

Planung und Bau einer Ultrafiltrations-Pilotanlage zur Nutzung alternativer Wasserressourcen

1 Ausgangssituation und Projektbeschreibung

Der OOWV versorgt auf einer Fläche von 7.860 km² rund 1,1 Mio. Kunden mit Wasser in Trinkwasserqualität. Dieses wird bisher ausschließlich aus 267 Grundwasserförderbrunnen gewonnen und in 15 Wasserwerken aufbereitet.

Der OOWV beabsichtigt zukünftig vermehrt Industrierwasserbedarfe über alternative Ressourcen zu decken und benötigt eine vielseitig einsetzbare Pilotanlage. Der erste Einsatzzweck der Anlage wird die Aufbereitung von Regenwasser aus einem Regenrückhaltebecken in der Stadt Damme sein. Weitere mögliche Einsatzzwecke der Anlage sind:

- Regenwasseraufbereitung an weiteren Standorten
- Vorbehandlung für eine Nanofiltration/Umkehrosmose für die Wiederverwendung von kommunalen oder industriellen Abwässern
- Vorbehandlung für eine Nanofiltration/Umkehrosmose für die Aufbereitung von Oberflächenwasser
- Aufbereitung von Filterspülwässern aus Wasserwerken

Die Pilotanlage soll vollautomatisiert betrieben werden können und primär eine Ultrafiltration enthalten, mit einer vorgeschalteten Flockungsmitteldosierung und nachgeschalteten UV-Desinfektion. Da eine Nutzung der Anlage an verschiedenen Standorten vorgesehen ist, soll der Einsatz unterschiedlicher UF-Membrantypen und -hersteller möglich sein.

2 Rohwasser- und Zielwasserqualität des ersten Einsatzortes

Die einzusetzenden UF-Membranen sind ausgehend vom ersten Einsatzzweck zur Aufbereitung von Regenwasser aus einem Regenrückhaltebecken auszuwählen. Es soll eine inside-out und outside-in Membran eingesetzt werden. Wie im Leistungsverzeichnis beschrieben, muss der Einsatz verschiedener Modularten und Hersteller möglich sein, da die Pilotanlage zukünftig an weiteren Standorten mit unterschiedlichen Wässern betrieben werden soll.

Rohwasserqualität

Insgesamt weist das Regenwasser keine starken Verschmutzungen auf und viele Messwerte liegen unterhalb oder nahe der Grenze aus der TrinkwV. Ein Ausschnitt der Messwerte ist in Tabelle 1 dargestellt und eine Übersicht aller Messwerte befinden sich in Anhang 1. Am auffälligsten sind die hohen Trübungswerte, die um einiges über den Werten im Trinkwasser und der TrinkwV liegen.

Tabelle 1: Ausschnitt der Messwerte zur Regenwasserqualität

Parameter	Einheit	TrinkwV	Regenwasser		
			Mittelwert	Min	Max
pH-Wert vor Ort		$\geq 6,5$ und $\leq 9,5$	8,5	7,2	10,1
O ₂ vor Ort	mg/l		10,2	8,7	13,2
Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	2790,00	74,1	49,3	112,9
Trübung	FNU	1,00	33,5	11,2	65,4
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l		24,1	15,3	30,1
GH	mmol/l		0,3	0,2	0,3
Aluminium gesamt (Al)	mg/l	0,20		0,5	1,6
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,50	0,12	0,02	0,39
Eisen gesamt (Fe)	mg/l	0,20		0,39	1,51
Mangan gesamt (Mn)	mg/l	0,05		0,03	0,05
Nitrat (NO ₃)	mg/l	50,00	1,6	0,2	6,0
Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,50	0,062	0,003	0,174
Phosphat (PO ₄)	mg/l		0,7	0,3	4,1
SAK ₄₃₆ (Färbung)	1/m	0,50		0,3	0,6
SAK ₂₅₄	1/m			8	10
TOC	mg/l			5,1	5,6
CSB	mg/l		31,1	19,7	61,8
AOX	mg/l			< 0,01	0,02

Die Konzentration der Metalle Eisen, Mangan und Aluminium ist insgesamt gering, allerdings liegen die Werte teilweise über dem Grenzwert der TrinkwV. Es wird angenommen, dass Eisen und Mangan partikulär vorliegt und dadurch über eine Partikelfiltration entfernt werden kann. Aluminium kann voraussichtlich durch Einsatz von Flockungsmitteln ebenfalls reduziert werden. Da die Entfernungsleistung abhängig vom pH-Wert ist, muss im Rahmen einer Pilotierung geprüft werden, ob eine Remobilisierung von Aluminium nach der Flockungsreaktion auftritt.

Der Gehalt an organischen Substanzen ist erhöht. Messwerte des TOC sind im Vergleich zum lokalen Trinkwasser (1,3 mg/l) mit Werten von 5,1 mg/l und 5,6 mg/l erhöht. Auch der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) liegt in hoher Konzentration vor und liegt mit Werten zwischen 19,7-61,8 mg/l in der Größenordnung von Kläranlagenabläufen. Um die organischen Stoffe im Wasser zu reduzieren, wird in der Aufbereitung der Einsatz von Flockungsmitteln vorgesehen.

Zielwasserqualität

Das Aufbereitungsziel am Standort Damme ist die Produktion von industriell nutzbarem Wasser in trinkwasserähnlicher Qualität. Die chemisch-physikalischen sowie mikrobiologischen Parameter richten sich somit nach den Vorgaben der Trinkwasserverordnung.

3 Anforderungen an die Pilotanlage

Es sind die im folgenden aufgeführten Mindestanforderungen zu berücksichtigen:

- Pilotanlage:
 - Containerbasiert
 - Die Anlage ist autark mit Remote-Zugriff und -Steuerung zu konzipieren.
 - Die Aufstellung erfolgt im Freien (Temperaturen zwischen 5°C bis 30°C, relative Feuchte < 95%, nicht kondensierend). Für den Container ist dementsprechend eine Frostschutzheizung und Klimatisierung vorzusehen. Bei niedrigeren Temperaturen ist für eine Frostsicherheit der Anlage sowie der Rohrleitungen zu sorgen.
- Allgemeine Anforderungen:
 - Material: TW-Zulassung oder ähnlich
 - Ausführung nach anerkannten Regeln der Technik und Berücksichtigung des Arbeitsschutzes
 - Anlage muss so konzipiert werden, dass zwischen zwei Pilotierungen die Anlage außer Betrieb genommen werden kann
- Prozessschritte:
 - Rohwasserpumpe
 - Feedwasserpumpe zur Versorgung der UF
 - Vorfilter mit veränderbarer Siebgröße und automatisch rückspülbar
 - Rohwasserspeicher
 - Behälter muss vollständig entleerbar und einfach zu reinigen sein
 - ggf. Einbindung in CIP-Kreislauf
 - Flockungsmitteldosierung
 - Veränderbarer Aufbau der Verweilstrecke (Länge der Reaktionsstrecke variabel)
 - Dosiereinrichtung zur einfachen Anpassung der Dosiermenge
 - Ultrafiltration (UF)
 - 2-straßig, sodass parallel zwei unterschiedliche UF betrieben werden können
 - automatisierter Backwash
 - zu betrachtende Verfahren: In-out, Out-in
 - Wichtig: Einsatz unterschiedlicher Membranhersteller muss möglich sein. Unterschiedliche Modulgrößen sind baulich zu beachten.
 - CEB- und CIP-Vorrichtungen inkl. Heizeinrichtung (Fühler und Thermostat); Spülwasserbehälter mit Trinkwasseranschluss
 - Filtratspeicher
 - Behälter muss vollständig entleerbar und einfach zu reinigen sein
 - ggf. Einbindung in CIP-Kreislauf

- Nachgeschaltete UV-Desinfektion
- Abwasserspeicher
 - Zur Neutralisierung der CEB- und CIP-Reinigungslösung
- Chemikalienvorlage
 - Volumen für mind. 10 Tage
 - Notwendige Vorlagen
 - Flockungsmittel
 - Säure
 - Lauge
 - Ggf. weitere Behälter vorsehen
- Probenahmestellen:
 - Leicht zugänglich
 - abflammbar nach Trinkwasseranforderungen