

Abb. 1 Wasserwerk Ottersdorf mit  
Neubau der Enthärtungsanlage



## Rastatt: Zentrale Trinkwasserenthärtung mit Kalkmilch

**Wasseraufbereitung** ■ Seit April 2011 ist im Wasserwerk Ottersdorf in der Stadt Rastatt eine moderne Anlage zur Trinkwasserenthärtung in Betrieb. Rund 46.000 Einwohner der Stadt und der umliegenden Ortsteile werden seither mit enthärtetem Trinkwasser versorgt. Neben grundsätzlichen Informationen zur zentralen Enthärtung wird in diesem Bericht insbesondere auf die Schnellentkarbonisierung durch Dosierung von Kalkmilch eingegangen.

Die Nachteile einer Versorgung der Bürger mit hartem Trinkwasser sind hinlänglich bekannt [1, 2]. Es ist zu erwarten, dass die Probleme mit Kalkausfällungen im Bereich der zentralen Warmwasserbereitstellung – insbesondere in Mehrfamilienhäusern – aufgrund der neuen Trinkwasserverordnung zunehmen werden. Grund hierfür könnten höhere Brauchwassertemperaturen zur prophylaktischen Legionellenbekämpfung sein. Viele Wasserabnehmer werden, insbesondere bei harten Wässern, auf dezentrale Klein-Enthärtungsanlagen mit allen ihren Nachteilen in Bezug auf Kosten und Wasserqualität zurückgreifen. Einen Ausweg stellt die zentrale Enthärtung im Wasserwerk dar.

Die star.Energiewerke GmbH & Co. KG der Stadt Rastatt ist ein privatwirtschaftlich orientiertes Versorgungs- und Dienstleistungsunternehmen mit den Kernaktivitäten Strom, Erdgas, Wasser, Nahwärme sowie Telekommunikation. Die Betriebs-

führung und insbesondere die erforderlichen Investitionsentscheidungen des Unternehmens werden unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten abgewogen. Dies gilt insbesondere beim Einsatz neuer Techniken. Ein Beispiel hierfür ist der Bau der neuen zentralen Trinkwasserenthärtungsanlage im Wasserwerk Ottersdorf (Abb. 1). Ziel des Versorgers war – unter anderem auch aus Gründen des Umweltschutzes – sämtliche mit hartem Wasser versorgten Stadtteile zentral mit weichem Wasser zu beliefern und gleichzeitig ein kleineres Wasserwerk (Niederbühl) außer Betrieb zu nehmen.

Die Kernstadt sowie die Ortsteile Niederbühl, Wintersdorf, Ottersdorf, Plittersdorf und Rauental mit insgesamt ca. 46.000 Einwohnern wurden bis 2011 durch die Wasserwerke „Ottersdorf“, „Niederbühl“ und „Rauental“ über ein Netz von ca. 190 km Länge mit Trinkwasser versorgt. Aufgrund der unterschiedlichen Beschaffenheit des von den Wasserwerken



Abb. 2 Bestehende Schnellfilteranlage

abgegebenen Trinkwassers ist das Versorgungsgebiet in drei Zonen unterteilt. Alle Ortsteile außer Raental und Förch wurden mit Trinkwasser im Härtebereich 3 versorgt. Das Stadtviertel Förch wird vom Wasserwerk des Wasserversorgungsverbandes Vorderes Murgtal beliefert.

### Daten zum Wasserwerk Ottersdorf

Das Wasserwerk Ottersdorf wurde Anfang 1977 in Betrieb genommen. Das aus drei Tiefbrunnen (Tiefe zwischen 36 und 55 m) mit je zwei Unterwasserpumpen geförderte sauerstoffarme Grundwasser enthält – geogen bedingt – Eisen und Mangan. Die Leistung der einzelnen Brunnen liegt bei rund 200 m<sup>3</sup>/h. Die Aufbereitungsanlage besteht aus einem Oxidator (D = 1,6 m) und sechs nachgeschalteten Filterkesseln (D = 3,7 m) (Abb. 2). Zur aufbereitungstechnischen Entfernung des Eisens und Mangans wird das Rohwasser zunächst in einem Oxidator mit Luftsauerstoff angereichert. Der Luftsauerstoff wirkt oxidierend und bewirkt die Bildung von schwerlöslichen Eisen- und Manganverbindungen, die in den Quarzsand-Schnellfiltern abgeschieden werden. Aus den beiden nachfolgenden Reinwasserspeicherbehältern (Volumen 2 x 2.100 m<sup>3</sup>) wird das Trinkwasser mit vier Netzpumpen (Q = 450 m<sup>3</sup>/h je Pumpe) mit einem Druck von 4,5 bar ohne weitere Zusätze oder Chlorzugabe in das Versorgungsnetz eingespeist. Das Wasserwerk Ottersdorf deckt rund 70 % des gesamten Wasserbedarfs der Kernstadt und der Ortsteile ab. Es wird – wie die Wasserwerke Raental und Niederbühl – automatisch betrieben. Die zentrale Netzleitstelle der star.Energiewerke überwacht den gesamten Betriebsablauf. Aufgrund der zentralen Funktion des Wasserwerkes Ottersdorf werden zur Sicherstellung des Betriebs bei Spannungsausfall zwei dieselbetriebene Notstromaggregate mit je 420 kW Leistung vorgehalten. ►

1/4 Seite  
Colshorn

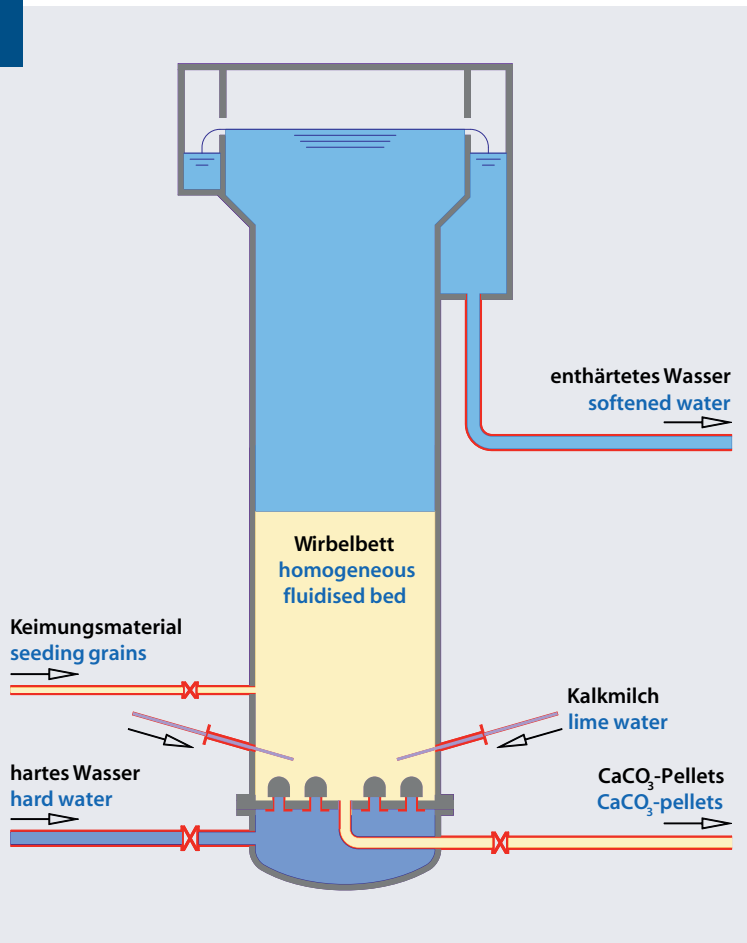


Abb. 3 Aufbau des Schnellentkarbonisierungs-Reaktors

## Schnellentkarbonisierung zur Enthärtung

Bei Großanlagen (Anlagen > 1 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr) – eine passende Wassermatrix vorausgesetzt – ist die Schnellentkarbonisierung (SEK) eines der wirtschaftlichsten Verfahren zur zentralen Enthärtung von Trink- und Prozesswasser [1]. Die Technologie des Wirbelbettreaktors wurde bereits vor ca. 80 Jahren in Deutschland bis zur Anwendungsreife entwickelt. Der großtechnische Durchbruch in der Anwendung fand aber hauptsächlich im Ausland, insbesondere in Holland, statt. Die verfahrenstechnische Auslegung der Reaktortechnik war damit auch auf die dort üblichen großen zentralen Wasserversorgungsunternehmen mit kontinuierlichem Betrieb abgestimmt. Bei einer Übertragung der Technik auf Deutschland mit kleingliedriger Versorgungsstruktur mussten Möglichkeiten für einen automatisierten Start- und Stopp-Betrieb entwickelt werden. Das Ing.-Büro A. Eppler GmbH & Co. KG in Dornstetten griff das Verfahren auf und befasste sich in den letzten 20 Jahren intensiv mit der optimalen Auslegung und insbesondere mit der Verbesserung der technischen Anwendbarkeit und Wirtschaftlichkeit der bekannten Technologien zur Schnellentkarbonisierung. Eine der größten Herausforderungen in der Anpassung dieser Technologie war unter anderem die Ermöglichung eines vollautomatisch ablaufenden Start- und Stopp-Betriebes der Reaktoren, verbunden mit einer weitgehenden Automatisierung der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (EMSR). Im ersten Schritt gelang dies bei Anlagen mit Dosierung von Natronlauge durch einen



Abb. 4 Schnellentkarbonisierungs-Reaktor

neu entwickelten Düsenboden mit Kombidüsen (Rohwasser- und Natronlaugezufuhr in einer Düse). Die Erfahrungen mit realisierten Anlagen waren hierbei eine wertvolle Hilfe [2]. Eine direkte Übertragung der mit Natronlauge arbeitenden Verfahrenstechnik und der dafür entwickelten EMSR-Technik auf Anlagen mit Dosierung von Kalkmilch ist nicht möglich. Es musste eine Möglichkeit gefunden werden, die Zonen Pelletswirbelbett, Kalkmilchdosierung und Zuführung des harten Rohwassers im Enthärtungsreaktor zu trennen. Zu beachten

Abb. 4 Schnellentkarbonisierungs-Reaktor



nologiezentrum Wasser in Karlsruhe – mit den Verfahrensstufen mechanische Vorentsäuerung, SEK-Hochreaktor, Kalkmilchdosierung und abschließender Zweischicht-Sandfiltration sowie aufwendiger Messtechnik zeigten die grundsätzliche Eignung dieses Verfahrens. Die Ergebnisse der Pilotversuche bildeten die Basis zu weiteren Versuchen im Großtechnikumsmaßstab mit einem SEK-Reaktor unter Anwendung von Kalkmilch (Abb. 3), der erstmalig mit Düsenboden und Spezialdüsen ausgerüstet war. Auch diese Vorversuche mit dem speziell angefertigten Düsenboden im Pilotreaktor (DBPa) verliefen ausnahmslos positiv, sodass auf dieser Basis die Großanlage geplant werden konnte. Mit der Durchführung der kompletten Planung (Tiefbau, Hochbau, Verfahrens- und Reaktortechnik, EMSR-Technik) wurde das Ing.-Büro A. Eppler GmbH & Co. KG in Dornstetten beauftragt. Im April 2010 erfolgte nach umfangreichen Vorplanungen und -untersuchungen der Spatenstich für die neue Anlage. Eingebettet in die Projektierung der Gesamtanlage mit den laufenden Hoch- und Tiefbaumaßnahmen für die Betriebs-halle wurden die weiteren Versuche mit der Technikumsanlage durchgeführt. Hierzu wurde ein Großversuchsreaktor (D = 0,5 m) mit dem neuen Düsenboden angefertigt und folgende weiterführende Untersuchungen damit durchgeführt:

- Variation der Kalkmilchdosierung,
- Anwendung verschiedener Kalkhydrate,
- Variation des Düsendurchlasses und Betrachtungen zur Strömungsoptimierung,
- optimale Kalkhydratdosierung,
- optimales aufwärtsgerichtetes Strömungsprofil,
- Pellets-Entnahme im Stillstand und im laufenden Betrieb,
- Bildung von Kalkschichten (Kinetik und Art der Kalkschichtbildung),
- optimale Höhe/Verweilzeit der Klarzone oberhalb des Wirbelbettes,
- Untersuchung zum möglichen Durchtritt von Pellets durch den Düsenboden, insbesondere während der An- und Ab-fahrphase,
- Analysen der Ablaufwerte wie Hydrogenkarbonat, Härte, Trübung und pH-Wert in Abhängigkeit von der Zulaufmenge, Kalkmilchzugabe, Wirbelbetthöhe, Pellet-Korngrößen und deren Verteilung,
- Untersuchungen zum Einfluss der Bypass-Wassermenge,
- Überprüfung der geplanten Maßnahmen zur Anpassung der vorhandenen Filtertechnik (Umbau vom Einschicht-zum Zweischicht-Filter) mit Optimierung/Anpassung der Filterrückspülung und
- Beobachtung des Kalkabscheideverhaltens des enthärteten Wassers.

war auch, dass Suspensionen wie Kalkmilch mit 5 bis 10 Gewichtsprozenten nicht nur in ihrer Aufbereitung als problembehaftet und wartungsintensiv zu betrachten sind, sondern auch deren Dosierung in das Reaktorsystem.

### Pilotierung und Realisierung

Aufgrund der fehlenden Erfahrung wurden im Wasserwerk Ottersdorf deshalb zunächst Pilotversuche gefahren. Die Pilotversuche mit einer Versuchsanlage – durchgeführt vom Tech-

Am 8. April 2011 erfolgte nach der Fertigstellung die Inbetriebnahme der zentralen Trinkwasserenthärtungsanlage. Die Anlage besteht im Wesentlichen aus zwei parallel betriebenen Wirbelbettreaktoren (D = 1,60 m) (Abb. 4) mit einem Durchsatz von jeweils ca. 150 m<sup>3</sup>/h mit vorgeschalteter mechanischer Entsäuerung, je einem Vorratssilo für Kalk und Quarzsand, einer Anlage zur Kalkmilcherzeugung und einer sogenannten Decarbo-Anlage zur Produktion von entkarbonisiertem Betriebswasser. Nach der Vermischung mit Bypass-Rohwasser werden mit der



Abb. 5 Pelletscontainer



Abb. 6 Abgeschiedene Kalkpellets

neuen Anlage jährlich ca. 2.800.000 m<sup>3</sup> enthärtetes Trinkwasser produziert. Ausgehend von einer Rohwassergesamthärte von knapp 20°dH wird ein Trinkwasser mit einer Gesamthärte von ca. 10°dH erzeugt. Die Anlage lief bereits unmittelbar nach der Inbetriebnahme stabil und zuverlässig, was als einzigartig und bei solchen Anlagen bisher als schwierig galt.

### Vorteile des Verfahrens

Die Entwicklung des Spezialdüsenbodens (DBPa) als Zwischenboden für SEK-Reaktoren, die mit Kalkmilch arbeiten, brachte entscheidende Vorteile im technischen Betrieb, in der Wartung und somit auch in der Wirtschaftlichkeit der Enthärtungsanlage. So ist es erstmalig möglich, mit den neu entwickelten Spezialdüsen, unter Anwendung von Kalkmilch sowie kostengünstigem Quarzsand, eine klare Abtrennung zwischen dem Pelletswirbelbett und der Rohwasserkammer sowohl im Betrieb des Reaktors als auch beim Stillstand sicher zu gewährleisten. Eine strömungstechnische Optimierung im Zugabebereich des Reaktors ist nicht notwendig und es

findet keine Sand- bzw. Pelletsverschleppung in Richtung Rohwasserzugabe statt. Rohwasserseitige Armaturen, Aggregate und Rohrleitungen sind somit geschützt.

Ferner ist durch den Düsenboden jederzeit ein langsames Anfahren des Reaktors mit der Erzeugung einer gleichförmigen Kolbenströmung gewährleistet. Durch eine optimierte und variable Kalkmilchzuführung oberhalb der Spezialdüsen und einer stets vorhandenen turbulenten Aufwärtsströmung im Reaktor wird eine optimale Reaktionskinetik und ein optimales Ausnutzen der Kalkmilchreaktivität erreicht. Dies garantiert eine technisch effektive Enthärtungsleistung verbunden mit einer hohen Wirtschaftlichkeit. Die Dosierung der Kalkmilch erfolgt vollautomatisch über eine SPS-basierte Steuerung mit intelligenter Signalauswertung. Die in den Düsenboden integrierte Pelletsentnahme erfolgt ebenfalls vollautomatisch und ist sowohl während des Reaktorbetriebes als auch im Stillstand möglich. Die auf den Prozess abgestimmten Entnahmezyklen werden in der Anlagen-SPS definiert und können nachträglich einfach in ihren Intervallzeiten an den Betrieb angepasst werden. Steuer- und regelungstechnisch wird die Pelletsentnahme durch Online-Verarbeitung mehrerer Prozessgrößen im Reaktor ausgelöst. Für das Ansetzen der Kalkmilch wird weitestgehend entkarbonisiertes bzw. entsäuertes Ansetzwasser eingesetzt. Hierfür ist eine eigenständige Betriebswasseraufbereitungsanlage installiert.

### Bestehende Filteranlage

Verfahrensbedingt sind die Ablauftrübungen der Reaktoren einer mit Kalkhydrat arbeitenden Enthärtungsanlage deutlich höher als bei einer Anlage mit Natronlaugedosierung. Eine nachfolgende Filtration ist in diesem Falle zwingend. Im Wasserwerk Ottersdorf war eine Filteranlage bereits vorhanden. Allerdings waren die Filter als Einschichtfilter nicht optimal zur Aufnahme größerer Trübstoffmengen geeignet. Aus diesem Grunde wurden die Filter neu geschüttet und als Zweischichtfilter ausgeführt. Zum Einsatz kam neben einer ca. 1,1 m hohen unteren Schicht aus feinem Quarzsand (0,4 bis 0,8 mm) eine 0,7 m hohe obere Filterkohleschicht aus Hydro-Anthrasit H KII.

### Entsorgung der Reststoffe

Wöchentlich fallen durch die Enthärtung ca. 7 m<sup>3</sup> Kalkpellets an, die in einem Entwässerungscontainer (Abb. 5) getrocknet werden. Die hochreinen Kalkpellets (Abb. 6) werden über einen Zwischenhändler laut den Vorschriften der Düngemittelverordnung [3] als zugelassenes Düngemittel der landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt.

### Fazit

Mit den oben genannten Grundlagenuntersuchungen sowie den Pilot- und Großversuchen konnten in optimaler Weise alle wesentlichen technischen Details, die für die Ausführungsplanung bzw. Ausschreibung der Großanlage von Bedeutung waren, ermittelt werden. Die komplette Planung und auch die technische Realisierung sowohl der Großversuchsanlage als auch der gesamten zentralen Enthärtungsanlage im Wasserwerk Ottersdorf bei Rastatt erfolgte federführend durch das Ingenieurbüro Alwin Eppler GmbH &

Co. KG. Die Realisierung und Umsetzung dieses Projektes war nur möglich durch die Aufgeschlossenheit und das Engagement des Gesamtauftraggebers star.Energiewerke Rastatt GmbH & Co. KG sowie der Anlagenbaufirma Hydro-Elektrik GmbH, Ravensburg. Die bisherigen Erfahrungen nach mehr als neun Monaten Praxisbetrieb zeigen, dass die Enthärtungsanlage die an sie gestellten Erwartungen mehr als erfüllt und der Betrieb einer modernen Großanlage mit geringem Personaleinsatz möglich ist. Im Netz führte die Umstellung der Wasserhärte – insbesondere bei Hausanschlüssen – anfangs zu erhöhter Trübung; zwischenzeitlich hat sich das Netz aber wieder stabilisiert. Zusammenfassend gilt für die Wasserabnehmer: Die gering höheren Wasserbezugskosten werden durch die Vorteile der zentralen Enthärtung neutralisiert, dezentrale Enthärtungsanlagen werden überflüssig und die Umwelt wird geschont.

## Literatur:

[1] Hillenbrand T. et al.: *Zentrale Enthärtung von Trinkwasser – Eine ökologische und ökonomische Bewertung*. Hrsg.: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, Abteilung Innovationsdienstleistungen und Regionalentwicklung, Karlsruhe; Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. -DVGW-, Technologiezentrum Wasser -TZW-, Karlsruhe

[2] Kornhaas U., Brugger M.: *Achern: Zentrale Enthärtung von Trinkwasser*, bbr 10/2010, wvgw Bonn

[3] *Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung – DüMV)*

Bildquelle: Hydro-Elektrik GmbH, Abb. 3: IB Eppler

## Autoren:

Olaf Kasprzyk  
star.Energiewerke GmbH & Co. KG  
Markgrafenstr.7  
76437 Rastatt  
Tel.: 07222 773-0  
Fax: 07222 773-120  
E-Mail: info@star-energiewerke.de  
Internet: www.star-energiewerke.de

Ulrich Kornhaas  
ALWIN EPPLER GmbH & Co. KG  
Gartenstr. 9  
72280 Dornstetten  
Tel.: 07443 944-65  
Fax: 07443 944-50  
E-Mail: ulrich.kornhaas@eppler.de  
Internet: www.eppler.de

Manfred Brugger  
HydroGroup/Hydro-Elektrik GmbH  
Angelestr. 48/50  
88214 Ravensburg  
Tel.: 0751 6009-47  
Fax: 0751 6009-33  
E-Mail: mb@hydrogroup.de  
Internet: www.hydrogroup.de



**STÜWA**  
BRUNNENFILTER  
BOHRBEDARF

Ihr Systempartner für  
Brunnenbau und Geothermie  
seit über 125 Jahren

modernste Fertigungstechnik = 100% Qualität Made in Germany

STÜWA Konrad Stükerjürgen GmbH Tel.: 05244 / 407-0 www.stuewa.de

1/4 Seite  
Colshorn