
Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1 Einleitung / Motivation	11
1.1 Wozu braucht man Energiespeicher?	11
1.1.1 Angebot und Nachfrage	11
1.1.2 Zeitliche Abweichung von Bereitstellung und Bedarf	12
1.2 Wie kann Energie gespeichert werden?	13
1.2.1 Elektrische/elektro-chemische Energiespeicher	14
1.2.2 Mechanische Speicher	14
1.2.3 Chemische Energiespeicher	15
1.2.4 Thermischer Energiespeicher	15
1.2.5 Möglichkeiten durch Umwandlung der Energien	16
1.2.6 Vergleich der Energiespeichertechnologien	16
2 Charakteristische Größen eines thermischen Energiespeichers	19
2.1 Prolog: Was ist thermische Energie? (Physik der Wärme)	19
2.2 Sensibel – Latent – Thermochemisch	22
2.3 Speicherkapazität	24
2.4 Lade- und Entladeleistung	24
2.5 Nutzungsgrad	25
2.6 Speicherzyklen	25
3 Aufbau eines Speichers und Integration in ein Energiesystem	27
3.1 Vom Speichermaterial zum Speichersystem	27
3.1.1 Material	27
3.1.2 Komponente	28
3.1.3 System	28
3.1.4 Zusammenspiel der Ebenen	29
3.2 Kosten und wirtschaftliche Betrachtung	29
4 Speicherklassifikation	33
4.1 Was soll der Speicher in der Anwendung leisten?	33
4.1.1 Klassifikation nach Einsatzbereich	33
4.1.2 Klassifikation nach Temperaturniveau	34
4.1.3 Klassifikation nach Speicherkapazität, thermischer Leistung und Speicherdauer	35
4.2 Das physikalische Speicherprinzip	35
4.2.1 Spezifische Wärmekapazität	36
4.2.2 Schmelzwärme	36

4.2.3	Reaktionsenthalpie	38
4.3	Autarke – nicht-autarke thermische Speicher	40
4.3.1	Thermodynamische Betrachtung nicht-autarker Speicherprozesse	42
4.4	Empirische Regeln zur Abschätzung der Speicherkapazität	44
4.4.1	Sensible Wärmespeicherung	44
4.4.2	Latente Wärmespeicherung	47
4.5	Typische Speichermaterialien	48
4.5.1	Sensible Speichermaterialien	48
4.5.2	Latentwärmespeichermaterialien	50
4.5.3	Thermochemische Speichermaterialien	56
4.6	Speicherdesign: Technische Bauformen	58
4.7	Dämmmaterialien	65
4.7.1	Allgemeines	65
4.7.2	Konventionelle Speicherdämmung	67
4.7.3	Vakuumdämmung und Vakuumsuperisolations (VSI)	69
5	Thermische Energiespeicher in der Anwendung	71
5.1	Sensible Speichersysteme	71
5.1.1	Saisonale Speicherung solarer Wärme	71
5.1.2	Superisolierter Speicher	80
5.2	Latentwärmespeichersysteme	85
5.2.1	Passive Kühlung mit PCM	85
5.2.2	Latentwärmespeicher zur Rückkühlung einer Absorptionskältemaschine	90
5.2.3	PCM-Slurries	96
5.3	Thermochemische Speichersysteme	102
5.3.1	Mobiler Adsorptionsspeicher zur Nutzung industrieller Abwärme	102
5.3.2	Kälte speichern und Klimatisieren mit Salzlösungen	110
5.3.3	Adsorptionsspeicher in einem Geschirrspüler	119
6	Stand der Forschung und Entwicklung	125
7	Nachwort	133
7.1	Mit thermischen Energiespeichern ist es wie mit Handschuhen	133
7.2	Thermische Energiespeicher können die Welt retten	134
8	Zitierte Literatur und Abbildungsverzeichnis	137
8.1	Zitierte Literatur	137
8.2	Abbildungsverzeichnis	141

9	Forschungsvorhaben der Bundesregierung	143
9.1	Laufende und kürzlich abgeschlossene Forschungsvorhaben	143
9.2	Forschungsberichte	145
10	Weiterführende Literatur	147
10.1	BINE Informationsdienst	149
11	Autoren	151