

1 Schematische Darstellung des THOKA Adsorberdesigns:

- ❶ Ventil geschlossen
- ❷ Ventil offen
- ❸ Bionische FracTherm® Wärmetauscherkanäle
- ❹ Verbundstoff Metall, beschichteter Metallschwamm

2 Der grundlegende Prozess, mit Wasser als Kältemittel, besteht aus zwei Zyklen: dem Austreibezyklus und dem Kühlzyklus

THOKA – THERMISCH ANGETRIEBENE HOCHLEISTUNGSKÄLTE

Im Fraunhofer-internen Forschungsprojekt »Thermisch angetriebene Hochleistungskälte« (THOKA) haben sich die Institute ISE, IFAM, IVV und ITWM zusammengeschlossen. Die grundlegende Zielstellung der THOKA ist die Steigerung der Leistungsdichte von Adsorptionskältemaschinen auf mindestens 100 W pro Liter Bauvolumen durch neue Adsorbentechnologie bei zugleich hoher Effizienz (COP mindestens 0,6). Mögliche Anwendung: PKW-Klimatisierung mit Motorabwärme. Ziel ist der Bau eines Demonstrators mit 2 kW Kälteleistung.

Die Schlüsselgrößen für die erreichbare Leistungsdichte sind:

- realisierbare Beladungsamplitude, bestimmt durch das Sorptionsmaterial
- kurze Zyklen durch schnellen Stofftransport im Porensystem
- schnelle Abfuhr der frei werdenden Sorptionswärme
- hohe Verdampfungsenthalpie des Arbeitsmittels

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

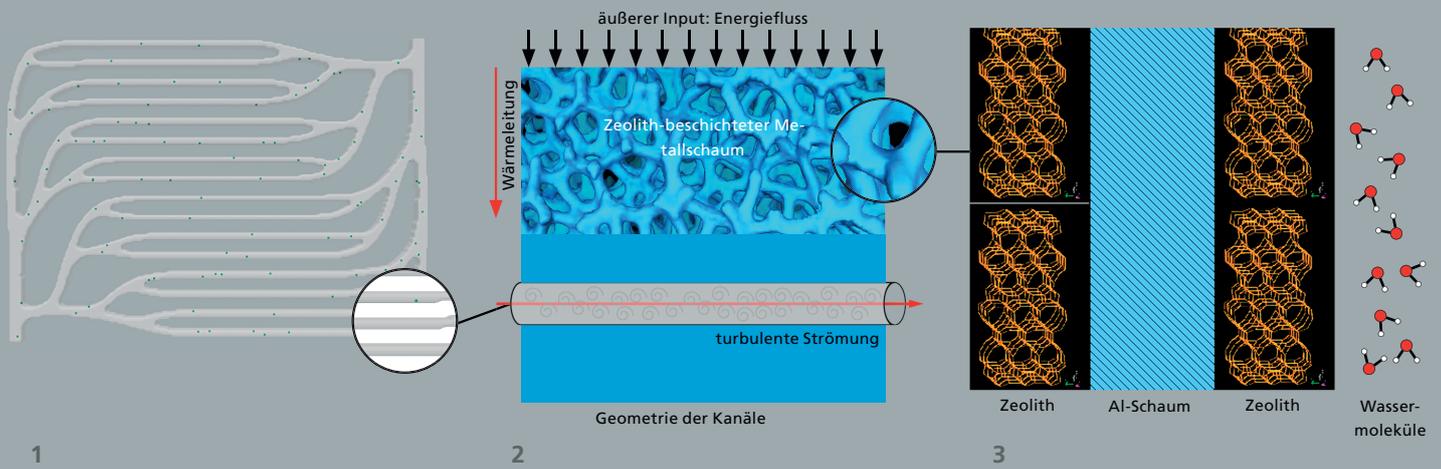
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

Kontakt

Dr. Peter Klein
Telefon +49 631 31600-4591
peter.klein@itwm.fraunhofer.de

www.itwm.fraunhofer.de

THOKA
THERMISCH ANGETRIEBENE HOCHLEISTUNGSKÄLTE



1 Kanäle im Wärmetauscher (mm und sek. Skala)

2 poröser Adsorber (μm und μs Skala)

3 molekularer Zeolith (nm und ps Skala)

4 + 5 Erste Vergleiche zwischen Experiment und Simulation zeigen eine hohe Übereinstimmung, sodass mit Hilfe virtueller Modelle Auslegungsrechnungen der Mikrostruktur möglich sind. (© Fraunhofer IFAM)

Als Sorptionsmaterial wird ein Zeolith mit hoher Adsorptionskapazität für Wasser gewählt. Die Trägerstruktur sollte eine hohe Wärmeleitfähigkeit und gute Dampftransporteigenschaften aufweisen, damit eine hohe Adsorptionsrate erreicht wird, die zu einer hohen Kühlleistung am Verdampfer führt. Aus diesen Anforderungen ergibt sich, dass offenporöse Aluminiumschwamm- und Faserstrukturen die idealen Träger sind. Das ITWM unterstützt mit Simulationsrechnungen auf allen Skalen die Konstruktion und Auslegung von entscheidenden Komponenten der zu bauenden Adsorptionskältemaschine.

Simulation des Wärmetauschers

Zunächst werden in einem Top-Downansatz Simulationsketten aufgebaut und nachfolgend für Auslegungsrechnungen benutzt, die auf phänomenologischen Modellen des Zeolithen beruhen. Danach werden diese Modelle durch Homogenisierung von molekularen Modellen verfeinert und mit der molekularen Stöchiometrie und der Mikrostruktur des Zeolithen parametrisiert. Die Strömung in den Kanälen des Wärmetauschers werden mit der Navier-Stokes- und Wärmeleitungs-Gleichung simuliert, bei der Trägerstruktur kommen die Wärmeleitungs-gleichung und ein phänomenologisches Zeolithmodell zum Einsatz. Die Vorgänge innerhalb der Zeolithschicht werden schließlich mit molekulardynamischen Methoden charakterisiert.

Simulation der Wärmeleitung in der Mikrostruktur

Die Geometrien der porösen Struktur als Input zum Simulationstool sind einerseits CT-Daten realer Strukturen (Schwämme und Faserstrukturen), andererseits sollen aber auch virtuell erzeugte Strukturen genutzt werden, um die experimentell nicht erschließbare Optimierung der porösen Strukturen voranzutreiben.

