

Mülheim, 3.6.2015

## **IWW und Universität Duisburg-Essen: Die Erfolgsgeschichte der Membrantechnik in der Wasseraufbereitung**

Das IWW hat maßgeblich den Siegeszug der Membrantechnik in der Wasseraufbereitung in Deutschland befördert und mit eindrucksvollen Meilensteinen belegt. Heute sind Membranverfahren ein akzeptiertes Standardverfahren, realisiert in vielen Wasserwerken deutschlandweit - auch unter Beteiligung des IWW. Führende Ingenieurbüros haben Membranverfahren in ganz Europa geplant und gebaut, erfolgreiche Firmengründungen im Membransektor belegen die wirtschaftliche Relevanz.

### **Membranverfahren: vom Spezialverfahren zur Anwendungsreife**

Dabei waren Membranverfahren zum Anfang der 90er Jahre im Wesentlichen in der Meerwasserentsalzung (als Umkehrosmose in Großanlagen) und in der Industrie zu finden, da sie als zu teuer, empfindlich und unflexibel galten. Unter Membranverfahren versteht man die Rückhaltung von Partikeln, Bakterien, Kolloiden, Salzen, chemischen Substanzen durch eine dünne Trennschicht mit oder ohne Poren, die sich je nach Membrantyp in die Kategorien Umkehrosmose (UO), Nanofiltration (NF), Ultra- und Mikrofiltration (UF bzw. MF) einteilen lassen (siehe Bild 1). Durch die Entwicklung der industriellen Produktion von polymeren Porenmembranen als Kapillaren in den 80er Jahren wurden die Verfahren der UF und MF technisch und wirtschaftlich interessant, so dass deren Einsatz auch in der Trinkwasser- und Abwasseraufbereitung denkbar wurde. Diese Kapillarmembranen werden in entsprechende Module eingebaut, die dann zu Anlagen fast beliebiger Größe kombiniert werden können. Dadurch entsteht eine modulare, flexible und Raum sparende Bauweise mit weitgehender Automatisierungsmöglichkeit. Die UF/MF erlaubt eine sichere Rückhaltung von Partikeln und Krankheitserregern, was für die hygienische Trinkwassersicherheit und den Gesundheitsschutz elementar ist (siehe Bild 2).

# Prinzip der Membranfiltrationsverfahren

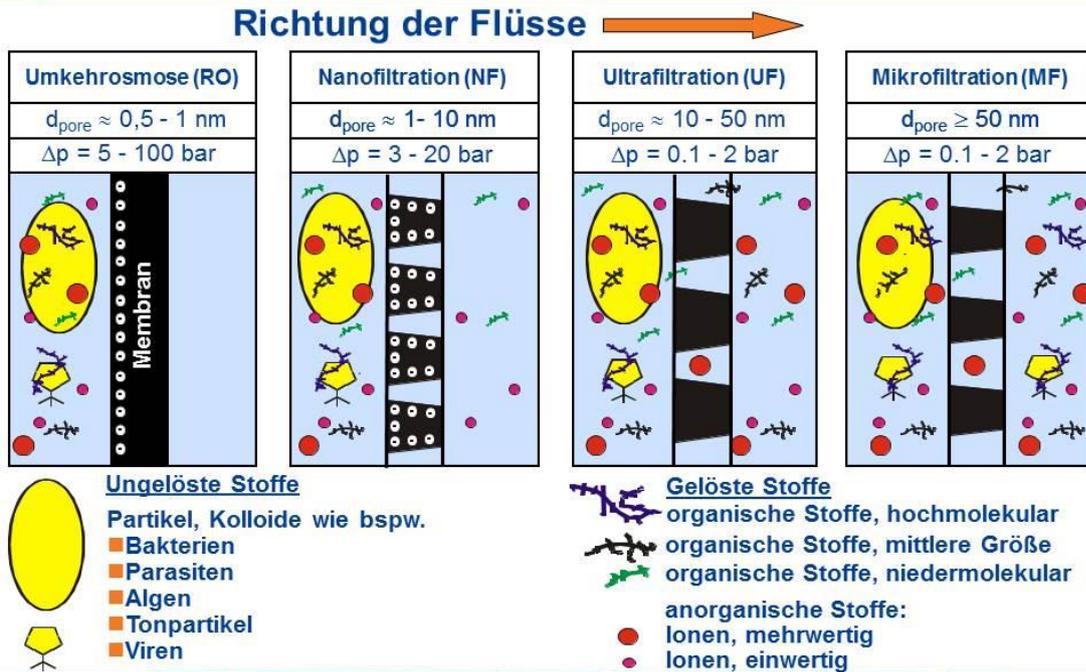


Bild 1

## Ultrafiltration (UF) und Mikrofiltration (MF) im Größenvergleich mit bekannten Wasserkeimen

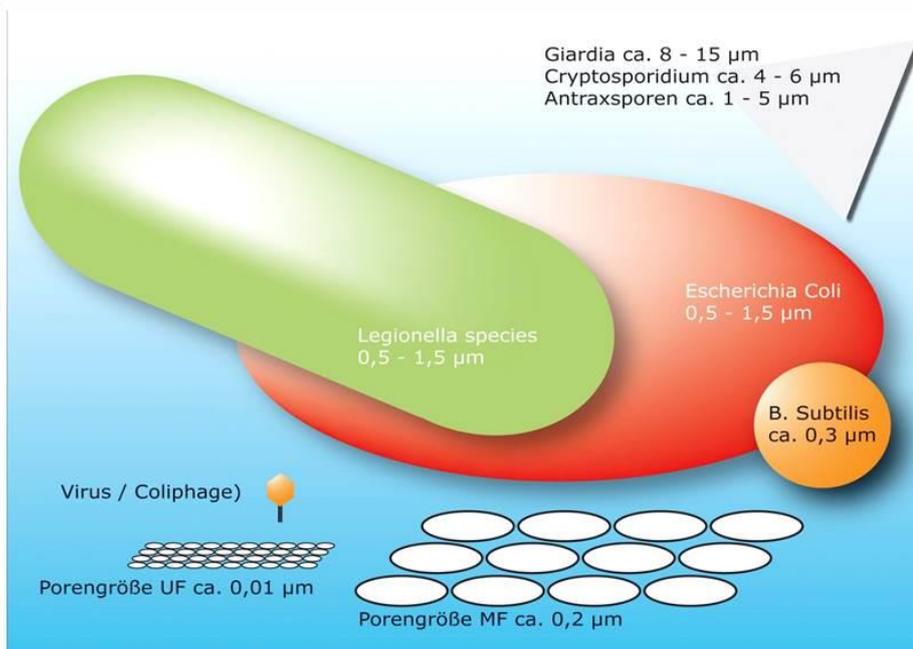
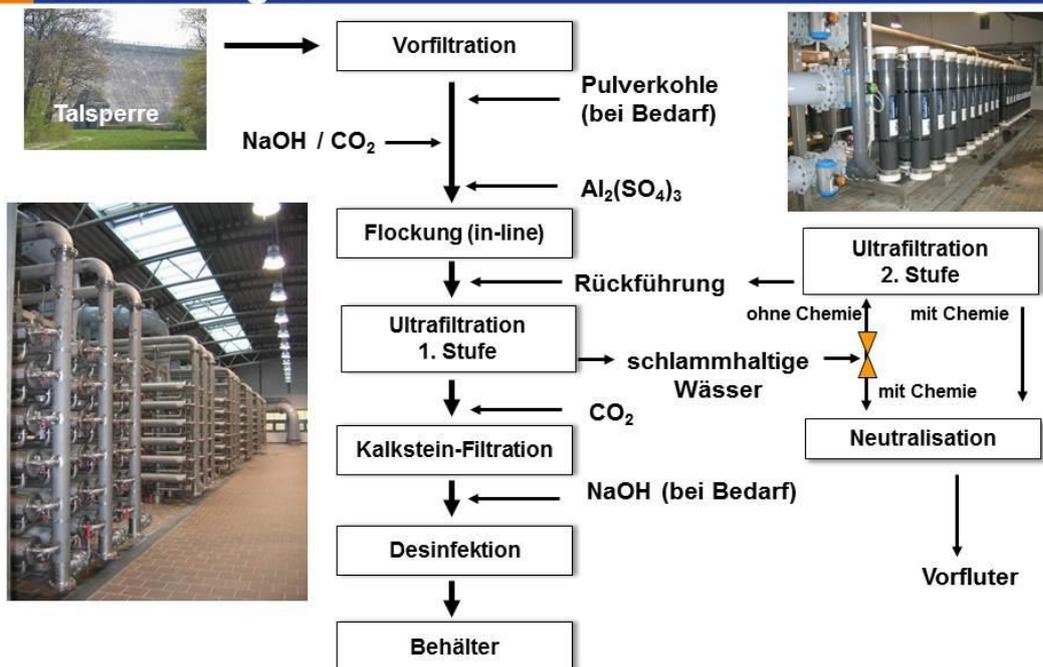


Bild 2

Das besondere Anwendungspotenzial der UF/MF für die Trinkwasseraufbereitung wurde in Deutschland zuerst am IWW und an der Universität Duisburg-Essen (UDE) erkannt, mittels gezielter F&E zur Anwendungsreife entwickelt und am Markt etabliert. Der entscheidende Durchbruch zur Etablierung der UF/MF in der Praxis liegt im Beginn der Pilotierungsversuche des IWW im Wasserwerk Roetgen der WAG Nordeifel im Jahr 1995, die vom BMBF finanziell unterstützt wurden. Letztlich führten die Arbeiten zum Bau der derzeit noch größten zweistufigen UF/MF-Aufbereitungsanlage weltweit, die im November 2005 in Betrieb ging (siehe Bild 3). Das Wasserwerk produziert bis zu 144.000 m<sup>3</sup>/d hoch qualitatives Trinkwasser aus einem hygienisch belasteten Talsperrenwasser, und das auch bei starken Regenereignissen. Die hohe Ressourceneffizienz der Technologie zeigt die durch die integrierte Spülwasseraufbereitung erreichbare Filtratausbeute von etwa 99,5 %. Zudem erfolgt die Membranspülung äußerst chemikalienarm und ohne Oxidantien. Mittlerweile sind in Deutschland mehrere hundert UF/MF-Anlagen in Betrieb, die überwiegend kleine und mittlere Kapazitäten aufweisen.

### Beispiel der zweistufigen Membrananlage der TWA Roetgen



1

Zur Entwicklung der Ultrafiltration (UF) und Mikrofiltration (MF) für die Trinkwasseraufbereitung hat das IWW von Beginn an national und international Pioniergeschichte geschrieben. Wichtige Durchbrüche waren die Entwicklung der „Vorflokkung“ vor der Membran – hiermit konnten der Energieverbrauch deutlich

gesenkt und die Reinigungszyklen verlängert werden. Auch bei Nanofiltration (NF) und Umkehrosmose-Membranen (UO) zur Enthärtung/Entsalzung, zur Kesselspeisewasseraufbereitung und zur Elimination von Mikroschadstoffen, bei der Entwicklung von neuen Membranmaterialien wie den keramischen Membranen waren und sind die Fachleute vom IWW und der UDE bis heute führend in Theorie und Praxis.

Mit den Membranverfahren in der Wasseraufbereitung hat das IWW dazu beigetragen, einer innovativen Universaltechnologie den Weg zu ebnen:

- Verbindung innovativer Materialien (Polymere, Keramik) mit betrieblicher Innovation (Vorflockung, Ozon in Verbindung mit Keramikmembranen)
- Entwicklung von der Laborserie bis zur industriellen Massenfertigung
- Nachhaltige Technologie durch fortgesetzte Forschung hinsichtlich verringertem Energie- und Chemikalienverbrauch
- Einsetzbar in Kleinst- bis Großanlagen, dadurch Stützung der ortsnahen Wasserversorgung und durch hohe Ausbeuten Schonung der Wasserressourcen

Die Fortschritte in der Membrantechnologie unter maßgeblicher Beteiligung des IWW unterstützen eine sichere Wasserversorgung in der Industriegesellschaft. Ebenso werden Membrananlagen zur Wasserversorgung in Wassermangel-Regionen eingesetzt und stellen hier die dezentrale, hygienische Trinkwasserversorgung von kleinen Dörfern bis hin zu Großanlagen zur Versorgung von Metropolen sicher. Die Lebensqualität und der Gesundheitsschutz von Millionen Menschen wurden hiermit entscheidend verbessert. Ein wesentlicher Baustein für die zukünftige Weiterentwicklung der Membrantechnologie sind die grundlegenden Forschungsaktivitäten des Lehrstuhls Wassertechnik der UDE, die die anwendungsorientierte Entwicklungsarbeit des An-Instituts IWW komplementär unterstützen. Schwerpunkte sind die Entwicklung und Optimierung von Hybrid-Membranprozessen (synergistische Verschaltung mit anderen Aufbereitungsprozessen (siehe Bild 4)) sowohl mit keramischen als auch mit polymeren Membranen. Anwendungsgebiete werden neben der Trinkwasseraufbereitung die weitergehende Aufbereitung kommunalen Abwassers zur Wasserwiederverwendung sowie die Nutzung sehr stark verschmutzter Wasserressourcen (bspw. Produced Water oder eutrophe, stark algenhaltige Wässer) sein.

# Membraneinsatz in kombinierten Prozessen

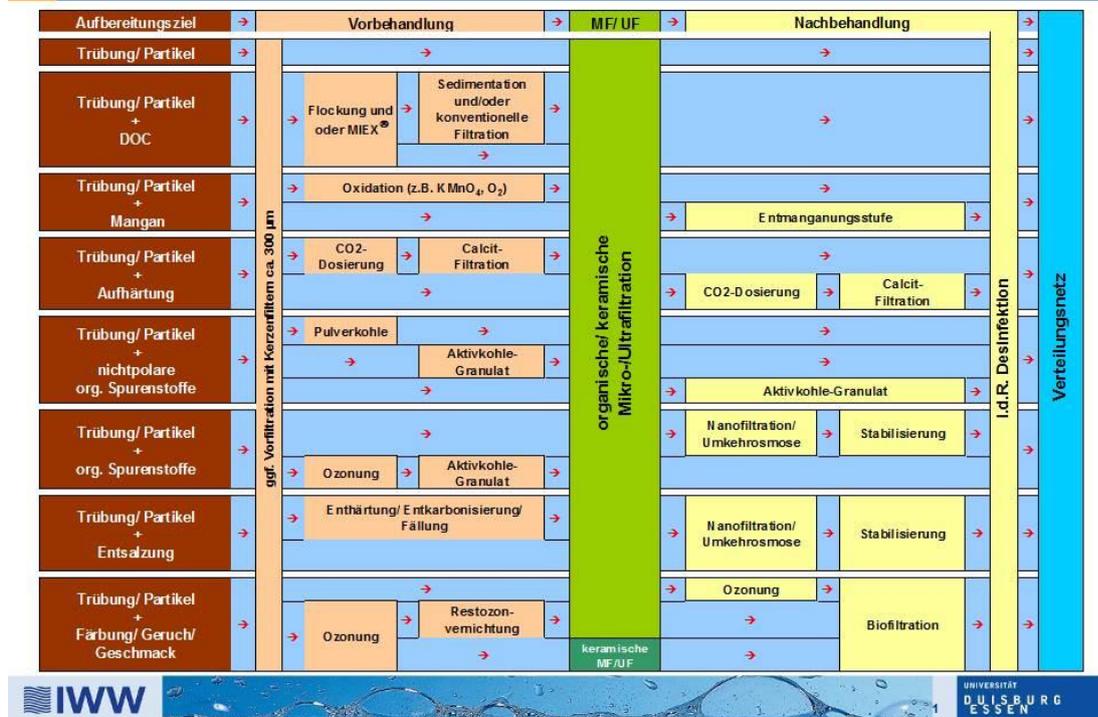


Bild 4

## Die heutige Bedeutung von Membranverfahren in der Wasseraufbereitung

In der Zusammenarbeit zwischen der UDE – Lehrstuhl Wassertechnik und dem IWW wurden die entscheidenden Innovationsschritte unternommen, um die Membrantechnik zur Anwendungsreife zu entwickeln. Dabei waren Ergebnisse der Grundlagenforschung bereits vorhanden, weiterhin die Erfahrung aus dem Betrieb von UO-Großanlagen zur Meerwasser-Entsalzung. Die entscheidende Rolle der IWW-Innovationstätigkeit war es, diese vorhandenen Kenntnisse und Bausteine zusammenzufügen und unter Praxisbedingungen weiterzuentwickeln, so dass das neue Anwendungsfeld „Trinkwasserversorgung“ in Deutschland damit faktisch erschlossen wurde. Die praktischen Erfahrungen aus Deutschland haben dann in der internationalen Forschungszusammenarbeit auch die weltweite Verbreitung unterstützt, hierbei hat das IWW auch von den Fortschritten von Forschergruppen aus der ganzen Welt profitiert. Die gesellschaftliche Herausforderung des IWW-Arbeitsspektrums – und nicht beschränkt auf den Membransektor – liegt in der Sicherung einer hygienisch einwandfreien Trinkwasserversorgung in einer Welt, in der sauberes Wasser in ausreichender Menge immer stärker unter Druck gerät. In den Industriestaaten durch Umweltbelastungen (Stichworte: Nitrat im Grundwasser, Industriechemikalien und Arzneistoffe mit ubiquitärer Verbreitung), in den Entwicklungs- und Schwellenländern durch Übernutzung und unzureichende Abwasserreinigung. Alle Regionen der Welt sind

vom Klimawandel betroffen und der demografische Wandel führt zu Schrumpfungprozessen einerseits (mit ökonomischen Konsequenzen), zu Übernutzung und Verteilungskonkurrenzen durch massives Bevölkerungswachstum andererseits. Das IWW Zentrum Wasser arbeitet am Themenfeld Trinkwasserversorgung in all diesen Problemfeldern. IWW-Lösungen bringen Nachhaltigkeit in den Umgang mit den Wasserressourcen: Schutz der Wasserressourcen für nachkommende Generationen, Lösungen für Verteilungskonkurrenzen im Klimawandel, nachhaltige Technologien durch reduzierten Energieverbrauch und kleineren Carbon Footprint, Schonung der Wasserressourcen durch hocheffiziente Aufbereitungsverfahren etc.

Das IWW verfolgt auch die weitere Durchdringung der Membranverfahren in anderen Wasserbereichen: die Membrantechnik hat sich auch als eine Alternative bei der Abwasserreinigung angeboten und ist mittlerweile in zahlreichen Anwendungen etabliert. Dabei entfaltet die Membran ihre Stärken immer dann, wenn es um zusätzliche Reinigungsleistung geht: Rückhaltung von Krankheitserregern oder Mikroschadstoffen in Kombinationsverfahren. Als konkretes Resultat wurden Unternehmen des Anlagenbaus, die mittlerweile eine feste Marktposition für Membrananlagen in der Abwasserreinigung erreicht haben.

Die Einführung der Membrantechnik in der Trinkwasseraufbereitung hat einen Zeitraum von 15-20 Jahren bis zur breiten Akzeptanz in der deutschen Wasserversorgung gebraucht. Die Erfahrung lehrt, dass eine allein technisch überzeugende Technologie nicht ausreicht, eine breite Anwendung zu finden. Am Beispiel der Membrantechnologie lässt sich zeigen, dass die praktische Demonstration anhand von Großanlagen erforderlich ist, um Vorbehalte mit überzeugenden Betriebserfahrungen auszuräumen. Hier ist die Förderung von Demonstrationsanlagen die entscheidende Brücke – dies gilt sicherlich auch für andere Schlüsseltechnologien.

### **Beispielhafte Zusammenarbeit von Grundlagenforschung und Praxisentwicklung**

Das IWW hat als anwendungsnahes Forschungs- und Beratungsinstitut die entscheidende Brücke zur Anwendung der Membrantechnik in der deutschen Wasserversorgung gebaut. Die Voraussetzungen dafür waren: i) direkte Verbindung zur Grundlagenforschung an der UDE (Lehrstuhl Prof. Gimbel, heute: Prof. Panglisch), ii) interdisziplinäre Kompetenzen in den insgesamt 6 IWW-Bereichen (u.a. Wasserressourcen-Management, Analytik, Hygiene, Ökonomie), iii) anwendungsnahe Verfahrensentwicklung in der Praxis zusammen mit den späteren End-Anwendern der Wasserversorgung, iv) enge Vernetzung mit Industrieunternehmen, die Forschungsergebnisse direkt als Verfahrensinnovation in den Markt bringen konnten.

Das IWW ist auch gut aufgestellt, die eher „technologie-konservative“ Klientel der kommunalen Wasserversorgung von neuen Technologien zu überzeugen – das IWW hat insgesamt 20 Gesellschafter aus der Wasserversorgung und mehr als 100 Kunden in ganz Deutschland und genießt dort eine hohe Glaubwürdigkeit. Dies wird unter anderem

durch die vielfältigen Weiterbildungs- und Transfermaßnahmen unterstützt (<http://iww-online.de/veranstaltungen/>): die Mülheimer Wassertechnischen Seminare, die Wasseranalytischen Seminare, die Schulungen zur Trinkwasser-Probenahme und zur Hygiene sowie 1-2 internationale Fachkonferenzen pro Jahr verbreiten anwendungsnahes Wissen in der Praxis und versorgen Industrieunternehmen mit Forschungsergebnissen als Keimzelle für Produktinnovationen. Dabei erreichen IWW-Veranstaltungen zwischen 1.500 und 2.000 Teilnehmer jedes Jahr.

Hierbei unterstützt die vielfältige Vernetzung des IWW: der Sprecher der IWW-Wissenschaftlichen Direktoren Prof. Torsten Schmidt ist auch Vorsitzender des Zentrums für Wasser und Umwelt ZWU der UDE, Vorsitzender der Wasserchemischen Gesellschaft in der GDCh und Sprecher des 2014 eingerichteten Fortschrittskollegs des Landes NRW „Future Water“. IWW ist über Prof. Stefan Panglisch Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Membrantechnik (DGMT), mit 50 industriellen Mitgliedern, von denen mehr als 40 % in NRW ansässig sind. Der IWW-Förderverein hat insgesamt 60 Mitglieder aus Industrie, Planungsbüros und Ver- und Entsorgungsunternehmen. Das IWW ist Mitglied der International Water Association und hat lange Jahre in Person von Prof. Gimbel als Editor von „Aqua“ internationale Publikationen betreut.

Nicht zuletzt sichert das IWW die Grundlagen unserer Wissensgesellschaft auch in der nachfolgenden Generation: das IWW bildet CTAs, Techniker, Informatiker und Bürokaufleute aus. In IWW-Projekten arbeiten Studierende aus verschiedenen Fachrichtungen sehr früh an praktischen Fragestellungen, erarbeiten Master- und Doktorarbeiten, so dass mittlerweile zahlreiche Absolventen mit IWW-Hintergrund in Wirtschaft, Industrie und Behörden ihren Beruf gefunden haben. Die Verbindung zwischen Hochschul- und Berufswelt war Thema einer aktuellen IWW/UDE-Veranstaltung zu „Nachwuchskräften in der Wasserwirtschaft“ am 19.3.2015.

#### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Wolf Merkel

- Technischer Geschäftsführer -

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH

Moritzstraße 26

45476 Mülheim an der Ruhr

Telefon: 0208 40303-100

Mail: [w.merkel@iww-online.de](mailto:w.merkel@iww-online.de)

Prof. Dr.-Ing. Stefan Panglisch

- Wissenschaftlicher Direktor Wassertechnologie am IWW -

Universität Duisburg-Essen

Telefon 0203 379-3477

Mail: [stefan.panglisch@uni-due.de](mailto:stefan.panglisch@uni-due.de)



**IWW Zentrum Wasser**

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gemeinnützige GmbH

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH

Moritzstraße 26

45476 Mülheim an der Ruhr

Phone: +49 208 40303-0

Mail: [info@iww-online.de](mailto:info@iww-online.de)

Web: [www.iww-online.de](http://www.iww-online.de)



Regional: IWW Nord (Niedersachsen), IWW Rhein-Main (Hessen)