

# Feuchte-Rückgewinnung mit Membrantechnik für die Wohnraumlüftung



In der Lüftungstechnik werden vermehrt Enthalpietauscher als Energierückgewinnungssysteme eingesetzt. Sie ermöglichen neben der Rückgewinnung von Wärme aus der Abluft zugleich eine Übertragung der Feuchte von der Abluft zur Zuluft. Für die Wohnraumlüftung werden insbesondere membranbasierte Systeme verwendet. Im Gegensatz zu Verfahren, die den Effekt der Sorption nutzen, eignen sich membranbasierte Wärme- und Feuchte-Rückgewinnungssysteme sowohl für die Wohnraumlüftung als auch für dezentrale Lösungen in größeren Gebäuden. Eine Membran verhindert hierbei den unmittelbaren Kontakt beider Luftströme, ermöglicht jedoch einen selektiven Feuchtetransport vom Abluft- zum Zuluftstrom. Die Systeme sind also hygienisch unbedenklich und können auch bei speziellen Anforderungen an die Luftqualität eingesetzt werden, beispielsweise in chemischen Labors und Krankenhäusern. Wie viel Wärme und Feuchte dabei übertragen wird, hängt von den Eigenschaften der Membran und den Strömungsbedingungen im Energierückgewinnungsmodul ab.

Eine alleinige Optimierung der Membran ist nur bedingt hilfreich. Häufig ist eine Anpassung der Strömungsverhältnisse erforderlich, was mit Hilfe sogenannter Spacer-Materialien herbeigeführt werden kann. Im Rahmen des Projektes werden daher unterschiedliche Membran-Spacer-Kombinationen experimentell vermessen, was die Basis für eine Wirtschaftlichkeitsanalyse bildet. Anschließend werden verschiedene Modulprototypen gefertigt und in einem Feldversuch unter realitätsnahen Bedingungen getestet. Eine Vielzahl unterschiedlicher Lastfälle soll dabei helfen, die erstellte Wirtschaftlichkeitsanalyse zu validieren.



Prototyp des Enthalpietauschers in einer Detailaufnahme des Membranmoduls. Die Effizienz der Wärme- und Feuchterückgewinnung hängt sowohl von der verwendeten Membran als auch von der Strömungsgeometrie ab.  
© AVT.CVT, RWTH Aachen

## Projektsteckbrief

Offizieller Projekttitle	Optimierung der membrangestützten Feuchterückgewinnung in der Wohnraumlüftung
Laufzeit	01.09.2012 bis 30.08.2016
Technologiestatus	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div> Pilotprojekt
Schwerpunkte	Lüftung + WRG

## Projektbeschreibung

Zu Beginn der vierjährigen Projektlaufzeit waren bereits zahlreiche kommerzielle Energierückgewinnungssysteme auf Membranbasis verfügbar. Im Rahmen des Projektes werden ausgewählte Systeme bewertet, um einen Maßstab hinsichtlich der Energieeffizienz von membranbasierten Enthalpietauschern zu definieren. Anschließend werden die Energierückgewinnungssysteme in Bezug auf Membran und Strömungsverhältnisse optimiert und deren energetischer Nutzen ermittelt.

Die Projektpartner bringen unterschiedliche Kompetenzen in das Forschungsprojekt ein: Die FuMa-Tech GmbH besitzt langjährige Erfahrungen in der Fertigung und Optimierung wasserdampfpermeabler Polymer-Membranen. Das Institut AVT.CVT an der RWTH Aachen ist verantwortlich für das Modul- und Prozessdesign. Und mit der Paul Wärmerückgewinnung GmbH wurde ein Marktführer der Lüftungstechnik für die projektbegleitende Beratung gewonnen.

### Fokus

Im Vergleich zu alternativen Technologien wie Plattenwärmetauscher oder Sorptionsräder besitzen membranbasierte Enthalpietauscher eine geringere Effizienz in der Rückgewinnung von sensibler und latenter Wärme. Verantwortlich hierfür sind kleinere Übertragungsflächen sowie zusätzliche Transportwiderstände an und in der Membran. Sogenannte Spacer-Materialien, welche die Fluidodynamik im Strömungskanal gezielt beeinflussen, können hier Abhilfe schaffen. Durch zusätzliche Strömungswiderstände werden transversale Strömungskomponenten hervorgerufen. Auf diese Weise lässt sich die Ausbildung einer laminaren Grenzschicht unterdrücken, was zu einer Reduktion der diffusiven Transportwiderstände führt.

Bei kommerziell verfügbaren Systemen in Plattenbauweise werden bereits jetzt Abstandshalter genutzt, um die Homogenität der Strömungskanäle zu gewährleisten. Diese Abstandshalter sind teils integraler Bestandteil der Wärmetauscher-Platinen und teils eigenständige Bauteile, auf welche eine Membran aufgeklebt wird. Die

Integration von Spacer-Materialien in diese bestehenden Strukturen ist mit vertretbarem Aufwand zu realisieren. Im Idealfall lassen sich Spacer und Abstandshalter sogar konstruktiv in einem Spritzgussteil vereinen.

Das Energieeffizienz-Potenzial beim Einsatz von Spacern in membranbasierten Enthalpietauschern hängt von der Geometrie der gewählten Spacer, von der eingesetzten Membran, den Strömungsgeschwindigkeiten im Modul sowie von den klimatischen Bedingungen in Außen- und Raumluft ab. Größere sensible und latente Rückgewinnungsraten werden dabei zu Lasten erhöhter Druckverluste realisiert.

### **Erfolge**

Zu Projektbeginn wurde ein systematisches Vorgehen zur energetische Optimierung der Enthalpietauscher erarbeitet. Der gesamte Prozess besteht aus vier Stufen, von denen bislang zwei Stufen erfolgreich durchlaufen wurden. In einem ersten Schritt wurde das maximale Stofftransportpotential unterschiedlicher Membranen unter idealen Strömungsbedingungen untersucht. Darauf aufbauend wurden ausgewählte Membranen in Mischgasversuchen weitergehend charakterisiert. Unter Zuhilfenahme verschiedener Spacer-Materialien wurden triebkraftmindernde Effekte im Support und der laminaren Grenzschicht identifiziert. Die Versuchsdaten bilden nunmehr die Grundlage zur mathematischen Beschreibung des Wärme- und Stoffübergangs innerhalb einer übergeordneten Prozesssimulation.

### **Meilensteine**

Basierend auf den den Erkenntnissen erster Mischgasversuche werden weitere Membran-Spacer-Kombinationen untersucht. Parallel dazu wird die Lüftungsanlage mit Hilfe der Simulationssoftware Aspen Plus modelltechnisch beschrieben. Kernstück des Modells sind die Wärme- und Stofftransportgesetze, welche zuvor experimentell bestimmt wurden. Zur Validierung des Modells werden Messdaten eines zu fertigenden Modulprototypens eingesetzt. Das finale Modell wird schließlich genutzt, um die bestmögliche Struktur des Enthalpietauschers zu identifizieren. Prototypen mit der entsprechenden Struktur werden abschließend einem Feldtest unterzogen.

### **Anwendung**

Die Bereitstellung und Integration der Spacer in bestehende Module sollte mit geringem finanziellen Aufwand zu realisieren sein, da an die Materialien keine speziellen Anforderungen hinsichtlich der chemischen oder mechanischen Beständigkeit gestellt werden. Der tatsächliche Fertigungsaufwand hängt jedoch von der gewählten Geometrie ab. Diese sollte idealerweise hinterschnittfrei ausgeführt werden, um gängige Fertigungsverfahren (Extrusion, Spritzguss) anwenden zu können.

Weitere Informationen hierzu im Projektverlauf.

 **Projektbeschreibung auf der Website des AVT.CVT der RWTH Aachen**

Dieses Projekt wird im Rahmen der Forschungsinitiative EnOB gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Weitere Informationen unter [www.enob.info](http://www.enob.info).