

Kurzfassung:

Umbau eines Teststandes zur experimentellen Untersuchung eines aktiven Latentspeicherkonzeptes

Gegenstand dieser Arbeit war der Umbau eines bestehenden Teststandes zur experimentellen Untersuchung eines aktiven Latentspeicherkonzeptes. Dieses Konzept basiert auf Latentwärme in einem Temperaturbereich zwischen 150 – 350 °C und sieht eine Trennung von Leistung und Kapazität vor, sodass eine konstante und regelbare Wärmeauskopplung bei der Entladung erzielt werden kann. Die Grundidee ist dabei, das PCM – Volumen durch eine dünne Fluidschicht von der wärmeübertragenden Fläche zu trennen. Seither wurde das Speichermedium bei den Versuchen in einer Behälterkette über eine rinnenförmige Rohrrippe gefahren. Dabei konnte die Rohrrippe über ein Thermoöl erhitzt oder abgekühlt werden, um den Anwendungsfall in einem solarthermischen Kraftwerk zu simulieren. Allerdings führte die rinnenförmige Geometrie zu Diskontinuitäten in der Bewegung, welche sich nachteilig auf die Funktion des Teststandes auswirkten. Um diese Effekte zukünftig zu vermeiden, wurden verschiedene Modifikationen in den Bereichen Wärmeübertragungszone (Rohrrippe), PCM – Behälter und Transportmechanismus vorgenommen (siehe Abbildung 1).

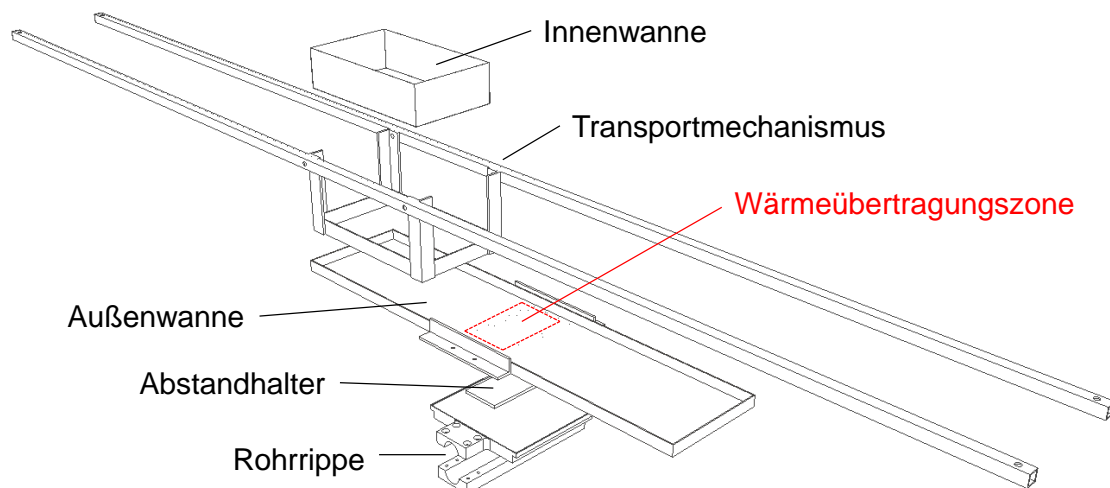


Abbildung 1: Relevante Komponenten des Teststandes nach der Modifikation

Wärmeübertragungszone (Rohrrippe):

Da auch weiterhin ein Zwischenträgerfluid eingesetzt werden soll, kommt folglich nur eine wannenförmige Geometrie infrage. Deshalb wurde eine Edelstahlwanne (Außenwanne) mit einer Wandstärke von 2 mm und den Abmessungen 905 mm x 205 mm x 22 mm hergestellt. An den Seiten der Außenwanne sind Winkelprofile aus Edelstahl angebracht, die entsprechende Bohrungen enthalten, sodass eine kraftschlüssige Verbindung mit der bestehenden Rohrrippe möglich ist. Zwischen den beiden Bauteilen befindet sich ein Abstandhalter aus Aluminium, der zur Minimierung der Wärmeleitwiderstände an den Kontaktflächen mit Graphitfolie versehen wurde. Die definierten Abmessungen dieser Komponente sollen spätere Rückschlüsse auf die übertragenen Wärmeströme ermöglichen. Zur messtechnischen Erfassung der Temperaturen wurden Thermolemente in der Außenwanne und auf der Unterseite des Abstandhalters angebracht.

PCM – Behälter:

Vor dem Umbau des Labormoduls waren die PCM - Behälter durch Stahldrähte miteinander verbunden. Die jeweiligen Enden der Drähte wurden an einer entsprechenden Vorrichtung befestigt, sodass die Behälterkette durch die rinnenförmige Wärmeübertragungszone gefahren werden konnte. Dabei ermöglichte die flexible Verbindung eine entsprechende

Neigung der einzelnen Behälter beim Ein- und Austritt. Zusätzlich sorgten integrierte Rampen für einen möglichst stetigen Übergang zwischen Rohrippe und Führungssystem. Mit der neuen Außenwanne entsteht eine plane Oberfläche, die eine neigungsfreie Bewegung des Speichermaterials ermöglicht. Infolge dessen konnte die Behälterkette durch einen einzelnen Behälter (Innenwanne) ersetzt werden. Die Innenwanne wurde aus Aluminiumblech mit einer Stärke von 0,2 mm hergestellt und weist eine Geometrie von 285 mm x 170 mm x 75 mm auf.

Transportmechanismus

Der neue Transportmechanismus besteht aus einer Fassung für die Innenwanne, welche über ein Antriebsgestänge mit dem elektrischen Stellmotor des Teststandes gekoppelt ist. Die flexiblen Stahldrähte wurden durch eine starre Konstruktion aus Vierkantrohren ersetzt. Dies führt zu einer gleichmäßigen Kraftübertragung im Bereich der Innenwanne und vermeidet dadurch Diskontinuitäten in der Bewegung. Durch die Innenabmessungen von 300 mm x 180 mm entsteht ein Spalt zwischen Behälterwand und Fassung. Dort sind kleinförmige Abstandhalter angebracht, die den Wärmeaustausch zwischen den beiden Bauteilen reduzieren und ein leichtes Einbringen der Innenwanne ermöglichen sollen.

Die messtechnische Erfassung der Versuche erfolgt mit einer Infrarotkamera, die orthogonal zur Wärmeübertragungszone angeordnet ist. Um entsprechende Aufnahmen erstellen zu können, befindet sich in dem Deckel des Teststandes eine Messöffnung, die mit einem ZnSe – Kristall verschlossen ist. Der Kristall ist für Infrarotstrahlung mit einer Wellenlänge von 0,48 – 20,5 μm durchlässig und ermöglicht dadurch die Messung mit der Infrarotkamera. In einem Vorversuch wurde das Verhalten des Emissionskoeffizienten in Abhängigkeit der Oberflächentemperatur beim Phasenwechsel untersucht. Die Ergebnisse zeigen einen sprunghaften Anstieg der Messwerte beim Übergang von fest zu flüssig, daher basiert die Bestimmung der Position der Phasengrenze vor allem auf der Änderung des Emissionskoeffizienten. Nach dem Umbau des Teststandes erfolgte eine experimentelle Untersuchung, um anhand von identischen Versuchsparametern die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse festzustellen und dabei einen entsprechenden Funktionsnachweis zu erbringen. Bei den Versuchen konnte zwar die Funktionalität des neuen Transportmechanismus nachgewiesen werden, aber das Speichermaterial zeigte ein unerwartetes Schmelzverhalten und verfärbte sich beim Abkühlen. Da die Erstarrung in einem breiten Temperaturbereich erfolgte, genügte das eingesetzte Speichermaterial nicht den Anforderungen. Diese Eigenschaften verhinderten eine definierte Ausbildung der quasistationären Phasenfront im Bereich der Wärmeübertragungszone und machten eine Beurteilung anhand von Infrarotaufnahmen nahezu unmöglich. Die Ursache hierfür konnte im Rahmen dieser Arbeit noch nicht endgültig geklärt werden, da die Untersuchungen derzeit noch andauern. Für weitere Versuche wird das PCM ersetzt.