

Fokus Trinkwasser und Wasserbehandlung, Teil 3

Sonderfälle der Trinkwasseraufbereitung

Mit diesem Beitrag beenden wir die Trilogie zum Thema: „Vom Installateur zum Wasser-Experten“. Der erste Teil beschäftigte sich mit den Wasserinhaltsstoffen und einschlägigen Normen (SBZ 18/2006). Im zweiten Beitrag ging es um die verfahrenstechnischen Lösungen (SBZ 19/2006), während der vorliegende dritte und letzte Beitrag sich mit technischen Wässern, Schwimmbadwasser und allgemeinen Überlegungen zum Hygiene-Management beschäftigt.



Bild 1 Ionenaustauscher verhindern Härteablagerungen; sie sind fast immer Basis der Aufbereitung technischer Wässer

Natürliches Wasser enthält Salze, gelöste Gase und organische Inhaltsstoffe. Für den Gebrauch in Industrie und Gewerbe muss das Wasser oft individuell aufbereitet werden. Das erfordert, geht es beispielsweise um Anwendungen in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie oder in der Halbleiter-Fertigung, sehr spezifisches Know-how. Dieser Beitrag beschränkt sich auf Bereiche, mit denen ein SHK-Betrieb normalerweise in der Praxis zu tun hat: Schwimmbadwasser oder technische Wässer, die beim Kühlen und Heizen zum Einsatz kommen.

Aufbereitung technischer Wässer

• Kühlwasser / Luftbefeuchterwasser

Erwärmtes Kühlwasser wird aus Kostengründen wie auch aus Überlegungen des Umweltschutzes selten direkt in den Vorfluter abgeleitet. Mit Hilfe eines Kühlturms gibt der Betreiber die nicht verwertbare Wärmeenergie an die Umgebungsluft ab – das spart mehr als 95 % Wasser ein. Unter diesem Aspekt sind Kühltürme umweltfreundlich und tragen gleichzeitig positiv zur Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens bei. Die VDI 3803 schreibt unter Punkt 3.4 Verdunstungs-Rückkühlwerke, dass die Wasserbeschaffenheit des Umlaufwassers den Baustoffen des Kühlkreislaufes anzupassen ist. Die Einhaltung der Grenzwerte muss durch eine Abschlammanlage bei geeigneter Behandlung des Nachspeisewassers gewährleistet werden. Da bei

Verdunstungskühltürmen das zu kühlende Wasser durch ein Wasserverteilsystem verspritzt und über Füllkörper verrieselt wird, kommt es zu Veränderungen der Wasserinhaltsstoffe im System. Diese Veränderungen können Härteablagerungen, Korrosion, Algen- und Schleimbildung verursachen. Die dabei entstehenden Beläge beeinträchtigen stets die Funktion der Gesamtanlage:

- Verschlechterung des Wärme- bzw. Kälteüberganges
- erhöhte Druckverluste durch Querschnittsverengungen
- Verstopfen von Düsen, Ventilen und Kühlkanälen.

Die daraus resultierenden Folgen sind: Höhere Energie- und Wasserverbräuche, Funktionsstörungen und Produktionsausfall, vermehrte Wartungsarbeiten, Zerstörung wichtiger Anlagenteile. Deshalb muss eine sinnvolle Wasseraufbereitung eingesetzt werden. Folgende Verfahren werden eingesetzt:

- Enthärtungsanlagen (Bild 1)
- Teil-/Vollentsalzung durch Umkehrosmose (Bild 2) oder Ionenaustausch
- Dosieren von Bioziden, Korrosionsinhibitoren und Härtestabilisatoren, Dispergatoren
- Absalzautomatiken
- UV-Anlagen zur Desinfektion
- Ozonanlagen zur Desinfektion und Abbau von Biofilmen.

Kühlwasserbehandlung mit Ozon

Der letztgenannte Punkt soll hier etwas ausführlicher dargestellt werden, bietet doch eine

Ozonanlage dem Kühlturbetreiber eine besonders umweltfreundliche Technologie. Das Ozon wird unmittelbar am Verwendungsort in Ozonerzeugungsanlagen produziert und automatisch bedarfsabhängig dem Kühlumlaufwasser zudosiert. Die Keimkoloniezahlen (KBE) in Kühlsystemen lassen sich durch Ozon deutlich reduzieren. Vorhandener biologischer Bewuchs kann mit der Ozonbehandlung in wenigen Wochen erheblich und in einigen Monaten oft fast vollständig reduziert werden. Ozon wird vor Ort in einer Ozonerzeugungsanlage aus dem Sauerstoffanteil atmosphärischer Luft oder bei sehr großen Kühlsystemen aus technischem Sauerstoff hergestellt und über ein wirksames Vermischungssystem in das Kühlwasser eingebracht. Bei der von BWT entwickelten kompakten Kühlwasserbehandlungsanlage Coolzon (Bild 3) erfolgt die Behandlung des Wassers in zwei Stufen in einem unabhängigen Kreislauf: Die Anlage fördert Kühlturmwater aus der Kühlturmtasse zuerst über einen Sandfilter und trägt dann Ozon in das zuvor filtrierte Wasser ein. Das mit Ozon versetzte Wasser gelangt schließlich in die Kühlturmtasse zurück. Der Ozoneintrag wird kontinuierlich überwacht. Ist der Kühlturm abgeschaltet, aber in Betriebsbereitschaft, sorgt eine Stillstands-schaltung für eine Zwangsbehandlung des stehenden Wassers. Auch eine kombinierte UV- und Ozontechnik ist verfügbar (Bild 4).

Kesselwasser

Fehlende oder nicht fachgerecht geplante bzw. ausgeführte Kesselwasser-Aufberei-

tungsanlagen bewirken Funktionsstörungen durch wärmestauende Ablagerungen (Energieverlust, thermische Überlastung) und durch Korrosion (Zerstörung der Kesselwerkstoffe, geringe Betriebsbereitschaft, Wertverlust, hohe Reparaturkosten etc.). Abgestimmt auf Kesselleistung, Rohwasserbeschaffenheit und Anforderungen an die Füll- und Umlaufwasserqualität ist eine geeignete Lösung zu erarbeiten. Folgende Verfahren stehen zur Verfügung:

- Enthärtung
- Entsalzung über Umkehrosmose
- Thermische Entgasung
- Dosierung von Korrekturphosphaten, Sauerstoffbindemitteln oder Inhibitoren.
- Dabei sind zu berücksichtigen:
 - eine realistische Sauerstoff-Eintragsbilanz
 - Kosten und Umweltverträglichkeit der Behandlung
 - Absicherung der Werkstoffverträglichkeit
 - vereinfachte Messverfahren zur Kontrolle und Einhaltung der spezifizierten Werte gemäß VdTÜV
 - Flexibilität bei der Auswahl der Konditionierungsmittel.

Aufbereitung von Schwimmbadwasser

Nicht nur im privaten Schwimmbaden, auch im kommunalen Bad, im Wellness-Bereich von Hotels oder im Bewegungsbecken eines Krankenhauses stellen sich ganz besondere Anforderungen an die Qualität der Wasseraufbereitung. Denn durch Badegäste werden erhebliche Mengen an organischen und anorganischen Verunreinigungen sowie Keime und Krankheitserreger in das Schwimmbadwasser eingetragen. Neben der Belastung durch die Badefrequenz (Anzahl der Badegäste pro m³ Beckenwasservolumen und Stunde) wird die Art und Menge der Verunreinigungen erheblich durch z.B. nachfolgende Faktoren beeinflusst:

- Wassertemperatur: Mit zunehmender Wassertemperatur wird die Abgabe von Verunreinigungen erhöht
- Altersstruktur der Badegäste: In von Kindern und Kleinkindern genutzten Planschbecken sowie in überwiegend von älteren Menschen genutzten Bewegungsbädern ist ein deutlich höherer Eintrag von Verunreinigungen, insbe-



Bild 2 Eine weitergehende Entsalzung zur Aufbereitung technischer Wässer ist mit Umkehrosmoseanlagen möglich



Bild 3 Coolzon-Ozonanlagen desinifizieren Kühlwasser/Luftbefeuchterwasser und bauen zugleich den Biofilm ab

sondere in Form von stickstoffhaltigen Belastungsstoffen (Harn) festzustellen.

- Nutzungsart der Bäder: In vorwiegend von inkontinenten Personen oder Patienten (Unbeherrschbarkeit der Harn- und Stuhlwege) genutzten Bewegungs- und Therapiebädern von z. B. Krankenhäusern, Sonderschulen, Rehabilitationszentren usw. muss mit erheblich höherem Eintrag an Verunreinigungen gerechnet werden.
 - Beckeneinbauten bzw. Wasser-Attraktions-einrichtungen: Durch Unterwasser-Massageanlagen oder Attraktionen mit kombiniertem Luft-Wasserbetrieb, wie Bodensprudler, Liegebänke, Whirlpools usw. werden über die Haut der Badegäste zusätzlich Verunreinigungen an das Wasser abgegeben.
 - Aus zahlreichen Untersuchungen sind folgende Verunreinigungen als Durchschnittsmengen pro Badegast bekannt:
 - Organische und anorganische Verunreinigungen zwischen 0,5 bis 1 g in Form von Haaren, Hautteilchen, Speichel, Nasen-/Rachenschleim, Schweiß, Kotpartikeln, Salben, Seifenresten usw.
 - ca. 55 ml Harn – darin enthalten 1 bis 1,5 g Harnstoff – durch bewusstes Ablassen oder unbewusst infolge einer Muskelkontraktion bei dem Wechsel von der wärmeren Umgebungstemperatur in die kühlere Beckenwassertemperatur, ferner die Ausscheidung von Harnstoff durch die Haut.
 - zwischen 100 Millionen und 3 Milliarden Keime, je nach Art der Verunreinigung.
- Damit dem Badegast jederzeit ein hygienisch einwandfreies und ästhetisch ansprechendes Wasser angeboten werden kann, müssen die eingetragenen Verunreinigungen ständig im Kreislaufverfahren abfiltriert bzw. abgebaut werden. Neben einer gut

funktionierenden und leistungsfähigen Wasseraufbereitungsanlage ist für den Austrag der Verunreinigungen aus dem Becken sowie die gleichmäßige Verteilung des Reinwassers und des Desinfektionsmittel im Becken eine wirksame Beckendurchströmung bzw. Beckenhydraulik erforderlich. Aufbereitung und Beckenhydraulik sind daher gleichermaßen wichtig und bei der Planung einer Anlage zu beachten.

Schwimmbeckenwasseraufbereitung in öffentlichen Bädern

Der **erste Verfahrensschritt** ist die Flockungsmittelzugabe, um kolloidal gelöste Verunreinigungen in der Filteranlage abfiltrieren zu können. Anschließend erfolgt die Zugabe von pH-Korrektur-Chemikalien. Der optimale pH-Wert für Schwimmbadwasser liegt zwischen 7,2 und 7,6, also nahe beim Neutralpunkt. Ein zu niedriger pH-Wert („saureres Wasser“) erhöht generell die Korrosionsgefahr für alle im Schwimmbad verwendeten Materialien und verursacht zudem Haut- und Augenreizungen. Ein zu hoher pH-

Wert („alkalisches Wasser“) verursacht ebenfalls Haut- und Augenreizungen, begünstigt das Algenwachstum und behindert die Wirkung der meisten Desinfektionsmittel. Nicht zuletzt begünstigt ein hoher pH-Wert das Ausfällen von Kalk. Um den pH-Wert stets im günstigen Bereich zu halten, bietet sich der Einsatz von automatischen Dosiersystemen an: Solche Anlagen messen den pH- und den Redox-Wert des Schwimmbadwassers, vergleichen die Messwerte mit den eingestellten Sollwerten und dosieren automatisch die entsprechenden Chemikalien.

Der **zweite Verfahrensschritt** (optional) ist die Ozonung des Umwälzwassers (Bild 5). Ozon oxidiert organische und anorganische Wasserinhaltsstoffe, daneben werden Krankheitserreger abgetötet und Viren inaktiviert. Die Ozonung des Umwälzwassers erfolgt innerhalb der Ozon-Vermischungseinrichtung. Um die Wirkung des Ozons vollständig ausnutzen zu können, verbleibt das aufzubereitende Wasser eine definierte Zeit im nachfolgenden Reaktionsbehälter.

Der **dritte Verfahrensschritt** ist die Absorptionsfiltration (optimal mit automatischer Rückspüleinrichtung). Durch eine Spezialfilterfüllung werden alle Verunreinigungen wie Kolloide, koagulierte und oxidierte Belastungsstoffe sowie Krankheitserreger zurückgehalten. Ein eventuell noch vorhandener Ozonüberschuss wird abgebaut.

Der **vierte Verfahrensschritt** ist die Chlorung zur Desinfektion. Die Chlorzugabe in Form von Natriumhypochloritlauge ist automatisch geregelt. Alle elektrischen Geräte und Armaturen innerhalb der Aufbereitungsanlage werden über einen zentralen Schaltschrank angesteuert und funktionsüberwacht.

Speziell für ältere Schwimmbäder ist ein **fünfter Verfahrensschritt** von Bedeutung, um die Vorgaben hinsichtlich des Gehalts an gebundenem Chlor zu erfüllen. Hintergrund: Die DIN 19643 (Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser) begrenzt den Gehalt an gebundenem Chlor. Weil die Gesundheitsämter das Einhalten von Grenzwerten zunehmend strenger überwachen, gibt es gerade bei älteren Bädern Handlungsbedarf. Speziell zur Sanierung/Ertüchtigung dieser Bäder hat BWT die UV-Anlagen-Serie Bewades MD entwickelt. Mittels UV-Strahlung werden Chloramine und Trihalogenmethane zuverlässig abgebaut. Im Vergleich zu anderen Sanierungsverfahren wie z. B. der Pulveraktivkohle-Dosierung bietet die neue Anlagentechnik Vorteile hinsichtlich der Betriebskosten und auch bei der Bedienungsfreundlichkeit. Natürlich ist und bleibt der Einsatz von Ozon die eleganteste Möglichkeit, gebundenes Chlor zu vermeiden. Denn bei diesem Verfahren kommt es gar nicht erst



Bild 4 Beim PairOx-Verfahren wird das zirkulierende Befeuchtungswasser von RLT-Anlagen mittels UV-Bestrahlung und Ozon-Eintrag desinifiziert



Bild 5 Ozon oxidiert organische und anorganische Wasserinhaltsstoffe, daneben werden Krankheitserreger abgetötet und Viren inaktiviert – zur Aufbereitung von Schwimmbadwasser eignen sich Ozonanlagen besonders

zur Bildung von Chloraminen, weil durch Ozon alle eingetragenen Belastungsstoffe, mit denen Chlor unter der Bildung von Chloraminen reagieren kann, innerhalb der Umwälz-/Aufbereitungsanlage oxidativ abgebaut werden. In bestehenden Bädern können jedoch Ozonanlagen aus Platzgründen meist nicht nachgerüstet werden. Dafür ist die Bewades MD-Anlage konzipiert worden. Mit dieser Technik ist nun auch in diesen Bädern die Beseitigung der Probleme mit gebundenem Chlor möglich.

Überlegungen zum Hygiene-Management

SHK-Planer und SHK-Handwerker konnten früher durchaus unbeschwerter ihrer Arbeit nachgehen. Da ging es bei rechtlichen Auseinandersetzungen um den Bruch der Trinkwasserleitung durch Lochkorrosion. Heute stehen Hotels wochenlang leer, können Sportanlagen nicht betrieben werden, weil in den Duschen ein zu hoher Befall mit Legionellen festgestellt wurde. Oder ein Industriebetrieb muss damit rechnen, wegen verkeimter Kühlturm-Abschwaden die Produktion einstellen zu müssen. Man sieht: Das finanzielle, auch das juristische Risiko für den Planer, das Handwerk und den Betreiber ist enorm gewachsen. Bei der Planung und Installation einer Trinkwasseranlage sollten alle Beteiligten deshalb im Sinne des Aufbaus einer „Gerichtsfesten Organisation“ vorgehen. Dabei geht es – stark verkürzt dargestellt – darum, den Vorwurf von Fahrlässigkeit oder Vorsatz abzuwehren. Denn es geht heute nicht allein um die Bewertung von Fragen der Technik; es geht um Fragen der Gesundheit von Menschen. Eine „Risikobewertung“ von Trinkwasser, das in irgend einer Weise mit dem Menschen in Kontakt kommt (beim Verzehr, unter der Dusche), ist für alle Verantwortlichen eines Gebäudetechnik-Projekts eine juristische Mindestmaßnahme. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Wasser als Trinkwasser, Befeuchterwasser (in der Klimatechnik), als Schwadung aus dem Kühlturm oder über Wasserattraktionen den Menschen gefährdet, ihm gesundheitlichen Scha-

den zufügt. Aufgrund der Dimension der Risiken, die sich aus den Forderungen der Trinkwasserverordnung ergeben können, müssen Planer, Installateure und Betreiber alles tun, um diese Risiken zu minimieren. Und Risiko-Minimierung bedeutet im Hinblick auf eventuelle juristische Auseinandersetzungen vor allem auch, dass dokumentierbar alles technisch und organisatorisch Mögliche zur Schadensverhütung und Schadensabwehr unternommen wurde. Das betrifft zum einen die organisatorischen Maßnahmen (Qualitätsmanagement gemäß DIN EN ISO 9000ff) und zum anderen auch die zur Trinkwasser-Hygiene eingesetzten Geräte. Mit Hilfe der „Gerichtsfesten Organisation“ kann der Betreiber nachweisen, dass er alles ihm Mögliche und Zumutbare getan hat, um ein eingetretenes Schadensereignis zu verhindern. Der große Vorteil dieser Vorgehensweise, neben allen juristischen Aspekten: Die Forderung „Wasserhygiene = Gesundheitsvorsorge“ ist so tatsächlich für alle Beteiligten auch langfristig sichergestellt.



Unser Autor **Dr. Ralph W. Bergmann** ist Entwicklungsleiter der BWT Wassertechnik GmbH, 69198 Schriesheim, Telefon (0 62 03) 73-2 28, Telefax (0 62 03) 73-2 91, www.bwt.de