

Fokus Effiziente Wärmeschalter

Heatpipe-basierte Wärmeschalter können Wärmeströme sehr effizient schalten und regeln.



Mithilfe wasserbindender Sorbentien entwickeln wir neue Konzepte für Heatpipe-basierte Wärmeschalter.

Temperaturkontrolle ohne Sensor- und Regeltechnik

Die Temperierung von Bauteilen in der Elektromobilität, der Batterietechnik oder im Maschinenbau gewinnt mit zunehmender Leistungsdichte an Bedeutung. Fraunhofer IPM entwickelt eine neue Generation thermischer Schalter auf der Basis schaltbarer Heatpipes, die für ein autonomes und effizientes Wärmemanagement sorgen sollen – ohne aufwändige Sensor- und Regeltechnik. Mit einer schaltbaren Heatpipe lässt sich der Temperieraufwand vieler Systeme deutlich verringern.

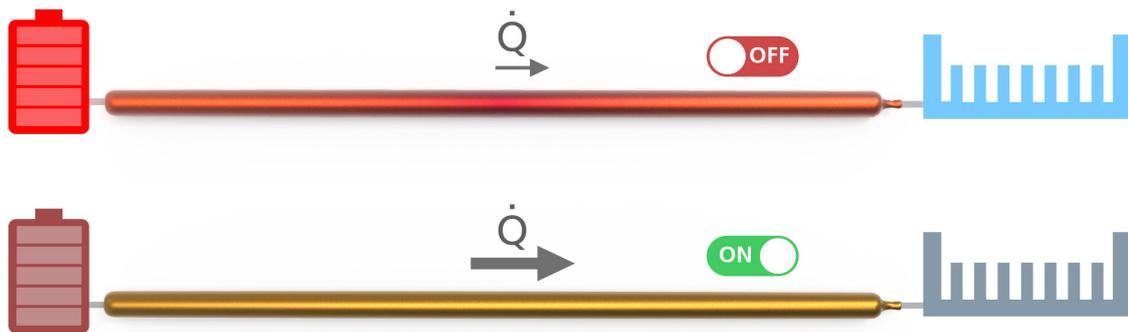
Wärmeströme effizienter schalten

Mithilfe von Wärmeschaltern lassen sich Wärmeströme ein- und ausschalten oder regeln – ganz ähnlich wie man es von elektrischen Schaltern kennt. Konventionelle Konzepte für

Wärmeschalter haben einige Nachteile: Der Wärmewiderstand im leitenden »Ein«-Zustand ist hoch, die Schalter sind groß, oft komplex aufgebaut und beinhalten bewegliche Teile. Für die breite Anwendung müssen thermische Schalter zudem effizienter und kostengünstiger werden.

Neuartiges Wärmeschalter-Konzept

Fraunhofer IPM arbeitet gemeinsam mit weiteren Fraunhofer-Instituten an einer neuen Generation thermischer Schalter, basierend auf schaltbaren Heatpipes. Eine Heatpipe besteht aus einem Metallrohr, in dem sich ein Fluid in flüssiger und gasförmiger Phase befindet. Wird eine Wärmequelle an die Heißeite der Heatpipe angelegt, steigt dort die Temperatur an, wodurch Fluid verdampft und an der Kaltseite des Rohrs, an der sich die Wärmesenke befindet, kondensiert. Der Wärmetransport in einer Heatpipe erfolgt also über den Transport latenter Wärme



– dieser Mechanismus des Wärmetransports ist sehr effektiv und verleiht Heatpipes eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit. Damit eignen sich Heatpipes grundlegend sehr gut als Basis für Wärmeschalter.

Wasserbindende Sorbentien

Für den Aufbau eines Heatpipe-basierten Wärmeschalters werden wasserbindende Sorbentien mit temperaturabhängigem Schalteffekt in die Heatpipe eingebracht. Die Sorbentien können einen wasserbindenden und einen nichtbindenden Zustand einnehmen. Die Umschaltung zwischen diesen beiden Zuständen erfolgt bei bestimmten Übergangstemperaturen. Diese sind durch die Zusammensetzung des Sorbens einstellbar. Im wasserbindenden Zustand wird das Fluid aufgenommen und steht für die Verdampfungs- und Kondensationsprozesse nicht mehr zur Verfügung. Der Wärmetransportmechanismus ist unterbunden und es wird so gut wie keine Wärme mehr transportiert (»Aus«-Zustand). Oberhalb der Übergangstemperatur wird das aufgenommene Wasser wieder freigegeben, der latente Wärmetransport über Verdampfungs- und Kondensationsprozesse kann wieder stattfinden und der Wärmeschalter gerät in den leitenden Zustand (»Ein«-Zustand). Das hier beschriebene Wärmeschalter-Konzept ist zum Patent angemeldet.

Reduzierter Temperieraufwand bei vielen Anwendungen

Schaltbare Heatpipes lassen sich vielseitig einsetzen. So funktionieren beispielsweise Batteriesysteme, Brennstoffzellen oder andere Systeme optimal bei einer jeweiligen »Wohlfühltemperatur«. Werden die Systeme nicht temperiert, leiden Kapazität, Leistung und Lebensdauer. Mit einer schaltbaren Heatpipe lässt sich der Temperieraufwand deutlich verringern. Bis zum Erreichen einer gewünschten Betriebstemperatur leiten die schaltbaren Heatpipes so gut wie keine Wärme; wird eine gewünschte Betriebstemperatur überschritten, schalten sie in den leitenden Zustand und führen überschüssige Wärme effektiv ab. Dies alles geschieht selbstständig, ohne Eingriffe von außen und aufwändige Sensor- und Regeltechnik. Die schaltbaren Heatpipes eignen sich damit auch als »thermische Notschalter«, die beim Überschreiten einer kritischen Temperatur Wärme abführen können.

Die vorgestellte Lösung für Heatpipe-basierte Wärmeschalter lässt sich für viele Anwendungsfelder adaptieren. Zur Entwicklung erster Systemdemonstratoren ist Fraunhofer IPM im Gespräch mit Firmen. Thematisch geht es hier um Elektromobilität, stationäre Energiespeicher (Batterien) sowie um die Luft- und Raumfahrt.

Schaltbare Heatpipes sind kompakt und kommen ohne bewegliche Teile aus. Sie sind einfach integrierbar und versprechen sehr hohe Wärmetransportfähigkeiten.



Wir forschen an schaltbaren Heatpipes, um thermische Schalter effizienter und kostengünstiger zu machen.«



*Dr. Markus Winkler,
Projektleiter*



Erfahren Sie mehr über unsere Forschung zu schaltbaren Heatpipes.