

Forschungsschwerpunkte – Prof. Dr.-Ing. Matthias Wessling

Matthias Wessling wird geehrt für seine richtungsweisenden Arbeiten zur Synthese, Beschreibung und zum Verständnis semipermeabler, also teilweise durchlässiger synthetischer Membranen.

Generell sind Membranen Materialschichten, die zwei Räume voneinander trennen, in denen sich Fluide wie Flüssigkeits- oder Gasgemische befinden. Ist die Materialschicht durchlässig für eine der Komponenten im Fluid, so kann sie zur Trennung der Fluidmischungen eingesetzt werden. Damit werden synthetische Membranen zum wichtigen Bestandteil in vielen Anwendungen, etwa bei der Meerwasserentsalzung zur Herstellung von Trinkwasser oder bei der Blutwäsche mittels künstlicher Nieren. Membranen werden auch häufig als Filter bezeichnet, deren Porengröße die Trenneigenschaften der Membrane bestimmt.

Wesslings Arbeiten sind multidisziplinärer Natur und liegen im Grenzgebiet der Materialwissenschaften, Grenzflächenphysik und Verfahrenstechnik. Er arbeitet an der Entwicklung neuer Syntheseprozesse und neuer Membranarchitekturen zur Verbesserung der Produktivität und Selektivität. Umfassende experimentbasierte modellmäßige Beschreibungen der Wechselwirkungen permeierender Moleküle und Kolloide mit synthetischen Membranen bilden die wissenschaftliche Grundlage seiner Arbeiten.

Das Forschungs- und Anwendungsfeld der synthetischen Membranen hat sich zu einer technologischen Anwendung mit großer, oftmals sogar lebenserhaltender Relevanz entwickelt. Verfahren wie zum Beispiel Meerwasserentsalzung, Brennstoffzellen, Erdgasaufbereitung, Blutoxygenierung und Nierendialyse sind dabei hervorzuhebende Anwendungen. Jedoch haben sich Anwendung und grundsätzliches Verständnis unterschiedlich schnell entwickelt: In der Anwendung reicht häufig das Grundwissen darüber aus, wieviel Stoff durch die semipermeable Membran permeiert. Jedoch bleibt die Frage, warum gerade diese Menge an Stoff durch die Membran tritt, oft unbeantwortet. Wirkmechanismen sind unvollständig aufgeklärt und behindern eine weitere Entwicklung insbesondere dann, wenn die permeierenden Moleküle die Membrenumgebung durch ihre eigene Anwesenheit zeitlich verändern. Letztere Frage zieht sich seit seiner Promotion als roter Faden durch alle Arbeiten von Wessling.

Eine wachsende Herausforderung in der Membrantechnologie ist die Beherrschung von Strömungen an der Membranoberfläche. Bei immer dünner werdenden Membranen verlagert sich der Widerstand, den das permeierende Molekül erfährt, von der Membran in das benachbarte Fluid. Gewünscht ist dabei eine effektive Durchmischung des Fluids an der Membranoberfläche. Dass diese Durchmischungen an einer Membranwand existieren können, hat Wessling experimentell nachgewiesen. Mathematisch waren diese Instabilitäten vorhergesagt, der experimentelle Beweis konnte unter seiner Führung durch ein niederländisch-israelisches Forscherteam erbracht werden. Inzwischen sind in Zusammenarbeit mit der Stanford University weitere Details der Durchmischungsmuster quantifiziert worden. Innerhalb des DFG-Sonderforschungsbereichs 985 „Mikrogele“ wurde ganz aktuell eine neue Membranarchitektur synthetisiert, die ermöglicht, die Richtung der Durchmischungswirbel an der Membranwand zu bestimmen.

Matthias Wessling wurde 2010 als Alexander-von-Humboldt-Professor an die RWTH Aachen berufen. In seinem ständigen Streben nach Interdisziplinarität hat er sich in den darauffolgenden Jahren in einem multidisziplinären Team dem Ausbau des DWI an der RWTH zum heutigen Leibniz-Institut für Interaktive Materialien gewidmet. Im DWI-Forschungsprogramm steht seine Fragestellung nach der Synthese neuer Materialien zum selektiven Stofftransport durch biologisch inspirierte Materialien im Zentrum. Seine intensiven wissenschaftlichen und organisatorischen Beiträge zum Aufnahmeverfahren in die Leibniz-Gemeinschaft wurden 2014 mit Erfolg gekrönt.

An der RWTH richten sich Wesslings Forschungsaktivitäten auf die verfahrenstechnische Integration von Membrantransport mit chemischen Umsetzungen in sogenannten Membranreaktoren. Insbesondere die apparative Konstruktion zur Kontrolle von Fluidverteilung und -strömung stellt dabei eine der relevantesten Herausforderungen der Zukunft dar. Auch hier sind die Arbeiten stark biologisch inspiriert durch die Integration von selektivem Ionentransport und Redoxreaktionen. Diese Arbeiten richten sich auf Anwendungen zur Reduktion von CO₂ zu Ethylen oder die Herstellung von Ammoniak ohne den Einsatz fossiler Rohstoffe. Wessling ist einer der Kernteammitglieder des DFG-Exzellenzclusters „Fuel Science Center“: Dort werden modulare elektrochemische Membranreaktoren zur Herstellung neuer biohybrider Treibstoffe für nachhaltige Verbrennungsmotoren entwickelt. In diesen Reaktoren werden nanostrukturierte Reaktionsmedien bottom-up synthetisiert und in 3-D-gedruckten Reaktionsumgebungen eingebaut, sodass Fluidströmungen und Reaktionsbedingungen auf einander abgestimmt wechselwirken.