

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

1. Dezember 2022 || Seite 1 | 4

Effektives Thermomanagement mit programmierbaren Materialien

Programmierbarer Wärmedurchgang

Energie ist knapp und teuer. Deutschland muss daher Energie in großer Menge einsparen. Erhebliches Potenzial dazu liegt im Bereich von Wärme- und Kühlenergie, schließlich fällt ein beträchtlicher Teil des deutschen Energieverbrauchs dafür an. Neuartige Materialien, bei denen sich der Wärmedurchgang programmieren lässt, können hierbei helfen. So ließe sich mit ihnen beispielsweise bei der Kühlung von Einfamilienhäusern bis zu 40 Prozent der Energie einsparen.

Strom sparen ist angesagt, denn die Strompreise klettern stets weiter in die Höhe. Doch wo lässt sich Energie einsparen? Eine Möglichkeit liegt in der Kühlung: An schwülen Tagen schalten viele Menschen Klimaanlage ein, um es in ihren vier Wänden erträglich zu halten. Doch verschlingen diese Geräte viel Energie und tragen somit zum CO₂-Ausstoß bei, der den Klimawandel weiter antreibt. Ein Teufelskreis?

40 Prozent Kühlenergie einsparen

Forschende des »Fraunhofer Cluster of Excellence Programmierbare Materialien CPM« wollen diesen nun durchbrechen: Mit einer programmierbaren Hausdämmung, die Klimaanlage künftig ersetzen könnte. »Das Potenzial ist groß: Bis zu 40 Prozent der Kühlenergie lässt sich auf diese Weise einsparen«, sagt Dr. Susanne Lehmann-Brauns, deren Themenfokusgruppe diese und andere Entwicklungen im Fraunhofer CPM vorantreibt.

Das Prinzip, das dahintersteckt: Knallt die Sonne vom Himmel und ist es dementsprechend heiß, dehnen sich Elemente aus Schaumstoff aus, schließen Lüftungsschlitze zwischen der Hauswand und einer vorgehängten Fassade und schützen das Gebäude so vor dem Aufheizen. Nachts kann frische Luft hinter der Fassade zirkulieren und das Haus effektiv kühlen, weil der Schaum sich zusammenzieht und damit die Lüftungsschlitze wieder aufgehen. »Die Außenhülle des Hauses erkennt also die Temperatur und reagiert entsprechend«, sagt Lehmann-Brauns. Doch wie funktioniert das? Die programmierbare Dämmung beruht auf einem Schaum, der temperaturabhängig seine Form ändert – etwa bei hohen Temperaturen seine Poren öffnet (siehe Bild 1). Über den Herstellungsprozess lässt sich einstellen, auf welche Weise der Schaum seine Form ändert und bei welcher Temperatur. Das Besondere daran: Der Vorgang ist reversibel, der Schaum kann seine Poren immer wieder öffnen und schließen. Gängige Formgedächtnisschäume hingegen vermögen ihre Form nur ein einziges Mal zu ändern.

Kontakt

Roman Möhlmann | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de

Silke Kern | Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP | Telefon +49 711 970-3302 | Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart | www.cpm.fraunhofer.de | silke.kern@ibp.fraunhofer.de

Drei Grundbausteine – geschickt kombiniert

FORSCHUNG KOMPAKT1. Dezember 2022 || Seite 2 | 4

Doch programmierbare Materialien können noch auf andere Art und Weise beim Thermomanagement helfen. Insbesondere bei schwierigen Fragestellungen kombinieren die Forschenden drei Grundbausteine. Der erste ist die bereits beschriebene programmierbare Dämmung. Der zweite Grundbaustein liegt im Transport großer Wärmemengen. Technische Geräte wie Brennstoffzellen geben sehr viel Wärme ab. Steigt die Wärme über die Betriebstemperatur, muss sie abgeführt werden – und zwar in deutlich größeren Mengen, als es über einen Schaum mit schaltbaren Lüftungslöchern möglich wäre. Zwar können Heatpipes große Mengen Wärme transportieren (siehe Bild 2). Allerdings transportieren sie diese Wärmemengen unter nahezu allen Bedingungen – sie ziehen auch dann Wärme aus der Brennstoffzelle oder anderen technischen Systemen, wenn dies nicht gewollt ist. Heatpipes sind Rohre, die mit Wasser gefüllt sind und an einer Seite erhitzt werden, wobei das Wasser verdampft und an der anderen Seite des Rohrs kondensiert. Die effektive Wärmeleitfähigkeit von Heatpipes ist teilweise um mehrere Größenordnungen höher als die von Kupfer. »Unsere Materialien adsorbieren das Wasser und geben es erst bei einer festgelegten Temperatur in der Heatpipe frei. Das heißt: Unterhalb dieser Temperatur ist die Heatpipe ausgeschaltet, oberhalb ist genügend Wasser für den Betrieb vorhanden und kann riesige Wärmemengen transportieren«, erläutert Christian Teicht, stellvertretender Sprecher des Themenfokus. Ein Patent auf diese Entwicklung haben die Forscherinnen und Forscher bereits angemeldet.

Als »Dritter im Bunde« ist die programmierbare Wärmespeicherung zu nennen. Denn: Wärme fällt meist zu Zeiten und an Orten an, an denen man sie nicht benötigt. In einem unterkühlbaren Phasenwechselmaterial lässt sie sich speichern und gezielt wieder freisetzen. Bekannt ist dies etwa von Taschenwärmern, die durch ein Knickplättchen aktiviert werden. Bislang gibt es jedoch nur wenige solcher unterkühlbaren Materialien – und damit auch nur wenige verschiedene Phasenwechseltemperaturen. »Wir entwickeln daher weitere Materialien, die sich deutlich unter ihre Schmelztemperatur unterkühlen und ganz gezielt aktivieren lassen, so dass sie ihre Wärme freisetzen (siehe Bild 3)«, erläutert Teicht. Ein Anwendungsbeispiel sind Batterien, die natürlichen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind – etwa im Elektroauto. Überschüssige Wärme, die beim Laden und beim Betrieb der Batterie entsteht, kann in den schaltbaren Materialien gespeichert werden. Die Batterie wird somit effektiv vor Überhitzung geschützt. Zudem lässt sich die Wärme über einen nahezu beliebigen Zeitraum verlustfrei speichern, da sich das programmierbare Material im aufgeladenen Zustand auf Umgebungstemperatur abkühlen lässt. Bei Bedarf, etwa bei einem »Kaltstart« der Batterie, kann die Wärme durch eine gezielte Aktivierung des Materials wieder freigegeben werden.

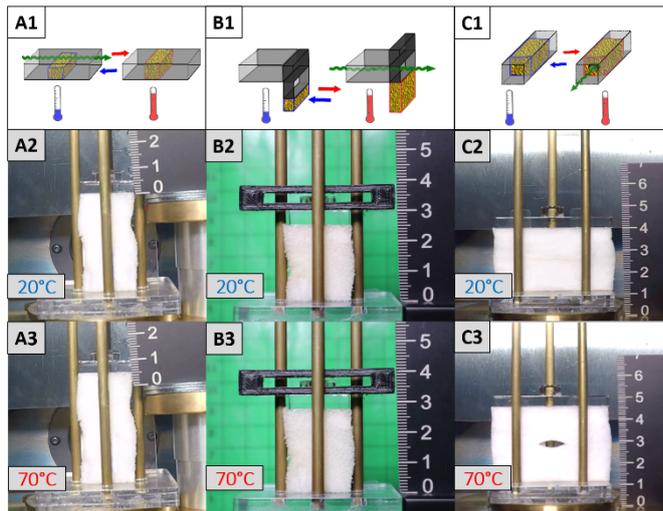


Abb. 1 Schematische Darstellung des Schaumstoffaktuator-Konzepts der ersten (A1), zweiten (B1) und dritten Generation (C1): Grenzzustände der Demonstratoren bei tieferer Temperatur (A2, B2, C2) und erhöhter Temperatur (A3, B3, C3)

© Fraunhofer IAP, IBP und ICT

FORSCHUNG KOMPAKT
1. Dezember 2022 || Seite 3 | 4

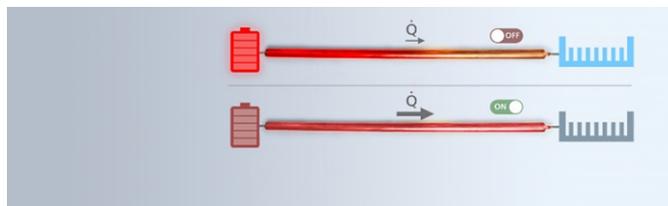


Abb. 2 Schaltbare Heatpipes sind kompakt und kommen ohne bewegliche Teile aus. Sie sind in vielen Systemen einfach integrierbar und versprechen sehr hohe Wärmetransportfähigkeiten.

© Fraunhofer IPM/Markus Winkler

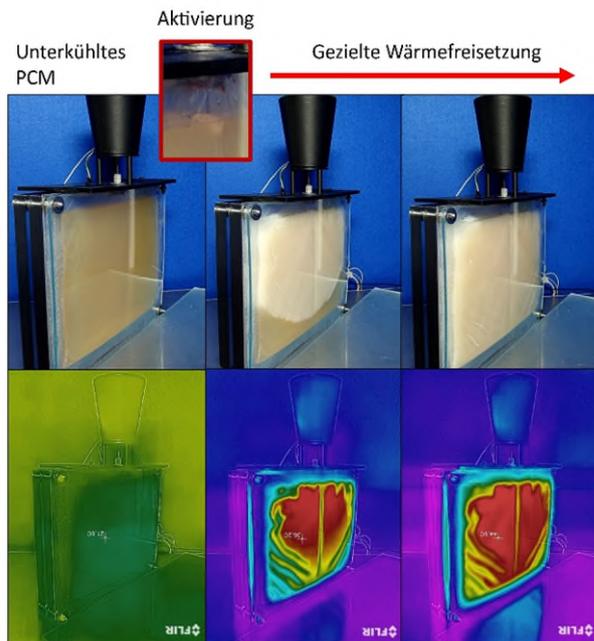


Abb. 3 Funktionsprinzip des schaltbaren Wärmespeichermoduls:
Durch gezielte Aktivierung des unterkühlten Phasenwechselmaterials (links) kann die im Material über einen langen Zeitraum nahezu verlustfrei gespeicherte Wärme freigesetzt werden.

© Fraunhofer CPM und Fraunhofer ICT/Moritz Walter, Sandra Pappert

FORSCHUNG KOMPAKT
 1. Dezember 2022 || Seite 4 | 4
