

Charakterisierung des Wärme- und Stoffübergangs im Absorber eines offenen Sorptionssystems mittels einer Wärmebildkamera

D. Fleig, J. Matthes, K. Vajen, U. Jordan
Universität Kassel, Institut für Thermische Energietechnik
Mönchebergstr. 19, 34125 Kassel
Tel.: 0561 – 804 3890; Fax: 0561 – 804 3993
solar@uni-kassel.de

1. Einleitung

Die Einbindung offener Sorptionssysteme mit entsprechender Speichertechnologie in die Gebäudetechnik ist eine Möglichkeit, Langzeitwärmespeicher zu realisieren. Im Rahmen des Forschungsprojektes „OpenSorp“ am Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik der Universität Kassel wird der Wärme- und Stofftransport im Absorber eines offenen Sorptionssystems mittels einer Wärmebildkamera näher untersucht. Hierbei spielt die Vermessung des Temperaturfeldes auf der Oberfläche des Sorbensfilms eine zentrale Rolle. Ein offenes Sorptionssystem (siehe Abb. 1) besteht aus den Hauptkomponenten Absorber, Regenerator und Speicher. Im Absorber wird feuchte Luft mittels einer hygroskopischen Flüssigkeit getrocknet und gleichzeitig aufgrund der freiwerdenden Kondensations- und Verdünnungsenthalpie erwärmt. Die durch Wasseraufnahme verdünnte hygroskopische Flüssigkeit wird nach dem Absorptionsprozess gespeichert und in der Regel zeitversetzt im Regenerator bei höheren Temperaturen mittels Wärmezufuhr z.B. aus thermischen Solaranlagen wieder aufkonzentriert (Wasserabgabe). Dadurch kann Energie in Form einer konzentrierten Flüssigkeit verlustarm über längere Zeiträume gespeichert werden und bei Bedarf durch den Absorber wieder bereitgestellt werden.

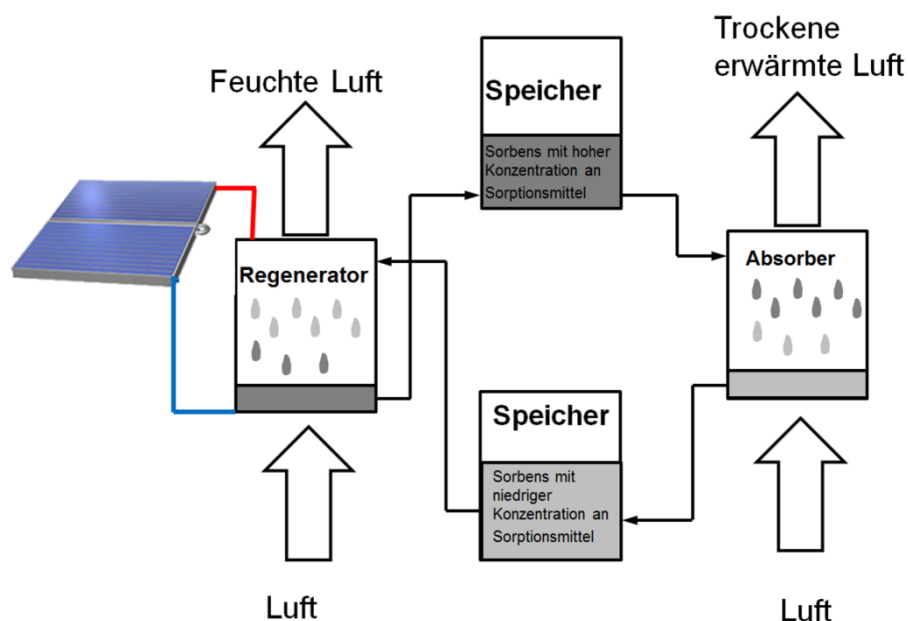


Abb. 1: Prinzip eines offenen Absorptionssystems.

2. Vorgehen

Ziel ist es, das Temperaturfeld der Grenzschicht in einem Absorptionsprozess mittels Wärmebildkamera zu vermessen. Des Weiteren soll die erzielte Entfeuchtungsrate der Luft und die dabei freigesetzte Wärme ermittelt werden. Der entsprechende Versuchsaufbau ist in Abb. 2 dargestellt. Die Einzelplatte ist mit einem Textil beklebt, welches von oben mit der LiCl-Lösung benetzt wird. Die zu trocknende Luft strömt zwischen der Einzelplatte und einer Polyethylen (PE) Folie (Spaltbreite 5 mm) im Kreuzstrom zum Sorbens. Hierbei dient die PE-Folie als Sichtfenster für die Wärmebildkamera, da die Folie im Wellenlängenbereich, der für die Kamera relevant ist, ausreichend transparent ist. Der Versuchsaufbau wird mit schwarzem Stoff von der Umgebung abgeschirmt, um Störungen aufgrund von Wärmestrahlung von Personen im Raum oder anderen Wärmequellen zu minimieren.

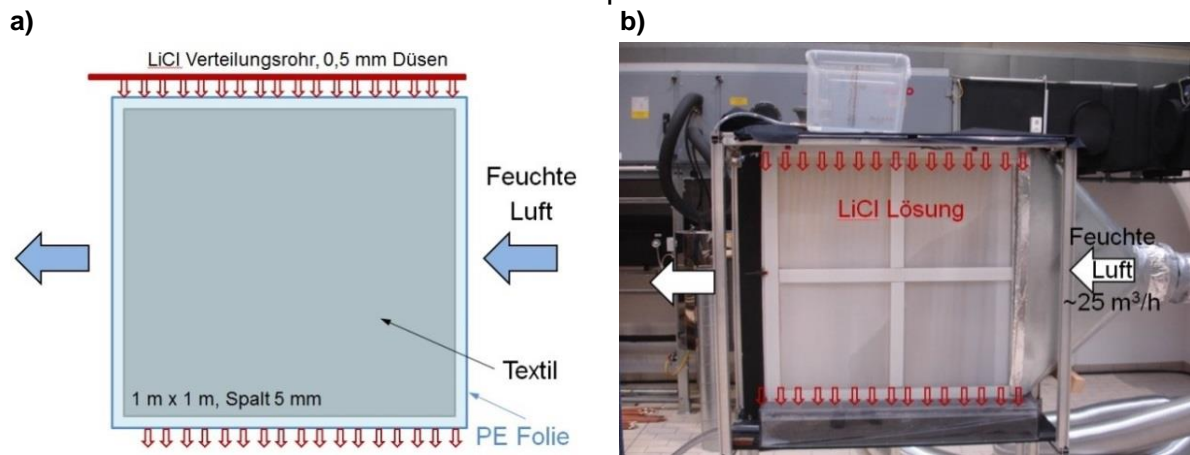


Abb. 2: Absorber: Versuchsaufbau zur Vermessung von Phasengrenztemperaturen an der Oberfläche eines Sorbensfilms; a) Prinzipskizze und b) Foto des Versuchstandes.

Tab. 1 zeigt die eingestellten Parameter verschiedener Testreihen bei den Absorptionsversuchen mit der Einzelplatte. Die Eintrittsluft wurde mittels einer Luftkonditionierungsanlage bereitgestellt, mit welcher unterschiedliche Prozessluftkonditionen hinsichtlich Temperatur und Luftfeuchte erzeugt werden können. Der Luftvolumenstrom betrug in allen Versuchen ca. 25 m³/h und die Eintrittstemperaturen der Luft und des Sorbens betragen ca. 23°C. Es wurden 11 Versuche mit einer wässrigen LiCl-Lösung und ein Versuch mit einer ionischen Flüssigkeit durchgeführt. Bei den Versuchen mit LiCl als Sorptionsmittel wurde in einer Testreihe das Massenstromverhältnis zwischen Luft und Sorbens variiert und in einer zweiten Testreihe wurde die Eintrittsfeuchte der Luft variiert.

Tab. 1 Eingestellte Parameter verschiedener Testreihen zur Vermessung des zweidimensionalen Temperaturfeldes mittels einer Wärmebildkamera an der Einzelplatte.

Sorbens	Massenstromverhältnis			Feuchte x_{in}		
	$\dot{m}_{Luft,in}/\dot{m}_{Sorbens,in}$			g_{Wasser}/kg_{tL}		
LiCl-H ₂ O (41,6 %)	5	10	15	12		
	20	25	30			
	15			5,7	8,7	11,9
				13,7	16,2	
Ionische Fl. (95 %)	18,4			12		

3. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Abb. 3 zeigt die für die verschiedenen Eintrittsfeuchten mit der Wärmebildkamera aufgezeichneten Temperaturfelder der Einzelplatte. Die Temperaturfelder sind relativ homogen, was auf eine gleichmäßige Benetzung der Textiloberfläche schließen lässt. Die gemessene Temperatur nimmt wie erwartet mit steigender Eintrittsfeuchte zu. In Zukunft sollen die gemessenen Temperaturfelder mit den berechneten Temperaturfelder eines Finiten Differenzen Modells verglichen werden.

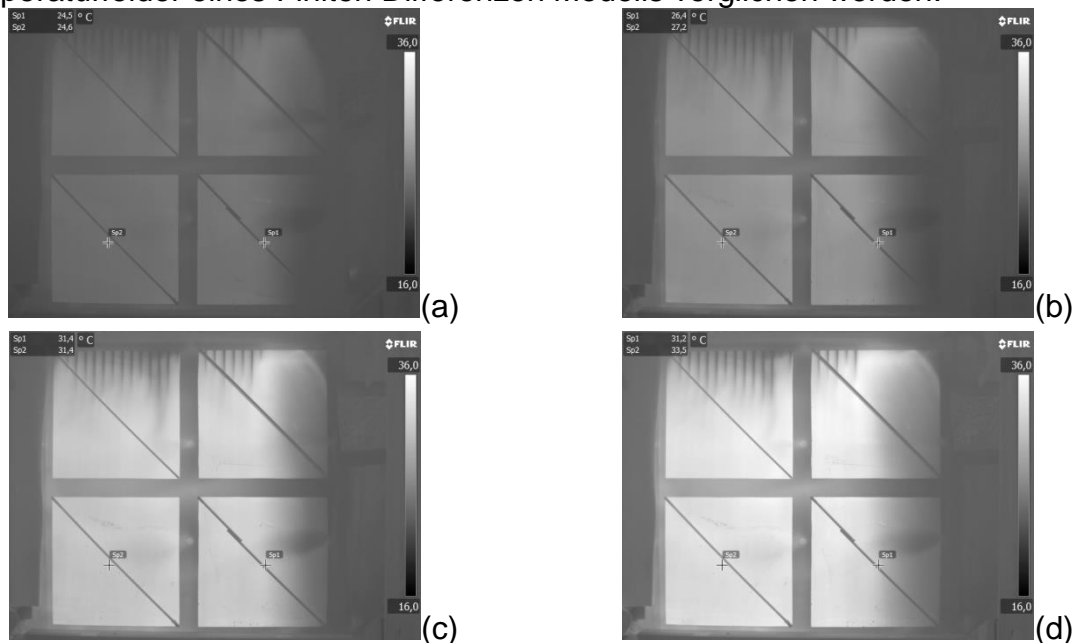


Abb. 3: Gemessene Temperaturfelder der Grenzschicht zwischen Luft und Sorbens für verschiedene Eintrittsfeuchten der Luft, siehe auch Tab. 1. Die Eintrittsluftfeuchten und die mit der Wärmebildkamera gemessenen maximalen Temperaturen betragen in a) $5,7 \text{ g}_W/\text{kg}_{\text{tr,Luft}} / T_{\text{max}} = 25,9^\circ\text{C}$, b) $8,7 \text{ g}_W/\text{kg}_{\text{tr,Luft}} / T_{\text{max}} = 28,8^\circ\text{C}$, c) $13,7 \text{ g}_W/\text{kg}_{\text{tr,Luft}} / T_{\text{max}} = 33,8^\circ\text{C}$ und d) $16,2 \text{ g}_W/\text{kg}_{\text{tr,Luft}} / T_{\text{max}} = 36,0^\circ\text{C}$. Die maximalen Phasengrenztemperaturen treten jeweils im rechten oberen Bereich der Platte auf, in dem feuchte Luft konzentriertes Sorbens überströmt.

Abb. 4a zeigt die ermittelte Entfeuchtungsrate $\Delta x/x_{\text{in}}$ und Abb. 4b die freigesetzte Wärme für die LiCl-Lösung und die ionische Flüssigkeit für verschiedene Massenstromverhältnisse. Mit der ionischen Flüssigkeit als Sorbens wurden etwa doppelt so hohe Entfeuchtungsraten und freigesetzte Wärmen erzielt wie mit LiCl als Sorbens.

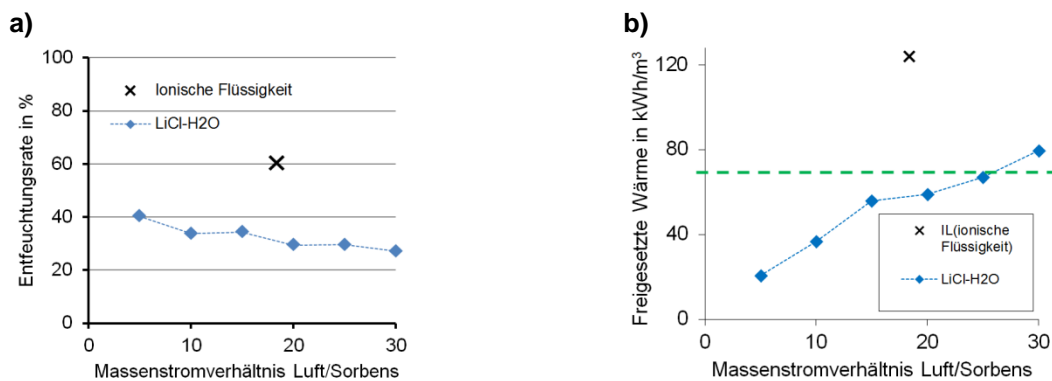


Abb. 4: a) gemessene Entfeuchtungsraten $\Delta x/x_{\text{in}}$ b) freigesetzte Wärme (waagerechte Linie: Wasserspeicher mit $\Delta T = 60\text{K}$ im Vergleich).