

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	v
Abbildungsverzeichnis	xiii
Tabellenverzeichnis	xvii
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Grundlagen und wissenschaftlicher Kenntnisstand	5
2.1 Thermisch angetriebene Wärmepumpen und Kälteanlagen	5
2.2 Adsorptionswärmepumpe	6
2.3 Thermodynamik der Adsorption	7
2.3.1 Beschreibung des Adsorptionsgleichgewichts	8
2.3.2 Wärmepumpen-Kreisprozess	15
2.4 Kinetik der Adsorption	18
2.4.1 Diffusionskoeffizienten	21
2.4.2 Dichte	23
2.4.3 Spezifische Wärmekapazität	24
2.4.4 Wärmeleitfähigkeit	24
2.5 Stoffpaarbewertung hinsichtlich ihrer Eignung in Wärmetransformationsanwendungen	27
2.5.1 Thermodynamische Betrachtung	27
2.5.2 Weitere technischen Anforderungen	29
2.5.3 Technische Adsorbentien	30
3 Modulare Adsorptionswärmepumpe mit hoher Leistungsdichte	35
3.1 Flachrohrwärmeübertrager mit Adsorber	37
4 Modellentwicklung	41
4.1 Stofftransport in Schlauch-, Makro- und Mikroporen	41
4.2 Wärmetransport in Adsorber-Compounds	45
5 Versuchsaufbau und Messtechnik	49
5.1 THB-Verfahren zur Bestimmung der beladungsabhängigen Wärmeleitfähigkeit	49
5.2 Permeationsmessungen	55
5.3 Gleichgewichts- und Kinetikeigenschaften	61
5.3.1 Volumenbestimmung	65
5.3.2 Korrekturverfahren zur Berücksichtigung der Prüfstandsadsorption	66
5.3.3 Infrarotthermografie zur Bestimmung der Oberflächentemperatur	70
6 Experimentelle Untersuchungen	75
6.1 Steigerung der Beladungseigenschaften von Aktivkohle/Methanol	75
6.2 Probenherstellung	80

6.3	Wärme- und Stofftransport in porösen Aktivkohleformkörpern	83
6.3.1	Adsorptionsgleichgewichte	85
6.3.2	Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität	86
6.3.3	Einfluss der Pulverkorngröße und von Schlauchporen auf die Diffusion in den Formkörper	90
6.3.4	Adsorptionskinetik und Kopplung der Schlauch- und Makroporenebene	95
6.3.5	Modellgenauigkeit	102
7	Optimierung von Wärmepumpenmodulen	105
7.1	Simulation der Ad- und Desorptionszyklen	105
7.1.1	Modellierung der einzelnen Komponenten	106
7.1.2	Betriebs-, Start- und Randbedingungen	110
7.1.3	Bewertungskriterien	112
7.2	Optimierung der Aktivkohleformkörper	113
7.3	Limitierende Transportgrößen im Prozesszyklus einer Adsorptionswärmepumpe	120
8	Zusammenfassung und Ausblick	125
	Literaturverzeichnis	127
	Anhang	137
A.1	Gleichgewichts- und Kinetikeigenschaften	137
A.1.1	Volumenbestimmung	137
A.1.2	Bestimmung des Emissionsgrads	137
A.2	Randbedingungen der Sorptions- und Phasenwechselzone für die Modulsimulation	137