

REMEMBER

Ressourcen und Energie-Effiziente Wasser-Membranfiltration mittels Dielektrophorese



KOORDINATION

Martin Membrane Systems AG
Daniel Crawford, Felix Baranyai
Tel.: +49 38874/43261-11
E-Mail: felix-baranyai@martin-membrane.com
www.remember-projekt.de

Projektziele

In der Membranfiltration (z.B. in Tauchmodulen zur Wasseraufbereitung) bildet sich während des Filtrationsprozesses eine Deckschicht auf dem Filtermodul. Diese führt zwangsläufig zu einer Reduktion des Durchflusses mit zunehmender Zeit. Ziel des Projekts ist es diese unerwünschte Deckschichtbildung durch den Effekt der Dielektrophorese (DEP) zu unterdrücken und damit die Standzeit des Membranmoduls zu verlängern. Dafür werden Elektroden per Siebdruckverfahren auf der Membran aufgebracht und über ein Plasmaverfahren dielektrisch verkapselt, was ihre Stabilität erhöht. Die dielektrische Verkapselung führt allerdings auch zu einer Reduktion des DEP-Effekts, sodass eine optimale Dicke der Verkapselung gefunden werden muss. Durch das Siebdruckverfahren lassen sich geringe Elektrodenbreiten und -abstände realisieren, was, im Vergleich zu früheren Untersuchungen, eine Arbeit mit sehr geringen Spannungen erlaubt.

Zwischenergebnisse

Die optimalen Elektrodenkonfigurationen wurden durch Simulationen und Druckversuchen auf Glas ermittelt. Durch den Einsatz eines herkömmlichen Auflichtmikroskops und 15 µm Polymerpartikeln ließ sich sehr Eindrucksvoll der Effekt der Dielektrophorese zur Anhebung der Partikel von Glassubstraten zeigen.

Für das Siebdruckverfahren wurde eine Kombination aus Sieb, Paste und Substrat ermittelt, die es erlaubt, reproduzierbar Elektroden von 75 µm Breite auf den Membranen zu drucken. Es wurde ein Siebdesign zur vollflächigen Bedruckung von kommerziell erhältlichen Membranmodulen von Martin Membrane Systems entworfen. Mit diesem Design wurden 10 Membranmodulen mit aufgebrauchten Elektroden hergestellt.

Es wurde ein Versuchsstand zur Messung von Druckverlust und Durchfluss des Filtrationsprozesses mit den Membranmodulen entwickelt, der es erlaubt, das Fouling auf verkürzten Zeitskalen zu emulieren. Hierzu wird zurzeit Töpferton bei einer Konzentration von 8 g/L als Suspension eingesetzt. Mit dem Versuchsstand wurden vorläufig bedruckte Module getestet und der positive Effekt der Dielektrophorese auf die Membranstandzeit konnte grundsätzlich nachgewiesen werden.

Die dielektrische Verkapselung wurde zunächst unter Einsatz von Glassubstraten erprobt. Hierbei muss nicht auf ein zielgerichtetes Aufbringen der Verkapselung auf die Elektroden geachtet werden, da keine Membranfläche blockiert wird. Gleichzeitig wird ein System zur zielgerichteten Aufbringung der Verkapselung entwickelt um beim Einsatz an Elektroden auf Membranen ein Verblocken der Membranporen zu vermeiden.

Ausblick

Die vollflächig bedruckten Membranmodule (10 Stück) sollen einem Funktionstest unterzogen werden. Hierbei wird bei einer Parameterstudie der Einfluss von Frequenz und angelegter Spannung auf die Foulingunterdrückung beim Einsatz verschiedener Ausgangssuspensionen und Konzentrationen untersucht.

Der Siebdruckprozess soll zugunsten dünnerer Linienbreiten und geringerer Linienabstände optimiert werden. Diese soll mit einem positiven Effekt auf die Foulingunterdrückung verknüpft werden (gleiche Foulingunterdrückung bei geringerer angelegter Spannung). Anschließend ließe sich der Prozess im gesamten Parameterraum (Frequenz, Spannung, Elektrodengeometrie, Partikelsuspension) beschreiben.

Der Einfluss der Dicke der Verkapselung auf den DEP-Effekt soll zuerst mit Glassubstraten und Beobachtung der Bewegung von Einzelpartikeln unter dem Mikroskop untersucht werden. Anschließend soll die Verkapselung an Membranmodulen erprobt werden. Hierzu muss ihr Einfluss auf die Haltbarkeit der Elektroden und ihr negativer Effekt auf die benötigte Spannung untersucht werden.

Nach Ermittlung des Einflusses der Betriebs- und Elektrodenparameter auf die Foulingunterdrückung soll eine Testanlage zur Filtration von 1 m³/d ausgelegt und umgesetzt werden. Diese wird mit DEP-Modulen und mit herkömmlichen Modulen betrieben und die Standzeit verglichen.
