

# dei

## die ernährungs industrie

4

APRIL 2009

DAS PRAXISMAGAZIN FÜR DIE LEBENSMITTELPRODUKTION



**Messespecial:**  
**Hannover Messe**

**Vorschau:**  
**Achema**

**Stabilisierung von**  
**Getränken mit**  
**Gummi Arabicum**

**Thermo-Tintenstrahl-**  
**drucker senkt**  
**Stillstandzeiten**

**Automatisches Beschickungssystem**  
**für feste und flüssige Komponenten**



# Konstant hohe Leistung

## Vergleich von Flach- und Hohlfasermembransystemen im Brauereiabwasser

Wolfgang Schöne, Michael Lyko

**Getauchte Membranen setzen sich in biologischen Abwasserbehandlungsanlagen zunehmend durch. Am Beispiel einer Brauereiabwasserklärung werden die Unterschiede von Flach- und Hohlfasermembransystemen erläutert. Die Ergebnisse einer Versuchsreihe zeigen eindeutig, dass sich mit dem Bio-Cel-Flachmodul ein zuverlässiger Betrieb mit Flüssen von bis zu 20 l/m<sup>2</sup>h erreichen lässt und gleichzeitig der Chemikalienbedarf für die Reinigung der Module reduziert werden kann.**

Foto: Bitburger Braugruppe GmbH

Die Separation der Biomasse ist der kritische Punkt in konventionellen Abwasserreinigungsanlagen, da die Gefahr groß ist, dass Bakterien mit in den Ablauf gelangen. Dies gilt insbesondere dann, wenn starke Schwankungen in der Abwasserzusammensetzung betriebsbedingt vorliegen. Technisch und wirtschaftlich lassen sich aufgrund der Sedimentationseigenschaften des Schlammes nur Schlammkonzentrationen von 3 bis 5 g/l in den konventionellen Kläranlagen realisieren. Bei höheren Konzentrationen würde zu viel Schlamm mit dem geklärten Wasser aus der Anlage ausgehen.

Dort setzt die Membran ein, da sie eine natürliche physikalische Barriere für die Bakterien darstellt. Somit wird die Ablaufqualität durch die Membran deutlich verbessert. Zusätzlich ermöglichen Membranen eine Erhöhung der Biomassekonzentration auf 10 bis 12 g/l. Dies wiederum erhöht die Kapazität und Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage deutlich. Die Becken können kleiner ausgelegt oder die Kapazitäten vorhandener Becken vergrößert werden. Bei den Membransystemen für die Membranbioreaktoren (MBR) unterscheidet man die externen Systeme, meist in Form von Rohrmodulen, und die getauchten Systeme, bei denen die Membranen direkt in das Abwasser getaucht werden. Letztlich haben sich bei aeroben Aufbereitungsanlagen getauchte Module aufgrund ihres deutlich geringeren Energiebedarfs durchgesetzt. Sie benötigen zur kontinuierlichen Abreinigung der Membranoberfläche nur eine Begasung und werden direkt in das Nitrifikationsbecken oder separat in einen Filtrationstank getaucht.

### Unterschiedliche Bauformen

Im Wesentlichen unterscheidet man bei getauchten Systemen zwei Bauformen: Kapillarmembransysteme und Flachmembransysteme. Prinzipiell ist die Filtrationsart identisch und beide erfüllen die in diese Technologie gesetzten Erwartungen und stellen daher eine deutliche Verbesserung gegenüber der konventionellen Behandlung dar. Die Kapillaren sind im Prinzip kleine Hohlfasern von ca. 2 m Länge, die von außen nach innen durchströmt werden. Sie werden zu Bündeln zusammengefasst, wobei eine Vielzahl von Bündeln wiederum ein Modul ergibt. Auf diese Weise lässt sich eine hohe Packungsdichte in Bezug auf die Membranfläche erreichen. Abhängig vom Hersteller befestigt man die Bündel an beiden Enden oder am Boden des Moduls. Hauptschwierigkeiten dieser Modulart sind das Verzapfen und Zuwachsen der Bündel, da eine effektive Reinigung zwischen den Kapillarbündeln schlecht bzw. nicht möglich ist. Auch die bei diesem System mögliche Rückspülung durch Strömungsumkehr kann das Problem aufgrund der schlechten Überströmung im Bündel nicht vollständig beseitigen. Letztlich führt dies zu Verlust an effektiver Membranfläche. Um die Verschmutzung zu minimieren fordern

die Hersteller der Systeme eine sehr feine Vorfiltration des Abwassers die jedoch zusätzliche Investitions- und Betriebskosten verursacht.

Bei Flachmembransystemen wird eine Flachmembran an den Rändern auf eine Trägerplatte geklebt oder geschweißt. Mehrere Platten werden zu Modulen zusammengestellt indem man diese seitlich fixiert. Bedingt durch die Trägerplattendicke ist die Packungsdichte geringer als bei Kapillarmodulen. Das System ist jedoch nicht rückspülbar. Als Vorteil ist zu nennen, dass ein Verzapfen systembedingt ausgeschlossen ist. Hauptschwierigkeit bei diesem System ist aber das Zuwachsen der Platten von den Seiten, da die Platten dort gehalten werden müssen und somit an der Wand keine Strömung existiert. Letztlich führt auch dies zum Verlust an effektiver Membranfläche über die Zeit.

Das Bio-Cel-Membranmodul (Bild 1) von Microdyn-Nadir kombiniert die Vorteile von klassischen Flachmembran- und Kapillarsystemen. Der Schlüssel ist ein Sandwich aus zwei Membranen, die flächig fest mit einer Dränageschicht verbunden sind. Dadurch schafft man ein rückspülbares Flachmembranmodul ohne voluminöse Trägerplatte und erreicht die Packungsdichte von Kapillarsystemen. Die Kanten werden verschweißt und sind nicht fest mit dem Modulgehäuse verbunden. Dadurch wird seitliches Zuwachsen durch Biomasse effektiv verhindert. Verzapfen ist auch bei diesen speziellen Flachmembransystemen aufgrund der Konstruktion ausgeschlossen.

Auch ein Zuwachsen von unten oder oben wie bei den Kapillarsystemen ist ausgeschlossen, da die Module oben und unten offen sind.

### Praktisches Beispiel

Seit drei Jahren betreibt eine Brauerei in Süddeutschland eine MBR-Anlage auf Basis einer Hohlfaser-Ultrafiltrationsmembran. Es galt Erfahrungen mit möglichen Alternativprodukten zu sammeln, um eine Unabhängigkeit von den derzeit installierten Membranen zu erlangen und vielleicht sogar betriebsbedingte Vorteile zu erreichen. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf Leis-

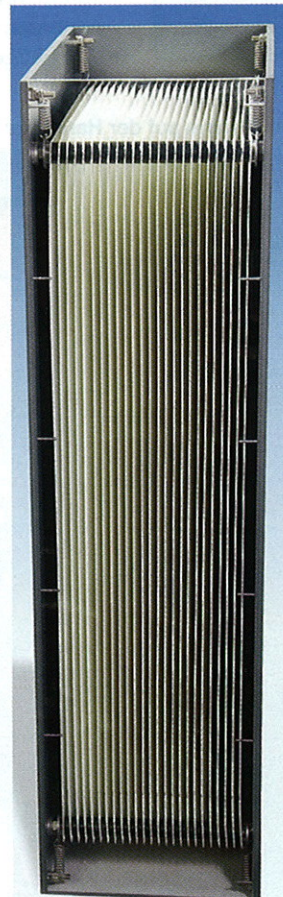


Bild 1: Bio-Cel für MBR-Kläranlagen



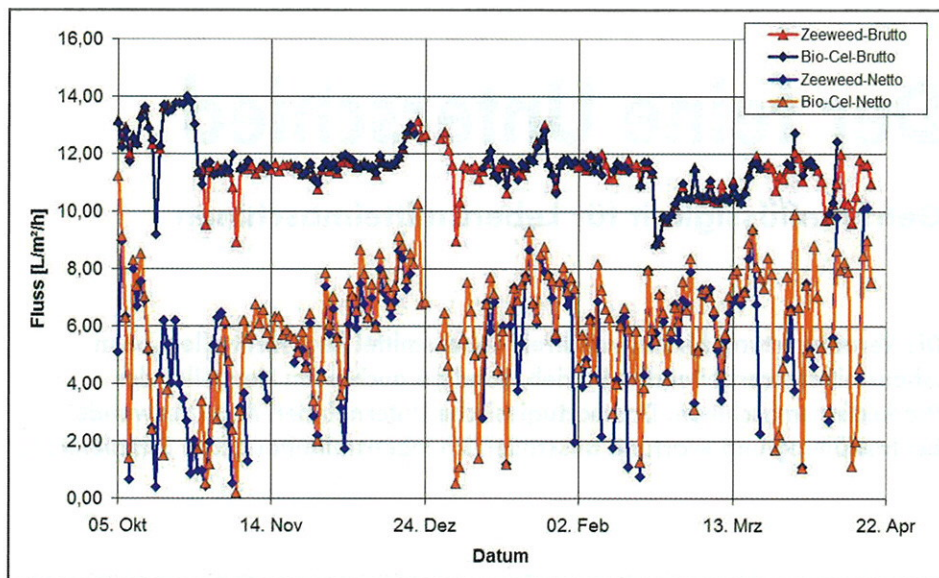


Bild 2: Vergleich der spezifischen Flüsse beider Anlagen

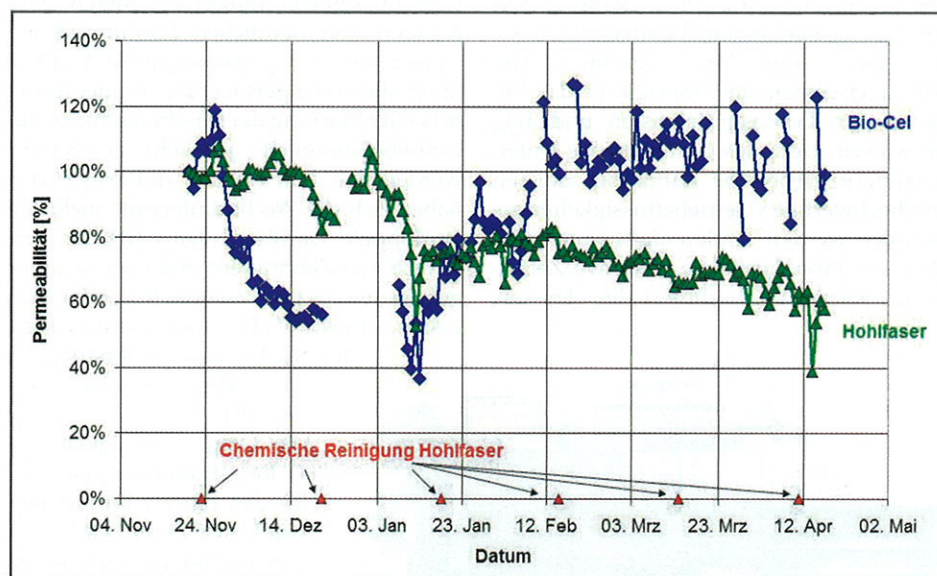


Bild 3: Permeabilitätsvergleich beider Anlagen von November 2007 bis April 2008

tung und Chemikalienverbrauch bei der Reinigung gelegt. Daher wurde 12 Monate lang eine Pilotanlage mit Bio-Cel-Modulen parallel zur Membranfiltration der großtechnischen Hohlfaseranlage betrieben. Der Zulauf wurde parallel zur großtechnischen Anlage mit einer eigenen Pumpe zugeführt.

Beide Anlagen wurden bezüglich der Durchsatzleistung parallel im Maßstab 1:15 (Pilotanlage: großtechnische Anlage) betrieben, um die Anlagen unter gleichen Bedingungen vergleichen zu können. Eine Ausnahme bildet hier die Reinigungsstrategie. Die großtechnische Anlage (Hohlfaser) wurde alle vier Wochen in situ chemisch gereinigt, die Pilotanlage wurde gänzlich ohne chemische Reinigung betrieben. In Bild 2 ist deutlich zu erkennen, dass beide Anlagen nahezu dieselben hydraulischen Flüsse realisieren und somit die

Grundlage für einen Vergleich gegeben ist. Der geringe Nettofluss ergibt sich einerseits aus der konservativen Auslegung der Membranfläche, um Betriebsproblemen zu begegnen. Dies wird als Low-fouling-Strategie bezeichnet. Andererseits ist die Anlage so ausgelegt, dass der Betrieb weiterhin expandieren kann. In Zukunft werden höhere Abwassermengen erwartet. Vor der Versuchsphase wurden beide Anlagen chemisch gereinigt (Recovery Cleaning). In der Pilotanlage gab es aufgrund einer defekten Sonde zunächst Schlammeindickungen, die zu einem erheblichen Permeabilitätsverlust führten, der sich im weiteren Verlauf ohne Eingreifen wieder regenerieren konnte. Im Nachhinein zeigt diese Störung in der Steuerung somit sogar die besondere Leistungsfähigkeit des Bio-Cel-Moduls. Die Permeabilität der Versuchsanlage zum Ende des Versuchs (April 2008) entspricht

annähernd der Permeabilität vom Beginn dieser Phase (November 2007), also ca. 100 %. Die Permeabilität der großtechnischen Anlage reduziert sich dagegen, trotz regelmäßiger chemischer Reinigung, innerhalb dieses Zeitraumes auf 60 % der Ausgangspermeabilität. Bild 3 zeigt, dass die Pilotanlage Schwankungen in der Permeabilität auf hohem Niveau aufweist, nach einem Rückgang der Permeabilität erhöht sich diese jedoch wieder ohne Reinigungen selbsttätig. Die Bio-Cel-Module könnten auch mit einer chemischen Rückspülung betrieben werden. Es zeigt sich jedoch, dass auch ohne diese ein zuverlässiger Betrieb möglich ist.

## Reduzierter Chemikalienbedarf

Der Chemikalienbedarf der großtechnischen Anlage betrug im Vergleichszeitraum etwa 0,231/m² Membranfläche NaOCl und 0,06 kg/m² Zitronensäure. Die Pilotanlage wurde während des Versuchszeitraumes von einem Jahr lediglich einmal chemisch gereinigt (RC Recovery Cleaning). Diese Reinigung war nicht zwingend erforderlich, wurde jedoch deshalb durchgeführt, um in dem anschließenden Parallelbetrieb mit vergleichbaren, gereinigten Membranen (beide Anlagen) den Versuch durchzuführen. Der Chemikalienbedarf betrug für diese Reinigung etwa 11 l NaOCl. Der spezifische Chemikalienbedarf beträgt somit etwa 0,11 l/m² Filterfläche je Jahr. Somit waren in diesem einjährigen Vergleich zur Hohlfasermembrane nur 50 % der Menge an NaOCl erforderlich. Es ist anzunehmen, dass dies sogar noch geringer ist, da die Reinigung ja nur wegen der Vergleichbarkeit durchgeführt wurde. Zudem weist die Flachmembrane keinen Bedarf an Zitronensäure auf.

Insgesamt lassen sich folgende Ergebnisse aus der Pilotphase zusammenfassen: Da die Bio-Cel-Module mit Rückspülung betrieben werden, ist eine Substitution der Hohlfasermodule durch die Flachmembranmodule mit geringem Änderungsaufwand an der Steuerung möglich. Die Filterkammern der großtechnischen Anlage sind derart gebaut, dass ein Austausch einfach möglich ist. Die zulässige Hochlast von 17,9 l/m²h der Großanlage wurde sicher mit den Bio-Cel-Modulen über mehrere Wochen erzielt, es wurden sogar Flüsse bis zu 20 l/m²h gefahren. Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass Betreiber die Möglichkeit haben bei anstehenden Membranwechseln neben dem ursprünglichen Hohlfasermodule auch Flachmembranen einzusetzen.

Online-Info  
www.dei.de/0409 402