



„Latentwärmespeicher in Gebäuden“

Peter Schossig und Thomas Haussmann

Angebot und Nachfrage von Heiz- und Kühlenergie in Gebäuden ist zeitlich oft nicht deckungsgleich. Insbesondere wenn Umweltenergien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs eingesetzt werden sollen, müssen Wärmespeicher eingesetzt werden, um Überschüsse in die Bedarfszeiten zu verschieben. Der klassische Wärmespeicher basiert auf der sensiblen, fühlbaren Erwärmung bzw. Abkühlung von Wasser beim Speichern der Energie, wie z.B. beim Solarspeicher. Latentwärmespeicher (engl.: phase change material, PCM) hingegen nutzen Phasenübergänge, in der Regel der Übergang fest/flüssig, zum Speichern der Energie. Die zugeführte Wärme wird hier für das Schmelzen des Wärmespeichers aufgewendet und führt dabei nicht zu einer Erwärmung des Speichers. In kleinen Temperaturbereichen kann somit eine große Energiemenge zwischengespeichert werden, teilweise ein vielfaches was ein Wasserspeicher in diesem Temperaturintervall erreichen könnte.

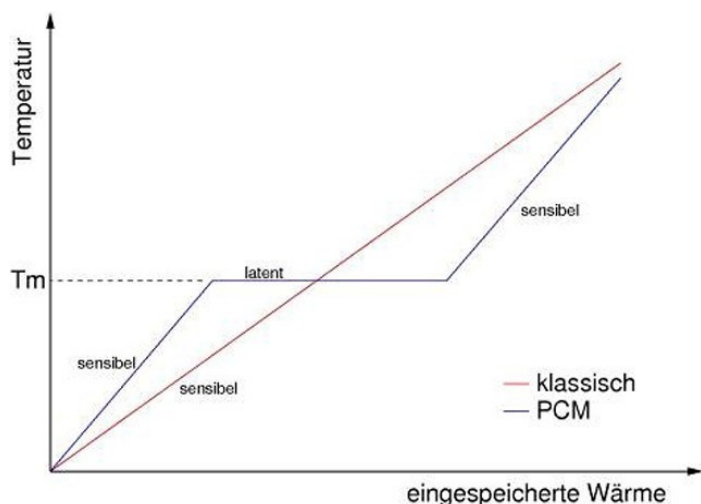


Abbildung 1: Funktionsweise latente Wärmespeicherung. Während des schmelzens wird Wärme isotherm gespeichert (latent = lat. versteckt)

Abbildung 2 gibt einen groben Überblick über nutzbare Materialklassen für unterschiedliche Temperaturbereiche mit den jeweiligen Wärmespeicherkapazitäten. Aufgrund intensiver Forschung in den letzten beiden Jahrzehnten sind heute viele Phasenwechselmaterialien bekannt, die sich für den Einsatz als Latentwärmespeicher eignen und mit ihren Schmelzpunkten einen weiten Temperaturbereich abdecken. Durch unterschiedliche Mischungen von Wasser und Salzen können z.B. eutektische Salzlösungen mit Schmelzpunkten weit unter 0 °C hergestellt werden – oder Salzhydrate mit Schmelzpunkten im Temperaturbereich von 5 °C bis 130 °C. Dadurch ergeben sich viele Anwendungen in den Bereichen Heizen, Kühlen und Klimatisieren. Sie zeichnen sich

vor allem durch hohe Speicherdichten aus und sind vergleichsweise kostengünstig. Als organische Materialien eignen sich vor allem Paraffine und Fettsäuren. Sie haben meist niedrigere Speicherdichten und vergleichsweise höhere Kosten als Salzhydrate. Im Gegensatz zu Salzhydraten sind sie jedoch technisch leichter handhabbar und können langfristig stabil mikroverkapselt werden. Neben diesen bereits heute häufig verwendeten Materialklassen gibt es auch für höhere Temperaturbereiche geeignete Materialien. Bisher sind jedoch nur vereinzelt einige Materialien für spezielle Anwendungen untersucht.

Latentwärmespeichermaterialien, zumeist Paraffine oder Salzhydrate, können in Gebäuden genutzt werden, um den Klimatisierungsbedarfs zu reduzieren, oder vollständig zu ersetzen, ohne dabei den Nutzerkomfort zu reduzieren. Fokussiert werden im Wesentlichen Anwendungen zur Kühlung, bzw. Überhitzungsvermeidung. Wärmequellen,

auch regenerative wie Sonnenwärme, sind häufig in der Lage ohne großen technischen Aufwand Temperaturen deutlich über der Bedarfstemperatur bereitzustellen, das Temperaturintervall in dem der Speicher arbeiten kann somit ist groß (z.B. Fußbodenheizung mit Solaranlage). Hier besitzen Wasserspeicher eine größere Kapazität bei deutlich geringeren Kosten.

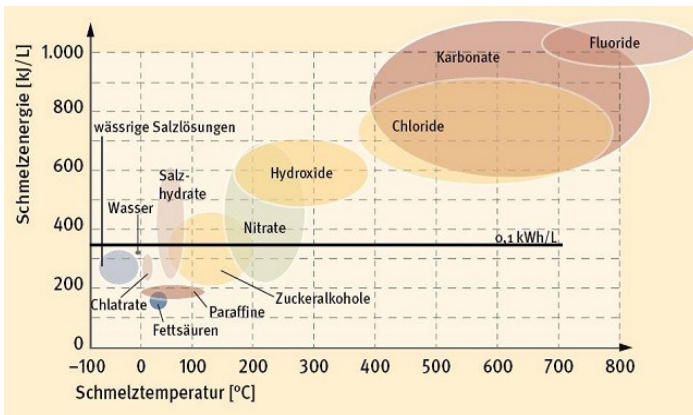


Abbildung 2: PCM-Materialklassen mit Schmelzwärmen und Temperaturbereichen (Quelle BINE TI0109)

Umweltkälte zu nutzen ist hingegen deutlich schwieriger, weil die Temperaturdifferenzen zwischen Kältequelle (z.B. Nachtluft) und Raumtemperatur deutlich geringer sind. In diesen kleinen Temperaturintervallen können PCM-Speicher eine mehrfach höhere Speicherdichte erreichen oder das Speichervolumen kann deutlich verringert werden.

Ein weiterer Vorteil von PCMs ist, dass der Wärmespeicher dezentral im Gebäude verteilt installiert werden kann und keine oder nur sehr wenig Hilfsenergie für die Aktivierung des Speichers aufgewendet werden muss. Steigt die Raumtemperatur

beginnt, das PCM bei Erreichen der Schmelztemperatur automatisch überschüssige Wärme im Schmelzprozess zu speichern. Fällt die Temperatur in der Nacht unter den Schmelzbereich wird die Wärme ebenso automatisch wieder an die Raumluft abgegeben. Insgesamt können Temperaturschwankungen im Tagesverlauf ohne aufwändige Steuerung und Regelung deutlich reduziert werden.

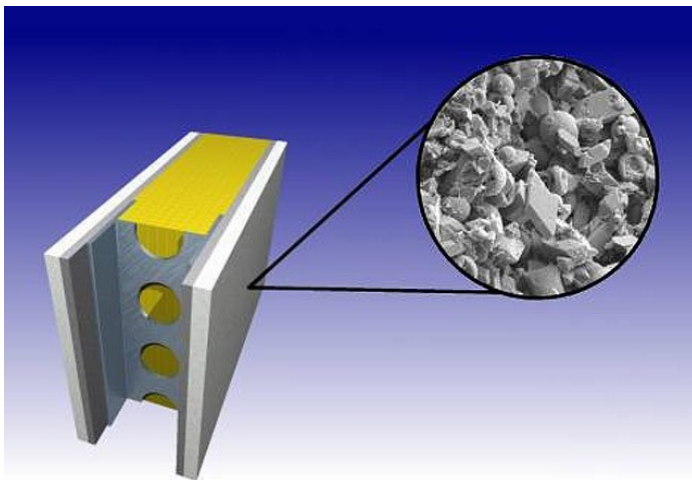
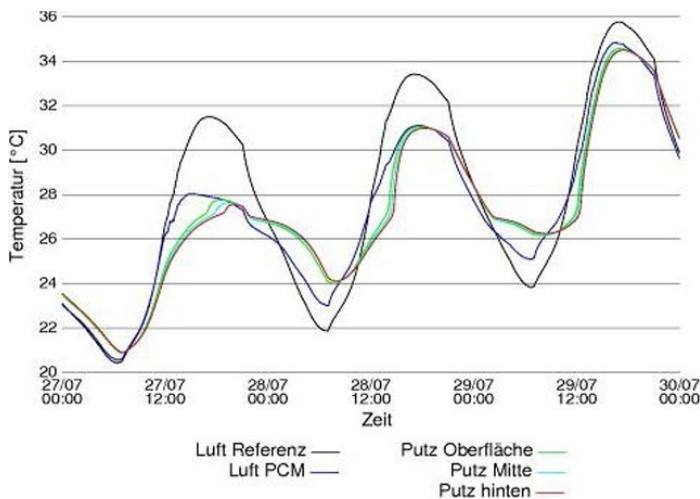


Abbildung 3: PCM-Baustoffe mit mikroverkapseltem PCM (REM-Aufnahme) werden auf den inneren Raumoberflächen platziert.

Latentwärmespeichermaterialien müssen für den technischen Einsatz im Gebäude zwingend verkapselt werden. In der Vergangenheit wurden Makrokapseln - Beutel, Kugeln, Behälter mehrere cm groß - eingesetzt. Diese Makrokapseln haben jedoch einige gravierende Nachteile, wie die Gefahr der Beschädigung, zusätzlicher Arbeitsaufwand auf der Baustelle und schlechte Aktivierbarkeit bedingt durch die schlechte Wärmeleitfähigkeit der PCMs. Ein neuer Ansatz, bisher jedoch nur mit Paraffinen langfristig stabil möglich, ist die Mikroverkapselung des PCMs, in Kugeln aus Acryl mit einem Durchmesser <math><20 \mu\text{m}</math>. Diese Mikroverkapseln können direkt in konventionelle Baustoffe integriert werden. Abhängig vom Baustoff sind Massenanteile von 20-30 %,

teilweise auch deutlich mehr möglich, ohne dass sich die sonstigen Eigenschaften wie Stabilität oder Handling zu sehr verändern. Erfolgreich eingesetzt und teilweise Marktverfügbar sind z.B. PCM-Gipskartonplatten, Porenbetonsteine, Beton, Holzplatten und Lehmplatten.

Im Gebäude können PCM-Materialien je nach Funktion an verschiedenen Orten eingesetzt werden. Am vorteilhaftesten ist der Einsatz in Gebäuden, die in Leichtbauweise



errichtet wurden. Die fehlende thermische Masse der Gebäude kann durch das PCM kompensiert werden, wobei die weiteren Vorteile der Leichtbauweise erhalten bleiben. PCM Baustoffe können im Außenbereich eingesetzt werden. Am Sinnvollsten ist jedoch der Einsatz so nahe am Nutzer wie möglich, das heißt die Beschichtung auf den Innenwänden. Hier sind die Energieströme, die gespeichert werden müssen durch gut isolierte Gebäudehüllen, Wärmeschutzverglasung oder außenliegende Verschattung bereits deutlich reduziert. Mit einer geringeren PCM Menge kann man im Innenbereich einen größeren Effekt erzielen.

Bis zu 4 K Temperaturreduktion konnte in Testräumen am Fraunhofer ISE mit rein passiven Systemen erreicht werden. Wichtig ist hierfür jedoch, dass eine ausreichende

Abbildung 4: Vergleich gemessenen Temperaturen PCM und Referenzraum. Deutliche Temperaturreduktion ist erreichbar (Tag 1), wenn ausreichende Nachtlüftung und kühle Nachtluft zur Verfügung steht. Ist dies nicht der Fall erfolgt auch im PCM-Raum Überhitzung (Tag 2 + Tag 3)

Luftwechselrate in der Nacht erreicht wird, um die eingespeicherte Wärme auch wieder zuverlässig aus dem Gebäude abzuführen und das PCM für den nächsten Tag wieder zu regenerieren. Häufig wird hierfür eine aktive Lüftung benötigt, da einfaches Fensteröffnen insbesondere in Sommernächten nicht immer ausreichend sein wird. Eine Alternative sind aktive Systeme. Hierbei wird der PCM-Baustoff über ein Rohrsystem aktiv wasserdurchströmt. Aktive Systeme bieten die Möglichkeit unabhängig von der Temperatur der Außenluft nachts eine Kühlung des Raumes zu gewährleisten. Erste PCM-Kühldeckensysteme wurden auf diesem Prinzip entwickelt und vermessen. Der energetische Vorteil ist bei einem aktiven System jedoch naturgemäß geringer.

Kontakt:		Schlauer Fuchs
	<p>Peter Schossig und Thomas Haussmann Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme ISE Heidenhofstraße 2 79111 Freiburg Tel.: +49 (0)761/4588-5130 E-Mail: peter.schossig@ise.fraunhofer.de</p>	<p>Unsere Schlaue-Fuchs-Frage zu diesem Beitrag lautete:</p> <p>In welche konventionellen Baustoffe können mikroverkapselte Latentwärmespeichermaterialien bereits integriert werden?</p>
	<p>http://www.pcm-storage.de/</p>	