

Wasserwerk Venningen liefert teilenthärtetes Trinkwasser

In den Jahren 2014/2015 wurde in der zur Verbandsgemeinde Edenkoben gehörenden Ortsgemeinde Venningen in der Südpfalz ein vollständig neues Wasserwerk mit einer Leistung von bis zu 160 m³/h errichtet. Das Wasserwerk besteht aus einer Wasseraufbereitungsanlage zur Entfernung von Eisen, Mangan und Schwefelwasserstoff, einer Nanofiltrationsanlage zur Härtereduzierung, einer Entsäuerungsanlage zur Restentsäuerung sowie einer modernen Speicheranlage mit Edelstahltanks zur Wasserspeicherung. Die Anlage ist seit Dezember 2015 in Betrieb und liefert seitdem kontinuierlich bestes Trinkwasser.

Durch eine Podestkonstruktion wurden im Wasserwerk Venningen verschiedene Bedienungsebenen geschaffen.

Den Beschluss zum Bau eines neuen Wasserwerkes in Venningen fasste der Werksausschuss im April 2013. Vorausgegangen waren viele technische und wirtschaftliche Überlegungen, die dem Ausschuss von der Werkleitung vorgestellt wurden. In unmittelbarer Nähe der neuen Anlage befand sich bereits ein Wasserwerk. Die dort bestehende Aufbereitungsanlage mit offenen Filteranlagen entsprach zwar noch grundsätzlich dem Stand der Technik, aufgrund betriebstechnischer Probleme entschloss man sich nach intensiver Prüfung verschiedener Alternativen aber für den Neubau eines modernen und energetisch optimierten Wasserwerkes. Ziel war auch, die Versorgungssicherheit nachhaltig zu verbessern.

Neben der herkömmlichen Aufbereitung mit Entsäuerung, Enteisenung und Entmanganung sollte zukünftig auch

eine Enthärtung des geförderten Grundwassers mithilfe der Membrantechnologie im Teilstromverfahren erfolgen. Mit dem Neubau wurde auch das Behältervolumen wesentlich erweitert. Im alten Wasserwerk standen lediglich 800 m³ Behältervolumen zur Verfügung. Die Stahlbeton-Behälter waren zum Teil noch aus dem Jahr 1957 und mittlerweile stark sanierungsbedürftig.

Filtration und Enthärtung

Das leicht saure Brunnenwasser enthält Eisen, Mangan und Schwefelwasserstoff. Es wird aus zwei Tiefbrunnen mittels frequenz geregelter Unterwassermotorpumpen mit einer Leistung zwischen 60 und 80 m³/h direkt über die Aufbereitungsanlage gefördert. Aus Redundanzgründen und um einen zukünftigen höheren Bedarf abdecken zu können, ist die An-

lage bereits so ausgelegt, dass auch ein leistungsgleicher dritter Brunnen angeschlossen werden kann. Vor der Filtration erfolgt eine Belüftung mit Druckluft zur Sauerstoffanreicherung. Die über eine Doppel-Kompressoranlage erzeugte und filtrierte Druckluft wird mengenproportional in einem zentralen Luftmischer im Wasserwerkseingang intensiv mit dem Rohwasser vermischt. Die diesem Oxidationsprozess nachfolgende Filtration erfolgt in zwei parallel betriebenen, geschlossenen Schnellfiltern, welche als Druckfilterkessel aus Edelstahl ausgeführt wurden. Die Druckfilter mit Düsenboden, einem Durchmesser von 3.500 mm und einer zylindrischen Höhe von ebenfalls 3.500 mm sind als Mehrschichtfilter geschüttet (Abb. 1). Zum Einsatz kommen Quarzsand als untere Filterschicht sowie Filterkohle als obere Filterschicht.



Abb. 1 – Mehrschichtfilteranlage mit Quarzsand und Filterkohle als Filterschichten

» Die Anlage ist so ausgelegt, dass ein leistungsgleicher dritter Brunnen angeschlossen werden kann, falls in Zukunft ein höherer Bedarf abgedeckt werden müsste. «

Kationen <ul style="list-style-type: none"> • Calcium [Ca²⁺] • Magnesium [Mg²⁺] • Natrium [Na⁺] • Kalium [K⁺] • Ammonium [NH₄⁺] • Eisen [Fe^{2+/3+}] • Mangan [Mn²⁺] 	Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻	Anionen <ul style="list-style-type: none"> • Hydrogenkarbonat [HCO₃⁻] • Chlorid [Cl⁻] • Nitrat [NO₃⁻] • Sulfat [SO₄²⁻]
	Mg ²⁺	Cl ⁻	
	Na ⁺	NO ₃ ⁻	
	K ⁺	SO ₄ ²⁻	
	NH ₄ ⁺		
	CO ₂		Gase/Feststoffe <ul style="list-style-type: none"> • Kohlendioxid [CO₂] • Sauerstoff [O₂] • Silikat [SiO₂]
	SiO ₂		
	Organik		
	Feststoffe		

Abb. 2 – Gelöste Wasserinhaltsstoffe

Für die vollautomatisch ablaufende Spülung der Anlagen sind ein Spülluftgebläse sowie eine Spülwasserpumpe installiert.

Neu für die Wasseraufbereitung in Venningen ist der Verfahrensschritt Wasserenthärtung. Die Enthärtung war aus technischen Gründen notwendig geworden, weil das Wasser im Bereich der Verbandsgemeinde Edenkoben mit sehr weichem Quellwasser verschnitten wird. In der Vergangenheit führte dies immer wieder zu stark schwankenden Härtegraden des Mischwassers im Verteilungsnetz.

Die zentrale Enthärtung von Trinkwasser wird in den letzten Jahren – insbesondere in Gegenden mit hoher Härte (größer 3,5 mmol/l = 19,6 °dH) – zunehmend diskutiert und anlagentechnisch realisiert. Insbesondere führt die Versorgung mit Wasser im Härtebereich 3 oder 4 zu nachteiligen Auswirkungen bei den Verbrauchern: Kalkablagerungen verursachen einen erhöhten Reinigungsaufwand bei Oberflächen, führen zu einer deutlichen Erhöhung des Energieaufwandes bei Wärmetauschern, erhöhen den Waschmittelverbrauch deutlich und verkürzen die Lebensdauer von Rohrleitungen und Armaturen. Ökologisch relevant sind zudem teilweise erhöhte Schwermetallemissionen aus den Trinkwasserinstallationen. Aus diesem Grund greifen Verbraucher vielerorts zu dezentralen Wasserenthärtungsgeräten, die meist nach dem Prinzip des Kationenaustausches arbeiten. Diese Anlagen verursachen aber hohe Folgekosten im Bereich von 0,8 bis

1,0 Euro/m³ entkalktem Wasser (Abschreibung über zehn Jahre, Salzverbrauch, erhöhte Wasser-/Abwassermengen durch Regeneration und Wartung).

Verfahrenswahl

Für die Verfahrenswahl sind neben der Zusammensetzung und den Mengen der Inhaltsstoffe insbesondere auch die Voraufbereitung, die Aufbereitungskapazität, die Verwertung der Reststoffe, die

Bedingungen für die Einleitung der unvermeidbaren Abwässer sowie eine eventuell erforderliche Nachaufbereitung entscheidungsrelevant.

Salze dissoziieren im Wasser und bilden Ionen: Positiv geladene Ionen werden als Kationen, negativ geladene Ionen als Anionen bezeichnet. Hauptsächlich enthält Wasser die in Abbildung 2 aufgeführten Ionen, deren Anteile – je nach Wasserherkunft – unterschiedlich sind. Durch entsprechende Membranen (Nanofiltration, Umkehrosmose) können diese größeren Salzionen zurückgehalten werden, während Wassermoleküle, aber auch Kohlensäure, durch die Membranen hindurch diffundieren. Um die entsprechende Triebkraft für die Diffusion zu erreichen, muss der Druck des Rohwassers entsprechend erhöht werden.

Im Wasserwerk Venningen wird mittels einer Nanofiltrationsanlage (NF-Anlage) im Bypass nach der Voraufbereitung einem Teilstrom die Härte vollständig entzogen (Abb. 3). Bei der Nanofiltration ist zu beachten, dass bedingt durch den kontinuierlichen Konzentratstrom von bis zu 20 % der Rohwassermenge entsprechend mehr Rohwasser gefördert werden muss, um die erwünschte Permeatmenge an vollentsalztem Wasser zu erhalten.

Die NF-Anlage ist zweistufig aufgebaut: In der ersten Stufe sind acht Druckrohre mit je sechs NF-Modulen angeordnet.



Abb. 3 – Nanofiltrationsanlage, mit der einem Teilstrom die Härte vollständig entzogen wird

Das Konzentrat der ersten Stufe wird in der zweiten Stufe mit vier Druckrohren nochmals aufkonzentriert. Die Gesamt-Permeatleistung der installierten NF-Anlage liegt im Bereich von 50 bis maximal 70 m³/h. Der erforderliche Feeddruck wird durch eine redundant aufgebaute Hochdruckpumpanlage mit einer Leistung von rund 88 m³/h bei 70 m Förderhöhe erreicht. Die Anlage verfügt auch über eine CIP-Station zur chemischen Reinigung der Membranen. Bei der Nanofiltration ist ferner zu beachten, dass zur Vermeidung von Auskristallisationen an der Membranoberfläche sogenannte Antiscalingsmittel dosiert werden müssen. Hierzu wird ein biologisch gut abbaubares Antiscalant Typ Ropur RPI-3000 eingesetzt. Im Anschluss an die Nanofiltration werden der enthärtete und der nicht enthärtete Teilstrom wieder vermischt. Das Ergebnis ist ein Wasser in der Einstufung „weich“ mit einer Härte von ca. 8,2 °dH.

Kohlensäure entfernen

Als letzter Aufbereitungsschritt muss die überschüssige Kohlensäure entfernt werden. Kohlensäure ist zwar für den menschlichen Trinkwassergenuss unschädlich, kann aber zu Korrosionsproblemen in den Leitungen führen. Das Rohwasser enthält ebenfalls bereits zu viel Kohlensäure. Die Enthärtung per Nanofiltration führt zu einem weiteren Anstieg des Gehaltes an freier Kohlensäure im Wasser. Die bestehende Entsäuerungsanlage mit Verdichtern und Belüftereinheit konnte komplett aus dem alten Wasserwerk übernommen und in die neue Anlage integriert werden. Der Flachbettbelüfter hat die Abmessungen 7.000 mm lang, 1.700 mm breit und 600 mm hoch (Abb. 4). Die Luftleistung der beiden Seitenkanalverdichter liegt bei je 1.000 m³/h. Die angesaugte Außenluft wird über eine zweistufige Filteranlage gereinigt.

Wasserspeicherung

Für die Wasserspeicherung kommen zwei Behälter aus Edelstahl mit insgesamt 2.000 m³ Behältervolumen zum Einsatz (Abb. 5). Die Behälter mit einem Durchmesser von ca. 13,5 m und 7 m Füllhöhe wurden als Flachbodentanks mit Schrägboden zum Ablauf ausgeführt und verfügen über ein integriertes Reinigungssystem. Durch die spezielle Bodenfertigung mit in den Estrich eingelassenen Profilrohren, mit denen die 3 mm starken Bodenbleche verschweißt wurden, wird ein glatter, wellfreier Behälterboden erreicht. So



Abb. 4 – Der Flachbettbelüfter konnte aus der alten Anlage übernommen und im neuen Wasserwerk Veningen integriert werden.

» Mittels Nanofiltrationsanlage wird einem Teilstrom die Härte vollständig entzogen und später der enthärtete und der nicht enthärtete Teilstrom wieder vermischt. Das Ergebnis: weiches Wasser mit einer Härte von 8,2 °dH. «

kann das Reinigungswasser vollständig zum Ablaufsumpf ablaufen, was insbesondere im Wasserwerksbereich ein absolut notwendiges Erfordernis darstellt. Die Behälter wurden aus Edelstahl in Qualität Duplex 1.4062/1.4162 gefertigt.

Alle metallenen Werkstoffe in Kontakt mit Trinkwasser haben die Anforderungen der DIN 50930-6 zu erfüllen. Dies bedeutet, dass die eingesetzten metallenen Werkstoffe nach DIN EN 15664-1 geprüft und nach DIN 50930-6 für den allgemeinen

Tabelle 1 – Zusammensetzung und Festigkeit wichtiger Edelstähle

EN	ASTM	typische Zusammensetzung in %						MPa bei 20 °C*	
		C	N	Cr	Ni	Mo	sonstige	R _{p0,2}	R _m
1.4301	304	0,04	0,04	18,1	8,3	–	–	210	520
1.4541	321	0,04	0,01	17,3	9,1	–	Ti	200	500
1.4404	316L	0,02	0,04	17,2	10,2	2,1	–	220	520
1.4571	316Ti	0,04	0,01	16,8	10,9	2,1	Ti	220	520
1.4062	S32202	0,025	0,20	23,0	2,5	< 0,3	1,3 Mn	550	750
1.4162	S32101	0,03	0,22	21,5	1,5	0,3	5 Mn	450	650
1.4362	S32304	0,02	0,10	23,0	4,0	0,2	–	400	600
1.4462	S32205	0,02	0,17	22,0	5,7	3,1	–	460	640

*Mindestwerte nach EN: MPa – MegaPascal (1 Pa = 1 N/mm²), R_{p0,2} – 0,2 % Dehngrenze, R_m – Zugfestigkeit



Abb. 5 – Reinwasserbehälter aus Edelstahl

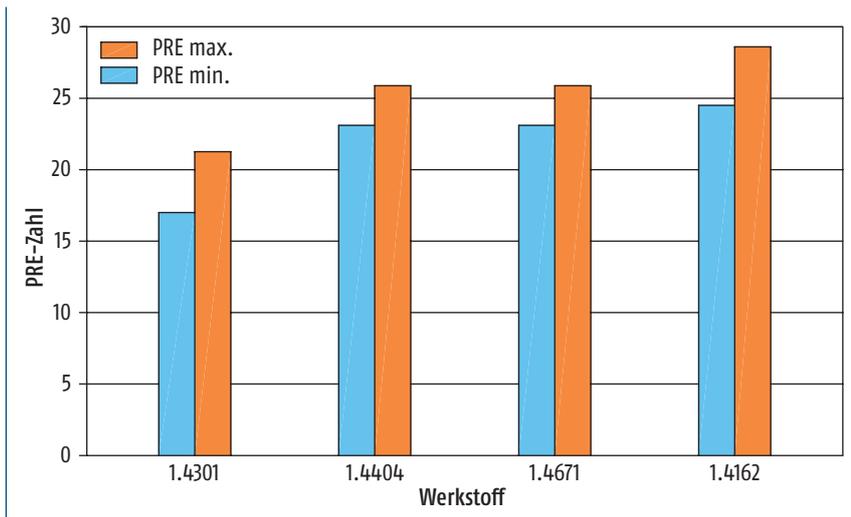


Abb. 6 – Beständigkeit von Stahl gegen Lochfraß und Korrosion (Werkstoff-Zusammensetzung gemäß EN)

Einsatz im Trinkwasser als geeignet bewertet sein müssen.

Nichtrostende Stähle sind Legierungsstähle mit einem Chromgehalt von mindestens 10,5 % und einem Kohlenstoffgehalt kleiner 1,2 % (Tab. 1). In Verbindung mit Sauerstoff bildet sich auf der Werkstoffoberfläche eine durchgehende, dichte und chemisch widerstandsfähige Chromoxidschicht (Passivschicht) aus, welche gegen viele Medien beständig ist. Molybdän neigt wie Chrom zur Passivität und verstärkt damit die Passivschicht. Die Korrosionsbeständigkeit der Edelstähle resultiert aus der Bildung dieser Oxidschichten an der Oberfläche des Stahls. Ein hoher Chromanteil ist hierzu unerlässlich. Die Korrosionsbeständigkeit als das wichtigste Kriterium nichtrostender Stähle ist keine Werkstoffeigenschaft, sondern ergibt sich aus der von der Oberfläche des Werkstoffs ausgehenden Wechselwirkung mit dem jeweils umgebenden Medium. Der Beständigkeit gegen Lochfraß und Spaltkorrosion in chloridhaltigen Wässern kommt bei nichtrostenden Stählen eine zentrale Bedeutung zu. Diese Beständigkeit wird im Wesentlichen durch den Chromgehalt bestimmt und kann durch die sogenannte PRE-Zahl (Pitting Resistance Equivalent) $PRE = \% Cr + 3,3 \% Mo + 16 \% N$ vergleichbar dargestellt werden (Abb. 6). Je höher diese Zahl ist, desto höher ist die Beständigkeit des jeweiligen Stahls gegen Lochfraß und Spaltkorrosion. Duplexstähle liegen bei dieser Bewertung mit V4A-Stählen gleichauf.



Abb. 7 – Die aus elf Feldern bestehende Schaltanlage sorgt für einen sicheren Anlagenbetrieb.

Das komplette neue Wasserwerk wurde in einer Stahlhalle untergebracht. Aufgrund der großen Edelstahloberflächen ist eine konstante Temperatur im Gebäude gewährleistet, welche im Bereich der Wassertemperatur liegt. Durch eine Podestkonstruktion aus Stahl wurden im Gebäude verschiedene Bedienungsebenen geschaffen. Die Filteranlagen wurden auf der Bodenplatte, die elektrische Schaltanlage eine Ebene höher und die Entsäuerungsanlage über den Reinwasserbehältern aufgestellt. Durch diese Anordnung der Komponenten konnte die gesamte Anlagentechnik in einer relativ einfach gehaltenen Industriehallenkonstruktion kostengünstig untergebracht werden.

Zur Reinwasserförderung in die Druckzonen Henken (14 bar) und Venningen (6,7 bar) sind zwei unabhängige Druckerhöhungsanlagen installiert. Die Förderung nach Henken erfolgt über drei frequenzgeregelte Pumpen mit je 96 m³/h, die Förderung nach Venningen über vier ebenfalls frequenzgeregelte Pumpen mit

je 61 m³/h Nennleistung. Zur Druckstoßkompensation sind neben Sicherheitsventilen jeweils Membrandruckspeicher mit 1.500 l bzw. 3.000 l Volumen vorgesehen.

Der gesamte Wasseraufbereitungsprozess verläuft vollautomatisch. Die aus elf Feldern bestehende Schaltanlage mit extra-großem Bedienpanel steuert und überwacht das komplette Wasserwerk und sorgt mittels Leistungsüberwachung der Pumpen für einen sicheren Anlagenbetrieb (Abb. 7). Das bestehende Notstromaggregat konnte ebenfalls aus dem alten Wasserwerk übernommen werden. Aus hygienischen Gründen und zur Steigerung der Betriebssicherheit – Stichwort Brandgefahr – wurden sowohl das Notstromaggregat als auch der Transformator für die Stromversorgung außerhalb der Halle des Wasserwerks in eigenen kleinen Gebäuden untergebracht.

Nach der Inbetriebnahme des neuen Wasserwerks im Dezember 2015 folgte im Februar 2016 die Enthärtungsanlage. Die Gesamtanlage läuft seither störungs-

frei – lediglich im Bereich der Enthärtung und Entsäuerung mussten noch die üblichen Betriebsoptimierungen durchgeführt werden. Der Wasserwerksneubau, dessen Gesamtkosten bei rund 3,4 Mio. Euro liegt, wurde vom Umweltministerium Rheinland-Pfalz gefördert.

Autoren

Martin Hanke
Verbandsgemeindewerke Edenkoben
Poststr. 23
67480 Edenkoben
Tel.: 06323 959150
martin.hanke@vg-edenkoben.de
www.vg-edenkoben.de

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



Anzeige
1/4 Seite hoch
90 x130

Winkelkämper
1/4 Seite hoch
90 x130