

KURZVERÖFFENTLICHUNG

Textilbasierter Kollektor mit integriertem Latentwärmespeicher zur solarthermischen Energienutzung (IGF 18768)

Autoren: Dr.-Ing. Jamal Sarsour, Dr.-Ing. Helmar Abele,
Dr.-Ing. Jürgen Seibold, Dr. Marcus Winkler,
Larissa v. Wascinski, Nemanja Stipic,
PD Dr.-Ing. Thomas Stegmaier,
Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser
Prof. Dr. Meike Tilebein

Erschienen: 31.05.2018
Bearbeitungszeitraum: 01.07.2015 - 31.12.2017

Zusammenfassung

Ziel dieses Forschungsvorhabens war die Entwicklung eines flexiblen textilen Luftkollektors mit integriertem Latentwärmespeicher zur Beladung, Speicherung und direkten Nutzung von solarthermischer Energie. Hierbei wurde das solarthermische Funktionsprinzip des Eisbärfells übernommen: Das einfallende Sonnenlicht trifft auf den flexiblen, textilen Solarkollektor, welcher mit warmer Luft durchströmt wird. Der Kollektor bildet eine direkte Einheit mit dem Wärmespeicher. Diese Gesamteinheit und das dahinter stehende solarthermische Nutzungskonzept, welches die Gebäudeaußenhaut direkt mit dem Speicher verbindet, stellt eine neuartige und individuelle Verbaubarkeit dar. Durch die optimierte textile Schichtkonstruktion des Luftkollektors und des Latentwärmespeichers soll der Wärmeenergieverlust, gegenüber bereits am Markt bestehenden gleichartigen Systemen, optimiert und signifikant gesteigert werden. Diese innovative und flexible Leichtbaukonstruktion stellt eine hochwertige Technologie für Nischenmärkte dar und stärkt so strukturell KMUs.

Folgende Forschungsziele wurden angestrebt:

1. Entwicklung eines prinzipiell industriell fertigen Schichtaufbaus für flexible textile Luftkollektoren mit integriertem textilen Latentwärmespeicher.
2. Optimierung der technischen Lösung hinsichtlich Kosten, Verbaubarkeit, Anwendbarkeit und ökologischen Aspekten (bei Herstellung, Nutzung und Entsorgung).
3. Entwicklung verschiedener Demonstratoren zur Erprobung.

Gewinnen von Basiswissen und Verfahrensgrundlagen, um einen Beitrag zur effizienteren Nutzung erneuerbarer Energien zu leisten (Abkehr von fossilen Brennstoffen als gesellschaftlichem Ziel).

Diese Forschungsziele wurden mit den folgend aufgeführten Ergebnissen erreicht.

Ergebnisse

Im Fokus der Entwicklung eines textilbasierten Kollektors zur solarthermischen Energienutzung mit integriertem Wärmespeicher lagen sowohl ökonomische als auch ökologische Ziele. Dabei wurden Anwendungen zur Klimatisierung von Gebäuden, zur Meerwasserentsalzung, bei Trocknungsprozessen und auch für mobile Anwendungen untersucht.

Mit den vielversprechenden Testergebnissen und den Erkenntnissen aus dem Projekt ist es möglich, die Gestaltung sowie die Dimensionierung zur Herstellung eines textilen Kollektors mit integriertem PCM-Latent-Wärmespeicher vorzunehmen. Aufgrund der textilen Bauweise ist eine relativ freie Formgestaltung und Flexibilität in der Anwendung möglich.

In einer Simulationsstudie konnte gezeigt werden, dass PCM-Wärmeenergiespeicher aus Paraffin-Gestrieken prinzipiell algorithmisch hinsichtlich der Thermodynamik nachgebildet werden können und die Phasenumwandlung in ihnen modellierbar ist. Weiterhin wurde gezeigt, dass die Phasenumwandlung des Phasenwechselmaterials – eingegossen in komplexen mit Luft durchströmbaren Noppenstrukturen - simulativ erfasst und vorhergesagt werden kann. Eine kontinuierlich gepflegte und weiterentwickelte Simulationsumgebung steht am neu gegründeten Institut für digitale Materialforschung (IDM) der Hochschule Karlsruhe bereit. Ein neues Phasenumwandlungsmodell wurde dazu entwickelt und validiert. Des Weiteren konnten mehrere thermische Isolationswerkstoffe analytisch und simulativ bewertet werden.

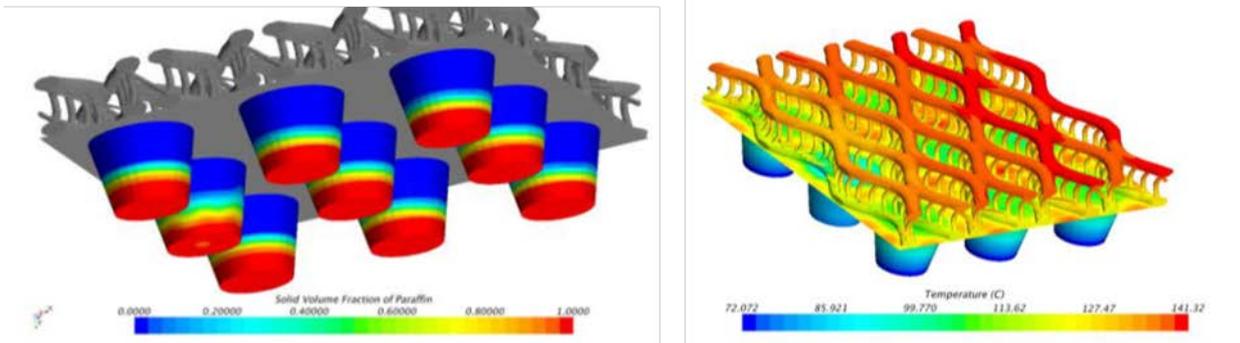


Abb. 1: Simulationsergebnisse für einen Ausschnitt aus dem Noppenspeicher (PCM eingefüllt in geschlossene, tiefgezogene Folie) mit einem luftdurchströmten Abstandsgewirke als Wärmetauscher. (Links: Festphasenanteil von PCM nach drei Stunden. Rechts: Temperaturverteilung im Gebiet nach drei Stunden)

In ein Gestrück konnten über 60 wt-% an PCM integriert werden, das in zahlreichen praktischen Tests als effizienter flexibler Wärmespeicher validiert wurde.



Abb. 2: PCM Speicher- Gestrück-Struktur und PCM Speicher- Noppen-Struktur

An den DITF wurde ein Demonstrator in Leichtbauweise aufgebaut und unter definierbaren Bedingungen getestet.

Dabei konnte beim Kollektor ein energetischer Gesamtwirkungsgrad von bis zu 48% nachgewiesen werden.



Abb. 3: Demonstrator für den textilen Kollektor mit integriertem Speicher

Mit der Entwicklung der Demonstratoren für einen neuen textilen Solarkollektor mit integriertem flexiblen PCM-Speichermodul konnten die Projektziele erreicht werden. Die Flexibilität und die daraus resultierende Robustheit sowie die relativ große Formfreiheit des Systems ermöglichen eine fehlertolerante einfache Montage hinsichtlich Bruchgefahr und Schadensfreiheit bei Unwetterereignissen, wie beispielsweise Hagel. Die niedrigen Investitions- und Betriebskosten des Systems sind darüber hinaus sehr attraktiv für Anwendungen in Bauten und Prozessen, die bislang keine eigene Wärmeversorgung haben.

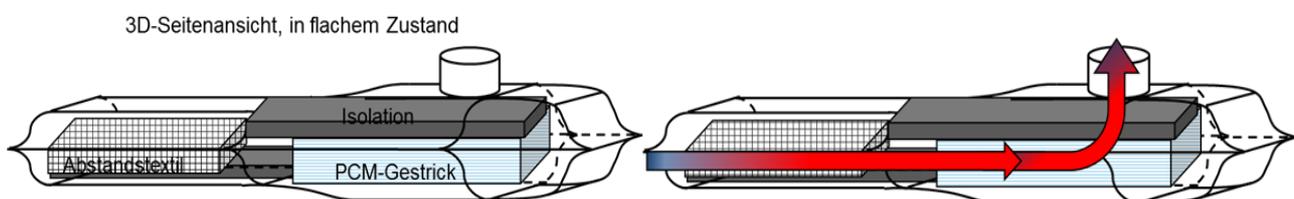


Abb. 4: Demonstrator für den textilen Kollektor mit integriertem Speicher

Danksagung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 18768 der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens (IGF 18768) ist an den DITF Denkendorf erhältlich.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Jamal Sarsour, jamal.sarsour@ditf.de