

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	3
Formelzeichen	3
Abkürzungen und Indizes	4
1 Einleitung.....	5
2 Anlagen mit Pufferspeichern für pSE – Stand der Technik.....	6
2.1 Bauarten und Einteilung.....	6
2.1.1 Unterscheidung nach Eiserzeugung	6
2.1.2 Unterscheidung nach Eisspeicherung.....	8
2.2 Anwendungen und Ausgeführte Anlagen.....	8
3 Pufferspeicher für pSE.....	12
3.1 Aufbau und Funktion.....	12
3.2 Homogenisierung des Sole-Eis-Gemisches im Pufferspeicher.....	12
3.2.1 Wirkprinzipien und praktisch angewandte Maßnahmen	12
3.2.2 Grad der erreichten Homogenität.....	14
3.3 Betriebsverhalten und Regelung.....	15
3.4 Daten von Pufferspeichern für pumpfähige Sole-Eisgemische.....	16
3.5 Möglichkeiten der messtechnischen Erfassung der für eine Modellierung wichtigen Parameter	17
4 Beschreibung und Modellierung der Vorgänge in Eiserzeugern und pSE-Speichern	18
4.1 Eigenschaften von pumpfähigen Sole-Eisgemischen.....	18
4.1.1 Stoffeigenschaften	18
4.1.2 Zweiphasenströmung von Sole-Eisgemischen.....	18
4.2 Eisbildung an Verdampferoberflächen und Ermittlung der Einflussparameter	19
4.2.1 Theorie der Kristallisation in Lösungen	19
4.2.2 Beeinflussung des Kristallisationsvorganges an Oberflächen	20
4.2.3 Numerische Modellierung der Eiserzeugung.....	21
4.3 Veränderungen der Eiskristallstruktur und Bildung von Eisklumpen.....	21
4.3.1 Kristallwachstum und Formänderung.....	21
4.3.2 Bildung von „Eisklumpen“	23
4.4 Schichtung und homogene Mischung im Speicher.....	23
4.4.1 Theorie der Schichtungs- und Mischungsvorgänge	23
4.4.2 Modellierung von Schichtung und Mischung im Speicher	24
4.5 Entladung eines pSE-Speichers und Abschmelzverhalten.....	27
4.5.1 Entladung des Speichers	27
4.5.2 Abschmelzvorgänge im Speicher.....	28
4.5.3 Abschmelzverhalten in Wärmeübertragern	28

4.6 Speicherverluste	29
5 Energetische Betrachtungen.....	30
5.1 Energiebilanz von Pufferspeichern für pSE und der dazugehörigen Eiserzeugung	30
5.2 Vergleich mit anderen Eisspeicheranlagen	32
5.3 Abschätzung des Einsparpotenzials an Elektro- und Primärenergie	32
5.4 Bewertungsansätze für die strömungstechnische und energetische Effizienz von Pufferspeichern für pSE	33
5.4.1 Energetische Effizienz	33
5.4.2 Strömungstechnische Effizienz	33
6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.....	35
6.1 Wirtschaftlichkeit heutiger Kälteversorgungsanlagen mit pSE und Pufferspeichern ...	35
6.2 Potenzial zur Kosteneinsparung	36
7 Zusammenfassung und Ausblick.....	38
8 Literatur	40