans lequel un métal est sacrifié comme anode. L'anode de magnésium, resp. l'anode d'aluminium qui peut être utilisée pour la protection de réservoirs et de circuits fermés représente le type le plus simple.

L'anode de magnésium, resp. l'anode d'aluminium (anode sacrificatrice) moins noble est décomposée consécutivement à une différence de potentiel par rapport aux autres métaux, ce qui fait que les métaux à protéger ne se détériorent plus mutuellement. En combinaison avec l'oxygène, apparaît, à partir du magnésium ou de l'aluminium décomposé, un hydroxyde favorisant la fixation d'oxygène dans les circuits fermés.

La boue d'hydroxyde doit être éliminée du réservoir de façon adéquate.

4 Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit

4.1 Einleitung

Die im folgenden Kapitel angegebenen Empfehlungen sollen dazu dienen, einerseits wasserseitige Schäden infolge Korrosion und Ablagerungsbildung zu vermeiden, andererseits die optimale Nutzung der aufgewendeten Energie zu ermöglichen.

Die verschiedenen Anwendungsfälle werden gesondert nach der Betriebstemperatur des Anlagenwassers betrachtet, z. T. unter Berücksichtigung der Anlagengrösse. Bei Abweichungen der Qualität des Rohwassers von den Richtwerten sind Korrekturmassnahmen (Wasseraufbereitung, Wasserbehandlung) vorzunehmen. Für den Entwurf der korrekten Vorkehrungen sowie deren Realisierung und deren Instandhaltung, sollten Spezialisten beigezogen werden.

Unter den Hinweisen sind die Aufbereitungs- und Behandlungsmöglichkeiten aufgeführt. Wenn mehrere Möglichkeiten zur Verfügung stehen, werden diese in der Reihenfolge der ökologischen Verträglichkeit aufgeführt.

Wichtig:

Die Datenblätter im Kapitel 4 können unter www.swki.ch/BT102-01 heruntergeladen werden. Sie können direkt als Bestandteil einer Ausschreibung oder einer Offertanfrage usw. verwendet werden.

4.2 Geschlossene Systeme

4.2.1 Allgemeines

Unter geschlossenen Systemen werden Anlagen mit geschlossenen Wasserkreisläufen verstanden. Das Anlagewasser steht nicht in direktem Kontakt zur Umgebungsluft.

Geschlossene Systeme müssen normalerweise nicht mit Wasser nachgefüllt werden. Das Kreislaufwasser wird nicht verbraucht.

4 Exigences imposées à la qualité de l'eau

4.1 Introduction

Les recommandations indiquées dans le chapitre suivant ont pour but d'éviter d'une part les dommages côté eau consécutifs à la corrosion et à la formation de dépôts et de l'autre, de permettre une utilisation optimale de l'énergie appliquée.

Les différents cas d'application sont considérés séparément en fonction de la température de l'eau de l'installation, en partie en tenant compte de sa taille. Des mesures correctrices (traitement, conditionnement de l'eau) doivent être appliquées en cas d'écarts de la qualité de l'eau brute par rapport aux valeurs indicatives. On devrait faire appel à des spécialistes pour déterminer les dispositions correctes à appliquer au projet, de même que leur réalisation et leur maintenance.

Les possibilités de traitement et de conditionnement sont mentionnées dans des avertissements. Si plusieurs possibilités existent, elles sont mentionnées dans l'ordre de leur compatibilité écologique.

Important:

Les feuilles de données du chapitre 4 peuvent être téléchargées sous www.swki.ch/BT102-01. Elles peuvent directement être utilisées comme élément d'une soumission ou d'un appel d'offres etc.

4.2 Systèmes fermés

4.2.1 Généralités

On entend sous systèmes fermés des installations comportant des circuits d'eau fermés. L'eau de l'installation n'est pas directement en contact avec l'air ambiant.

Les systèmes fermés ne doivent normalement pas être réalimentés. L'eau du circuit n'est pas consommée.

4.2.2 Warmwasserheizungen bis 110 °C – diffusionsdicht

Anforderungen an das Füll- und Ergänzungswasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
GH	Gesamthärte	< 0,1 ^{a)}		mmol/l
LF	Leitfähigkeit	< 100		µS/cm
pH	pH-Wert	6,0...8,5		-

Anforderungen an das Umlaufwasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
GH	Gesamthärte	< 0,5		mmol/l
LF	Leitfähigkeit	< 200 ^{b)}		µS/cm
pH	pH-Wert	8,2...10 ^{c)}		-
Cl ⁻	Chloride	< 30 ^{d)}		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfate	< 50 ^{d)}		mg/l
O ₂	Sauerstoff	< 0,1 ^{e)}		mg/l
Fe	Eisen gelöst	< 0,5		mg/l
TOC	Totaler organischer Kohlenstoffgehalt	< 30		mg/l

Periodische Kontrollen des Umlaufwassers	jährlich
--	----------

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen. Allfällig verschärfte Herstellerangaben haben stets Vorrang und müssen vom Hersteller deklariert werden.

Erläuterungen:

- Das Füll- und Ergänzungswasser muss entsalzt werden.
- Beim Einsatz von Konditionierungsmitteln sind höhere Werte zulässig.
- Auf eine Alkalisierung des Füll- und Ergänzungswassers kann in der Regel verzichtet werden, da sich infolge Eigenalkalisierung der pH-Wert des Betriebswassers innerhalb weniger Wochen Betriebszeit in dem genannten Bereich einstellt. Erste Kontrolle des pH-Wert nach 2 Monaten, spätestens im Rahmen der nächsten jährlichen Wartung. Sollte eine pH-Korrektur vorgenommen werden (Regelfall: Anheben) ist zu beachten, dass Anlageteile oder Bauteile bestehend aus Aluminium-Legierungen der max. Soll-pH-Wert 8,5 beträgt. Hierfür sind anorganische Alkalisierungsmittel zu verwenden. Organische Substanzen zeigen oft ungünstige Nebenwirkungen, wie Beeinträchtigung von Dichtungswerkstoffen oder Begünstigung der mikrobiologischen Aktivität des Wassers.
- Bei Wässern mit höherem Chlorid- oder Sulfatgehalt ist die technisch beste Lösung die Demineralisierung (Vollentsalzung).
- Bei Anlagen des gegebenen Typs stellt sich in der Regel spontan ein Sauerstoffgehalt im Sollwertbereich ein. Hohe Sauerstoffgehalte fördern Sauerstoffkorrosionen, was sich durch «Rostwasser» äussert und zu Betriebsstörungen führen kann. Die Massnahmen sind Sache des Spezialisten. Eine gute technische und ökologische Lösung: Opferanoden-Schutzverfahren.

Bei der Planung/Ausführung von Neuinstallationen sind diffusionsdichte Leitungsmaterialien einzusetzen.

Der gesamte organische Kohlenstoff (TOC) ist ein Summenparameter, der die Belastung des Wassers mit organischen Stoffen bestimmt. Erhöhte Werte weisen auf Wasserinhaltsstoffe hin, welche die Betriebssicherheit der Anlage stören können. Eine TOC-Messung ist auch sehr geeignet, um Durchbrüche von Kühlmittel anzuzeigen (Wärmepumpen, Klimageräte usw.).

Die Betriebstemperaturen werden immer tiefer – die Gefahr der mikrobiologischen Belastung ist zunehmend.

4.2.2 Chauffages à eau chaude jusqu'à 110°C – étanches à la diffusion

Exigences imposées à l'eau de remplissage et complémentaire:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0,1 ^{a)}		mmol/l
LF	Conductivité	< 100		μS/cm
pH	Valeur du pH	6,0...8,5		-

Exigences imposées à l'eau de circulation:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0,5		mmol/l
LF	Conductivité	< 200 ^{b)}		μS/cm
pH	Valeur du pH	8,2...10 ^{c)}		-
Cl	Chlorures	< 30 ^{d)}		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfates	< 50 ^{d)}		mg/l
O ₂	Oxygène	< 0,1 ^{e)}		mg/l
Fe	Fer dissous	< 0,5		mg/l
TOC	Teneur totale en carbone organique	< 30		mg/l

Contrôles périodiques de l'eau de circulation	annuels
---	---------

Les exigences des fabricants des composants doivent être prises en considération. Les spécifications éventuellement plus rigoureuses du fabricant ont toujours priorité et doivent être indiquées par lui.

Explications:

- a) L'eau de remplissage et complémentaire doit être déminéralisée.
- b) Dans le cas de l'utilisation d'agents de conditionnement, des valeurs plus élevées sont autorisées.
- c) On peut, en règle générale, renoncer à une alcalinisation de l'eau de remplissage et complémentaire, étant donné que, consécutivement à l'alcalinisation propre, la valeur du pH de l'eau de l'installation s'ajuste sur la plage mentionnée après une période d'exploitation de quelques semaines. Premier contrôle de la valeur du pH après 2 mois, au plus tard dans le cadre du prochain entretien annuel. Si une correction de la valeur du pH devait être entreprise (en règle générale: augmentation), il faut veiller à ce que les parties ou composants de l'installation constitués d'alliages d'aluminium supportent la valeur de consigne maximale du pH de 8,5. Des agents d'alcalinisation anorganiques doivent être utilisés à cet effet. Les substances organiques présentent souvent des effets secondaires défavorables tels que la détérioration des matériaux des joints ou favorisent l'activité microbologique de l'eau.
- d) Dans le cas d'eaux à haute teneur en chlorures ou en sulfates, la meilleure solution technique est la déminéralisation (déminéralisation totale).
- e) Dans le cas d'installations du type donné, s'établit en règle générale spontanément une teneur en oxygène dans la plage de la valeur de consigne. Des teneurs en oxygène élevées favorisent les corrosions, ce qui apparaît par de l'eau «rouillée» et peut conduire à des perturbations du fonctionnement. Les mesures à prendre sont l'affaire du spécialiste. Bonne solution technique et écologique: Procédé de protection à anode sacrificatrice.

Des matériaux de conduites étanches à la diffusion doivent être utilisés dans l'étude/la réalisation des nouvelles installations.

Le carbone organique total (TOC) est un paramètre de sommation de la charge de l'eau en substances organiques. Des valeurs élevées indiquent des substances dans l'eau qui peuvent gêner la sécurité d'exploitation de l'installation. La mesure du TOC convient également parfaitement pour indiquer des ruptures du frigorigène (pompes à chaleur, appareils de climatisation etc.).

Les températures de service sont toujours plus basses – le risque d'une charge microbologique s'accroît.

4.2.3 Warmwasserheizungen bis 110 °C – nicht diffusionsdicht

Anforderungen an das Füll- und Ergänzungswasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
GH	Gesamthärte	< 0,1 ^{a)}		mmol/l
LF	Leitfähigkeit	< 100		µS/cm
pH	pH-Wert	6,0...8,5		-

Anforderungen an das Umlaufwasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
GH	Gesamthärte	< 0,5		mmol/l
LF	Leitfähigkeit	< 200 ^{b)}		µS/cm
pH	pH-Wert	8,2...10 ^{c)}		-
Cl ⁻	Chloride	< 30 ^{d)}		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfate	< 50 ^{d)}		mg/l
O ₂	Sauerstoff	< 0,1 ^{e)}		mg/l
Fe	Eisen gelöst	< 0,5		mg/l
TOC	Totaler organischer Kohlenstoffgehalt	< 30		mg/l

Periodische Kontrollen des Umlaufwassers	jährlich
--	----------

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen. Allfällig verschärfte Herstellerangaben haben stets Vorrang und müssen vom Hersteller deklariert werden.

Erläuterungen:

- Das Füll- und Ergänzungswasser muss entsalzt werden.
- Beim Einsatz von Konditionierungsmitteln sind höhere Werte zulässig.
- Auf eine Alkalisierung des Füll- und Ergänzungswassers kann in der Regel verzichtet werden, da sich infolge Eigenalkalisierung der pH-Wert des Betriebswassers innerhalb weniger Wochen Betriebszeit in dem genannten Bereich einstellt. Erste Kontrolle des pH-Wert nach 2 Monaten, spätestens im Rahmen der nächsten jährlichen Wartung. Sollte eine pH-Korrektur vorgenommen werden (Regelfall: Anheben) ist zu beachten, dass Anlageteile oder Bauteile bestehend aus Aluminium-Legierungen der max. Soll-pH-Wert 8,5 beträgt. Hierfür sind anorganische Alkalisierungsmittel zu verwenden. Organische Substanzen zeigen oft ungünstige Nebenwirkungen, wie Beeinträchtigung von Dichtungswerkstoffen oder Begünstigung der mikrobiologischen Aktivität des Wassers.
- Bei Wässern mit höherem Chlorid- oder Sulfatgehalt ist die technisch beste Lösung die Demineralisierung (Vollentsalzung).
- Hohe Sauerstoffgehalte fördern Sauerstoffkorrosionen, was sich durch «Rostwasser» äussert und zu Betriebsstörungen führen kann. Die Massnahmen sind Sache des Spezialisten. Eine gute technische und ökologische Lösung: Opferanoden-Schutzverfahren.

Bei der Sanierung von Anlagen, die nachweisbar Störungen infolge des sauerstoffhaltigen Wassers aufweisen, stehen die folgenden Massnahmen zur Verfügung:

- Systemtrennung, Zwischenschalten von Wärmeübertragern zwischen Wärmeerzeuger und Verteilsystem
- Einbau von Korrosionsschutzanlagen des Typs «Opferanoden»
- Chemische Mittel zur Sauerstoffbindung sind im vorliegenden Fall normalerweise nicht zu empfehlen, da die Wirkung der Sauerstoffbindemittel unter 60 °C sehr langsam ist (in der Regel langsamer als der O₂-Eintrag). Sauerstoffbindemittel müssen daher der Forderung, unter 60 °C zu binden, entsprechen.

Fremddruck-Ausdehnungsanlagen mit offenen Ausdehnungsgefässen sind grundsätzlich zu vermeiden.

Der gesamte organische Kohlenstoff (TOC) ist ein Summenparameter, der die Belastung des Wassers mit organischen Stoffen bestimmt. Erhöhte Werte weisen auf Wasserinhaltsstoffe hin, welche die Betriebssicherheit der Anlage stören können. Eine TOC-Messung ist auch sehr geeignet, um Durchbrüche von Kühlmittel anzuzeigen (Wärmepumpen, Klimageräte usw.).

Die Betriebstemperaturen werden immer tiefer – die Gefahr der mikrobiologischen Belastung ist zunehmend.

4.2.3 Chauffages à eau chaude jusqu'à 110 °C – non étanches à la diffusion

Exigences imposées à l'eau de remplissage et complémentaire:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0,1 ^{a)}		mmol/l
LF	Conductivité	< 100		μS/cm
pH	Valeur du pH	6,0...8,5		-

Exigences imposées à l'eau de circulation:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0,5		mmol/l
LF	Conductivité	< 200 ^{b)}		μS/cm
pH	Valeur du pH	8,2...10 ^{c)}		-
Cl ⁻	Chlorures	< 30 ^{d)}		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfates	< 50 ^{d)}		mg/l
O ₂	Oxygène	< 0,1 ^{e)}		mg/l
Fe	Fer dissous	< 0,5		mg/l
TOC	Teneur totale en carbone organique	< 30		mg/l

Contrôles périodiques de l'eau de circulation	annuels
---	---------

Les exigences des fabricants des composants doivent être prises en considération. Les spécifications éventuellement plus rigoureuses du fabricant ont toujours priorité et doivent être indiquées par lui.

Explications:

- a) L'eau de remplissage et complémentaire doit être déminéralisée.
- b) Dans le cas de l'utilisation d'agents de conditionnement, des valeurs plus élevées sont autorisées.
- c) On peut, en règle générale, renoncer à une alcalinisation de l'eau de remplissage et complémentaire, étant donné que, consécutivement à l'alcalinisation propre, la valeur du pH de l'eau de l'installation s'ajuste sur la plage mentionnée après une période d'exploitation de quelques semaines. Premier contrôle de la valeur du pH après 2 mois, au plus tard dans le cadre du prochain entretien annuel. Si une correction de la valeur du pH devait être entreprise (en règle générale: augmentation), il faut veiller à ce que les parties ou composants de l'installation constitués d'alliages d'aluminium supportent la valeur de consigne maximale du pH de 8,5. Des agents d'alcalinisation anorganiques doivent être utilisés à cet effet. Les substances organiques présentent souvent des effets secondaires défavorables tels que la détérioration des matériaux des joints ou favorisent l'activité microbologique de l'eau.
- d) Dans le cas d'eaux à haute teneur en chlorures ou en sulfates, la meilleure solution technique est la déminéralisation (déminéralisation totale).
- e) Des teneurs en oxygène élevées favorisent les corrosions, ce qui apparaît par de l'eau «rouillée» et peut conduire à des perturbations du fonctionnement. Les mesures à prendre sont l'affaire du spécialiste. Bonne solution technique et écologique: procédé de protection à anode sacrificatrice.

Les mesures suivantes sont à disposition pour l'assainissement des installations présentant visiblement des dommages consécutifs à de l'eau contenant de l'oxygène:

- Isolement du circuit, branchement intercalaire d'échangeurs de chaleur entre le générateur de chaleur et le circuit de distribution
- Montage d'installations de protection contre la corrosion du type «anode sacrificatrice»
- Des agents chimiques pour la fixation de l'oxygène ne sont normalement pas recommandables dans le cas particulier, étant donné que l'effet des agents de fixation de l'oxygène est très lent en dessous de 60 °C (en général plus lent que l'apport d'O₂). Les agents de fixation de l'oxygène doivent en conséquence répondre à la nécessité d'assurer une fixation en dessous de 60 °C.

Il faut fondamentalement éviter les installations d'expansion à pression externe à vase d'expansion ouvert.

Le carbone organique total (TOC) est un paramètre de sommation déterminant la charge de l'eau en matériaux organiques. Des valeurs élevées indiquent la présence de substances dans l'eau pouvant perturber la sécurité de fonctionnement de l'installation. La mesure du TOC convient également très bien pour indiquer des fuites du frigorigène (pompes à chaleur, appareils et climatisation etc.).

Les températures de service sont de plus en plus basses – le risque d'une pollution microbiologique est croissant.

4.2.4 Heisswasserkreisläufe > 110 °C

1	2	3	4
Kesselbauart Kesselgruppe nach Dampfkesselverordnung	Flammrohr-Rauchrohrkessel II bis IV ≤ 44 bar		
Wasserchemische Betriebsweise	salzarm		salzhaltig
Elektr. Leitfähigkeit Kreislaufwasser μS/cm	10...30	> 30...100	> 100...1'500

Füll- und Ergänzungswasser:

Allgemeine Anforderungen	farblos, klar, frei von ungelösten Stoffen		
pH-Wert bei 25 °C pH-Wert	8...10	8...10,5	8,5...10,5
Erdalkalien (Gesamthärte) mmol/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Sauerstoff (O ₂) mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Kreislaufwasser:

Allgemeine Anforderung	farblos, klar, frei von ungelösten Stoffen		
pH-Wert bei 25 °C ^{b)} pH-Wert	9...10	9...10,5	9,5...10,5
Erdalkalien (Gesamthärte) ^{a)} mmol/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Elektr. Leitfähigkeit bei 25 °C ^{a)} μS/cm	10...30	> 30...100	> 100...1'500
Sauerstoff (O ₂) ^{c)} mg/l	< 0,1	< 0,05	< 0,02
K _{SS2} (p-Wert) mmol/l	-	0,1...0,5	0,5...5
Phosphat (PO ₄) mg/l	3...6	5...10	5...15

Periodische Kontrollen	¼-jährlich
------------------------	------------

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen.

Erläuterungen:

- Beim Einsatz von Konditionierungsmitteln sind höhere Werte zulässig. Bei Grossanlagen kann aber auch eine Entmineralisierung angebracht sein.
- pH-Werte im gegebenen Bereich sind ungünstig für Aluminium- und Kupferwertstoffe. Aus diesem Grunde sind keine solchen Bauteile zu verwenden.
- Die Verhältnisse betreffend den Sauerstoffgehalt des Kreislaufwassers sollten durch Messungen ermittelt werden. Bei Sauerstoffgehalten, die merklich oberhalb des empfohlenen Wertebereichs liegen, sind Korrosionsschutzmassnahmen erforderlich. Hierfür stehen grundsätzlich folgende Möglichkeiten zur Verfügung:
 - Chemische Sauerstoffbindemittel; geeignet sind Wirksubstanzen, die den Gesamtsalzgehalt des Anlagewassers nicht erhöhen (z. B. organische Sauerstoffbindemittel. Sulfit-Basis-Produkte sind nicht zu empfehlen).
 - Korrosionsinhibitoren; Produkte, die auch in Anwesenheit von gelöstem Sauerstoff korrosionshemmend wirken.

In beiden Fällen sind handelsübliche Produkte einzusetzen, dies unter strikter Beachtung der Anweisungen des Herstellers (Handhabung, Dosierung, Kontrolle, Sicherheits- und technisches Datenblatt).

Werkstoffe: unlegierter oder niedrig legierter Stahl

Die Baugruppen einer Heisswasseranlage (innerer Überdruck PS > 0,5 bar) unterliegen der Druckgeräterichtlinie (PED). Infos unter www.swissts.ch

4.2.4 Circuits à eau chaude > 110 °C

1	2	3	4
Type de chaudière Groupe de chaudières selon ordonnance sur les chaudières à vapeur	Chaudières à tubes foyers/de fumée II à IV ≤ 44 bar		
Mode de fonctionnement chimique de l'eau	Faible teneur en sels		Contenant des sels
Conductivité électrique de l'eau du circuit μS/cm	10...30	> 30...100	> 100...1'500

Eau de remplissage et complémentaire:

Exigences générales	Incolore, claire exempte de substances insolubles		
Valeur du pH à 25 °C valeur du pH	8...10	8...10,5	8,5...10,5
Alcalins terreux (dureté totale) mmol/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Oxygène (O ₂) mg/l	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Eau du circuit:

Exigences générales	Incolore, claire exempte de substances insolubles		
Valeur du pH à 25 °C valeur du pH	9...10	9...10,5	9,5...10,5
Alcalins terreux (dureté totale) ^{a)} mmol/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Conductivité électrique à 25 °C ^{a)} μS/cm	10...30	> 30...100	> 100...1'500
Oxygène (O ₂) ^{c)} mg/l	< 0,1	< 0,05	< 0,02
K _{SS,2} (valeur-p) mmol/l	-	0,1...0,5	0,5...5
Phosphates (PO ₄) mg/l	3...6	5...10	5...15

Contrôles périodiques	trimestriels
-----------------------	--------------

Les exigences des fabricants des composants doivent être prises en considération.

Explications:

- a) Des valeurs plus élevées sont autorisées dans le cas de l'utilisation d'agents de conditionnement. Mais, dans le cas de grandes installations, une déminéralisation est également conseillée.
- b) Les valeurs du pH dans le domaine donné ne sont pas favorables pour les matières à base d'aluminium et de cuivre. Pour cette raison, de tels composants ne doivent pas être utilisés.
- c) Les conditions relatives à la teneur en oxygène de l'eau du circuit doivent être déterminées par des mesures. Dans le cas de teneurs en oxygène se situant nettement au-dessus de la gamme de valeurs recommandée, des mesures de protection contre la corrosion sont nécessaires. Les possibilités suivantes sont à cet effet fondamentalement à disposition:
- Agents de fixation chimiques de l'oxygène; des substances actives n'augmentant pas la teneur totale en sels de l'eau de l'installation conviennent (par ex. agents de fixation organiques de l'oxygène. Les produits à base de sulfites ne sont pas recommandés).
 - Inhibiteurs de corrosion: les produits agissant en freinant la corrosion, même en présence d'oxygène dissous.

Dans les deux cas, des produits commerciaux doivent être utilisés, ceci sous la stricte observation des instructions du fabricant (manipulation, dosage, contrôle, feuille de données de sécurité et techniques).

Matières: acier non allié ou faiblement allié

Les ensembles d'une installation à eau chaude (surpression interne PS > 0,5 bar) sont soumis à la directive sur les appareils sous pression (PED). Infos sous www.swissts.ch

4.2.5 Dampferzeugung

1. Dampferzeugertyp

1	2	3	4	5	6	7
Kesselbauart	Flammrohr-Rauchrohrkessel			Schnelldampf- erzeuger	Flammrohr- Rauchrohrkessel und Schnelldampferzeuger	
Gruppe nach Dampfkesselverordnung	II	IV		I, III, IV	I,	II, III, IV
Betriebsüberdruck bar	bis 1	1...22	22...44	bis 36	bis 44	bis 44

2. Kesselspeisewasser

Allgemeine Anforderung	farblos, klar, frei von ungelösten Stoffen					
Leitfähigkeit elektr. (bei 25 °C) μS/cm	---	---	< 500	---	5...50	< 5
pH-Wert (bei 25 °C)	> 9	> 9	> 9	8,5...9,5	> 9	> 9
Erdalkalien (Gesamthärte) mmol/l	< 0,015	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,005
K _{SO₄} (p-Wert) mmol/l	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	---
Sauerstoff (O ₂) mg/l	< 0,1	< 0,02	< 0,02	< 0,1	< 0,02	< 0,1
Kohlensäure gebunden (CO ₂) mg/l	< 25	< 25	< 25	< 50	< 10	< 1
Eisen gesamt (Fe) mg/l	---	< 0,05	< 0,03	---	< 0,03	< 0,03
Kupfer gesamt (Cu) mg/l	---	0,01	< 0,005	---	< 0,005	< 0,005
Öl, Fett mg/l	< 3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
KMnO ₄ -Verbrauch möglichst mg/l	< 10	< 10	< 10	< 20	< 5	< 3
Kieselsäure (SiO ₂) mg/l	nur Grenzwerte für Kesselwasser massgebend				< 2	< 0,02

3. Kesselwasser

Allgemeine Anforderung	farblos, klar, frei von ungelösten Stoffen					
Leitfähigkeit elektr. (bei 25 °C) μS/cm	< 5'000	< 10'000	< 5'000	< 5'000	< 2'000	< 300
pH-Wert (bei 25 °C)	10,5...12	10,5...12	10...11,8	10,5...12	10...11,5	9,8...10,8
Erdalkalien (Gesamthärte) mmol/l	< 0,015	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
K _{SO₄} (p-Wert) mmol/l	1...8	1...12	0,5...6	1...8	0,5...3	0,1...1

1. Kontrolle	
Periodische Kontrollen	gemäss Vorgaben Kessellieferanten

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen.

Erläuterungen:

- Die Vorschriften des Schweizerischen Vereins für Technische Inspektionen (SVTI) und der Kesselhersteller sind einzuhalten.
- Die oben genannten Richtwerte belegen sich auf Langzeiterfahrungen aus der Praxis von Dampferzeugern aus unlegiertem oder niedrig legiertem Stahl und decken sich mit den Ergebnissen des TÜV Bayern, Sachsen u. a.
- Bei besonderen betrieblichen Erfordernissen (z. B. herabgesetzter Betriebsdruck, hohe Dampfreinheit, Reindampf u. a.), sind die Richtwerte zwischen Betreiber und Kesselhersteller abzustimmen.
- Eine Verbesserung der Wasserqualität (Reduktion des Salzgehaltes) hat immer zur Folge, dass weniger abgeschlämmt werden muss. Verbesserung der Wirtschaftlichkeit!

Neufüllung:

Die Inbetriebnahme von neuen Kesseln hat immer mit einer Einschärfung von Konditionierungsmittel zu erfolgen. Das Speisewasser muss den Kesselvorschriften entsprechend aufbereitet sein.

Konservierung:

Zur Vermeidung von Korrosion im Stillstand, bei längerem Betriebsunterbruch oder bei verzögerter Inbetriebsetzung sind Dampfkessel und die dazugehörigen Betriebsanlagen fachgerecht zu konservieren; bei der sog. Nasskonservierung (Kessel bis über Dampfstützen füllen) im Regelfall mit Alkalien und organischen, nicht aufsalzenden Sauerstoffbindemitteln sowie mit einem Dispergator. Bei der Trockenkonservierung ist der Kessel vollständig zu entleeren, Mann- und Putzlöcher sind zu öffnen, die Feuerzüge zu reinigen.

Kontrollmessungen:

Die Beschaffenheit des Speisewassers und des Kesselwassers ist bei Dampfkesseln der Gruppe IV täglich zu kontrollieren. Bei den andern Kesseln empfiehlt sich ebenfalls eine regelmässige Kontrolle. Die Kontrollergebnisse sollten unbedingt in einem Journal festgehalten werden.

Thermische Entgasung:

Grössere Dampferzeuger verfügen heute in der Regel über einen thermischen Entgaser auf dem Speisewasserbehälter. Bei sachgemässer Handhabung, korrekter Temperatureinstellung (ca. 105 °C, entspricht ca. 1,25 bar) sowie richtiger Wegführung des Brüden dampfs (keine direkten Steigleitungen nach der Brüdenblende oder dem Brüdenventil, um ein Rückfluss von kondensiertem Brüden dampf zu vermeiden), wird der Grossteil der Gase aus dem Speisewasser ausgetrieben. Dampferzeuger ohne thermische Entgasung brauchen ungleich mehr Sauerstoffbinde- und Alkalisierungsmittel. Bei diesen Anlagen ist der unbedingte und permanente Nachweis an überschüssigem Sauerstoffbindemittel zwingend.

Kondensat:

Steigende Energiekosten und Umweltschutzmassnahmen erfordern eine vermehrte Rückführung von Kondensat als Kesselspeisewasser. Solange dieses nicht mit Fremdstoffen verunreinigt ist, kann es in Nieder- und Mitteldruckanlagen direkt in die Entgasungsanlage zur Entfernung gasförmiger Verunreinigungen zurückgeführt werden. Dies geschieht häufig über einen separaten Kondensatsammeltank. Für die Wiederverwendung des Kondensats in Hochdruckanlagen sind aber Korrosionsprodukte dauernd zu entfernen und Vorkehrungen zu treffen, um allfällig in den Kreislauf eingedrungene Härtebildner oder Luft sofort und möglichst restlos daraus zu entfernen. Die Aufbereitung von Kondensat, welches auch mit «wasser- und luftfremden» Stoffen verunreinigt sein kann, bedarf im Einzelfall genauerer Abklärung. Im Einzelfall lohnt es sich, das Kondensat über eine Leitwertmessung gesteuert zurückzuführen. Kondensat mit zu hohem Leitwert wird so automatisch verworfen. Typische Anwendungsgebiete sind die Lebensmittelindustrie und milchverarbeitende Betriebe.

Wenn Dampf mit Lebensmittel in Berührung kommen kann, dürfen keine dampfflüchtigen Stoffe eingesetzt werden.

Konditionierung:

Die Konditionierung von Speisewasser für die Dampferzeugung erfolgt aus den nachfolgenden Gründen:

- Schutz des Systems vor Korrosion
- Schutz des Kessels vor Ablagerungen
- Schutz des Kessels vor Kesselstein

Für die Wahl des geeigneten Konditionierungsmittels stehen verschiedene Aspekte im Vordergrund:

- Anforderungen an den Dampf (dürfen dampfflüchtige Chemikalien überhaupt eingesetzt werden?)
- Anlagegrösse
- Speisewasserqualität und Zusammensetzung
- Welche Dosiervorrichtungen sind bereits installiert

Werkstoffe:

- unlegierter oder legierter Stahl
- Die Baugruppen einer Dampfanlage (innerer Überdruck PS > 0,5 bar) unterliegen der Druckgeräterichtlinie (PED). Infos unter www.swissts.ch

4.2.5 Production de vapeur

1. Type de générateur de vapeur

1	2	3	4	5	6	7
Type de chaudière	Chaudières à tubes foyers/de fumée			Générateurs de vapeur rapides	Chaudières à tubes foyers/de fumée et générateurs de vapeurs rapides	
Groupe selon l'ordonnance sur les chaudières à vapeur	II	IV		I, III, IV	I,	II, III, IV
Suppression de service	bar	Jusqu'à 1	1...22	22...44	à 36	à 44
					à 44	à 44

2. Eau d'alimentation de chaudière

Exigences générales	Incolore, claire, exempte de substances insolubles						
Conductivité élec. (à 25 °C)	μS/cm	---	---	< 500	---	5...50	< 5
Valeur du pH (à 25 °C)		> 9	> 9	> 9	8,5...9,5	> 9	> 9
Alcalins terreux (dureté totale)	mmol/l	< 0,015	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,005
K _{SS,2} (valeur-p)	mmol/l	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	---
Oxygène (O ₂)	mg/l	< 0,1	< 0,02	< 0,02	< 0,1	< 0,02	< 0,1
Gaz carbonique lié (CO ₂)	mg/l	< 25	< 25	< 25	< 50	< 10	< 1
Fer total (Fe)	mg/l	---	< 0,05	< 0,03	---	< 0,03	< 0,03
Cuivre total (Cu)	mg/l	---	0,01	< 0,005	---	< 0,005	< 0,005
Huiles, graisses	mg/l	< 3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Consommation de KMnO ₄ -possible	mg/l	< 10	< 10	< 10	< 20	< 5	< 3
Acide silique (SiO ₂)	mg/l	Seules les valeurs limites sont déterminantes pour l'eau de la chaudière				< 2	< 0,02

3. Eau de la chaudière

Exigences générales	Incolore, claire, exempte de substances insolubles						
Conductivité élec. (à 25 °C)	μS/cm	< 5'000	< 10'000	< 5'000	< 5'000	< 2'000	< 300
Valeur du pH (à 25 °C)		10,5...12	10,5...12	10...11,8	10,5...12	10...11,5	9,8...10,8
Alcalins terreux (dureté totale)	mmol/l	< 0,015	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
K _{SS,2} (valeur-p)	mmol/l	1...8	1...12	0,5...6	1...8	0,5...3	0,1...1

1 ^{er} contrôle	
Contrôles périodiques	Selon les indications du fournisseur de la chaudière

Les exigences des fabricants des composants doivent être prises en considération.

Explications:

- Les prescriptions de l'association suisse d'inspection technique (ASIT) et des fabricants de chaudières doivent être respectées.
- Les valeurs indicatives ci-dessus mentionnées reposent sur de longues années d'expérience pratique avec les générateurs de vapeur en acier non allié ou faiblement allié et correspondent aux résultats des TÜV Bavière, Saxe, entre autres.
- Les valeurs indicatives doivent être déterminées entre l'exploitant et le fabricant de la chaudière dans le cas d'exigences d'exploitation particulières (par ex. pression de service abaissée, pureté élevée de la vapeur, vapeur pure, entre autres).
- Une amélioration de la qualité de l'eau (réduction de la teneur en sels) a toujours pour conséquence la nécessité d'un moindre débouillage. Amélioration de la rentabilité.

Premier plein:

La mise en service des nouvelles chaudières doit toujours intervenir avec un renforcement des agents de conditionnement. L'eau alimentaire doit être préparée selon les prescriptions de la chaudière.

Conservation:

Les chaudières à vapeur et les installations correspondantes doivent être conservées de façon conforme, de manière à éviter une corrosion à l'arrêt dans le cas d'interruptions de fonctionnement prolongées ou de mise en service retardée. Pour une conservation dite humide (remplir la chaudière jusqu'au raccord de vapeur), en règle générale avec des alcalis et des agents de fixation de l'oxygène organiques n'entraînant pas une augmentation de la salinité, de même qu'avec un dispersant. Dans le cas d'une conservation à sec, la chaudière doit être intégralement vidangée, les trous d'homme et de nettoyage être ouverts, les carneaux du foyer nettoyés.

Mesures de contrôle:

La qualité de l'eau d'alimentation et de l'eau des chaudières à vapeur du groupe IV doit être quotidiennement contrôlée. Un contrôle régulier est également recommandé dans le cas des autres chaudières. Les résultats des contrôles devraient impérativement être consignés dans un journal.

Dégazage thermique:

Aujourd'hui les générateurs de vapeur importants disposent, en règle générale, d'un dégazeur thermique sur les réservoirs d'eau d'alimentation. Dans le cas d'une utilisation conforme, d'un réglage correct de la température (environ 105 °C, correspondant à environ 1,25 bar), de même que dans le cas d'une évacuation adéquate des buées (pas de conduites montantes directes après le diaphragme ou la soupape de buée afin d'éviter un retour des vapeurs de buées condensées), la plus grande partie des gaz est expulsée de l'eau d'alimentation. Les générateurs de vapeur sans dégazage thermique consomment inégalement plus d'agents de fixation d'oxygène et d'alcalinisation. Dans le cas de ces installations, il faut impérativement attester en permanence la présence d'un excès d'agents de fixation d'oxygène.

Condensats:

Les coûts croissants de l'énergie et les mesures de protection de l'environnement exigent un recyclage accru des condensats sous forme d'eau d'alimentation de chaudières. Tant qu'elle n'est pas polluée par des substances étrangères, elle peut, dans les installations basse et moyenne pression, directement être recyclée dans l'installation de dégazage pour éliminer les impuretés gazeuses. Ceci a fréquemment lieu par un réservoir collecteur de condensats séparé. Mais, pour la réutilisation de condensats d'installations haute pression, les produits de corrosion doivent être durablement éliminés et des dispositions prises pour supprimer la dureté ou l'air ayant pénétré dans le circuit immédiatement et, si possible, intégralement. Le traitement des condensats, qui peuvent éventuellement être pollués par des substances «étrangères à l'eau et l'air», nécessite dans le cas particulier un examen plus précis. Dans des cas spécifiques, il est utile de recycler les condensats avec une commande pilotée par la conductivité. Les condensats présentant une conductivité élevée sont ainsi automatiquement éliminés. Les champs d'application typiques sont les industries alimentaires et de transformation du lait.

Aucune substance évaporable ne doit être utilisée lorsque la vapeur peut entrer en contact avec des produits alimentaires.

Conditionnement:

Le conditionnement de l'eau d'alimentation pour la production de vapeur intervient selon les principes suivants:

- *Protection du circuit contre la corrosion*
- *Protection de la chaudière contre les dépôts*
- *Protection de la chaudière contre le tartre*

Différents aspects apparaissent au premier plan pour le choix de l'agent de conditionnement adéquat:

- *Exigences imposées à la vapeur (des produits chimiques évaporables peuvent-ils même être utilisés?)*
- *Grandeur de l'installation*
- *Qualité de l'eau d'alimentation et sa composition*
- *La nature des dispositifs de dosage déjà installés*

Matières:

- *Acier allié ou non*
- *Les sous-ensembles de l'installation à vapeur (surpression interne PS > 0,5 bar) sont soumis à la directive sur les appareils sous pression (PED). Infos sous www.swissts.ch*

4.2.6 Geschlossene Systeme mit Frostschutzfüllung – diffusionsdicht

Anforderungen an das Wasser zur Gemischherstellung (Füll- und Ergänzungsgemisch):

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
GH	Gesamthärte	< 0,1 ^{a)}		mmol/l
LF	Leitfähigkeit	< 100		μS/cm

Anforderungen an das Umlaufwasser-Frostschutzgemisch:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
pH	pH-Wert	7,5...9,0 ^{b)}		-
Cl ⁻	Chloride	< 30		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfate	< 50		mg/l
t _{fr}	Frostschutzsicherheit	c)		°C

Periodische Kontrollen des Umlaufwasser-Frostschutzgemisches	jährlich
--	----------

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen. Allfällig verschärfte Herstellerangaben haben stets Vorrang und müssen vom Hersteller deklariert werden.

Erläuterungen:

- Das Füll- und Ergänzungswasser muss entsalzt werden.
- Der ideale pH-Wert ist abhängig vom Frostschutzmittel.
- Die Frostschutzsicherheit muss z. B. mit einem Frostschutzprüfer (z. B. Handrefraktometer) gemessen werden.
- Bei Solaranlagen muss verhindert werden, dass das Gemisch überhitzen kann.

Je nach Einsatzbereich ist durch den Lieferanten das entsprechende Frostschutzmittel zu bestimmen.

Bei der Planung/Ausführung von Neuinstallationen sind diffusionsdichte Leitungsmaterialien einzusetzen.

4.2.6 Circuits fermés avec plein d'antigel – étanches à la diffusion

Exigences imposées à l'eau pour la fabrication du mélange (mélange de remplissage et de complément):

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0,1 ^{a)}		mmol/l
LF	Conductivité	< 100		μS/cm

Exigences imposées au mélange antigel-eau de circulation:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
pH	Valeur du pH	7,5...9,0 ^{b)}		-
Cl ⁻	Chlorures	< 30		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfates	< 50		mg/l
t _{fr}	Sécurité de la protection antigel	^{c)}		°C

Contrôles périodiques du mélange antigel-eau de circulation	annuels
---	---------

Les exigences des fabricants des composants doivent être prises en considération. Des indications éventuellement plus rigoureuses des fabricants ont toujours priorité et doivent être déclarées par les fabricants.

Explications:

- L'eau de remplissage et complémentaire doit être déminéralisée.
- La valeur idéale du pH est fonction de l'antigel.
- La sécurité de protection antigel doit être mesurée avec un contrôleur de protection antigel (par ex. réfractomètre).
- Dans le cas d'installations solaires, on doit éviter que le mélange puisse subir une surchauffe.

L'antigel correspondant doit être déterminé par le fournisseur selon le champ d'application.

Des matériaux étanches à la diffusion doivent être utilisés pour les conduites lors de la planification/l'exécution d'installations neuves.

4.2.7 Geschlossene Kühlkreisläufe – diffusionsdicht

Anforderungen an das Füll- und Ergänzungswasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
GH	Gesamthärte	< 0,1 ^{a)}		mmol/l
LF	Leitfähigkeit	< 100		μS/cm
pH	pH-Wert	6,0...8,5		-

Anforderungen an das Umlaufwasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
GH	Gesamthärte	< 0,5 ^{a)}		mmol/l
LF	Leitfähigkeit	< 200 ^{b)}		μS/cm
pH	pH-Wert	8,2...10 ^{c)}		-
Cl ⁻	Chloride	< 30 ^{d)}		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfate	< 50 ^{d)}		mg/l
O ₂	Sauerstoff	< 0,1 ^{e)}		mg/l
Fe	Eisen gelöst	< 0,5		mg/l
TOC	Totaler organischer Kohlenstoffgehalt	< 30		mg/l
AMK	Aerobe mesophile Keime	< 1'000		KBE/ml

Periodische Kontrollen des Umlaufwassers	jährlich
--	----------

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen. Allfällig verschärfte Herstellerangaben haben stets Vorrang und müssen vom Hersteller deklariert werden.

Erläuterungen:

- Das Füll- und Ergänzungswasser muss entsalzt werden.
- Beim Einsatz von Konditionierungsmitteln sind höhere Werte zulässig.
- Auf eine Alkalisierung des Füll- und Ergänzungswassers kann in der Regel verzichtet werden, da sich infolge Eigenalkalisierung der pH-Wert des Betriebswassers innerhalb weniger Wochen Betriebszeit in dem genannten Bereich einstellt. Erste Kontrolle des pH-Wert nach 2 Monaten, spätestens im Rahmen der nächsten jährlichen Wartung. Sollte eine pH-Korrektur vorgenommen werden (Regelfall: Anheben) ist zu beachten, dass Anlageteile oder Bauteile bestehend aus Aluminium-Legierungen der max. Soll-pH-Wert 8,5 beträgt. Hierfür sind anorganische Alkalisierungsmittel zu verwenden. Organische Substanzen zeigen oft ungünstige Nebenwirkungen, wie Beeinträchtigung von Dichtungswerkstoffen oder Begünstigung der mikrobiologischen Aktivität des Wassers.
- Bei Wässern mit höherem Chlorid- oder Sulfatgehalt ist die technisch beste Lösung die Demineralisierung (Vollentsalzung).
- Hohe Sauerstoffgehalte fördern Sauerstoffkorrosionen, was sich durch «Rostwasser» äussert und zu Betriebsstörungen führen kann. Die Massnahmen sind Sache des Spezialisten. Eine gute technische und ökologische Lösung: Opferanoden-Schutzverfahren.

Bei der Sanierung von Anlagen, die nachweisbar Störungen infolge des sauerstoffhaltigen Wassers aufweisen, stehen die folgenden Massnahmen zur Verfügung:

- Systemtrennung, Zwischenschalten von Wärmeübertragern zwischen Kälteerzeuger und Verteilsystem
- Einbau von Korrosionsschutzanlagen des Typs «Opferanoden»
- Chemische Mittel zur Sauerstoffbindung.

Fremddruck-Ausdehnungsanlagen mit offenen Ausdehnungsgefässen sind grundsätzlich zu vermeiden. Der gesamte organische Kohlenstoff (TOC) ist ein Summenparameter, der die Belastung des Wassers mit organischen Stoffen bestimmt. Erhöhte Werte weisen auf Wasserinhaltsstoffe hin, welche die Betriebssicherheit der Anlage stören können. Eine TOC-Messung ist auch sehr geeignet, um Durchbrüche von Kühlmittel anzuzeigen.

4.2.7 Circuits de refroidissement fermés – étanches à la diffusion

Exigences imposées à l'eau de remplissage et complémentaire:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0,1 ^{a)}		mmol/l
LF	Conductivité	< 100		μS/cm
pH	Valeur du pH	6,0...8,5		-

Exigences imposées à l'eau de circulation:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 0,5 ^{a)}		mmol/l
LF	Conductivité	< 200 ^{b)}		μS/cm
pH	Valeur du pH	8,2...10 ^{c)}		-
Cl ⁻	Chlorures	< 30 ^{d)}		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfates	< 50 ^{d)}		mg/l
O ₂	Oxygène	< 0,1 ^{e)}		mg/l
Fe	Fer dissous	< 0,5		mg/l
TOC	Teneur totale en carbone organique	< 30		mg/l
AMK	Germes aérobies mésophiles	< 1'000		UFC/ml

Contrôles périodiques de l'eau de circulation	annuels
---	---------

Les exigences des fabricants des composants doivent être observées. D'éventuelles spécifications plus poussées des fabricants ont toujours priorité et doivent être déclarées par lui.

Explications:

- L'eau de remplissage et complémentaire doit être déminéralisée.
- Des valeurs plus élevées sont autorisées dans le cas de l'utilisation d'agents de conditionnement.
- En règle générale, on peut renoncer à une alcalinisation de l'eau de remplissage et complémentaire, étant donné que, consécutivement à une alcalinisation propre, la valeur du pH de l'eau en circulation s'ajuste en quelques semaines de fonctionnement dans la plage mentionnée. Premier contrôle de la valeur du pH après deux mois, au plus tard dans le cadre de l'entretien annuel suivant. Si une correction du pH devait être entreprise (en règle générale: relèvement), il faut veiller à ce que, dans le cas de parties de l'installation ou composants constitués d'alliages d'aluminium, la valeur maximale de consigne du pH s'élève à 8,5. Des agents d'alcalinisation anorganiques doivent être utilisés à cet effet. Les substances organiques présentent souvent des effets secondaires défavorables tels que la détérioration des matériaux des joints ou favorisent l'activité microbologique de l'eau.
- Dans le cas d'eaux à teneur en chlorures ou sulfates élevée, la meilleure solution technique est la déminéralisation (déminéralisation intégrale).
- Des teneurs en oxygène élevées favorisent les corrosions, ce qui apparaît par de l'eau «rouillée» et peut conduire à des perturbations du fonctionnement. Les mesures à prendre sont l'affaire du spécialiste. Une bonne solution technique et écologique: procédé de protection à anodes sacrificielles.

Les mesures suivantes sont à disposition pour l'assainissement des installations présentant des perturbations démontrables consécutivement à de l'eau contenant de l'oxygène:

- *Séparation des circuits, intercalage d'échangeurs de chaleur entre le générateur de froid et le système de distribution.*
- *Mise en place d'installations de protection contre la corrosion du type «anodes sacrificatrices».*
- *Agents chimiques pour fixer l'oxygène.*

Le carbone organique total (TOC) est un paramètre de sommation déterminant la charge de l'eau en substances organiques. Des valeurs élevées indiquent la présence dans l'eau de substances pouvant gêner la sécurité de fonctionnement de l'installation. La mesure du TOC convient également très bien pour indiquer les fuites de frigorigène.

4.3 Offene Systeme

4.3.1 Allgemeines

Unter offenen Systemen werden Anlagen mit Wasserkreisläufen verstanden, die in direktem Kontakt zur Umgebungsluft stehen.

Offene Systeme müssen normalerweise mit Speisewasser nachgefüllt werden. Das Kreislaufwasser wird durch Verdunstung und Absalzung verbraucht. Dabei muss soviel Wasser nachgefüllt werden, dass der maximale Salzgehalt im Kreislaufwasser nicht überschritten wird.

4.3 Systèmes ouverts

4.3.1 Généralités

On entend sous systèmes ouverts des installations à circuits d'eau directement en contact avec l'air environnant.

Normalement les systèmes ouverts doivent disposer d'une alimentation complémentaire. L'eau du circuit est consommée par évaporation et déminéralisation. A cette occasion, on doit injecter autant d'eau pour que la teneur maximale en sels de l'eau en circulation ne soit pas dépassée.

4.3.2 Offene Kühlkreisläufe aus metallischen Werkstoffen (Mischinstallationen) mit kleinem Verdunstungsanteil (Beispiele: Offener Speicher, Oberflächenverdunstung)

Anforderungen an das Speisewasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
GH	Gesamthärte	< 1,0		mmol/l
pH	pH-Wert	6,5...8,0		

Anforderungen an das Umlaufwasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
-	Aussehen *	klar		-
-	Farbe *	farblos		-
-	Geruch *	ohne		-
GH	Gesamthärte	< 3,5 ^{a)}		mmol/l
pH	pH-Wert *	7,5...9,0 ^{b), f)}		-
LF	Leitfähigkeit *	< 2'000		µS/cm
K _{S4,3}	Säurekapazität bis 4,3 bei Einsatz von Härtestabilisierungsmitteln	< 7 ^{c)}		mmol/l
K _{S4,3}	Säurekapazität bis 4,3 ohne Einsatz von Härtestabilisierungsmitteln	< 1,4		mmol/l
Cl ⁻	Chloride	< 100		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfate	< 150 ^{a)}		mg/l
AMK	Aerobe mesophile Keime	< 1'000 ^{e)}		KBE/ml
EZ	Eindickungszahl	2...4 ^{d)}		-

Periodische Kontrollen der Wasserbeschaffenheit	jährlich
Bei mit * bezeichneten Werten	monatlich

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen.

Erläuterungen:

- Beim Einsatz von schwefelsäurehaltigen Konditionierungsmitteln können höhere Konzentrationen zugelassen werden.
- Beim Einsatz von Konditionierungsmitteln kann der optimale pH-Wert ausserhalb des angegebenen Bereichs liegen.
- Beim Einsatz von enthärtetem Wasser dürfen die Werte höher liegen.
- Beim Einsatz von entsalztem Wasser (z. B. vollentsalzt oder Umkehrosmosewasser) soll die Eindickungszahl höher sein, jedoch < 10 betragen.
- Standort und Umgebung beeinflussen das mikrobiologische Wachstum entscheidend.
- Sind Aluminium oder Aluminiumlegierungen im Kreislauf eingebaut, so ist der pH-Wert < 8,5 zu halten.

4.3.2 Circuits de refroidissement ouverts comportant des parties métalliques (installations de mélange) avec une petite part d'évaporation

(Exemples: accumulateur ouvert, évaporation de surface)

Exigences imposées à l'eau d'alimentation:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 1,0		mmol/l
pH	Valeur du pH	6,5...8,0		

Exigences imposées à l'eau de circulation:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
-	Aspect *	claire		-
-	Couleur *	incolore		-
-	Odeur *	sans		-
GH	Dureté totale	< 3,5 ^{a)}		mmol/l
pH	Valeur du pH *	7,5...9,0 ^{b), f)}		-
LF	Conductivité *	< 2'000		µS/cm
K _{S4,3}	Capacité acide jusqu'à 4,3 dans le cas de l'utilisation de stabilisateurs de dureté	< 7 ^{c)}		mmol/l
K _{S4,3}	Capacité acide jusqu'à 4,3 sans utilisation de stabilisateurs de dureté	< 1,4		mmol/l
Cl ⁻	Chlorures	< 100		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfates	< 150 ^{a)}		mg/l
AMK	Germes aérobies mésophiles	< 1'000 ^{e)}		UFC/ml
EZ	Indice d'épaississement	2...4 ^{d)}		-

Contrôles périodiques de la qualité de l'eau	annuels
Pour les valeurs désignées par une *	mensuels

Les exigences des fabricants des composants doivent être observées.

Explications:

- Des concentrations plus élevées peuvent être autorisées dans le cas de l'utilisation d'agents de conditionnement contenant de l'acide sulfurique.
- Dans le cas de l'utilisation d'agents de conditionnement, la valeur optimale du pH peut se situer en dehors de la plage indiquée.
- Dans le cas de l'utilisation d'eau adoucie, les valeurs peuvent se situer à un niveau supérieur.
- Dans le cas de l'utilisation d'eau déminéralisée (par ex. totalement déminéralisée ou eau à osmose inverse), l'indice d'épaississement doit être plus élevé, cependant s'élever à < 10.
- Le site et l'environnement influencent de façon déterminante la croissance microbologique.
- Si de l'aluminium ou des alliages d'aluminium sont incorporés dans le circuit, la valeur du pH doit être < 8,5.

4.3.3 Offene Kühlkreisläufe aus metallischen Werkstoffen mit grossem Verdunstungsanteil

(Beispiele: Verdunstungskühlung, Kühlturm)

Anforderungen an das Speisewasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
GH	Gesamthärte	< 1,0		mmol/l
pH	pH-Wert	6,0...8,5		

Anforderungen an das Umlaufwasser:

Bez.	Bezeichnung	Soll	Ist	Einheit
-	Aussehen *	klar		-
-	Farbe *	farblos		-
-	Geruch	ohne ^{d)}		-
GH	Gesamthärte	< 1,2		mmol/l
pH	pH-Wert *	7,5...9,0 ^{a)}		-
LF	Leitfähigkeit *	< 1'000 ^{e)}		µS/cm
K _{S4,3}	Säurekapazität bis 4,3 bei Einsatz von Härtestabilisierungsmitteln	< 7 ^{c)}		mmol/l
K _{S4,3}	Säurekapazität bis 4,3 ohne Einsatz von Härtestabilisierungsmitteln	< 1,4		mmol/l
Cl ⁻	Chloride	< 100 ^{b)}		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfate	< 200		mg/l
AMK	Aerobe mesophile Keime	< 10'000 ^{c)}		KBE/ml
	Produktgehalt			mg/l

Periodische Kontrollen der Wasserbeschaffenheit	monatlich
Bei mit * bezeichneten Werten	wöchentlich

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen.
--

Erläuterungen:

- Bei Verwendung von Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen darf der pH-Wert 8,5 nicht übersteigen.
- Beim Einsatz von Aluminium oder nicht rostendem Stahl und hohen Wandtemperaturen muss zur Vermeidung von Loch- bzw. Spannungsriss-Korrosionen die Chlorid-Konzentration erheblich niedriger begrenzt werden.
- Bei halboffenen Systemen ist vor allem die biologische Aktivität zu beachten. Bei Anstieg der Kolonienbildenden Einheiten (KBE) entstehen Gase, die zu hörbaren Geräuschen führen und die Kühleffizienz stark reduzieren. Mit geeigneten Desinfektionsverfahren kann wirkungsvoll Abhilfe geschaffen werden. Sind Rotameter vorhanden, kann dort die Belastung beobachtet werden.
- Anlagen mit kleinem Inhalt sind regelmässig zu entleeren und neu zu befüllen.
Empfohlene Intervalle: alle 6 bis 12 Monate.
- Mit dem Einsatz von Bioziden und Konditionierungsmitteln steigt die Leitfähigkeit an. So sind hier auch höhere Werte zulässig; diese sind mit der Lieferfirma der Konditionierungsmittel abzustimmen.

4.3.3 Circuits de refroidissement ouverts en matières métalliques avec une grande part d'évaporation

(Exemples: refroidissement par évaporation, tour de refroidissement)

Exigences imposées à l'eau d'alimentation:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
GH	Dureté totale	< 1,0		mmol/l
pH	Valeur du pH	6,0...8,5		

Exigences imposées à l'eau de circulation:

Dés.	Désignation	Consigne	Effective	Unité
-	Aspect *	clair		-
-	Couleur *	incolore		-
-	Odeur *	sans ^{d)}		-
GH	Dureté totale	< 1,2		mmol/l
pH	Valeur du pH *	7,5...9,0 ^{a)}		-
LF	Conductivité *	< 1'000 ^{e)}		μS/cm
K _{S4,3}	Capacité acide jusqu'à 4,3 dans le cas de l'utilisation de stabilisateurs de dureté	< 7 ^{c)}		mmol/l
K _{S4,3}	Capacité acide jusqu'à 4,3 sans utilisation de stabilisateurs de dureté	< 1,4		mmol/l
Cl ⁻	Chlorures	< 100 ^{b)}		mg/l
SO ₄ ²⁻	Sulfates	< 200		mg/l
AMK	Germes aérobies mésophiles	< 10'000 ^{c)}		UFC/ml
	Teneur en produit			mg/l

Contrôles périodiques de la qualité de l'eau	mensuels
Pour les valeurs désignées par une *	hebdomadaires

Les exigences des fabricants des composants doivent être observées.

Explications:

- La valeur du pH de doit pas dépasser 8,5 dans le cas de l'utilisation d'aluminium ou d'alliages d'aluminium
- En cas d'utilisation d'aluminium ou d'acier inoxydable et de températures des parois élevées, la concentration de chlorures doit être limitée sensiblement plus bas pour éviter des corrosions perforantes ou fissurantes.
- Dans le cas de systèmes à moitié ouverts, il faut avant observer l'activité biologique. En cas d'augmentation des unités formant colonies (UFC), apparaissent des gaz conduisant à des bruits audibles et réduisant fortement l'efficacité du refroidissement. On peut y remédier efficacement en utilisant des procédés de désinfection. La charge peut être observée si des rotamètres sont présents.
- Dans le cas d'installations de petite contenance, elles doivent être vidangées régulièrement et reremplies. Intervalle recommandé: tous les 6 à 12 mois.
- L'utilisation de biocides et d'agents de conditionnement accroît la conductivité. En conséquence, dans ce cas également, des valeurs plus élevées sont autorisées, elles doivent être déterminées avec le fournisseur de l'agent de conditionnement.

4.3.4 Luftbefeuchter ohne Umlaufwasser

Ultraschall-Luftbefeuchter	Hybrid-Luftbefeuchter	Direkt-Raumzerstäuber	Niederdruckdampf-Luftbefeuchter mit Elektrodenheizung	Niederdruckdampf-Luftbefeuchter mit Widerstandsheizung	Gas-Dampf-Luftbefeuchter
-----------------------------------	------------------------------	------------------------------	--	---	---------------------------------

Anforderungen an das Speisewasser:

Bez.	Bezeichnung	Einheit	Soll	Soll	Soll	Soll	Soll	Soll
LF	Leitfähigkeit	µS/cm	< 20	< 20	< 20 ^{a)}	100...1'000	0...1'000	< 20 ^{b)}
AMK	Aerobe meso- phile Keime	KBE/ml	< 300	< 300	< 300	-	-	-
LEG	Legionellen	KBE/l	< 100	< 100	< 100	-	-	-

Bez.	Bezeichnung	Einheit	Ist	Ist	Ist	Ist	Ist	Ist
LF	Leitfähigkeit	µS/cm						
AMK	Aerobe meso- phile Keime	KBE/ml						
LEG	Legionellen	KBE/l						

Periodische Kontrollen	14-tägl.	jährlich	14-tägl.	jährlich	jährlich	jährlich
------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen.

Erläuterungen:

- a) Für übrige Anwendungen, wie z. B. Schreinereien, können auch höhere Werte zugelassen werden.
 b) Bei höheren Werten steigt der Reinigungsaufwand.

Siehe auch SWKI-Richtlinie VA301-01 und SWKI-Richtlinie VA104-01

4.3.4 Humidificateur d'air sans eau de circulation

<i>Humidificateurs d'air à ultra-son</i>	<i>Humidificateurs d'air hybrides</i>	<i>Pulvérisateurs directs</i>	<i>Humidificateurs d'air à vapeur basse pression à chauffage à électrodes</i>	<i>Humidificateurs d'air à vapeur basse pression à chauffage à résistances</i>	<i>Humidificateurs d'air à vapeur à gaz</i>
--	---------------------------------------	-------------------------------	---	--	---

Exigences imposées à l'eau d'alimentation:

Dés.	Désignation	Unité	Cons.	Cons.	Cons.	Cons.	Cons.	Cons.
LF	Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	< 20	< 20	< 20 ^{a)}	100...1'000	0...1'000	< 20 ^{b)}
AMK	Germes aérobies mésophiles	UFC/ml	< 300	< 300	< 300	-	-	-
LEG	Légionelles	UFC/l	< 100	< 100	< 100	-	-	-

Dés.	Désignation	Unité	Effective	Effective	Effective	Effective	Effective	Effective
LF	Conductivité	$\mu\text{S/cm}$						
AMK	Germes aérobies mésophiles	UFC/ml						
LEG	Légionelles	UFC/l						

Contrôles périodiques	14 jours	annuels	14 jours	annuels	annuels	annuels
-----------------------	----------	---------	----------	---------	---------	---------

Les exigences des fabricants de composants doivent être observées.

Explications:

a) Des valeurs plus élevées peuvent également être autorisées pour d'autres applications, par ex. menuiseries.

b) Les frais de nettoyage augmentent dans le cas de valeurs plus élevées.

Voir également directive SICC VA301-01 et directive SICC VA104-01

4.3.5 Luftbefeuchter mit Umlaufwasser

Luftwäscher-Luftbefeuchter	Kontakt- oder Rieselbefeuchter
-----------------------------------	---------------------------------------

Anforderungen an das Speisewasser:

Bez.	Bezeichnung	Einheit	Soll	Ist	Soll	Ist
LF	Leitfähigkeit	µS/cm	< 20 ^{a)}		< 20 ^{a)}	
AMK	Aerobe mesophile Keime	KBE/ml	< 300		< 300	
LEG	Legionellen	KBE/l	< 100		< 100	

Anforderungen an das Umlaufwasser:

Bez.	Bezeichnung	Einheit	Soll	Ist	Soll	Ist
AMK	Aerobe mesophile Keime	KBE/ml	< 1'000		< 1'000	
LEG	Legionellen	KBE/l	< 1'000		< 1'000	
EZ	Eindickungszahl	-	< 4		< 4	

Periodische Kontrollen	14-täglich	14-täglich
------------------------	------------	------------

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen.

Erläuterungen:

a) Bei höheren Werten steigt der Reinigungsaufwand.

Siehe auch SWKI-Richtlinie VA301-01 und SWKI-Richtlinie VA104-01

4.3.5 Humidificateurs d'air à eau de circulation

<i>Humidificateurs-laveurs d'air</i>	<i>Humidificateurs à ruissellement - contact</i>
--------------------------------------	--

Exigences imposées à l'eau d'alimentation:

Dés.	Désignation	Unité	Consigne	Effective	Consigne	Effective
LF	Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	< 20 ^{a)}		< 20 ^{a)}	
AMK	Germes aérobies mésophiles	UFC/ml	< 300		< 300	
LEG	Légionelles	UFC/l	< 100		< 100	

Exigences imposées à l'eau de circulation:

Dés.	Désignation	Unité	Consigne	Effective	Consigne	Effective
AMK	Germes aérobies mésophiles	UFC/ml	< 1'000		< 1'000	
LEG	Légionelles	UFC/l	< 1'000		< 1'000	
EZ	Indice d'épaississement	-	< 4		< 4	

Contrôles périodiques	14 jours	14 jours
-----------------------	----------	----------

Les exigences des fabricants des composants doivent être observées.

Explications:

a) Les frais de nettoyage augmentent dans le cas de valeurs plus élevées.

Voir également directive SICC VA301-01 et directive SICC VA104-01

4.3.6 Dampf-Luftbefeuchter mit externer Dampferzeugung

Anforderungen an das Speisewasser siehe Ziffer 4.2.4 «Dampferzeugung»:

Periodische Kontrollen des Dampfverteilsystems	jährlich
--	----------

Die Anforderungen der Komponentenhersteller sind zu berücksichtigen.

Erläuterungen:

Wichtig: Es ist darauf zu achten, dass bei der Dampferzeugung keine dampfflüchtigen Konditionierungsmittel verwendet werden.

Siehe auch SWKI-Richtlinie VA301-01 und SWKI-Richtlinie VA104-01

4.3.6 Humidificateur d'air à vapeur avec génération de vapeur externe

Exigences imposées à l'eau d'alimentation voir chiffre 4.2.4 «Production de vapeur»:

Contrôles périodiques du système de distribution de vapeur	annuels
--	---------

Les exigences des fabricants de composants doivent être observées.

Explications:

Important: Il faut veiller à ce que, lors de la génération de vapeur, aucun agent de conditionnement volatil ne soit utilisé.

Voir également directive SICC VA301-01 et directive SICC VA104-01

4.4 Betriebswasser

4.4.1 Grauwasser

Unter «Grauwasser» versteht man rezirkuliertes Wasser, das nicht als Trinkwasser genutzt werden kann.

Bei der Nutzung von Grauwasser ist neben einer geeigneten Filtration auf die chemische Beschaffenheit zu achten.

Dadurch ergibt sich die geeignete Werkstoffwahl aller Bauteile, die mit dem Grauwasser in Kontakt kommen.

4.4.2 Quell- und Grundwasser

Bei der Nutzung von Quell- und Grundwasser ist auf eine geeignete Filtration zu achten.

Speziell bei Grundwasser ist anlässlich der Pumpversuche nach der Bohrung zu bestimmen, welche Filterqualität zum Schutz der Bauteile und des Betriebes notwendig ist.

4.4.3 Oberflächenwasser (Fluss- und Seewasser)

Bei der Nutzung von Fluss- und Seewasser ist auf eine geeignete Filtration zu achten.

Bei diesen Wasserarten ist es besonders wichtig, dass die Wärmeübertrager gut gespült werden können.

Zudem sind geeignete Vorkehrungen zu treffen, um Mikroorganismen und z. B. Wandermuscheln fern zu halten.

Wandermuscheln können sich in den Leitungen problemlos ansetzen und sich vermehren.

Bei Instandhaltungsarbeiten ist peinlich darauf zu achten, dass keine Wandermuscheln die Filtrationsstufe passieren können.

4.4 Eau de service

4.4.1 Eau grise

On entend sous «eau grise» de l'eau recyclée qui ne peut être utilisée comme eau potable.

Dans le cas d'utilisation d'eau grise, il faut veiller, en dehors d'une filtration adéquate, à la qualité chimique de celle-ci.

Il en résulte le choix adéquat des matières de tous les composants en contact avec de l'eau grise.

4.4.2 Eau de source et souterraine

Il faut veiller à une filtration adéquate en cas d'utilisation d'eau de source et souterraine.

En particulier dans le cas d'eau souterraine, il faut déterminer, à l'occasion d'essais de pompage après le forage, la qualité des filtres nécessaires à la protection des composants et du fonctionnement.

4.4.3 Eau de surface (eau de rivière et de lac)

Il faut veiller à une filtration adéquate en cas d'utilisation d'eau de rivière et de lac.

Dans le cas de ces types d'eau, il est particulièrement important que les échangeurs de chaleur puissent être parfaitement rincés.

D'autre part des dispositions adéquates doivent être prises pour écarter les microorganismes et par ex. les moules zébrées.

Les moules zébrées peuvent facilement se fixer dans les conduites et s'y multiplier.

Lors des travaux de la maintenance, il faut scrupuleusement veiller à ce qu'aucune moule zébrée ne puisse passer le stade de la filtration.

5 Prüfungen

Abnahme und Inbetriebnahme

Die Betriebsbedingungen, die für eine Anlage geplant wurden, sind in einem Anlagenbuch festzuhalten. Das betrifft auch die Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit für die Gebäudetechnik-Anlagen.

Das Anlagenbuch ist dem Anlagenbetreiber bei der Inbetriebnahme und Instruktion der Anlage vom Installateur oder Planer zu übergeben. Für die Führung des Anlagenbuchs ist ab diesem Zeitpunkt der Betreiber verantwortlich. Das Anlagenbuch ist Bestandteil der Anlage.

Das Füllwasser muss vor der Befüllung des Systems analysiert werden, um zu überprüfen, ob es für die verwendeten Materialien geeignet ist. Werden die Richtwerte für das Füllwasser nicht eingehalten, so sind entsprechende Massnahmen erforderlich.

Die Wasseranalyse ist zu protokollieren.

Die Anlage ist vor der Inbetriebnahme gründlich zu spülen.

Eine Entleerung des Systems nach einer Druckprobe mit Wasser ist zu vermeiden, da unvermeidlich Wasserreste in den Anlagenteilen verbleiben. Durch eintretenden Luftsauerstoff sind die Voraussetzungen für den Ablauf von Korrosionsreaktionen gegeben. Die gleichen Vorgänge können auch bei länger andauernder Ausserbetriebnahme des Systems oder deren Teilen auftreten.

Die fachgerechte Installation und Inbetriebnahme der Druckhaltung ist als Korrosionsschutzmassnahme zwingend erforderlich.

Eine vollständige Entlüftung der Anlage bei maximaler Betriebstemperatur ist zur Vermeidung von Gaspolstern und Gasblasen unverzichtbar.

Die Abnahmen haben nach den gültigen SIA-Normen und SWKI-Richtlinien zu erfolgen.

Nach der Werksabnahme und Übergabe des Werks an den Eigentümer liegt die Verantwortung für die Einhaltung gemäss der vorliegenden Richtlinie sowie der Protokollierung der gemessenen Wasserwerte beim Eigentümer der Anlage.

5 Contrôles

Réception et mise en service

Les conditions d'exploitation qui ont été prévues pour l'installation doivent être consignées dans un manuel d'installation. Ceci concerne également les exigences imposées à la qualité de l'eau pour les installations techniques du bâtiment.

Le manuel de l'installation doit être remis à l'exploitant lors de la mise en service ainsi que les instructions relatives à l'installation doivent être fournies par l'installateur ou le concepteur. A partir de ce moment, l'exploitant est responsable de la tenue du manuel de l'installation. Le manuel de l'installation constitue une partie de celle-ci.

L'eau de remplissage doit être analysée avant de remplir le circuit pour vérifier si elle convient pour les matériaux utilisés. Les mesures correspondantes sont nécessaires si les valeurs indicatives de l'eau de remplissage ne sont pas respectées.

L'analyse de l'eau doit faire l'objet d'un protocole.

L'installation doit être rincée à fond avant la mise en service.

Il faut éviter de vidanger le circuit après une épreuve de pression avec de l'eau, étant donné qu'inévitablement des restes d'eau subsistent dans des parties de l'installation. Les conditions de démarrage de réactions de corrosion sont alors réunies du fait de l'oxygène de l'air qui pénètre. Les mêmes processus peuvent également apparaître dans le cas de mises hors service prolongées du circuit ou de ses parties.

L'installation et la mise en service conforme du maintien de la pression sont impérativement nécessaires comme mesure de protection contre la corrosion.

Une purge complète de l'air de l'installation à la température de service maximale est indispensable pour éviter les coussins et bulles de gaz.

Les réceptions doivent intervenir selon les normes SIA et directives SICC applicables.

La responsabilité du respect de la présente directive, de même que du protocollage des valeurs d'eau mesurées incombe au propriétaire de l'installation après la réception en usine et la remise de l'ouvrage au propriétaire.

6 Betrieb und Erhaltung

6.1 Einleitung

Gebäudetechnik-Anlagen sind aufgrund der vorgesehenen Betriebsbedingungen so zu planen und zu installieren, dass Betriebsunterbrüche oder Betriebsstörungen weitgehend verhindert werden können.

Schmutz und andere Verunreinigungen (Fremdpartikel) sind besondere Korrosionsfaktoren. Zunder, Rost, Innengrat, Schweissperlen, Reste von Dichtungsmitteln, Metallspäne und dergleichen bilden die Basis für Korrosionsvorgänge und sind so die Quellen der Verschmutzung des Betriebswassers. Deshalb sind solche Verunreinigungen durch geeignete Massnahmen zu verhindern. Einen wesentlichen Einfluss auf die Korrosionsvorgänge hat auch das Füll- und Ergänzungswasser, welches die in der Richtlinie und von den Komponentenherstellern geforderten Eigenschaften aufweisen muss.

6.2 Betrieb

Betriebskontrollen bezüglich Funktionsstörungen, Leckagen und Geräuschen sind nach Inbetriebnahme der Anlage periodisch bei entsprechender Betriebstemperatur durchzuführen.

Unregelmässigkeiten sind im Anlagenbuch zu dokumentieren.

Der Zusatz von Wasseradditiven (Chemikalien) ist als Korrosionsschutzmassnahme in der Regel nicht notwendig.

Bei Arbeiten am System, die Wasserverlust oder eine Veränderung des Wasserinhaltes nach sich ziehen, ist innerhalb von 4 bis 6 Wochen eine Überprüfung des Umlaufwassers durch den Betreiber durchführen zu lassen.

6.3 Systemreinigung

Die Reinigung von Wasser führenden Systemen ist sehr anspruchsvoll und sollte deshalb von geschultem Fachpersonal durchgeführt werden.

6 *Fonctionnement et maintenance*

6.1 *Introduction*

Les installations techniques du bâtiment doivent être planifiées et installées sur la base des conditions d'exploitation prévues, de manière que des interruptions ou pannes de fonctionnement puissent être largement évitées.

La saleté et d'autres impuretés (particules étrangères) constituent des facteurs de corrosion particuliers. La calamine, la rouille, les bavures internes, les perles de soudure, les résidus de joints, les copeaux métalliques et autres constituent la base de processus de corrosion et forment ainsi les sources de l'encrassement de l'eau de service. C'est pourquoi de telles impuretés doivent être évitées par des mesures adéquates. L'eau de remplissage et complémentaire, qui doit présenter les propriétés exigées dans la directive et par les fabricants des composants, a également une influence importante sur les processus de corrosion.

6.2 *Fonctionnement*

Les contrôles de fonctionnement concernant les pannes, fuites et bruits doivent être réalisés périodiquement à la température de service correspondante après la mise en service de l'installation.

Les irrégularités doivent être documentées dans le manuel de l'installation.

L'ajout d'additifs à l'eau (produits chimiques) n'est pas nécessaire en règle générale comme mesure de protection contre la corrosion.

Dans le cas de travaux sur le système, entraînant une perte d'eau ou une modification de la teneur en eau, une vérification de l'eau de circulation doit être effectuée par l'exploitant dans un délai de 4 à 6 semaines.

6.3 *Nettoyage du système*

Le nettoyage des circuits d'eau est très complexe et doit en conséquence être réalisé par du personnel spécialisé qualifié.

Folgende Verfahren stehen zur Verfügung:

- **Systemspülung:**
Mit einem Luft-Wasser-Gemisch kann eine Reinigung vorgenommen werden. Allerdings muss beachtet werden, dass sehr lange Reinigungszeiten notwendig sind, um Schmutz, der an den Leitungswänden haftet, herauslösen zu können.
- **Chemische Reinigung:**
Beim Einsatz von Chemikalien ist zu gewährleisten, dass die Systemwerkstoffe nicht angegriffen werden.
- **Abrasiv Reinigung:**
Bei abrasiven Reinigungsverfahren (z. B. Sandstrahlen) kann, neben der Entfernung von Ablagerungen, auch das Leitungsmaterial beeinträchtigt werden. Es muss also gewährleistet sein, dass keine Folgeschäden erwartet werden müssen.
- **Mechanische Reinigung unter Einsatz von Reinigungsverfahren ohne Einsatz von Chemikalien:**
Solche Verfahren ermöglichen eine fast vollständige Reinigung von Leitungen und Fussbodenkreisläufen, wobei die gereinigten Werkstoffe keine Beeinträchtigung erfahren.

Siehe auch Richtlinie SWKI VA104-01.

6.4 Leitungs-Innenbeschichtungen

Bei Leitungs-Innenbeschichtungen ist zu beachten, dass:

- der Leitungsquerschnitt nach der Sanierung den notwendigen Medien-Volumenstrom ermöglicht,
- die Beschichtung bei maximalen Betriebstemperaturen keinen Schaden nehmen kann,
- die Wasserqualität gemäss der vorliegenden Richtlinie eingehalten wird,
- keine Fremdstoffe an das Medium abgegeben werden, die zur Beeinträchtigung der übrigen Bauteile, Dichtungen usw. führen können,
- keine Fremdstoffe abgegeben werden, die dazu führen, dass das Betriebswasser nicht über die öffentliche Kanalisation abgeleitet werden darf.

Les procédés suivants sont à disposition:

- *Rinçage du circuit:*
Un nettoyage peut être réalisé avec un mélange d'eau et d'air. Toutefois il faut observer que des durées de nettoyage très importantes sont nécessaires pour décoller la saleté adhérent sur les parois des conduites.
- *Nettoyage chimique:*
Dans le cas de l'utilisation de produits chimiques, il faut garantir que les matières du circuit ne sont pas attaquées.
- *Nettoyage abrasif:*
Dans le cas des procédés de nettoyage abrasifs (par ex. sablage), le matériau des conduites peut, en plus de l'élimination des dépôts, être détérioré. On doit en conséquence garantir qu'aucun dommage induit n'est escomptable.
- *Nettoyage mécanique en utilisant des procédés de nettoyage sans emploi de produits chimiques:*
De tels procédés permettent un nettoyage presque complet des conduites et circuits dans le sol, les matières nettoyées ne subissant aucune détérioration.

Voir également directive SICC VA104-01.

6.4 Revêtements intérieurs des conduites

Les points suivants doivent être observés en cas de revêtements intérieurs des conduites:

- *La section de la conduite après assainissement doit permettre le débit des fluides nécessaire.*
- *Le revêtement ne peut subir de dommages aux températures de service maximales.*
- *La qualité de l'eau selon la présente directive doit être respectée.*
- *Absence de migration de matériaux étrangers au fluide pouvant conduire à une détérioration des autres composants joints etc.*
- *Absence de migration de matériaux étrangers pouvant conduire à ce que l'eau de service ne puisse plus être dirigée à l'égout.*

7 Schutz und Sicherheit

7.1 Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen

Die relevanten europäischen Richtlinien sind einzuhalten, soweit sie in Schweizer Recht überführt worden sind.

Damit muss der Hersteller eine Konformitätserklärung ausstellen. Sie basiert auf der technischen Dokumentation, welche der Hersteller zu erstellen hat. Dazu gehört auch die Risikobeurteilung des Gerätes oder der Anlage.

7.2 Anlagensicherheit

Die einschlägigen Richtlinien sind einzuhalten.

Vor Inbetriebsetzungen oder bei Arbeiten im Gefahrenbereich muss der vor Ort installierte Sicherheitsschalter ausgeschaltet werden und wenn nötig gegen Wiedereinschalten gesichert werden.

Eine grösstmögliche Verfügbarkeit der Anlagen und Geräte ist auch im Interesse der Betreiber.

7 Protection et sécurité

7.1 Exigences de sécurité et de santé

Les directives européennes applicables doivent être respectées dans la mesure où elles ont été transposées en Droit Suisse.

En conséquence le fabricant doit établir une déclaration de conformité. Elle est basée sur la documentation technique que le fabricant a fait établir. L'évaluation du risque de l'appareil ou de l'installation en fait également partie.

7.2 Sécurité de l'installation

Les directives en vigueur doivent être respectées.

L'interrupteur de sécurité installé sur place doit être déclenché et, si nécessaire, protégé contre un réenclenchement avant des mises en service, ou dans le cas de travaux dans une zone dangereuse.

La plus grande disponibilité possible des installations et appareils est également dans l'intérêt de l'exploitant.

8 Rückbau und Entsorgung

8.1 Allgemein

Bereits in der Planung ist sicher zu stellen, dass der spätere Rückbau der Anlagen und deren Entsorgung ohne Umweltbelastungen durchgeführt werden können.

Bei der Wahl der Komponenten und Systeme sind die ökologischen Aspekte auch im Hinblick auf deren Rückbau und Entsorgung gebührend zu berücksichtigen. Als Mindestanforderung gilt, dass mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:

- Wiederverwendbarkeit
- Verbrennung möglich ohne Überschreitung der Emissionsgrenzwerte der LRV
- Ablagerung auf Inertstoffdeponie zulässig

Da die Lebensdauer der technischen Komponenten in der Regel kleiner ist als jene des Gebäudes, sollte der Einsatz aller Komponenten und Anlagen ohne grössere bauliche Anpassungen möglich sein.

8.2 Komponenten

Es sind nach RoHS-Richtlinie hergestellte Bauteile zu verwenden.

(RoHS ist die Abkürzung der englischen Bezeichnung für die «RICHTLINIE 2002/95/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten»)

Die Nachfolgerichtlinie 2011/65/EU ist bereits veröffentlicht und ersetzt anfangs 2013 die hier erwähnte Richtlinie 2002/95/EG

8 Démantèlement et élimination

8.1 Généralités

Il faut veiller, dès la planification, à ce que le démantèlement ultérieur des installations et leur élimination puissent être réalisés sans pollution de l'environnement.

Les aspects écologiques doivent être pris en considération dans le choix des composants et circuits, en tenant compte également de leur démantèlement et élimination. Il est au minimum exigé que l'un des critères suivants soit satisfait:

- *Recyclage*
- *Incinération possible sans dépassement des valeurs d'émission de l'OPair*
- *Dépôt dans des décharges inertes autorisées*

Etant donné que la longévité des composants techniques est, en règle générale, inférieure à celle du bâtiment, l'utilisation de tous les composants et installations devrait être possible sans adaptation importante des bâtiments.

8.2 Composants

Il faut utiliser des composants fabriqués selon la directive RoHS.

(RoHS est l'abréviation de la désignation anglaise de la «DIRECTIVE 2002/95/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques»).

La directive suivante 2011/65/UE est déjà publiée et remplacera début 2013 la directive ici évoquée 2002/95/CE

Anhang A (informativ) Publikationen

Der Text dieser Richtlinie enthält Verweisungen auf folgende Publikationen:

Dokumente

- [1] **Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG)**, vom 20. März 1981 (Stand am 1. Januar 2012)
- [2] **Druckgeräterichtlinie (DGRL)**
RICHTLINIE 97/23/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte
- [3] **RoHS-Richtlinie 2002**
RICHTLINIE 2002/95/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten
- [4] **RoHS-Richtlinie 2011**
RICHTLINIE 2011/65/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (Neufassung)

Annexe A (informative) Publications

Le texte de cette directive contient des références aux publications suivantes:

Documents

- [1] **Loi fédérale sur l'assurance-accidents (LAA)**, du 20 mars 1981 (Etat le 1^{er} janvier 2012)
- [2] **Directive équipements sous pression (DESP)** DIRECTIVE 97/23/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 29 mai 1997 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les équipements sous pression
- [3] **Directive RoHS 2002**
DIRECTIVE 2002/95/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques
- [4] **Directive RoHS 2011**
DIRECTIVE 2011/65/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 8 juin 2011 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (refonte)

Mitglieder Arbeitsgruppe/Membres du groupe de travail:

(in alphabetischer Reihenfolge/par ordre alphabétique)

	Vertreter von/représentant de
Christoph Aebischer, Fribourg	Bauherrschaft/Betreiber
Peter Arnet, Aeugst a.A.	Unternehmung (SWKI-Mitglied)
Heinz Bader, Küttigen	Industrie
Martin Dönni, Uster	shkt
Dr. Edgar Käslin, Kriens	Suva
Peter Kunz, Dietlikon (Obmann)	Beratung (SWKI-Mitglied)
René Kunz, Bassersdorf	Beratung
Daniel Weiss, Dübendorf	SFF ASCS
Otto Wyss, Winterthur	aqua suisse

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

Aucune garantie ne peut être donnée en ce qui concerne la traduction française.

La version allemande de cette directive fait foi.

Genehmigung und Inkrafttreten

Die vorliegende SWKI-Richtlinie BT102-01, «Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen», wurde vom SWKI-Vorstand am 10. Februar 2012 genehmigt. Sie tritt am 1. April 2012 in Kraft. Sie ersetzt die SWKI-Richtlinie 97-1 «Wasserbeschaffenheit für Heizungs-, Dampf-, Kälte- und Klimaanlageanlagen» vom Oktober 1999.

Autorisation et entrée en vigueur

La présente directive SICC BT102-01, «Qualité de l'eau dans les installations techniques du bâtiment», a été autorisée par le comité de la SICC le 10 février 2012. Elle entre en vigueur le 1^{er} avril 2012. Elle remplace la directive SICC 97-1 F «Traitement des eaux destinées aux installations de chauffage, de vapeur, de froid et de climatisation» du 2001.

Copyright © 2012 by SWKI

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.

Copyright © 2012 par la SICC

Tous droits, même de réimpression partielle, de reproduction partielle ou en totalité (photocopies, microcopies, CD-ROM etc.) de mémorisation dans des installations de traitement de données et de traduction sont réservés.

2012-08 2. Auflage, unveränderter Nachdruck/2^{ème} édition, réimpression sans modification, 150 Ex.