



Bild 1 Am Standort Bitterfeld produziert LANXESS Umkehrosiose-Membranelemente. Zur Qualitätssicherung wird jedes Produkt vor der Auslieferung in einem Element-Tester überprüft.

Quelle: Lanxess

Fouling beim Umkehrosioseprozess reduziert

Weniger organisches Fouling durch optimierten Feedspacer

Im BMBF-Forschungsprojekt MULTI-ReUse werden verschiedene Aufbereitungskonzepte für gereinigtes Abwasser zur Nutzung in Industrie und Landwirtschaft verglichen und bewertet.

Umkehrosiose (UO) ist eine Möglichkeit, kritische Spurenstoffe sicher aus Abwasser oder Trinkwasser zu entfernen /1/. Allerdings stellen beim Einsatz der UO-Filtration das Biofouling und das organische Fouling in den Wickelelementen eine Hürde dar. Selbst nach einer Ultrafiltration als Barriere können sich Bakterien im Permeat ansiedeln. Dies liegt nicht unbedingt an der Integrität des UF-Moduls, sondern daran, dass das System nicht hermetisch abgeschottet ist. So können Bakterien über die Luft in den Tank gelangen und sich dann dort häufig exponentiell vermehren, da die im Abwasser ausreichend vorhandenen organischen Substanzen in das UF-Permeat gelangen und dort als Nährstoffe dienen.

Gegenstand der Untersuchungen eines BMBF-Forschungsprojektes ist es, Möglichkeiten aufzuzeigen, wie das Fouling reduziert und somit der UO-Prozess insgesamt stabilisiert werden kann.

BMBF-Forschungsprojekt

Der Vergleich und die Bewertung von Aufbereitungskonzepten für gereinigtes Abwasser zur Nutzung in Industrie und Landwirtschaft ist Ziel eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts mit dem Titel MULTI-ReUse (www.water-multi-reuse.org). Die Untersuchungen werden in einem Verbund aus insgesamt neun Forschungseinrichtungen, Herstellern und Anwendern an einer Pilotanlage auf der Kläranlage im Niedersächsischen Nordenham durchgeführt. Der Pilotanlage wird konventionell gereinigtes Abwasser zugeführt und weitergehend aufbereitet. Ziel ist es, Brauchwasser zu produzieren, das anstelle von Trinkwasser in der Industrie verwendet werden kann. In flexiblen Aufbereitungsketten werden die Verfahren Ultrafiltration (UF), Umkehrosiose (UO), Aktivkohlefiltration und UV-Desinfektion kombiniert, um definierte Wasserqualitäten zu produzieren.

Feedspacer reduziert Biofouling

Die eleganteste Methode, das Biofouling zu reduzieren, besteht darin, die Ansiedlung von

Bakterien im Wickelmodul zu verhindern, indem Räume mit langsamer Überströmung minimiert werden. Dazu wurde ein neuer Feedspacer im direkten Vergleich mit einem Standardspacer getestet. Der Feedspacer ist ein entscheidender Bestandteil eines Wickellements, da er die Höhe des Feedkanals und die Strömung beeinflusst.

Der neue Feedspacer hat im Vergleich zu dem Standardspacer unterschiedliche Faden- bzw. Filamenthöhen. Dicke und dünne Filamente wechseln sich ab. So kann die Feedkanalhöhe definiert werden und gleichzeitig lassen sich mit dünneren Filamenten ausreichend starke Turbulenzen generieren, um die Konzentrationspolarisation auf der Membranoberfläche zu reduzieren. Simulationen zeigen, dass dies zu weniger Bereichen mit geringer Überströmung führt.

Untersuchungen an der Universität Delft bestätigen, dass dies einen Einfluss auf das Biofouling hat. So wurden Testzellen mit unterschiedlichen Spacern bestückt und überströmt. Dabei wurden im Tank Bakterien angesetzt und deren Wachstum gefördert

* Lewabrane – eingetragenes Warenzeichen

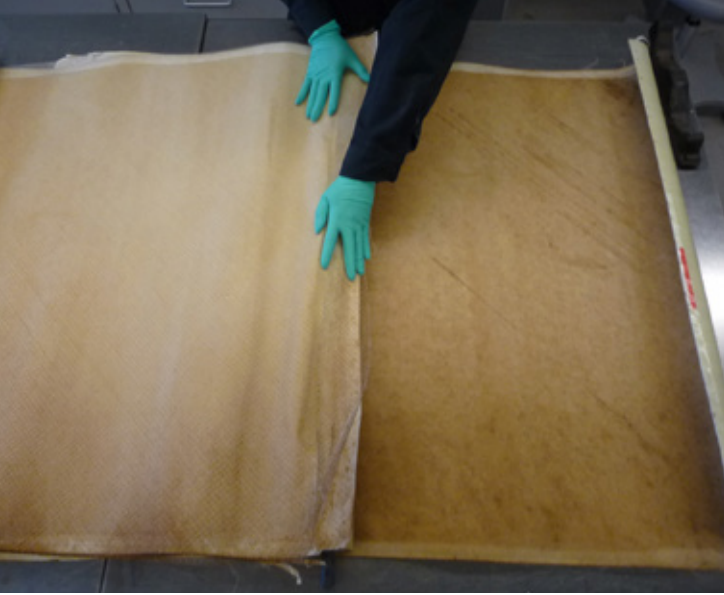


Bild 2 Vergleich der Membranoberfläche des ASD-Elements (links) mit Standardspacer (rechts)

Quelle: Lanxess

/2/. Der Versuch zeigte, dass der Druckverlust entlang des Feedspacers kontinuierlich anstieg. Nach 90 Tagen war der Druckverlust durch biologische Verblockung beim Standardspacer um 54% gestiegen, während dieser beim Spacer mit alternierenden Filamenten (ASD, Alternating Strand Design) nur um

30% anstieg. Wenn man berücksichtigt, dass eine Anlage gereinigt wird, wenn der Druckanstieg ca. 15% erreicht hat, musste der Standardspacer nach ca. 45 Tagen und der ASD-Spacer erst nach 65 Tagen gereinigt werden. Dies hat natürlich einen Einfluss auf Chemikalienverbrauch und Stillstandzeiten. Um dieses Ergebnis unter realen Testbedingungen zu validieren, wurde im Rahmen des Projekts parallel zwei 4-Zoll-Druckrohre mit UO-Filterelementen bestückt, in denen ein Standardspacer bzw. der ASD-Spacer verbaut wurden.

Pilot-Prozess

Die Pilotereinheit in Nordenham besteht aus zwei separaten Linien, um verschiedene Prozessbedingungen vergleichen zu können. Als Vorbehandlung wird nach der Biologie eine Fällung bzw. Flockung und anschließend eine Ultrafiltration (UF) eingesetzt. Während die Aufgabe der UF die Entfernung von Partikeln ist, werden mit der Umkehroschmose Salze und Mikroverunreinigungen entfernt. Zusätzlich sollte ein stabiler und energieeffizienter Prozess implementiert werden. Jede UO-Linie hat ein 4-Zoll-Druckrohr mit drei installierten Elementen. Im Druckrohr UO1 ist der Element-Typ Lewabrane* B085 ULP 4040 (ULP = Ultra Low Pressure) und im Druckrohr UO2 eine Sonderanfertigung Lewabrane B085 ULP 4040 mit ASD installiert.

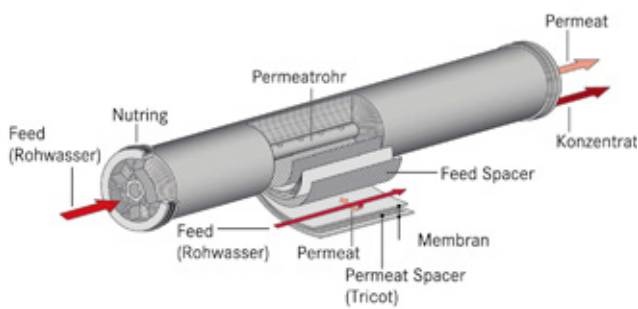


Bild 3 Aufbau des Wickelelements

Quelle: Lanxess

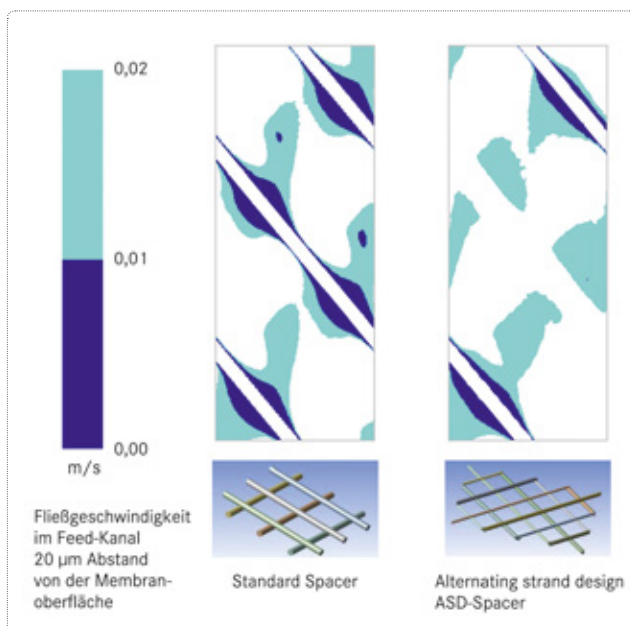


Bild 4 Simulationsergebnis Feedspacer: Weniger Bereiche mit geringer Überströmung

Quelle: Lanxess

bestückte Linie zeigte während des gesamten Versuchszeitraums einen geringeren Druckverlust.

Nach Ablauf der Versuchsperiode wurden die Elemente deinstalliert und geöffnet, um die Art und Stärke des Foulings festzustellen. Hierbei wurde deutlich, dass das Fouling in den Elementen mit dem ASD-Spacer deutlich geringer ausfiel, als beim Standardspacer, der rechts in Bild 2 zu sehen ist. Zusätzlich wurde Masse an Fouling ermittelt. Es zeigte sich, dass das ASD-Element 40% weniger Fouling aufwies. Die Veraschung des Foulings zeigte, dass der vorwiegende Anteil des Foulings mit einem Ascheanteil von 20–30% organischer Natur war. Die Untersuchung betraf vorwiegend das erste Element im Druckrohr. Im ersten Element ist das organische Fouling deutlich stärker, als das anorganische. Das anorganische Fouling wird vorwiegend im letzten Element deutlich, da dort die Salzkonzentration deutlich höher ist, und es zu Ausfällungen kommt. Diese anorganischen Ausfällungen können nicht durch einen Spacer verhindert werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Umkehroschmose ist eine sichere Technologie, um Schadstoffe aus dem Wasser zu entfernen. Hürden für den breiten Einsatz in Wasserwerken sind der Energie- und Chemikalienbedarf. Obwohl der Energiebedarf durch verbesserte Membrane in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden konnte und sich der Einsatz von Bioziden und Reinigungschemikalien erheblich reduzieren ließe, ist der Durchbruch noch nicht erfolgt. Zwar arbeitet Lanxess im Rahmen eines weiteren Forschungsprojektes an Verbesserungen des Spacers durch eine Oberflächenmodifizierung, aber letztlich wird sich wahrscheinlich nur ein Gesamtkonzept mit unterschiedlichen Technologien, wie z. B. Adsorbierharze durchsetzen um das organische Fouling auf der Membran besser kontrollieren zu können.

LITERATUR

- /1/ Lehmann, S.; Ogier, J.; Lipnizki, J.: Erfahrungen mit Umkehroschmose als vierte Reinigungsstufe. In: wwt 2018, 6, 10-13
- /2/ The potential of standard and modified feed spacers for biofouling control, Araújo, P.; Kruithof, J.; Loosdrecht, M.V.; Vrouwenvelder, J. S.: Journal of Membrane Science, 2012, 403-404, 58-70

KONTAKT

Lanxess Deutschland GmbH
 Business Unit Liquid Purification Technologies
 Kennedyplatz 1
 50569 Köln
 E-Mail: jens.lipnizki@lanxess.com
 www.lpt.lanxess.com