

F&E-Projekte zur Abwasserbeseitigung

Kategorie: ResA

HyFive – Hybride Membranprozesse als flexible und effiziente vierte Reinigungsstufe

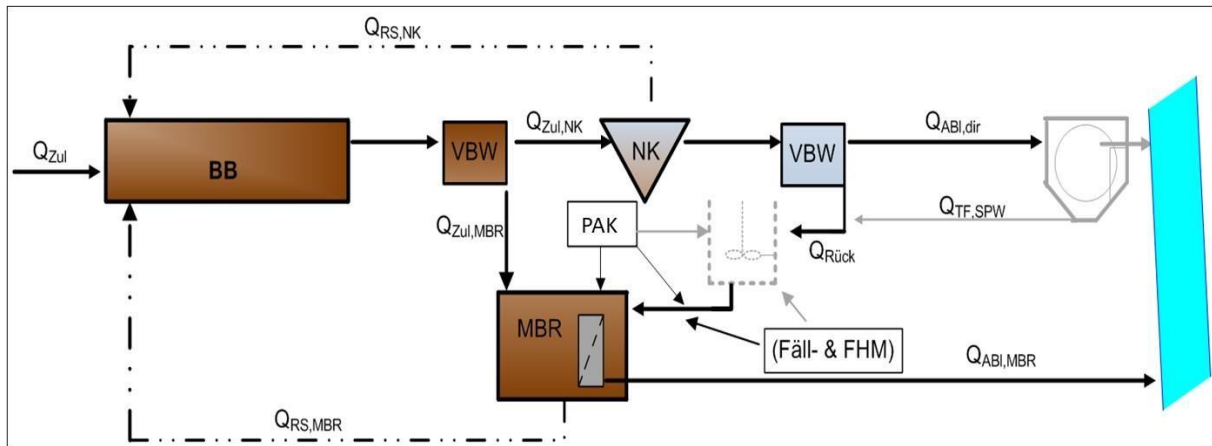
14.06.2021 – 13.06.2026

Die Anforderungen an die Abwasserreinigung haben in den letzten Jahren stetig zugenommen und werden sich auch in Zukunft weiter verschärfen. Aufwendigere Techniken kommen dabei verstärkt zum Einsatz. Ein Verfahren, das nach dem derzeitigen Erkenntnisstand in Kombination mit anderen Anwendungen den höchsten Reinigungseffekt bezogen auf verschiedene Verunreinigungen erzielt, ist die Membrantechnik. Bedingt durch die im Vergleich zu anderen technischen Alternativen hohen Investitions- und Betriebskosten konnte sich dieses Verfahren jedoch in der heutigen Abwasserbehandlung nicht durchsetzen. Bei aktuellen Ausbauplanungen bzw. bei der Auswahl von Vorzugsvarianten im Rahmen von Machbarkeitsstudien kommt es daher nur selten zum Zuge.

Dennoch wird der Einsatz der Membrantechnik in der 4. Reinigungsstufe weiter intensiv diskutiert und an vielen Stellen als wichtig oder sogar notwendig erachtet. Hierbei haben sich insbesondere im Kontext der Etablierung der 4. Reinigungsstufe auf Kläranlagen sowie gesteigerter Anforderungen an die Ablaufwerte eine Reihe neuer Betrachtungsaspekte ergeben. So bietet die Membrantechnik in Kombination mit Pulveraktivkohle (PAK) oder Ozon die Möglichkeit, Spurenstoffe zu eliminieren und dabei die Kapazität der Kläranlage zu steigern. Besonders bei Kläranlagen mit einem geringen Platzangebot kann dies von den konkurrierenden Verfahren nicht umgesetzt werden. Ferner zeigen Studien, dass der höchste Rückhalt bezogen auf das Thema der multiresistenten Bakterien (ARB) und Gene (ARG) durch die Membrantechnik erzielt werden kann.

Ein seitens der Emschergenossenschaft entwickeltes Membran-Hybrid-Verfahrenskonzept (siehe Abbildung) kombiniert die Anwendung eines MBR-PAK-Verfahrens (Membranbelebungsverfahren mit einer PAK-Dosierung) mit der nachgeschalteten Variante MNNK-PAK (der Nachklärung nachgeschaltete Membran mit PAK-Dosierung), wodurch insgesamt eine kosteneffizientere Alternative entsteht. Durch die bedarfsgerechte Aufteilung des Abwasserstroms hinter der Belebung kann je nach Situation durch eine Entlastung der Nachklärung die Kapazität gesteigert oder der Verbrauch an PAK für die Spurenstoffelimination reduziert werden. Unabhängig von der Abwasserführung wird das Wasser bei dieser Verfahrensvariante bis zu einem Volumenstrom von Q_T (Trockenwetterzufluss) vollständig über die Membran gefahren, sodass multiresistente Bakterien und Gene signifikant zurückgehalten werden. Hierbei werden die Volumenströme entweder hinter der Nachklärung ($Q_{Zul,NK}$) in die Membranstufe rückgeführt ($Q_{Rück}$) und/oder direkt aus dem Ablauf der Belebung ($Q_{Zul, MBR}$) membranfiltriert. Die Rücklaufschlämme aus dem Membranbecken ($Q_{RS,MBR}$) und der Nachklärung ($Q_{RS,NK}$) werden in die Belebung zurückgeführt. Somit würde auch bei Regenwasserzufluss die Differenz zwischen Misch- und Trockenwasserzufluss $Q_M - Q_T$ mit PAK behandelt.

Berücksichtigt man neben der Effizienz der Aktivkohle hinsichtlich der Elimination von Spurenstoffen auch ihren ökologischen Fußabdruck sowie die möglicherweise entstehende Knappheit von Rohstoffen bei ihrer zunehmenden Verwendung, zeigt sich der kombinierte Einsatz von Ozon und Membran als interessante Alternative. Ein Einsatz der Ozonung im Ablauf einer Membran hätte dabei verschiedene Vorteile sowohl in Bezug auf die Elimination der Spurenstoffe als auch auf den Rückhalt der multiresistenten Bakterien. Forschungen haben gezeigt, dass die äußere Membran der Bakterien bei der Ozonung beschädigt wird, sodass Resistenz-Gene als Bruchstücke ins Wasser gelangen können.



Q_{Zul} = Zulauf Volumenstrom / Ablauf mechanische Reinigung

BB = Belebungsbecken (biologische Reinigung)

VBW = Verteilerbauwerk

$Q_{ABI, dir}$ = Volumenstrom konventionell/Ablauf zum Gewässer

$Q_{ABI, MBR}$ = Volumenstrom Ablauf MBR/Ablauf zum Gewässer

$Q_{TF, SPW}$ = Volumenstrom Tuchfilter Spülwasser

Nach bisherigem Stand kann der Rückhalt dieser Gene durch die UF-Membran nicht sichergestellt werden - durch die Verfahrensführung mit einer der Ozonung vorgeschalteten UF werden die Bakterien jedoch vorher aus dem Wasser entfernt. Ferner hat sich gezeigt, dass der organische Hintergrund im Wasserstrom durch eine der Membran vorgeschaltete Zugabe eines Fällmittels weiter gesenkt wird, wodurch die zur Oxidation der Spurenstoffe benötigte Ozondosis reduziert werden kann. Innerhalb des Forschungsvorhabens soll somit ebenfalls die Kombination einer Membran mit Ozon im Pilotmaßstab unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte wie Fällmittelbedarf, Ozonzehrung, benötigte Ozondosis zur Spurenstoffelimination, Optimierung des Membranbetriebs und Entfernung von Phosphor untersucht werden.

Neben den Investitionskosten sind für den Bau einer Anlage zur weitergehenden Abwasserreinigung auch die Betriebskosten sowie Betriebserfahrungen von sehr großer Bedeutung. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, noch offene Fragestellungen für die Verfahrenskombinationen zu klären, sodass eine Umsetzung vorgenommen und realisiert werden kann. Durch den bewusst groß gewählten Maßstab können die im Forschungsvorhaben erzielten Ergebnisse auf eine reale Anlage übertragen werden. Die hier gewonnenen Erkenntnisse helfen nicht nur bei dem späteren Betrieb, sondern auch bei der Dimensionierung und Genehmigung einer solchen Verfahrenskombination.

Leitung:

Universität Duisburg-Essen Univ.-Prof.

Dr.-Ing. S. Panglisch

Kooperationspartner:

MANN+HUMMEL Water & Fluid Solutions GmbH

Emschergenossenschaft

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH

Finanzvolumen:

Zuwendung durch das Land NRW: 294.983,76 €

