

FITWAS

Wiederverwendung von Filterspülwässern aus der Grundwasseraufbereitung zur Sicherung der Trinkwasserversorgung

Abschlussbericht Teil 1 Kurzbericht

CERAFILTEC Germany GmbH
BMBF Förderkennzeichen 02WV1565D
Laufzeit: 01.02.2021 bis 30.09.2024

März 2025

Autorinnen/Autoren

CERAFILTEC Germany GmbH
Dr.-Ing. Martin Kaschek

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02WV1565D gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbericht zur Darstellung der Projektergebnisse

1. Ursprüngliche Aufgabenstellung und wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Hintergrund des Verbundprojektes FITWAS ist der in Spitzenlastzeiten gestiegene Trinkwasserbedarf, der sich regional besonders herausfordernd darstellt, weshalb deutsche Wasserversorgungsunternehmen vermehrt nach zusätzlichen Rohwasserressourcen für die Trinkwasseraufbereitung suchen. Der in FITWAS verfolgte Weg ist die Wiederverwendung von Filterspülwasser, das in Deutschland bei der Aufbereitung von Grundwasser zu Trinkwasser mit einem Anteil zwischen 1% - 4% anfällt.

Ziel des FITWAS-Projektes war es, geeignete Verfahren zu ermitteln bzw. neue Verfahren z.B. mit Einsatz keramischer Membranen zu entwickeln, mit denen Filterspülwässer aufbereitet und als Rohwasser in die Wasseraufbereitung zurückgeführt werden können. Damit soll langfristig die Verfügbarkeit von Trinkwasser erhöht werden.

Die Membranfiltration wird seit etwa 20 Jahren zur Aufbereitung von Oberflächenwasser eingesetzt [1]. Es wurden bereits mehrere Pilotstudien zur Aufbereitung von Filterspülwässern mittels polymerbasierter Ultrafiltration durchgeführt, welche jedoch vorwiegend die Trinkwassererzeugung aus Oberflächenwasser [2–4] oder Quellwasser [5] betreffen. Bisher hat sich die Rückgewinnung des Filterspülwassers jedoch aus Kostengründen und z.T. aufgrund von Betriebsproblemen nicht etabliert. Keramische Membransysteme wurden wegen fehlender Betriebserfahrungen und hoher Investitionskosten bisher nicht pilotiert [5].

Zur Wiederverwendung der Filterspülwässer wurden in FITWAS verschiedene Membranfiltrationskonzepte untersucht: (i) Getauchte Membranen im Unterdruckbetrieb sowie (ii) Membranen im Druckbetrieb, ausgehend von Laborversuchen bis hin zu Pilotversuchen in drei Wasserwerken. Ein wichtiger Aspekt war dabei die Aufbereitungsleistung keramischer Membranen im Vergleich zu polymeren Membranen.

2. Ablauf des Vorhabens

Der Start des Verbundprojektes FITWAS erfolgte im ersten Jahr der Corona-Pandemie. Durch die Auswirkungen der Pandemie und aufgrund technischer Schwierigkeiten im gesamten Verbundprojekt wurde eine kostenneutrale Projektverlängerung notwendig. Mit der kostenneutralen Verlängerung und einem neuen Zeitplan konnten alle Arbeitspakete vollständig abgeschlossen werden.

Trotz Probleme mit der Einstellung von Personal wegen der Pandemie und dem Weggang von etabliertem Personal im Labor und für die Pilotierung konnten alle Laborversuche vollständig und mit sehr guten Ergebnissen abgeschlossen werden. Die Entwicklung der gepulsten Rückspülung und der Kombination aus Sedimentation und Filtration in einem Tank konnten im Labor entworfen und getestet werden.

Die Pilotierung war anfangs bei HamburgWasser schwierig, da verschiedene unerwartete Effekte aber auch Schwachstellen der Pilotanlage auftraten. Gemeinsam mit der DVGW-HH konnten aber nach und nach die Probleme gelöst und mit Verzögerung alle geplanten Pilotversuche mit der keramischen Flachmembran durchgeführt werden.

Durch die vielen Korrekturen an der Pilotanlage hat sich die CERAFILTEC dazu entschlossen, nach der Pilotierung in Hamburg die Pilotanlage nach Saarbrücken zurückzuholen und eine Generalüberholung durchzuführen. Danach ging die Anlage nach Holdorf für die Pilotierung beim OOWV.

Die Pilotversuche beim OOWV in Holdorf gestalteten sich deutlich einfacher. Allerdings war hier der Sammelteich für das Spülwasser sehr weit entfernt. Eine eigene Steuerung für die Zulaufpumpe musste gebaut und installiert werden. Auch der Fernzugriff war am Standort eingeschränkt, da das örtliche Mobilfunknetz nur sehr schwach war. Erst die Installation einer sehr großen Antenne konnte das Problem lösen. Nach Lösung aller Probleme konnte die Anlage im Dauerbetrieb über mehrere Monate laufen und Daten liefern. Auch das Personal in Holdorf wurde in die Anlage eingewiesen und konnte bei gelegentlichen Stromausfällen helfen.

3. Wesentliche Ergebnisse und Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen

Die Laborarbeiten der CERAFILTEC konnten zeigen, dass die Spülwässer aus 3 unterschiedlichen Quellen durch die keramische Flachmembran sehr gut aufbereitet werden kann. Dabei eignen sich sowohl die Membranen aus SiC als auch aus Al₂O₃ gleichermaßen. Es konnte gezeigt werden, dass die gepulste Rückspülung eine Deckschicht innerhalb von 1 bis 2 Sekunden entfernt. Ebenso konnte ein Tankdesign entworfen und im Labormaßstab simuliert werden, dass sowohl die Sedimentation als auch die Filtration vereint. Dadurch ist es möglich, den Prozess der Schlammaufbereitung kontinuierlich zu fahren.

Die von allen Projektpartnern aus den Laborversuchen gewonnenen Erkenntnisse wurden verwendet, um eine Pilotanlage zu planen und zu bauen. In der ersten Pilotierung bei HamburgWasser wurden folgende Ergebnisse gewonnen:

- SiC und Al₂O₃ Membranen zeigen ähnlich gute Leistungsdaten.
- Membranfluxraten von bis zu 150 l/mh konnte bestätigt werden.
- Die mit einer Labormembran (0,01 m² Fläche) entwickelte gepulste Rückspülung funktioniert auch bei einem 6 m² Modul.
- Eine Filtration ohne CEB (chemische Membranreinigung während der Rückspülung) ist möglich.
- Die Qualität des Permeats war durchgängig sehr gut und das gewonnene Wasser könnte in Bezug auf die Trinkwassergrenzwerten direkt als Trinkwasser eingesetzt werden.
- Ein Batchbetrieb bei sehr hohen Ausbeuten ist eine mögliche Verfahrensweise.
- Eine CIP bringt die Performance der Membran wieder vollständig zurück.
- Ausbeuten bis 99 % sind möglich, wodurch die Gesamtausbeute des Wasserwerks von 97 % auf 99,97 % gesteigert werden kann.

Die Pilotierung beim OOWV in Holdorf konnte folgende Ergebnisse liefern:

- Obwohl die Spülwässer von HamburgWasser und OOWV optisch sehr ähnlich sind und im Labormaßstab auch ähnliche Ergebnisse in Bezug auf Filtration lieferten wurde eine deutlich schlechtere Filtrierbarkeit festgestellt. Eine eindeutige Ursache hierfür konnte nicht festgestellt werden.
- Die SiC-Membran zeigte ein stärkere Fouling als die Al₂O₃ Membran.
- Stabile Fluxraten von 60 l/mh (SiC) und 80 l/mh (Al₂O₃) konnten bei einer Ausbeute von 99 % gefahren werden.
- Ein kurzer Belüftungspuls unterhalb der Membran während der gepulsten Rückspülung hilft dabei, den Filterkuchen, der sich der Filtration bildet, zu entfernen.
- Ein kontinuierlicher Betrieb ist, als weitere Prozessführung neben dem Batch-Betrieb, möglich.
- Eine Ausbeute von 99 % im kontinuierlichen Dauerbetrieb ist möglich.

Ergebnisse die für den Export bzw. für den Verkauf der Technologie und der Membranmodule wichtig sind:

- Der Prozess lässt sich auch auf Wässer im Temperaturbereich von 2 bis 60 °C übertragen.
- Die erzielten Fluxraten erlauben die Aufbereitung des Spülwassers zu Kosten im Bereich von 15 bis 20 €-Cent pro Kubikmeter Wasser.
- Durch die Wahl einer niedrigen Fluxrate kann eine regelmäßige chemische Reinigung minimiert werden. Ziel sollte sein, nur gelegentliche CIP (ca. alle 3 Monate) vornehmen zu müssen.

Eines der Highlights des Projektes war der Besuch eines potenziellen Kunden bei der Pilotanlage beim OOWV. Nach Beratung durch CERAFILTEC und der Begutachtung des Prozesses, hat sich der Kunde dazu entschieden, eine entsprechende Anlage mit der Rückgewinnung von Filterspülwasser mit einer Leistung von 80 m³/h zu installieren. Die Anlage konnte im Januar 2025 in Betrieb gehen.

Die Zusammenarbeit mit allen Projektpartnern war sehr gut.

4. Literatur

- [1] Lipp, P. (2007). Bestandsaufnahme zum Betrieb von MF/UF-Anlagen in der öffentlichen Wasserversorgung in Deutschland. TZW Schriftenreihe Band 33.
- [2] Lipp, P., Volquardsen, T. (2017). Klarwasserbehandlung mittels Ultrafiltration. Ergebnisse einer Pilotstudie. ATW-Beitrag, 159–165.
- [3] Reissmann, F. G., Uhl, W. (2006). Ultrafiltration for the reuse of spent filter backwash water from drinking water treatment. Desalination 198/1, 225–235. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.03.517>.
- [4] WAG Nordeifel mbH (2008). Teilprojekt 3: Wissenschaftliche Untersuchungen zur Inbetriebnahme und zum Langzeitverhalten der großtechnischen zweistufigen Membrananlage der TWA Roetgen, Abschlussbericht. https://cleanerproduction.de/Publikationen/02WT0660_-_Abschlussbericht.pdf.
- [5] Winkler, A., Winzenbacher, R. (2008). Behandlung schlammhaltiger Filterspülwässer mittels Ultrafiltration im Egau-Wasserwerk. Von der Grundlagenermittlung bis zum Betrieb. gwf Wasser|Abwasser 149 2, 133–141.