

Aufbau der Ultrafiltrationsanlage und Betriebsweisen in Abhängigkeit der Rohwasserbeschaffenheit

Von Dipl.-Ing. (FH) Andreas Carli, ELIQUO STULZ GmbH

1. Zusammenfassung

Die Kommunalunternehmen Gemünden versorgen die Stadt Gemünden mit den Ortsteilen über den neuen Hochbehälter Zollberg. Herzstück der Wasseraufbereitungsanlage ist die 2-straßige Ultrafiltrationsanlage mit einer Leistung von bis zu 144 m³/h. Die vollautomatische Rückspülung BW (BW = Backwash) mit Mischwasser aus dem nicht UF-behandelten Tiefbrunnenwasser 1 sowie den UF-behandelten Tiefbrunnenwässern 2 und 3, und die chemisch unterstützte Rückspülung CEB (CEB = Chemical Enhanced Backwash) sind zeitgesteuert optimiert in Bezug auf die Rohwasserbeschaffenheit mit Trübung und Färbung.

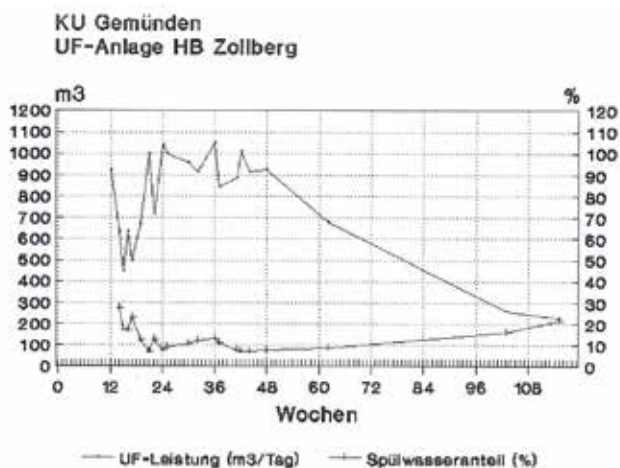


Diagramm 1: Verlauf des Spülwasseranteils im Verhältnis zur Aufbereitungsmenge

Ab der 48. Betriebswoche wurde die Wasserförderung des zwischenzeitlich sanierten Tiefbrunnens 1 wieder aufgenommen, dessen Wasser nicht über die Ultrafiltrationsanlage gereinigt werden muss. Trotz deutlich zurückgehender Aufbereitungsmengen verändert sich die Spülwassermenge nur vergleichsweise gering. Die Erhöhung ergibt sich aus der zeitgesteuerten Rückspülung, die jedoch eine hohe Betriebssicherheit garantiert.

Auf Grund der sehr guten Wasserqualität des Tiefbrunnens 1 wird dieser im Verhältnis 2/3 zu 1/3 zu den Tiefbrunnen 2 und 3 genutzt.

2. Die Membran

Zum Einsatz kommen UF-Module vom Typ dizzer XL 0.9 MB 60 W der Fa. INGE. Die Membran ist eine sogenannte Multibore-Membran, das heißt, dass mehrere UF-Kapillaren zu einer Faser zusammengefasst sind. Im vorliegenden Fall sind das 7 Kapillaren. Diese Konstruktion ist robust, und gewährt eine lange Lebenszeit, bedenkt man die turnusmäßige Rückspülung sowie die turnusmäßige Behandlung mit Natronlauge und Schwefelsäure. Entsprechend können pH-Werte von 1 bis 13 gefahren werden.

Das Material der Faser ist Polyethersulfon (PES), also ein Kunststoff, der alle Prüfungen zur Trinkwassertauglichkeit durchlaufen hat. Die Porengröße wird mit ca. 0,02 µm angegeben.

Je UF-Straße sind zwölf Module eingesetzt. Die Anlage kann um weitere zwei Module erweitert werden. Die Nennleistung der UF-Anlage ist mit maximal 2 x 20 l/s, also 144 m³/h geplant. Das entspricht, bei einer Fläche von 60 m² je Modul und 12 Modulen, einer Gesamtfläche von 720 m² je UF-Straße. Der Flux (spezifische Flächenbelastung) liegt somit bei maximal 100 l/m²·h.

Der Flux einer UF-Anlage ist temperaturabhängig. Um diesen Einfluss zu überwachen, hat man den Begriff der Permeabilität geschaffen. Diese berechnet sich wie folgt: $P = e(0,0237 \times (20-T)) \times Q / (A \times TMP)$ (T= Temperatur in Grad oder Kelvin, Q= Durchfluss in l/h, A= Membranfläche in m² und TMP= Transmembrandruck in bar). Im vorliegenden Fall liegt die Permeabilität im Bereich von ca. 200 l/m² x h x bar.

Die Temperatur des aufzubereitenden Wassers wirkt sich in der Form aus, dass bei tiefen Temperaturen die Permeabilität und damit die Leistung reduziert sind. Das kann im Extremfall bis zu 50 % der Leistung betragen.

3. Die Steuerung

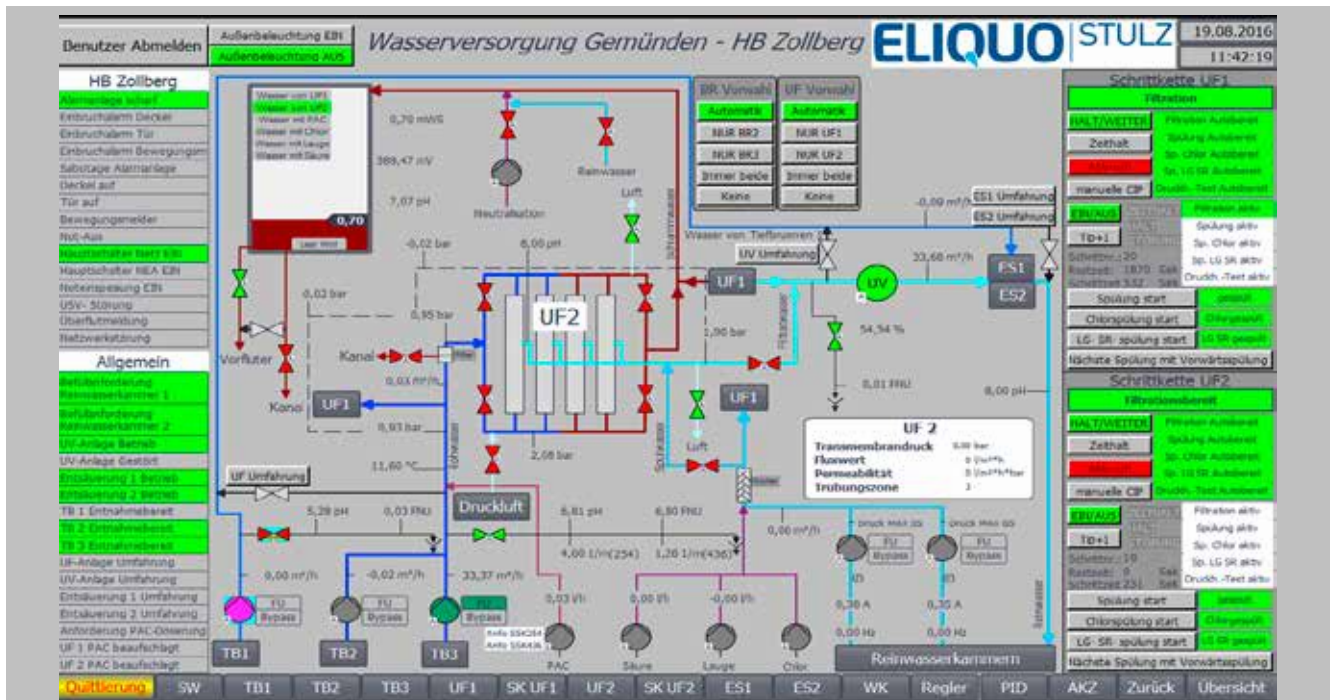
Die Steuerung der Gesamtversorgung erfolgt vollautomatisch und abhängig vom Wasserstand optimiert für die Tiefbrunnen 1 bzw. Tiefbrunnen 2 und 3. Hierzu sind SPS- und Fernwirk-Baugruppen in den jeweiligen Anlagen eingebaut. Diese kommunizieren über Datenleitungen miteinander. Die zentrale Überwachung erfolgt über die Leitstelle der KU Gemünden.

Die Darstellung der Prozesse erfolgt Vorort in den Anlagen über Bildschirme, die im Touch-Mode bedient werden können.

Die Filtrationszeiten ergeben sich aus der Trübungsbelastung des Mischwassers Tiefbrunnen 2 und Tiefbrunnen 3. Die Wasserqualität beider Brunnen ist etwa gleich.



Ultrafiltration 2-straßig im HB Zollberg



Schaltbild UF-Anlage

Trübungszone	Trübung	Laufzeit Filtrieren	Anzahl CEB
	NTU	min.	St/ Woche
		einstellbar	einstellbar
1	0 - 1	40	1
2	1,1 - 5,0	35	2
3	5,1 - 10,0	30	3
4	> 10,1	20	täglich

Entsprechend wurden vier Trübungszonen eingerichtet.

4. Die PAC Dosierung

Die Dosierung des PAC erfolgt linear bzw. direktproportional zur Vorort gemessenen Trübung in NTU bzw. zur Vorort gemessenen Färbung (SSK 436) in 1/m. Über eine Korrelation kann man den Wert in den SSK 254 umrechnen. Mit dem SSK 254 wird die UV-Intensität wiederum betrachtet. Im Normalfall liegen die Werte bei kleiner 1,0 1/m, im vorliegenden Fall werden Werte von bis zu 38,2 1/m gemessen. Ohne die gezielte und rechnergesteuerte Flockungsmittelzugabe ist eine UV-Desinfektion für diese Werte bzw. bei dieser Färbungsstörung nicht möglich.

Mit dem Bedienfeld im Touch-Panel können die Zeiten für die turnusmäßige Rückspülung (BW= Backwash), sowie für chemisch unterstützte Spülungen (CEB) eingestellt werden.

Die turnusmäßige CEB-Spülung wird notwendig, um das Fouling und Scaling auf der Membran zu unterbinden, und die Membran somit wieder in den Originalzustand zu überführen. Es wird zunächst mit Lauge (Natronlauge) gespült, damit werden biologische Ablagerungen (Fouling) entfernt. Anschließend wird mit Säure (Schwefelsäure) gespült, um somit mineralische Ablagerungen (Scaling) zu entfernen.

Der CEB wurde zunächst ausschließlich mit Chlorbleichlauge durchgeführt. Das hat sich als nicht ausreichend gezeigt, weil der TMP nach der CEB mit Chlorbleichlauge nicht wieder auf den Ursprungs-TMP zurückging. Das ist mit dem Lauge-/ Säure CEB gut zu erreichen.

Es werden derzeit in Abhängigkeit der Färbung 0,11 l/h PAC dosiert. Die Färbung ist anhand des Rückspülwassers gut zu erkennen.

5. Daten und Quellen

Daten (Zeitraum 12.11.2015 bis 07.03.2018):

Aufbereitete Wassermenge: 474.364 m³
 Eingesetzte Spülwassermenge: 72.264 m³
 Durchschnittlicher Spülwasserbedarf: 15,2 %

Quellen:

Betriebstagebuch KU Gemünden:
 KU Gemünden, 97737 Gemünden am Main
 Planungsunterlagen HB Zollberg:
 Ingenieurbüro Jung, 63801 Kleinostheim
 PAC-Dosierung zur Färbungselimination vor UF:
 TZW Karlsruhe, 76139 Karlsruhe
 Technische Spezifikation UF-Membran:
 inge GmbH, 86926 Greifenberg

Kontaktadresse:

ELIQUO STULZ GmbH
 Beim Signauer Schachen 7
 79865 Grafenhausen
 www.eliquostulz.com



Spülwasserablauf eingefärbt durch roten Sandsteinschluff mit 20 % Partikelanteil kleiner 1µm