

Absenkung des Arsengehaltes aus Trinkwasser mittels Ultrafiltration

Containeranlage zur Wasseraufbereitung kombiniert Membranverfahren mit dem Fällungsprozess

Dipl.-Ing. (FH) Jochen Peschel, Vertriebsleiter



Abb.1 Einblick in die Verfahrenstechnik der Ultrafiltrationsanlage

1. AUFGABENSTELLUNG

Zur Sicherstellung der Wasserversorgung einer Gemeinde während des Umbaus des Wasserwerkes wurde der Wasserspezialist FWS Filter- und Wassertechnik mit der Lieferung einer Ultrafiltrationsanlage in Containerbauweise für einen Durchsatz von ca. 20 m³/h an Trinkwasser beauftragt, Abb.2. Für solche Zwecke hat sich das Unternehmen einen Mietpool an standardisierten Ultrafiltrationscontainern mit Durchsatzleistungen von 5 – 50 m³/h angelegt.

Neben der Entfernung von Trübstoffen und Bakterien wurde die Anforderung gestellt, auch Arsen mit Konzentrationen bis ca. 15 µg/l aus dem Trinkwasser soweit zu entfernen, dass der zulässige Grenzwert von 10 µg/l deutlich unterschritten wird. Nachfolgend werden die Erfahrungen und Ergebnisse aus dem mehr-

monatigen Betrieb der Ultrafiltrationsanlage (UF-Anlage) vorgestellt.

2. AUFBAU UND FUNKTION DER ANLAGE

Eingesetzt werden standardisierte Ultrafiltrationsanlagen der Baureihen FWS-UF 200 bis 600, schematisch dargestellt in Abb.4.

Zunächst wird das Wasser in einem Vorlagebehälter gesammelt und zur Abscheidung von Grobstoffen über einen automatisch rückspülbaren Vorfilter mit 200 µm Lochweite gepumpt. Die Entfernung von Trübstoffen, Bakterien und Arsen erfolgt mit zwei bis zwölf Ultrafiltrationsmodulen des Typs dizzer 5000 plus mit jeweils 50 m² Membranfläche. Herzstück der Module sind hierbei Multibore-Membranen, deren hohe Haltbarkeit und Zuverlässigkeit be-

Die Ultrafiltration gehört in Deutschland seit einigen Jahren zu den anerkannten Aufbereitungsverfahren zur Keim- und Trübungsentfernung. Bundesweit sind inzwischen über 130 kommunale UF-Anlagen realisiert, die unabhängig vom Rohwasser eine erstklassige Trinkwasserqualität gewährleisten.

Bislang wurde das Verfahren der Ultrafiltration vorrangig zur Entkeimung und Trübungsentfernung eingesetzt. Aber auch andere Anwendungen werden erfolgreich praktiziert. Eine sehr junge Applikation ist die Entfernung von fünfwertigem Arsen. Dieses wird hierbei durch Zugabe von Eisensalz (FeCl₃) gefällt, um das partikuläre Fällungsprodukt auf der Membran sicher zurückzuhalten. Die bisher realisierten Referenzen erwiesen eine hohe Verfügbarkeit auch nach mehrmonatigem Betrieb.

Speziell die Arsenentfernung mittels Ultrafiltration stellt gegenüber klassischen Verfahren wie der Fällung mit anschließender Mehrschichtfiltration, Ionenaustauscher oder Adsorption eine weitgehend neue Technik dar, so dass hierzu bislang nur wenige praxisrelevante Erfahrungen vorliegen, Abb.1.

reits in über 50 Anlagen dauergeprüft wurde. Die Arsenentfernung erfolgt durch eine Inline-Fällung auf der Membranoberfläche. Als Fällungsmittel wird Eisen-(III)-chlorid eingesetzt, das über eine Membrandosierpumpe in den Anlagenzulauf dosiert wird. Die der Fällung zugrunde liegenden Reaktionsmechanismen sind in Abb.3 vereinfacht dargestellt: Auf die vorgeschaltete Oxidation von dreiwertigem Arsenit zu fünfwertigem Arsenat konnte im vorliegenden Fall verzichtet werden, da bereits hauptsächlich Arsen(V) im Wasser vorliegt. Im pH-Bereich 6 – 8 bildet das Arsenat mit Eisen(oxid)hydroxid einen vergleichsweise stabilen Eisen-Arsenat-Komplex, der auf der Membran mit einer max. Porenweite von 20 nm sicher zurückgehalten wird.

Die Rückspülung der Membran zur Entfernung des gebildeten Oberflächenbelags



Abb.2 Aufbau der Ultrafiltrationscontaineranlage

erfolgt vollautomatisch in Abhängigkeit des gewählten Zeitintervalls und der sich einstellenden Druckdifferenz mit Filtrat (backwash) sowie in gewissen Zeitabständen zusätzlich chemisch unterstützt mit Natronlauge und Salzsäure (chemical backwash).

Die anfallenden Spülwässer aus dem Vorfilter und den Ultrafiltrationsmembranen wurden dem vorhandenen Spülwasserbecken des Wasserwerkes zugeführt, das Filtrat gelangte in ein Reinwasserbecken und wurde von dort über eine UV-Bestrahlungseinheit in den Hochbehälter gepumpt.

3. BETRIEBSERFAHRUNGEN

3.1 Anlagenaufbau und Inbetriebnahme

Die UF-Containeranlage ist eine voll funktionsfähige und betriebsbereite Einheit, so dass auf der Baustelle lediglich die Zu- und Ableitungen über Flanschverbindungen angeschlossen werden müssen sowie die Strom- und Signalverbindungen herzustellen sind.

Die Anbindung an die Steuerung des Wasserwerkes erfolgt über zwei potenzialfreie Kontakte, so dass die Betriebszustände des Wasserwerkes und der Ultrafiltrationsanlage

miteinander verknüpft sind. Der Anlagenaufbau erfolgt innerhalb von ein bis zwei Tagen, die Inbetriebnahme und Einweisung des Wasserwerkpersonals an einem Folgetag.

Betrieb und Betreuung der Anlage können und werden vollumfänglich durch Personal des Wasserwerkes durchgeführt, FWS leistet im Wesentlichen telefonischen Support bei Fragestellungen zu Betriebsparametern und eventuell auftretenden Problemen.

3.2 Betrieb

Ultrafiltrationsmembranen werden in der kommunalen Wasseraufbereitung normalerweise mit einer transmembranen Druckdifferenz von ca. 0,2 – 0,5 bar betrieben. Die Kombination der Ultrafiltration mit einer Inline-Fällung ergab eine Steigerung des transmembranen Druckes während der Inbetriebnahmephase auf 0,8 bar nach kurzer Betriebszeit. Dies ist der Grenzwert, welcher in der Steuerung der UF-Anlage hinterlegt ist, um eine kombinierte chemische Rückspülung der UF-Module auszulösen.

Die Rückspülung führte bei der Musteranlage zunächst nicht zu einer deutlichen Absenkung des transmembranen Druckes, so dass die Filtrationszeiten sich verkürzten und damit die Filtratausbeute abnahm. Bei der Auswertung der Betriebsergebnisse und Wasseranalysen konnten mehrere Ursachen identifiziert werden. Der pH-Wert von ca. 9 bei der Rückspülung mit Natronlauge war aufgrund des Pufferverhaltens des Wassers zu niedrig, um eine effiziente Abreinigung der Membranen zu erzielen. Die Dosiermenge an Natronlauge wurde so erhöht, dass sich auf der Membran ein pH-Wert von 12,5 – 13 einstellte.

Durch zweimaliges intensives Rückspülen der Membranen konnte der transmembrane Druck auf einen Wert von 0,15 bar gesenkt werden. Dieser zeigt, dass die aufgebauten Beläge aus Eisen, Arsen und anderen Wasserinhaltsstoffen vollständig entfernt werden konnten. Ferner wurde die Flächenbelastung von anfänglich 100 l/m²h auf ca. 65 l/m²h gesenkt und die Fällmittelzugabe an Eisen(III)chlorid reduziert. Die UF-Anlage lief in den nachfolgenden Monaten mit den gewählten Betriebseinstellungen ohne Probleme, so dass die Anlage eine hohe Betriebssicherheit und Verfügbarkeit von nahezu 100 Prozent aufwies.

• Inline-Fällung von As(V) auf der Membran:

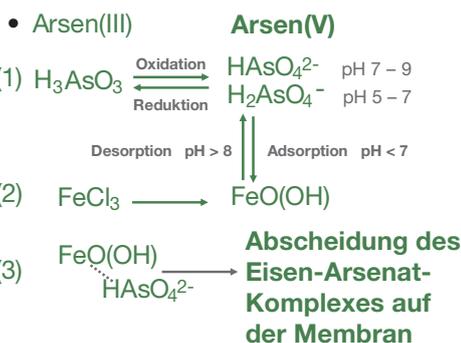
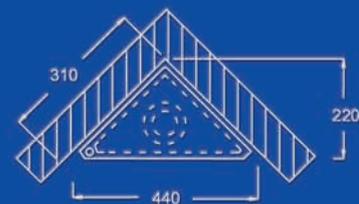


Abb.3 Reaktionsmechanismen der Inline-Fällung

Knapp in die Ecke!



Eck-WC-Stein 108/98 cm hoch passend zu Geberit®-Platten. **Jetzt auch in 98 cm Höhe!** Eins von vielen dreieckigen, Platz sparenden WC-Elementen aus PUR.



Eck-WC-Stein 83 cm hoch mit Betätigungsplatte Kappa 20 (oder Kappa 50) von Geberit®

Der Platzsparer

Fordern Sie ausführliche Unterlagen an:
 Karl Grumbach GmbH & Co. KG
 Breiteilsweg 3 · D-35581 Wetzlar
 Telefon +49 6441 97 72-0 · Fax -20
 www.grumbach.net
 grumbach@grumbach.net



Curafam® Rollit ISO
Das flexible Brandschutz-
band für isolierte Rohre

DOYMA GmbH & Co
 Durchführungssysteme
 Industriestr. 43-57
 D-28876 Oyten

Fon: 04207 91 66-300
 Fax: 04207 91 66-199
 www.doyma.de
 info@doyma.de



Führend durch Wand und Decke

3.3 Betriebsdaten

Die Musteranlage wurde mit einem Rohwasserzufluss von ca. 20 m³/h betrieben, zur Fällung des Arsenats wurden ca. 1,5 ml/m³ an Fe(III)Cl-Lösung zudosiert. Der Ablaufwert an Arsen lag mit durchschnittlich 3 µg/l deutlich unter dem geforderten Grenzwert. Der transmembrane Druck pendelte sich im Laufe des Betriebes auf einen Wert von ca. 0,4 – 0,5 bar ein. Die Rückspülung wurde jeweils nach 3 Stunden Filtration eingeleitet, die chemische Rückspülung einmal täglich.

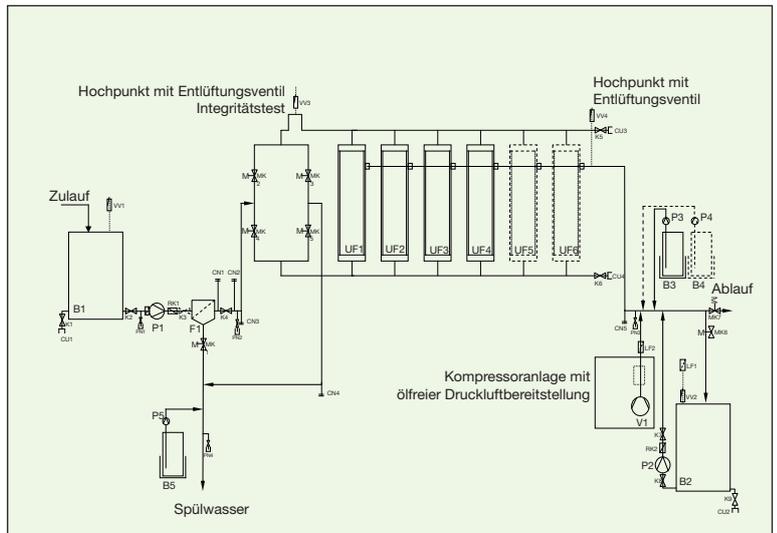


Abb.4 Anlagenschema FWS-Ultrafiltration

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zunächst hervorzuheben, dass die Aufgabenstellung in der sicheren Bereitstellung von Trinkwasser während der Umbauphase des Trinkwasserwerks besteht und somit normalerweise auf eine mögliche Optimierung der Betriebsbedingungen der UF-Anlage verzichtet wird. Die betriebssichere Lösung hat bei einer temporären Maßnahme Vorrang.

In den Bereichen Chemikalienverbrauch, Rückspülfrequenz und -dauer, Dosier- und Einmischtechnik des Eisen(III)chlorids sind Optimierungspotenziale vorhanden, die bei mehrjähriger Betriebsdauer der Anlage oder dem Bau einer stationären Anlage auszuschöpfen wären.

Bei einer temporären Maßnahme wird die Dosiermenge an Eisen(III)chlorid während der Inbetriebnahmephase optimiert und reduziert. Die anfängliche Dosiermenge basiert auf Erfahrungswerten und wird den jeweiligen Erfordernissen angepasst. Entscheidend hierbei ist der Arsenablaufwert, welcher immer deutlich unter dem erlaubten Trinkwassergrenzwert von 10 µg/l liegen muss.

Die Eliminationsleistung an Arsen kann über die zugegebene Menge an Eisen(III)chlorid beeinflusst werden, so dass hier ein Steuerungsparameter existiert, um auch bei schwankenden Zulaufkonzentrationen die Ablaufwerte einzuhalten. Limitierend für die Reinigungsleistung der UF-Anlage ist nicht die Arsenkonzentration im Zulauf, sondern die erforderliche Menge an Eisensalzen, die für die Inline-Fällung zudosiert werden müssen. Hier ist weiterer Untersuchungsbedarf zu sehen, welche

Mechanismen insbesondere auf der Membranoberfläche bei der Eisen-Arsenat-Fällung vorhanden sind und wie diese gezielt kontrolliert und gesteuert werden können.

Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Ultrafiltrationstechnik mit Inline-Fällung in der Lage ist, Arsenat aus dem Wasser betriebssicher zu entfernen. Die FWS-UF Containeranlage ist im Vergleich zu der Alternative einer temporären Mehrschichtfilteranlage für die Umbauphase des Wasserwerks kostengünstiger, platzsparender und aufgrund der Bauweise schneller zu installieren. Die Ultrafiltrationstechnik ist somit eine technische Alternative, Trinkwasser effizient aufzubereiten und Trübstoffe, Bakterien und Arsen gleichzeitig zu entfernen.

Die Vorteile des Verfahrens:

- ▶ gleichbleibende Reinwasserqualität unabhängig vom Rohwasser,
- ▶ geringe Betriebskosten,
- ▶ geringer Platzbedarf,
- ▶ höchste Entkeimungsleistung,
- ▶ geringer Wartungsaufwand,
- ▶ vollautomatische Betriebsweise,
- ▶ Barrierewirkung,
- ▶ Skalierbarkeit.

Autor

*Dipl.-Ing. (FH) Jochen Peschel,
 Vertriebsleiter GB Water Technologies
 FWS Filter- und Wassertechnik, Schrobenhausen
 Fotos und Grafiken: FWS Filter- und Wassertechnik
www.bauerumweltgruppe.com*



Wasser-Technologien für Gesundheit, Sicherheit und Hygiene

Reaxan

Vor Ort Erzeugung von Chlordioxid zur Desinfektion (mit Korrosionsschutz)

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel für den Menschen und unterliegt deshalb im Rahmen der neuen Trinkwasserverordnung der staatlichen Kontrolle. Es muss frei von Krankheitserregern sein und darf keine gesundheitsschädigenden Eigenschaften haben.



Rndomat Duo
Weichwasseranlage



B-Safe
Legionellenfilter
(unauffälliger Einbau)

Im Rahmen des Hygienemanagements stellt BWT Produkte für Partikel-, Kalk- und Korrosionsschutz sowie verfahrenstechnische Lösungen (Desinfektion mit Chlordioxid, Legionellenfilter) zur Abtötung/Entfernung von Legionellen und anderen Bakterien zur Verfügung.

Weitere Infos erhalten Sie direkt unter der Telefonnummer 06203/73147.

BWT Wassertechnik GmbH

Industriestraße 7 • D-69198 Schriesheim • Tel.: 06203/73-73 • Fax: 06203/73-74
E-Mail: info@bwt.de • www.bwt.de

Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



innovatools

Werkzeuge für den Erfolg

Fach.**Journal**

Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung

[Hier mehr erfahren](#)



innovapress

*Innovationen publik machen
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne