

# Kristallisationseinheit für Eisspeicher

## Entwicklung und Auswertung von Bauteilen zur Verhinderung von Eiswachstum im Rohr

### Student



Daniel Büchler

**Ausgangslage:** Eine grosse Herausforderung im Bereich der thermischen Energiespeicherung besteht in der Langzeitspeicherung und somit der saisonalen Überbrückung des Wärmebedarfs von Gebäuden. Eine Möglichkeit zur thermischen Langzeitenergiespeicherung sind Eisspeicher. Bestehende Eisspeichersysteme basieren auf dem Prinzip, auf der Oberfläche eines Kühlelementes Prinz zu erzeugen. Um die Effizienz von Eisspeichern zu steigern, werden neue Systeme zur kontinuierlichen ice slurry Produktion (Zweiphasengemisch aus Eis und Wasser) entwickelt. Das SPF Institut für Solartechnik entwickelt und baut zurzeit eine Versuchsanlage im Labormassstab, an der die einzelnen Anlagenkomponenten getestet und optimiert werden. Diese Anlage hat das Ziel, kontinuierlich aus unterkühltem Wasser ice slurry zu produzieren, der dann in Tanks gespeichert wird.

**Problemstellung:** Eine kritische Stelle der Anlage ist das Bauteil zur Verhinderung der Kristallisation an der Rohrwand entgegen der Strömungsrichtung. Zurzeit wird die Rohrwand im Bereich der kritischen Stelle mit einem elektrischen 90 W Heizband erwärmt. Diese Methode ist nicht besonders effizient und ermöglicht eine minimale Temperatur des unterkühlten Wassers von  $T = -1.5\text{ °C}$ . Um die Menge und die Qualität an produziertem ice slurry zu erhöhen, sollte die Temperatur des unterkühlten Wassers weiter abgesenkt werden. Ziel dieser Arbeit ist es, ein Bauteil zu entwickeln, das über einen längeren Zeitraum die weitere Kristallisation an der Rohrwand entgegen der Strömungsrichtung verhindert und so eine kontinuierliche ice slurry Produktion möglich macht.

**Ergebnis:** Im Rahmen dieser Arbeit wurden drei Prototypen ausgearbeitet, wovon schlussendlich die vielversprechendste Variante gebaut und an der Versuchsanlage des SPF getestet wurde. Der gebaute Prototyp basiert auf dem Prinzip eine Bypassströmung durch einen ringförmigen Einlassspalt in die Rohrströmung zu injizieren (siehe Abbildung 2 und 3). Diese Bypassströmung mit einer Temperatur von  $2.6\text{ °C}$  verhindert das Eiswachstum an der Rohrwand entgegen der Strömungsrichtung. Bei einer Temperatur des unterkühlten Wassers von  $-2.3\text{ °C}$  konnte über eine Zeitraum von 2h 10min erfolgreich ice slurry erzeugt werden, wobei der Anteil des Bypassvolumenstroms am Gesamtvolumenstrom  $4.2\%$  betrug. Das Abbruchkriterium des Versuchs war nicht der entwickelte Prototyp sondern die spontane Vereisung des Wärmetauschers, indem das Wasser unterkühlt wird. In weiteren Versuchen konnte über einen kurzen Zeitraum bei Temperaturen des unterkühlten Wassers von  $-3.5\text{ °C}$  ice slurry erzeugt werden. Die Versuchsreihe hat ergeben, dass der Prototyp seine Aufgabe erfüllt, sich jedoch der Wärmetauscher als neues Problem herausstellte, das es zu lösen gilt.

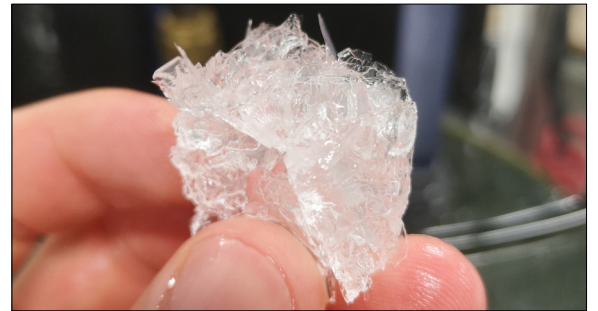
### Examinator

Prof. Dr. Andreas Häberle

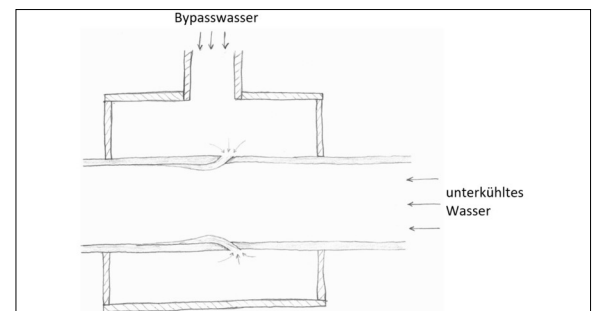
### Themengebiet

Thermische Verfahrenstechnik, Gebäudetechnik, Bauphysik

**Abb. 1: Eisflockenagglomerat aus feinen Eiskristallen, wie sie in den Eisspeicher eingeleitet werden**  
Eigene Darstellung



**Abb. 2: Querschnitt des entworfenen Prototyp 1 mit Kennzeichnung der Strömungsrichtungen**  
Eigene Darstellung



**Abb. 3: Aufbau des Prototyp 1 mit Schraubverbindung und Schlauchtülle**  
Eigene Darstellung

