



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 004 485 A1 2009.07.16**

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 004 485.7**

(22) Anmeldetag: **14.01.2008**

(43) Offenlegungstag: **16.07.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C09K 5/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Bayerisches Zentrum für Angewandte  
Energieforschung e.V., 97074 Würzburg, DE**

(72) Erfinder:

**Manara, Jochen, Dr., 97074 Würzburg, DE;  
Arduini-Schuster, Mariacarla, 97273 Kürnach, DE;  
Reidinger, Matthias, 91245 Simmelsdorf, DE;  
Büttner, Dirk, 12207 Berlin, DE; Fieback, Klaus,  
Dr., 14467 Potsdam, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verkapselung von organischen und anorganischen Latentwärmespeichermaterialien**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Verkapselung von organischen und anorganischen Latentwärmespeichermaterialien. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass 1 mm bis 10 mm große Kapseln mit einer hinreichend diffusionsdichten Hülle hergestellt werden, um eine Langzeitstabilität der enthaltenen Latentwärmespeichermaterialien zu gewährleisten. Die Kapseln sind dabei entweder selbsttragend, oder es werden poröse offenzellige Trägerstrukturen verwendet.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft die Verkapselung von organischen und anorganischen Latentwärmespeichermaterialien (auch Phasenwechselmaterialien oder Phase Change Materials kurz PCMs genannt). Organische und Anorganische PCMs werden in geeignete poröse und offenzellige Trägerstrukturen mit Abmessungen im Bereich von 1 mm–10 mm eingebracht. Um das Austreten des flüssigen PCMs und die Diffusion von Wasserdampf ins PCM (speziell bei den Salzhydraten) zu verhindern, werden die befüllten Trägerstrukturen mit einem Polymer z. B. im Wirbelschichtverfahren ummantelt.

**[0002]** Alternativ kann das flüssige PCM in diffusionsdichte Behälter (ohne Trägerstruktur) gefüllt werden, welche dann diffusionsdicht verkapselt werden.

[Stand der Technik]

**[0003]** Zurzeit werden viele Bürogebäude in Leichtbauweise erstellt. Die Verkürzung der Bauzeiten durch einen hohen Vorfertigungsgrad und die Reduktion der Bauteilkosten sind dabei maßgebend. Nachteil dieser Bauweise ist die fehlende Wärmekapazität, was dazu führt, dass die Temperaturschwankungen im Inneren zunehmen, sommerliche Temperaturspitzen auftreten und die Regelbarkeit der Innentemperatur mittels Gebäudeleittechnik erschwert wird.

**[0004]** Geeignete Latentwärmespeichermaterialien weisen einen Phasenübergang im Raumtemperaturbereich (ca. 25°C) auf. Sie können große Mengen an Wärmeenergie (100...400 kJ/dm<sup>3</sup>, je nach Material) reversibel aufnehmen und wieder abgeben. Damit sind diese Materialien ideal, um eine große Wärmekapazität nahezu masselos in Leichtbauten einzubringen. Je nach verwendetem PCM kann eine Wärmemenge pro Millimeter PCM-Schichtstärke aufgenommen werden, die der Wärmeaufnahme von äquivalent 10 mm bis 40 mm Beton bei einer Temperaturerhöhung von 5°C entspricht. Wenn sich beispielsweise eine 10 cm-dicke Betonwand um 5°C erwärmt, dann hat sich die Temperatur einer 3 mm dicken PCM-Schicht mit einer Schmelzenthalpie von 333 kJ/dm<sup>3</sup> noch nicht erhöht.

**[0005]** Durch die Vermeidung sommerlicher Temperaturspitzen wird somit ein besseres Raumklima geschaffen. Vor allem wird dadurch der Energieverbrauch zur Klimatisierung der in Leichtbauweise errichteten Gebäude deutlich reduziert. Bei einer Kombination der PCM-Elemente mit einer effizienten Nachtlüftung, kann auf eine Klimatisierung sogar ganz verzichtet werden.

**[0006]** Bei Pilotversuchen hat sich allerdings gezeigt, dass PCMs nicht einfach in Bauplatten oder Materialien integrierbar sind.

**[0007]** Zur Ummantelung der PCM gibt es derzeit zwei Möglichkeiten: Zum einen werden organische Materialien, insbesondere Paraffine, in wenige Mikrometer große Polymerhüllen in einem Emulsionsprozess mikroverkapselt. Zum anderen können Paraffine, wie auch die anorganischen Salzhydrate in makroskopisch großen Behältern (Folienbeutel, Kunststoffcontainer oder auch in Stegmehrfachplatten) makroverkapselt werden. Während sich die Mikroverkapseln eignen, um PCM sicher in Baustoffe und Gebäude zu integrieren, weisen die makroskopischen Behälter Nachteile bei der Integration und bei der Zyklenstabilität auf. In den größeren Hohlkammern mit Abmessungen von mehreren Kubikzentimetern kann sich die Zusammensetzung der PCMs auf Salzbasis in die Bestandteile trennen, was die Schmelzenthalpie verringert und die Phasenübergangstemperatur verändert. Ein weiterer Nachteil der makroskopischen Verkapselung ist, dass bei Beschädigungen der Behälter größere Mengen PCM auslaufen und Bauteile in Mitleidenschaft ziehen können.

**[0008]** Für die Mikroverkapselung von organischen Latentwärmespeichern (Paraffinen) auf Basis einer Öl-in-Wasser-Emulsion ist beispielsweise DE10163162A1 (2003) der BASF AG zu nennen. US7037582B2 (2006) der Hong Kong Polytechnic University befasst sich mit der Mikroverkapselung von Paraffinen durch eine Reaktion zwischen Polypropylen-Glykolen mit bifunktionalen Polyisocyanaten bzw. von bifunktionalen Polyisocyanaten mit Polyaminen.

**[0009]** DE 10 2005 002 169 A1 (2006) der Fraunhofergesellschaft beschreibt ein mikroverkapseltes Salzhydrat, wobei die Kapselwand aus einem Aminoharz bzw. aminoharzhaltigem Mischharz besteht. Die mittlere Partikelgröße wird bei einem PCM-Gehalt von 75%–98% mit 3 µm–30 µm angegeben. Ein Ausführungsbeispiel basierend auf verkapseltem Calciumchloridhexahydrat kommt im Bereich von 25°C–40°C auf eine Schmelzenthalpie von 97,8 kJ/kg, wobei der Schmelzbereich des Kerns mit 38°C–41°C angegeben wird.

**[0010]** DE19954771A1 (2001) von Remmers Bauchemie GmbH handelt von Mikroverkapseln mit einer Wandstruktur aus Silikon, welche wasserlösliche Feststoffe, im speziellen auch Salzhydrate, diffusionsdicht umschließen sollen.

**[0011]** Als Alternative zu den fest-flüssig Phasenübergängen ist z. B. in DE10018938A1 (2001) der Merck Patent GmbH von Wärmespeichermaterialien die Rede, welche im Anwendungsfall einen Phasenübergang von fest – fest aufweisen und eine Enthalpie von 50 J/g–150 J/g besitzen sollen. Es handelt sich hierbei um Monoalkylammonium-tetrachlorchromate, Monoalkylammonium-tetrachlormangante, Monoalkylammonium-tetrachlorcadmate usw. bezie-

hungsweise Dialkylammoniumsalze der Summenformel  $(C_nH_{2n+1})_2NH_2$  mit den Anionen  $Cl$ ,  $Br^-$  und  $NO_3^-$ .

**[0012]** Applikationen von mikroverkapseltem PCM im Textilbereich werden z. B. in DE10330841A1 (2004) des China Textile Institute, US6660667B2 (2003), DE69823690T2 (2005) und EP0766720B1 (1995) von Gutlast Technologies sowie CA2511177A1 (2004) von Nanosports Technologies genannt.

**[0013]** Verkapselte PCM-Pellets (ohne Trägerstruktur) werden in US4513053 (1985) von Pennwalt Corporation genannt. Dabei wird festes PCM (Salzhydrate und Paraffine) in Form von Pellets gepresst (mit einer Restporosität, so dass das Volumen der festen Tablette dem Volumen im geschmolzenen Zustand entspricht) und anschließend in einer Trommel mit verschiedenen Polymeren in einem Mehrschichtsystem wasserdampfsperrend verkapselt. Die so verkapselten Pellets sollen dann verschiedenen Baustoffen beigemischt werden.

**[0014]** Der Einsatz von organischen PCMs im Baubereich ist Gegenstand von zahlreichen Schriften: EP0981675B1 (1998) von Gutlast Technologies beschreibt den Einsatz von PCM (z. B. Heptadekan und Octadekan) im Boden- und Deckenbereich zur Verringerung des Temperaturgradienten in Form von speziellen Paneelen (Deckenplatten/Bodenfliesen).

**[0015]** DE 10 2004 025 994 A1 (2004) der Saint Gobain Oberland AG beschreibt Latentwärmespeicher für Wandelemente.

**[0016]** In DE 10 2004 025 996 A1 (2004) wird ein transparenter Hohlbaustein mit Latentwärmespeicher genannt.

**[0017]** DE 10 2004 017 021 A1 (2004) der Ardex GmbH hat ein mit PCM (Paraffin und/oder Salzhydrat) beladenes und von einem Strömungsmittel durchströmtes Bauelement zum Inhalt.

**[0018]** US6835334B2 (2004) von Microtek Laboratories wendet Makrokapseln, die aus Mikrokapseln basierend auf Paraffinen bestehen, im Baubereich an.

**[0019]** Die Anwendung von PCMs als temperaturstabilisierende Thermobarriere für Gebäudekonstruktion, Geräteherstellung, Textilien und andere Isolationsanwendungen auf der Basis von paraffinischen Kohlenwasserstoffen wird in DE69533394T2 (2005) von Gutlast Technologies beschrieben.

**[0020]** In EP1277801A1 (2002) werden Polyurethangelmateriale mit PCM zur Wärmeregulation (besserer Komfort) in Schuhsohlen, Fahrradsitzen, Stuhlkissen usw. genannt.

**[0021]** Zur Temperaturregulierung in Fasern, Geweben und Textilien wird PCM in US6689466B2 (2004) der Gutlast Technologies verwendet.

**[0022]** In Kleidungsstücken findet PCM auch in US6855410B2 (2005) Verwendung.

**[0023]** Für die Anwendung von PCMs im Automobilbereich ist z. B. DE 20320026U1 (2004) der Daimler Chrysler AG zwecks verbesserter Temperierung von Fahrzeuginnenraumkomponenten (wie Lenkrad, Gurtschlösser, Schalthebel etc.) mit Wärmespeichermittel (kunststoffverkapseltes Phasenübergangsmittel mit einem Phasenübergang fest-flüssig, vorzugsweise von 20°C bis 25°C) anzuführen. Auch WO02083440A2 (2002) handelt von Anwendungen im Automobilbereich.

**[0024]** Der Entflammbarkeit von Paraffinen soll in US 6270836B1 (2001) der Firma Frisby Technologies entgegengetreten werden, indem die Mikrokapseln aus Paraffin mittels eines Sol-Gel-Prozesses mit einer anorganischen Hülle versehen werden.

**[0025]** Eine Verpackung, die zur Temperaturstabilisierung mit PCM versehen ist, ist Gegenstand von US6482332B1 (2002).

**[0026]** In WO2007040395A1 (2007) der Kobato Polytechnologie wird PCM in einem Polymer bis zu einer Anwendungstemperatur von 200°C genannt.

**[0027]** PCM mit Polymer wird als „thermal interface material“ zwischen Wärmequelle und Kältesenke in EP1783169A2 (2003) von Dow Corning angeführt.

**[0028]** Reine PCM-Partikel werden in US4708812 (1987) von Union Carbide einer Verkapselung unterzogen. Tropfen des flüssigen PCMs fallen aus 1,5 m Höhe in flüssigen Stickstoff, dabei entstehen PCM-Partikeln verschiedener Größe (1 mm–10 mm), welche dann mit diversen Polymeren ge-coated werden.

**[0029]** Zur Kühlung elektronischer Bauteile wird PCM in WO2006053405A1 (2006) verwendet.

**[0030]** Erwähnenswert ist auch noch DE10114998A1 (2002) der Firma Merck. Dabei wird PCM so am oder im Kühler angeordnet, dass ein signifikanter Wärmestrom von der CPU auf dem Träger zum PCM erst dann stattfindet, wenn der Kühler die Phasenwechseltemperatur des PCM übersteigt. Damit nimmt das PCM nur die Leistungsspitzen auf. Zur Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit sind dem PCM Hilfsmittel (Metalle, Graphit) beigemischt. Auch PCMs mit einem Phasenübergang von fest-fest werden hier diskutiert.

**[0031]** In WO2006053405A1 (2006) von K. U. Leu-

ven Research and Development wird PCM in elektroabgeschiedene Metalle eingebracht, wodurch eine hohe Wärmeleitfähigkeit in Einheit mit einer hohen Wärmekapazität erreicht wird. Auch ein Einsatz als Aktuator ist denkbar, da der Phasenübergang mit einer Volumenänderung verbunden ist. Mit PCM in mikroverkapselter Form in einer stabilen Beschichtungssuspension konnten Cu-Beschichtungen mit 35 Vol.-% PCM realisiert werden. Die latente Wärme dieser Beschichtungen betrug 10 J/g (mit dünneren Schichten der Mikrokapseln sind 20 J/g erreichbar).

**[0032]** In der Offenlegungsschrift DE 10 2004 011 541 A1 des ZAE Bayern wird verkapseltes Latentwärmespeichermaterial in eine Bauplatte eingebracht, die ihrerseits mit wasserdampfsperrenden Barriere-materialien (Hochbarrierefolien, Beschichtungen auf Epoxidharzbasis usw.) umgeben ist. Im Gegensatz hierzu kann bei der vorliegenden Erfindung zum einen auf eine Trägerstruktur verzichtet werden, zum anderen können PCM-Kapseln in Folien, Membranen oder Gewebe eingearbeitet sowie als Granulatschüttungen in luftdurchströmten Hohlräumen eingesetzt werden. Spezielle Anforderungen an die Matrix (in der genannten Schrift an die Bauplatte) werden nicht gestellt.

[Beschreibung der Erfindung]

**[0033]** Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur dauerhaften Verkapselung von Paraffinen, Salzhhydraten oder mit organischen Additiven versehenen Salzhhydraten in preiswerten Materialien mit Abmessungen zwischen 1 mm–10 mm. Einsatzmöglichkeiten solcher verkapselten PCMs sind z. B.:

- Einbringung in Gipsprodukte zur passiven Nutzung mittels freier Konvektion,
- Einbringung als Granulatschüttung in Hohlräume zur aktiven Nutzung durch Zu- und/oder Abluft,
- Kombination von PCM in abgehängten Decken zur Nutzung in Kombination mit Hinterlüftung oder Wasserdurchströmung,
- oder Einarbeitung der PCM-Kapseln in Folien, Membranen oder Geweben in Kombination mit Gipsputzen oder Deckensystemen.

**[0034]** Während bei Paraffinen ein Auslaufen und eventuelles Ausgasen leichterer Bestandteile verhindert werden soll, muss bei salzhhydrathaltigen PCMs eine wasserdampfdichte Umhüllung erfolgen, um eine Änderung der chemischen Zusammensetzung und ein damit verbundenes verändertes thermophysikalisches Verhalten in Bezug auf Schmelzpunkt, Erstarrungsverhalten und Schmelzenthalpie zu vermeiden. Flüssiges PCM wird in einem speziellen Verfahren in Trägerstrukturen eingebracht, welches folgenden Anforderungskriterien genügen muss:

- Formstabil auch bei größeren Schütthöhen (z. B. bei der Verarbeitung in Rührbehältern und der

Aufbringung einer Ummantelung), sowie statisch stabil gegenüber inneren Kräften der Ausdehnung und Kristallisation,

- chemisch inert gegenüber PCM-Materialien und PCM-Compounds insbesondere Salzen und Paraffinen, sowie entsprechender Additive,
- granulierbar,
- hohe Saugfähigkeit bei gleichermaßen hoher Rückhaltekraft,
- hohes Beladungsvermögen (> 30 VOL-%) bei stabiler, homogener Porenstruktur,
- thermisch stabil im Anwendungsbereich,
- nicht brennbar bzw. schwer entflammbar,
- und preisgünstig.

**[0035]** Als Beispiele für geeignete Trägerstrukturen konnten für Paraffine Diatomeenerden und für salzhhydrathaltige PCMs Phenolharzhartschäume identifiziert werden. Die befüllten Trägerstrukturen werden im Wirbelschichtverfahren mit geeigneten Polymeren ummantelt. Bei höherschmelzenden Paraffinen können beispielsweise wasserbasierte Materialien z. B. auf Polyurethanbasis oder ein wasserverdünntes Harz zum Einsatz kommen. Bei einer mit salzhhydrathaltigem PCM befüllten Trägerstruktur sollte ein Lösungsmittel verwendet werden, welches eine Prozessierung unterhalb des Schmelzpunkts des PCMs erlaubt. Für bei Raumtemperatur schmelzende PCMs könnte ein Polymer auf Basis von Methacrylsäure und Methylmethacrylat mit Propan-2-ol als Lösungsmittel oder ein biobasiertes polymeres Material mit einem hohen Gehalt an nichtpolaren, hydrophoben Aminosäuren mit Propan-2-ol als Lösungsmittel zum Einsatz kommen. Da die Verdunstung des Lösungsmittels und die Aushärtung des Polymers bereits bei relativ geringen Temperaturen erfolgt, sind hiermit Beschichtungen bereits unterhalb einer Temperatur von 20°C möglich.

**[0036]** Bei einer alternativen Vorgehensweise werden aus Epoxidharz kleine Behälter hergestellt, die mit dem flüssigen Salzhhydrat ohne Trägerstruktur befüllt und anschließend verkapselt werden. Zur Herstellung dieser Kapseln wird zunächst mit Hilfe eines Negativs (z. B. aus Silicon) ein offenes Epoxidharztöpfchen hergestellt, in welches das flüssige Salzhhydrat (ohne Trägerstruktur) eingefüllt wird. Um die Behälter mit Epoxidharz abzuschließen, wird zunächst das PCM zum Erstarren gebracht und der Behälter anschließend mit Epoxidharz verschlossen.

[Ausführungsbeispiel]

**[0037]** Als Vorlage zum Beschichten in der Wirbelschicht wurden 800 g–1000 g des mit dem Paraffin RT52 beladenen Granulats GR41 mit Abmessungen von 1 mm–3 mm von Rubitherm GmbH verwendet. Als Formulierung für die Ummantelung wurde Alberdingk® U 5200 VP, eine Polyurethan-Dispersion mit 38% Feststoffgehalt von Alberdingk Boley GmbH ge-

wählt. Als Wirbelschichtanlage wurde das Modell Glatt GPCG 3.1, ein Top-Spray & Wurster mit einer Kapazität von 800 g–4500 g verwendet. Die Sprühlösungen (eingesprühte Menge: 1333 g–1866 g) mit einem Feststoffgehalt von 15%–25% wurden mittels des Topspray-Verfahren in den Wirbelschichtgranulator durch eine Düse mit einem Durchmesser von 2 mm bei einem Sprühdruk von 2 bar eingesprüht. Die Zulufttemperaturen betragen 65°C–106°C, die Ablufttemperaturen erreichten 42°C–68°C bei Produkttemperaturen von 30°C–90°C, bevorzugt von 30°C–45°C, wobei für 5–10 Minuten bei bevorzugt 45°C–50°C nachgetrocknet wurde. Der Luftdurchsatz betrug 190 m<sup>3</sup>/h–274 m<sup>3</sup>/h, die Sprühlösung war auf Raumtemperatur temperiert. Als Siebbodenmaterial fand ein Polyester-Vlies Verwendung.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10163162 A1 [0008]
- US 7037582 B2 [0008]
- DE 102005002169 A1 [0009]
- DE 19954771 A1 [0010]
- DE 10018938 A1 [0011]
- DE 10330841 A1 [0012]
- US 6660667 B2 [0012]
- DE 69823690 T2 [0012]
- EP 0766720 B1 [0012]
- CA 2511177 A1 [0012]
- US 4513053 [0013]
- EP 0981675 B1 [0014]
- DE 102004025994 A1 [0015]
- DE 102004025996 A1 [0016]
- DE 102004017021 A1 [0017]
- US 6835334 B2 [0018]
- DE 69533394 T2 [0019]
- EP 1277801 A1 [0020]
- US 6689466 B2 [0021]
- US 6855410 B2 [0022]
- DE 20320026 U1 [0023]
- WO 02083440 A2 [0023]
- US 6270836 B1 [0024]
- US 6482332 B1 [0025]
- WO 2007040395 A1 [0026]
- EP 1783169 A2 [0027]
- US 4708812 [0028]
- WO 2006053405 A1 [0029, 0031]
- DE 10114998 A1 [0030]
- DE 102004011541 A1 [0032]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Ummantelung von organischen und anorganischen Latentwärmespeichermaterialien **dadurch gekennzeichnet**, dass das flüssige Latentwärmespeichermaterial in eine poröse, offenzellige Trägerstruktur eingebracht wird und das PCM gefüllte poröse Granulat mit Korngrößen von 1 mm bis 10 mm anschließend mit einer wasserdampfdichten Schicht versehen wird.

2. Verfahren zur Ummantelung von organischen und anorganischen Latentwärmespeichermaterialien dadurch gekennzeichnet, dass das flüssige Latentwärmespeichermaterial in ein 1 mm bis 10 mm großes Behältnis gefüllt und dieses dann verschlossen wird und entweder das Behältnis diffusionsdicht ist oder anschließend mit einer diffusionsdichten Schicht überzogen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur ein Phenolharzschaum ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, dass die Ummantelung auf Epoxidharz basiert.

5. Verfahren nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass das Behältnis aus Epoxidharz besteht.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3 dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht bzw. das Behältnis ein Polymer ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 6 dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht im Wirbelschichtverfahren aufgebracht wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, dass die Sprühlösung bei an den Schmelzpunkt des PCMs angepassten Prozesstemperaturen aus einer PU-Dispersion, einem wasserverdünnbaren Harz, einem in Ethanol löslichen Biopolymer auf Proteinbasis oder einem auf der Basis von Methacrylsäure und Methylmethacrylat mit Propan-2-ol als Lösungsmittel basierendem Material besteht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, dass als organisches PCM ein Paraffin mit einer Schmelztemperatur zwischen  $-3^{\circ}\text{C}$  bis  $99^{\circ}\text{C}$  verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur aus Diatomeenerde besteht.

11. Verfahren nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, dass die mit Paraffin beladene Trägerstruktur

im Wirbelschichtverfahren mit einem Material aus der Gruppe eines Copolymerlatex von Butadien-Acrylnitril, eines Copolymeren von Vinylidenchlorid-Acryl, von harzartigen Latices, Kautschuklatices, Epoxypolymeren, Polyurethanpolymeren, Acrylpolymeren, Celluloseacetat, Polyamiden oder eines wasserlöslichen Harzes ummantelt wird

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, dass das als anorganische PCM Kalziumchlorid-hexahydrat ( $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), Lithiumnitrat-trihydrat ( $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), Natriumsulfat-decahydrat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), Natriumthiosulfat-pentahydrat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), Magnesiumnitrat-hexahydrat ( $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), Kaliumfluorid-tetrahydrat ( $\text{KF} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), Kaliumfluorid-dihydrat ( $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), Natriumacetat-trihydrat ( $\text{Na}(\text{CH}_3\text{COO}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), Magnesiumchloridhexahydrat ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) oder eine Mischungen dieser Substanzen mit einem Schmelzpunkt zwischen  $8^{\circ}\text{C}$  und  $117^{\circ}\text{C}$  verwendet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder 12 dadurch gekennzeichnet, dass dem PCM Keimbildner und organische Additive zur Einstellung des Schmelzpunktes zugesetzt sind.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen