

Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Herausgebers	III
Vorwort des Autors	IV
Kurzfassung	V
Abstract	VI
Nomenklatur	IX
1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung und Entwicklung	3
2.1 Latente thermische Energiespeicher	3
2.2 Fest/flüssig-Phasenwechselmaterialien (PCM)	4
2.3 Makroverkapselung von PCM	7
2.4 Berechnungsmethoden für latente thermische Energiespeicher	10
3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	15
4 Erstellung eines Konzeptes zur systematischen Analyse makroverkapselter PCM	17
5 Ermittlung der Kosten und Kennzahlen zur ökonomischen Bewertung	21
5.1 Halbzeuge als Kapselrohlinge	22
5.2 Korrosionsschutz	27
5.3 Befüllung und Verschließen	27
5.4 Speicherbehälter	31
5.5 Dämmung	32
5.6 Pumpen und Gebläse	32
5.7 Kennzahlen zur ökonomischen Bewertung	34
6 Entwicklung analytischer Rechenmodelle für Packungen aus makroverkapselten PCM	37
6.1 Geometrische Beschreibung der Kapseln und verwendete Definitionen . . .	37
6.2 Druckaufbau in Makrokapseln	39
6.3 Thermischer Widerstand der Kapselpackungen	42

6.4	Wärmeübergangskoeffizient WTF zu Kapselwand	45
6.4.1	Kugeln	45
6.4.2	Zylinder	46
6.4.3	Platten	47
6.5	Wärmeleitung in der Kapselwand	48
6.5.1	Kugeln	48
6.5.2	Zylinder	49
6.5.3	Platten	50
6.5.4	Vergleich der Modellierungsansätze	51
6.6	Wärmeleitung im PCM	52
6.6.1	Kugeln	53
6.6.2	Zylinder	54
6.6.3	Platten	57
6.6.4	Vergleich der Modellierungsansätze	58
6.7	Druckverlust der Kapselpackungen	60
6.7.1	Kugeln	60
6.7.2	Zylinder	61
6.7.3	Platten	61
7	Validierung des analytischen Speichermodells	63
7.1	Speichermodelle der Simulink-Carnot-Bibliothek	64
7.1.1	Netzunabhängigkeit	64
7.1.2	Vergleich mit experimentellen Daten	66
7.1.3	Ermittlung des mittleren Widerstandes der Kapselschüttung	69
7.2	Vergleich zwischen den analytischen und den Simulink-Modellen	72
8	Ergebnisse und Bewertung	77
8.1	Druckaufbau in Makrokapseln	78
8.2	Energie- und leistungsspezifische Kosten	80
8.3	Wärmegehaltungskosten	86
8.4	Empfehlungen zu Auslegung, Gestaltung und Bewertung von metallischen Makrokapseln	92
9	Zusammenfassung	95
10	Summary	99
	Literaturverzeichnis	103
	Vorveröffentlichungen	125
	Anhang	127