

Zentrale Trinkwasserenthärtung im Wasserwerk Ottersdorf

Moderne Anlage in Rastatt setzt neue Maßstäbe

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



Bild 1. Trinkwasserenthärtungsanlage im WW Ottersdorf. © IB Eppler

Die Betriebsführung und insbesondere die erforderlichen Investitionsentscheidungen der Stadtwerke werden sorgfältig unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten abgewogen. Dies gilt insbesondere beim Einsatz neuer und moderner Techniken. Ein Beispiel hierfür ist der Bau der neuen zentralen Trinkwasserenthärtungsanlage im Wasserwerk Ottersdorf (Bild 1) mit dem Ziel, sämtliche mit hartem Wasser versorgten Stadtteile zentral mit weichem Wasser der Härte 10 zu versorgen und gleichzeitig das kleinere Wasserwerk Niederbühl außer Betrieb zu nehmen.

Rastatter Wasserversorgung bis 2011

Die Kernstadt sowie die Ortsteile Niederbühl, Wintersdorf, Ottersdorf, Plittersdorf und Rauental mit gesamt rund 46 000 Einwohnern wurden durch die Wasserwerke „Ottersdorf“, „Niederbühl“ und „Rauental“ über ein Netz von etwa 190 km Länge mit Trinkwasser versorgt. Das Stadtviertel Förch wird vom Wasserwerk des Wasserversorgungsverbandes Vorderes Murgtal beliefert. Aufgrund der unterschiedlichen Beschaffenheit des von den Wasserwerken abgegebenen Trinkwassers ist das Versorgungsgebiet in drei Zonen unterteilt. Außer den Ortsteilen Rauental und Förch wurden alle übrigen Ortsteile mit Trinkwasser im Härtebereich 3 versorgt.

Wasserwerk Ottersdorf

Das Wasserwerk Ottersdorf wurde im Jahr 1977 in Betrieb genommen. Das aus drei Brunnen mit einer Tiefe zwischen 36 und 55 m mit je zwei Pumpen geförderte sauerstoffarme Grundwasser enthält – geogen bedingt – geringe Mengen an Eisen

und Mangan. Zur aufbereitungs-technischen Entfernung dieser Stoffe wird das Rohwasser zunächst in einem Oxidator (D = 1,6 m) mit Luftsauerstoff angereichert. Der Luftsauerstoff bewirkt die Bildung von schwerlöslichen Eisen- und Manganverbindungen, die in den sechs Quarzsand-Schnellfiltern (D = 3,7 m) abgeschieden werden. Aus den beiden nachfolgenden Reinwasserspeicherbehältern (Volumen 2 x 2100 m³) wird das Trinkwasser mit vier Netzpumpen (Q = 450 m³/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 Rauental und Niederbühl – automatisch betrieben. Die zentrale Netzleitstelle der star.Energiewerke überwacht den gesamten Betriebsablauf.

Enthärtung durch Schnellentkarbonisierung

Bei Großanlagen (Anlagen > 1 Mio. m³ pro Jahr) ist die Schnellentkarbonisierung (SEK) eines der wirtschaftlichsten Verfahren zur zentralen Enthärtung von Trinkwasser.

Die Technologie des Wirbelbettreaktors wurde im Wesentlichen in den 30er Jahren in Deutschland bis zur Anwendungsreife entwickelt; der Durchbruch dieser Technologie in der großtechnischen Anwendung fand aber hauptsächlich im Ausland, hier insbesondere in Holland, statt. Die verfahrenstechnische Auslegung dieser Reaktortechnik war damit auch auf die dort üblichen großen zentralen Wasserversorgungsunternehmen abgestimmt und damit nicht direkt auf Deutschland übertragbar.

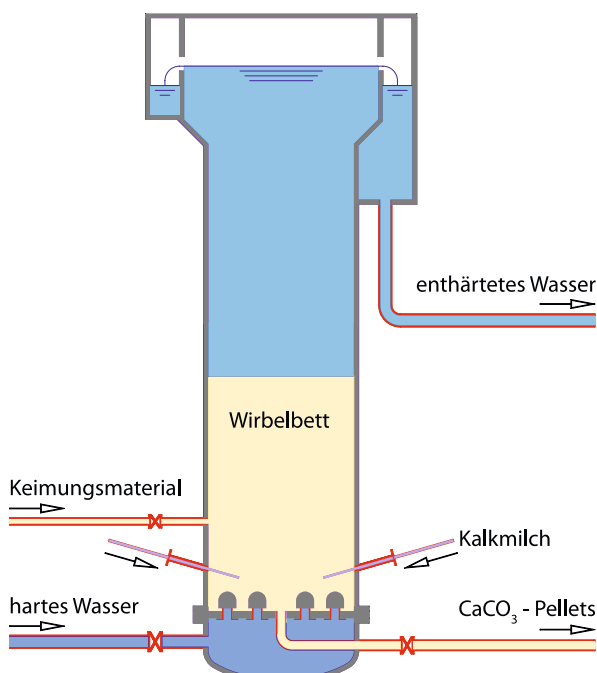


Bild 2. Grafik SEK-Reaktor. © IB Eppler

Das Ing.-Büro A. Eppler GmbH & Co. KG in Dornstetten befasste sich in den letzten 20 Jahren intensiv mit der optimalen Auslegung und insbesondere auch mit der Verbesserung der technischen Anwendbarkeit und Wirtschaftlichkeit der bekannten Technologien zur Schnellentkarbonisierung. Eine der größten Herausforderungen in der technischen 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.

Im ersten Schritt gelang dies bei Anlagen mit Dosierung von Natronlauge durch einen neu entwickelten Düsenboden mit Kombidüsen (Rohwasser- und Natronlaugezufuhr in einer Düse).

Eine direkte Übertragung dieser Verfahrenstechnik und der hierfür entwickelten EMSR-Technik ist auf Anlagen mit Dosierung von Kalkmilch nicht möglich. Insbesondere die saubere technische Trennung im Enthärtungsreaktor zwischen dem Pelletswirbelbett und dem Zugabebereich des harten Rohwassers durch einen Zwischenboden war unter Verwendung von Kalkmilch bisher nicht möglich. Ferner sind Suspensionen wie Kalkmilch (5–10 Gewichtsprozent) nicht nur in ihrer Aufbereitung als problembehaftet und wartungsintensiv zu betrachten, sondern auch deren Dosierung in das Reaktorsystem.

Pilotierungsphase

Im Wasserwerk Ottersdorf kam nach erfolgter Vorpilotierung und Versuchen im Großtechnikumsmaßstab erstmalig ein SEK-Reaktor (**Bild 2**) mit Düsenboden und Spezialdüsen unter Anwendung von Kalkmilch zum Einsatz. Pilotversuche durch das Technologiezentrum Wasser in Karlsruhe mit einer Versuchsanlage mit den Verfahrensstufen mechanische Vorentsäuerung,

SEK-Hochreaktor, Kalkmilchdosierung und abschließender 2-Schicht-Sandfiltration sowie aufwändiger Messtechnik zeigten die grundsätzliche Eignung dieses Verfahrens. Erste Vorversuche mit einem speziell angefertigten Glockendüsenboden (DBPa) im Pilotreaktor verliefen ebenso ausnahmslos positiv. In diesem Rahmen erfolgte die Zusammenführung und Patentanmeldung der neuen Düsenbodentechnik zusammen mit einem Verfahren zur Optimierung und Verbesserung der Kalkmilchreaktivität.

Realisierungsphase

Für die Durchführung der kompletten Planung (Tiefbau, Hochbau, Verfahrens- und Reaktortechnik, EMSR-Technik) wurde das Ing.-Büro A. Eppler GmbH & Co. KG in Dornstetten beauftragt. Nach umfangreichen Vorplanungen und Untersuchungen erfolgte im April 2010 der Spatenstich für die Anlage. Eingebettet in die Projektierung der Gesamtanlage mit den laufenden Hoch- und Tiefbaumaßnahmen für die Betriebshalle wurden die weiteren Versuche mit der Technikumsanlage durchgeführt.

Hierzu wurde ein Großversuchsreaktor ($D = 0,5 \text{ m}$) mit dem neuen Glockendüsenboden angefertigt. Folgende Untersuchungen wurden damit durchgeführt:

- Variation der Kalkmilchdosierung durch Veränderung der Zugabestelle
- Anwendung verschiedener Kalkhydrate von unterschiedlichen Herstellern
- Variation des Düsendurchlasses unter Betrachtung der Strömungsoptimierung und Wirtschaftlichkeit des Kalkhydratverbrauchs, mit dem Ziel, ein turbulentes aufwärtsgerichtetes Strömungsprofil über den gesamten Querschnitt des Wirbelbettes zu erreichen
- Pellet-Entnahme im Stillstand und im laufenden Betrieb
- Anwachsen von Kalkschichten (Kinetik und Art der Kalkschicht-



Bild 3. Ablaufkrone SEK-Reaktoren.

© Hydro-Elektrik GmbH

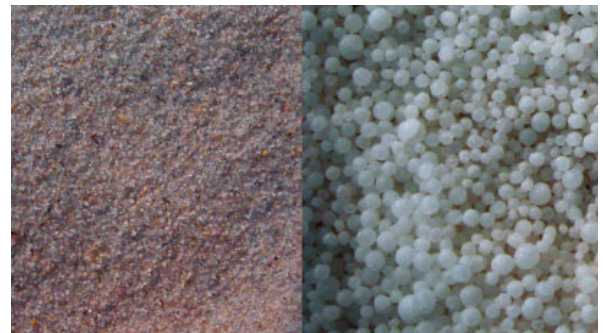


Bild 4. Quarzsand und Pellets. © Hydro-Elektrik GmbH

bildung) unter verschiedenen Verfahrensbedingungen

- Untersuchungen zur optimalen Höhe/Verweilzeit der Klarzone oberhalb des Wirbelbettes
- Untersuchung zum möglichen Durchtritt von Pellets durch den Düsenboden, insbesondere während der An- und Abfahrphase sowie während dem erstmaligen Befüllen des Reaktors
- Analysen der Ablaufwerte Hydrogenkarbonat, Härte, Trübung und pH-Wert in Abhängigkeit von der Zulaufmenge, Kalkmilchzugabe, Wirbelbetthöhe, Pellet-Korngrößen und deren Verteilung, etc.
- 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





Bild 5. Enthärtetes Wasser im Reaktorablauf.

© Hydro-Elektrik GmbH

- Beobachtung des Kalkabscheideverhaltens des enthärteten Wassers zwischen Reaktorauslauf und Filtereintritt mit Anpassung des Bypass-Wasser-Mengenverhältnisses

Die Fertigstellung bzw. Inbetriebnahme der zentralen Trinkwasserenthärtungsanlage im WW Ottersdorf in Rastatt erfolgte am 8. April 2011. Die Anlage besteht im Wesentlichen aus zwei parallel betriebenen Wirbelbettreaktoren ($D = 1,60\text{ m}$) mit einem Durchsatz von rund $150\text{ m}^3/\text{h}$ (**Bild 3**) mit vorgeschalteter mechanischer Entsäuerung, je einem Vorratssilo für Kalk und Quarzsand, sowie einer Anlage zur Kalkmilcherzeugung. Nach Vermischung mit Bypass-Rohwasser werden damit jährlich etwa 2800000 m^3 enthärtetes Trinkwasser produziert. Ausgehend von einer Rohwassergesamthärte von knapp 20°dH wird ein Trinkwasser erzeugt mit einer Gesamthärte von rund 10°dH . Die Anlage lief bereits unmittelbar nach der Inbetriebnahme äußerst stabil und zuverlässig.

Vorzüge des Verfahrens

Die Entwicklung des Glockendüsenbodens (DBPa) und dessen Verwendung als Zwischenboden für SEK-Reaktoren unter Zugabe von Kalkmilch hat entscheidende Vorteile im technischen Betrieb, in der Wartung solcher Anlagen und somit in der Wirtschaftlichkeit:

- Mit den neu entwickelten Glockendüsen ist es erstmalig möglich, 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 (**Bild 4**).
- Ein langsames Anfahren des Reaktors mit Erzeugung einer gleichförmigen Kolbenströmung ist durch den Düsenboden jederzeit gewährleistet. Durch eine optimierte und variable Kalkmilchzuführung oberhalb der Glockendüsen und die stets vorhandene turbulente Aufwärtsströmung im Reaktor, wird eine optimale Reaktionskinetik mit einem optimalen Ausnutzen der Kalkmilchreaktivität erreicht. Dies garantiert eine technisch effektive Enthärtungsleistung (**Bild 5**) verbunden mit einer hohen Wirtschaftlichkeit.
- Die Dosierung der Kalkmilch erfolgt vollautomatisch über eine intelligente, SPS-basierte Signalauswertung.
- Die in den Düsenboden integrierte Pelletsentnahme erfolgt 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 sind nachträglich einfach in ihren Intervallzeiten an den Betrieb anzupassen. 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.

Fazit

Mit den oben genannten Grundlagenuntersuchungen, 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.

Autoren:

Ulrich Kornhaas, Geschäftsführer,
Ingenieurbüro ALWIN EPPLER GmbH & Co. KG,
Gartenstraße 9,
D-72280 Dornstetten,
Tel. (07443) 944-65, Fax (07443) 944-50,
E-Mail: ulrich.kornhaas@eppler.de,
www.eppler.de

Manfred Brugger,
HydroGroup / Hydro-Elektrik GmbH,
Angelestraße 48/50,
D-88214 Ravensburg,
Tel. (0751) 6009-47, Fax (0751) 6009-33,
E-Mail: mb@hydrogroup.de,
www.hydrogroup.de