

Grundlagenuntersuchung zur Kühlung von Photovoltaik-Solarmodulen
mittels eines spezifischen flachen Heatpipe-Kastens

Torsten Enders, WätaS Wärmetauscher Sachsen GmbH
Dorfstraße 22, 09496 Pobershau

Doz. Ing. Peter Horbaj, PhD
Technische Universität Kosice
04200 Kosice, Slowakei

1. Aufgabenstellung

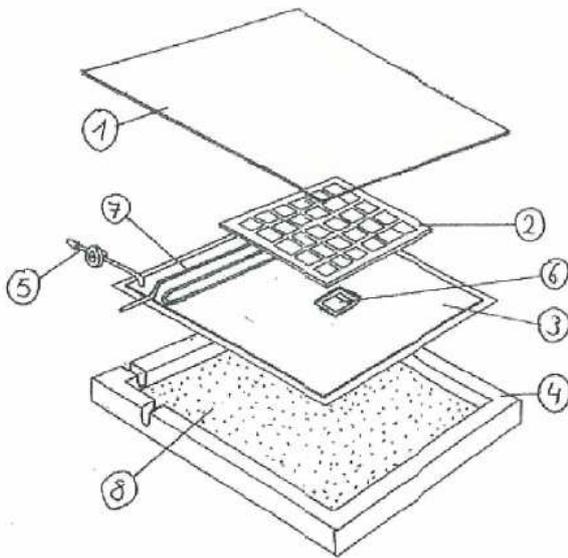
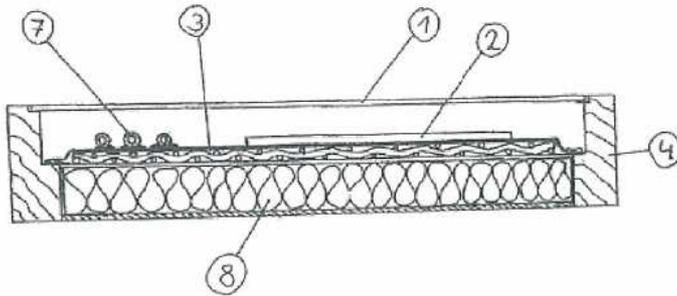
Durch die Bestrahlung von Solarmodulen mit Sonnenlicht wird der Großteil des Sonnenlichts durch die Solarzellen absorbiert und in Wärme umgewandelt. Nur ein geringer Teil des Lichts wird in elektrische Energie umgewandelt. Deshalb können ohne zusätzliche Kühlung Solarzellentemperaturen bis 80°C erreicht werden. Eine hohe Zelltemperatur verringert allerdings den elektrischen Wirkungsgrad der Solarzellen. Daher bietet sich an, Solarzellen zu kühlen. Falls die abgeführte Wärme zusätzlich genutzt werden kann, ist neben der Steigerung der Stromerträge auch der Gewinn zusätzlicher Wärmeenergie möglich.

Um die Grundlagen der Kühlung eines Photovoltaik-Solarmoduls mittels eines spezifischen flachen Heatpipe-Kastens abzuklären, führte man den nachfolgend beschriebenen Versuch durch.

2. Versuchsaufbau

Die Versuchsanordnung besteht aus einem Gehäuse (Länge 90 cm, Breite 66 cm, Höhe 7,5 cm). In den Gehäuseboden ist eine Wärmedämmung eingebaut und darüber ein flacher, nur wenige Millimeter dünner Heatpipe-Kasten aufgeklebt. Auf den unteren Bereich des flachen Heatpipe-Kastens ist ein Photovoltaik-Modul aufgeklebt, auf den oberen Bereich eine Anordnung aus einem dünnen Kühlrohr. Abgedeckt wird die Oberfläche des Gehäuses durch eine Glasscheibe.

Die obere Abdeckung durch eine Glasscheibe und die untere Wärmedämmung verhindern abträgliche Wärmekonvektionen.



Schnitt durch den Versuchskörper und Aufbau des Versuchskörpers

- 1: Glasplatte
- 2: Photovoltaikmodul
- 3: flacher Heatpipe-Kasten
- 4: Gehäusebestandteil
- 5: Befüllrohr
- 6: Kabelführung
- 7: dünnes Kühlrohr
- 8: Wärmedämmung

Im flachen Heatpipe-Kasten aus Kupferblech der Stärke von 0,3 mm befinden sich zwei aufeinander aufliegende Drahtgitter, deren Oberflächen an den Innenseiten des Kupferkastens anliegen.

Das obere Drahtgitter im flachen Heatpipe-Kasten ist ein feines Drahtgitter aus Bronze (Drahtdurchmesser rd. 0,1 mm, Maschenweite rd. 0,1 mm) und besitzt somit eine Kapillarstruktur. Es ist auf ein grobes Drahtgitter, ebenfalls aus Bronze (Drahtdurchmesser rd. 1 mm, Maschenweite 4 mm) aufgesetzt.

3. Versuchsdurchführung

Vor Inbetriebnahme wird der flache Heatpipe-Kasten mit etwas Wasser verfüllt und mit Unterdruck versehen. Hierbei gleichen die beiden Drahtgitter des flachen Heatpipe-Kastens die Überdruck-Belastungen auf den mit Unterdruck behafteten flachen Kasten aus.

Das Gehäuse wird schräg eingesetzt, wobei die Glasplatten-Seite außenseitig liegt und der Photovoltaik-Bereich den unteren Teil des Versuchskörpers kennzeichnet.

Durch die Sonnenbelastung des Photovoltaik-Moduls verdampft infolge seiner entstehenden Abwärme das vormals in den Boden des flachen Heatpipe-Kastens eingebrachte Wasser.

Am obersten Bereich der oberen Innenfläche des flachen Heatpipe-Kastens wird der Wasserdampf durch die Anordnung des dünnen Kühlrohrs oberhalb des Kastenbereichs im dortigen feinen Gitter abgekühlt. Der Wasserdampf kondensiert folglich im obersten Bereich des feinen Drahtgitters im flachen Heatpipe-Kasten. Das kondensierte Wasser läuft im feinen, demnach mit einer Kapillarstruktur behaftetem Drahtgitter (auch unterhalb des auf den flachen Heatpipe-Kasten aufgeklebten Photovoltaik-Moduls) zum unteren Bereich des flachen Heatpipe-Kastens.

Hierbei nimmt im flachen Heatpipe-Kasten das Kondenswasser des feinen Drahtgitters vom Photovoltaik-Modul zunehmend dessen Abwärme auf und verdampft folglich zunehmend aus dem feinen Gitter des flachen Heatpipe-Kastens in das benachbarte grobe Gitter des flachen Heatpipe-Kastens. Durch die Abführung der Abwärme des Photovoltaik-Moduls wird das Modul gekühlt.

Das aus dem feinen Gitter verdampfte Wasser wandert (wie o.a.) zuerst in das grobe Gitter und dann (infolge des vorliegenden Dampfdruckgefälles) zum obersten Bereich des flachen Heatpipe-Kastens und zudem wieder in das feine, durch die gegenseitige Anordnung des dünnen Kühlrohres abgekühlte Drahtgitter im obersten inneren Bereich des flachen Heatpipe-Kastens. Dort kondensiert der Wasserdampf unter der Abgabe seiner Kondensationswärme. Dann wiederholt sich der obig beschriebene Kreislauf.

Infolge der Aufnahme der Kondensationswärme wird das Wasser des dünnen Kühlrohres erwärmt. Durch das Umpumpen des Kühlrohr-Wassers kann man das erwärmte Kühlrohrwasser zur Nutzung seiner erhöhten Wassertemperatur verwenden.

4. Versuchsergebnisse

Bereits mittels der vereinfachten Versuchsanordnung zur Grundlagenuntersuchung erhielt man einen Wirkungsgrad des Photovoltaikmoduls von rd. 11 % anstatt von lediglich rd. 9 % ohne Kühlung und die Erwärmung des Kühlwassers von rd. 20°C auf rd. 30°C.

5. Folgerungen

Aus den durchgeführten Grundlagen-Untersuchungen geht hervor, dass die weitere Entwicklung von spezifischen abgeflachten Heatpipes zur Steigerung der Stromausbeute von Photovoltaik-Modulen bei gleichzeitiger Warmwasser-Gewinnung vorgenommen werden sollte.