



**Diplomand** Waser Cyrill  
**Dozent** Prof. Dr. Schütz Philipp  
**Projektpartner** Institut IME, CC Thermische Energiespeicher / LUCI  
**Experte** Dr. Lieball Kai  
**Themengebiet** Energien, Fluide und Prozesse

## Entwicklung einer Temperiervorrichtung für die Untersuchung von Phasenwechselmaterialien im Computertomographen

### Ausgangslage

Das Kompetenzzentrum für thermische Energiespeicher an der Hochschule Luzern Technik & Architektur beschäftigt sich intensiv mit der Untersuchung von Phasenwechselmaterialien (PCM). Die benötigte Energie für den Phasenwechsel des PCMs ist dabei eine der treibenden Größen für das Funktionsprinzip eines latenten thermischen Energiespeichers. Um geeignete PCMs zu finden und diese möglichst effizient zu nutzen ist es entscheidend, das PCM bei verschiedenen Temperaturen und -profilen untersuchen zu können. Dies geschieht unter anderem mittels eines Röntgen-Computertomographen (CT). Aktuell gibt es keine Vorrichtung, die es ermöglicht, eine PCM-Probe im CT auf verschiedene Temperaturen zu bringen und diese Temperaturen auch zu halten. Der Innenraum des CTs ist konstant auf 20°C temperiert. Stellt man eine PCM-Probe in den CT, wird sich die PCM-Temperatur automatisch den 20°C angleichen. Um den Temperaturangleich zu stoppen oder die PCM-Probe sogar aktiv zu kühlen oder erwärmen, bräuhete man eine Möglichkeit, der PCM-Probe Wärme zu- oder abzuführen.

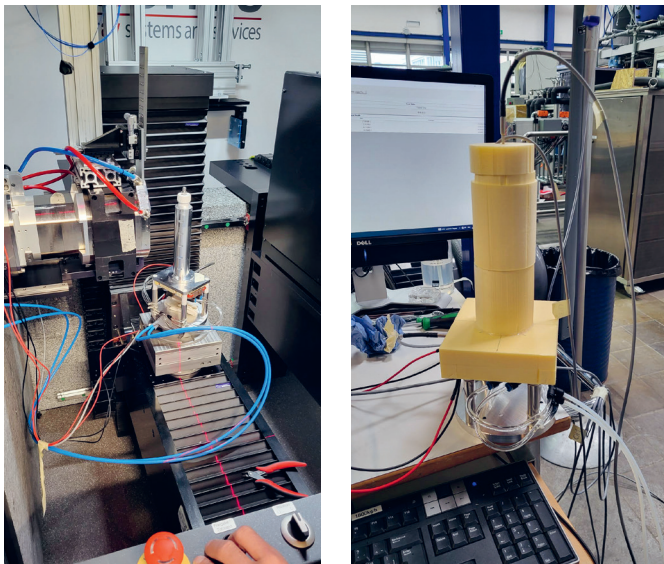


Abb. 1: links – Temperiervorrichtung im CT (ohne Isolation), rechts – Temperiervorrichtung im Prüfstand mit Isolation

### Vorgehen

In einem ersten Schritt wurde über den aktuellen Stand der Technologie von ähnlichen Anwendungsprinzipien wie z.B. Klimakammern, sowie möglichen Arten der Wärmeerzeugung und Kältebereitstellung recherchiert. Im Anschluss wurde mittels geeigneter Methoden evaluiert, welche Lösungsvarianten sich am besten eignen würden und basierend darauf, erste Prototypen entwickelt. Danach folgte die Testphase, wo die Prototypen getestet wurden, ob sie die Anforderungen erfüllen

und allenfalls noch Verbesserungen vorgenommen werden müssen. Für den finalen Prototypen wurden anschliessend alle Herstellungsdocumentationen wie auch Inbetriebnahme- und Anleitungsbeschreibungen erstellt.

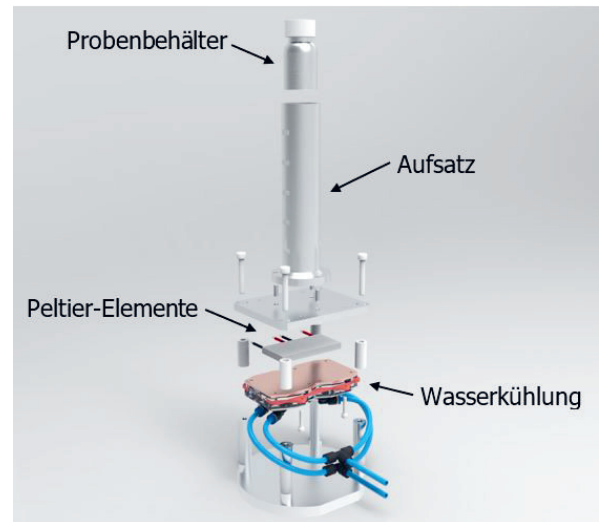


Abb. 2: Rendering der Temperiervorrichtung (ohne Isolation)

### Ergebnis

Es ist gelungen, eine Vorrichtung zu bauen, die in der Lage ist, während einer CT-Untersuchung Phasenwechselmaterialien auf Temperaturen im Temperaturbereich von -30 bis 160°C zu bringen. Die Zu- und Abführung der Wärme wird mittels Peltier-Elementen realisiert. Die Kühlleistung, die bei -30°C noch erreicht wird, beträgt ca. 36W und die Heizleistung bei 160°C ca. 240W. Eine Herausforderung, die im Rahmen dieser Arbeit aus Zeitgründen noch nicht zufriedenstellend gelöst werden konnte, besteht darin, nicht auf die Temperatur der Peltier-Elemente zu regeln, sondern auf die des PCMs.

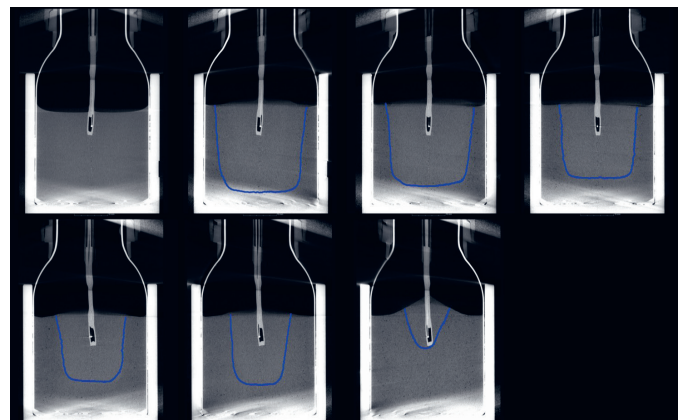


Abb. 3: CT-Rekonstruktionen einer H<sub>2</sub>O Probe, welche während der CT-Untersuchung zu Eis erstarrte. (Phasenübergang nur schwach sichtbar)