

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 547/2010  
(22) Anmeldetag: 06.04.2010  
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2011

(51) Int. Cl. : **F28D 20/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 2131112A1 US 4193271A  
EP 0044998A1 CH 621859A5

(73) Patentinhaber:  
ZIEGLER KLAUSDIETER  
A-8200 GLEISDORF (AT)  
ZIEGLER MAXIMILIAN  
A-8200 GLEISDORF (AT)

### (54) LATENTWÄRMESPEICHER MIT KLIMATISIERUNGSKÖRPERN

(57) Die Erfindung betrifft einen Latentwärmespeicher (1), insbesondere zur Klimatisierung eines Raumes, umfassend ein mit Luftaustauschöffnungen (4) versehenes Behältnis (2), in dem sich Phasenwechselmaterial (10) befindet. Das Phasenwechselmaterial (10) ist dabei jeweils an Klimatisierungskörpern (3), welche sich in loser Schüttung im Inneren des Behältnisses (2) befinden, angeordnet.

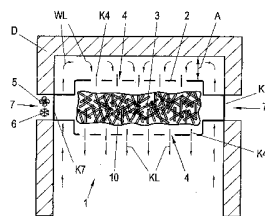


Fig. 1A

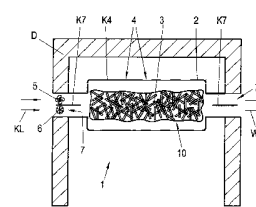


Fig. 1B

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Latentwärmespeicher, insbesondere zur Klimatisierung eines Raumes, umfassend ein mit Luftaustauschöffnungen versehenes Behältnis, in dem sich Phasenwechselmaterial befindet.

**[0002]** Als Latentwärmespeicher werden Einrichtungen bezeichnet, die thermische Energie verborgen, verlustarm, mit vielen Wiederholzyklen und über lange Zeit speichern können. Latentwärmespeicher nutzen die Enthalpie reversibler thermodynamischer Zustandsänderungen eines Speichermediums, wie beispielsweise während des Phasenübergangs fest-flüssig, also während des Schmelzens oder Erstarrens des Speichermediums. Als Speichermedium werden sogenannte Phasenwechselmaterialien (englisch phase change materials, PCM) eingesetzt, deren latente Schmelzwärme, Lösungswärme oder Absorptionswärme wesentlich größer als die spezifische Wärmekapazität der gleichen Menge eines Stoffes ohne Phasenumwandlung ist.

**[0003]** Beim Aufladen des Inhalts eines Latentwärmespeichers werden meist spezielle Salze oder Paraffine als Speichermedium geschmolzen, die dazu viel Wärmeenergie, die Schmelzwärme, aufnehmen. Da dieser Vorgang reversibel ist, gibt das Speichermedium genau diese Wärmemenge beim Erstarren wieder ab.

**[0004]** Aus dem Stand der Technik sind zahlreiche unterschiedliche Ausführungsformen von Latentwärmespeichern bekannt, die die Phasenumwandlung fest/flüssig z. B. von Paraffinen zur Wärmespeicherung bzw. zur Kühlung von Räumen nutzen und die somit ein wesentlich geringeres Volumen als herkömmliche Wärmespeicher zur Speicherung derselben Wärmemenge benötigen.

**[0005]** Die DE 601 24 275 T2 beschreibt beispielsweise Mehrkomponentenfasern mit reversiblen thermischen Eigenschaften. Derartige Mehrkomponentenfasern, allgemein Kunstfasern, umfassen Phasenwechselmaterialien mit der Fähigkeit, thermische Energie zu absorbieren oder abzugeben. Die Mehrkomponentenfasern können in verschiedenen Gegenständen bzw. für unterschiedliche Anwendungen eingesetzt werden, beispielsweise in Textilien oder in Isolierungen für Wände, Decken oder Fliesen eines Gebäudes, in Tapeten, in Vorhangfutterstoffen, Rohrummantelungen oder in Teppichen. Weiters ist der Einsatz derartiger Phasenwechselmaterialien in Geräten, beispielsweise als Wärmeisolierung in ihrem Inneren, sowie in weiteren Produkten des täglichen Bedarfs wie Schlafsäcke oder Bettzeug vorgesehen. Als Fasermaterialien werden unterschiedliche Polymermaterialien bzw. deren Gemische genannt.

**[0006]** In WO 2008/041191 A2 werden Agglomerate aus mikrogekapseltem Phasenwechselmaterial und deren Anwendung in Fasermaterialien oder porösen polymeren Materialien, beispielsweise Polyurethan, sowie Materialien wie Leder, Kork oder Textilien beschrieben.

**[0007]** Die WO 02/26911 A1 beschreibt Makrokapseln, die in Mikrokapseln eingeschlossenes Phasenwechselmaterial enthalten. Die Makrokapseln werden dazu in Bekleidungsartikeln, beispielsweise in Spezialbekleidung für Feuerwehren oder Armeen eingebettet. Durch das gekapselte Phasenwechselmaterial wird auch unter extremen Temperaturbedingungen der Tragekomfort erhöht und der Träger kann länger aktiv bleiben. Neben dieser Anwendung werden derartige Makrokapseln auch in Konstruktionsmaterialien im Haushalt oder in Polsterungen von Automobilsitzen vorgesehen.

**[0008]** Neben dem Einsatz zur Kühlung in Bekleidungsartikeln werden Phasenwechselmaterialien zunehmend auch für die umweltfreundliche Klimatisierung von Räumen eingesetzt.

**[0009]** Beispielsweise zeigt die DE 10 2004 031 542 A1 ein Thermosegel zur Wärmeaufnahme bzw. -speicherung in Räumen. Das Thermosegel umfasst dazu eine mehrlagige Tafel, die beispielsweise an der Decke eines Raums befestigt wird. Die Tafel weist in ihrem Inneren eine Sandwichstruktur auf, die beidseits von Metalltafeln begrenzt ist. In der Sandwichstruktur sind Strömungskanäle für ein Kühlfluid vorgesehen. Das Kühlfluid steht dabei mit zumindest einem Wärmetauscher-element, welches vorzugsweise mit einem Phasenwechselelement befüllt ist, in Verbindung.

**[0010]** Nachteilig an einer solchen Ausführung ist, dass aufgrund der begrenzten Oberfläche des Thermosegels nur eine bestimmte Wärmemenge aufgenommen und abgeführt werden kann. Weiters muss das Kühlfluid wie bei einer herkömmlichen Raumklimatisierung ständig mittels einer Pumpe umgewälzt und dem Wärmetauscherelement zugeführt werden, um überhaupt eine Kühlung bzw. Klimatisierung des Raumes zu erzielen. Dies führt allerdings wie auch bei konventionellen Klimaanlage zu erhöhten Betriebskosten.

**[0011]** Die Wärmetauschfläche des Thermosegels kann in dieser Ausführung nur bedingt an die jeweils individuellen Gegebenheiten der Raumklimatisierung angepasst werden. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Raumgröße bzw. der Deckenfläche sind einer bedarfsweisen Vergrößerung der möglichen Wärmetauschfläche des Thermosegels daher Grenzen gesetzt.

**[0012]** Es ist somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen Latentwärmespeicher zur Raumklimatisierung bereitzustellen, der die geschilderten Nachteile des Standes der Technik vermeidet und im Betrieb besonders wirtschaftlich ist.

**[0013]** Diese Aufgabe wird bei einem Latentwärmespeicher gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teiles des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Fortbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der Beschreibung dargelegt.

**[0014]** Vorteilhaft ist bei einem erfindungsgemäßen Latentwärmespeicher, insbesondere zur Klimatisierung eines Raumes, umfassend ein mit Luftaustauschöffnungen versehenes Behältnis, in dem sich Phasenwechselmaterial befindet, das Phasenwechselmaterial jeweils an Klimatisierungskörpern, welche sich in loser Schüttung im Inneren des Behältnisses befinden, angeordnet.

**[0015]** Ein solcher Latentwärmespeicher wird beispielsweise in einem Abstand von einer Decke eines Raumes befestigt. Das Behältnis des Latentwärmespeichers ist mit Luftaustauschöffnungen, die vorzugsweise variabel verstellbar oder verschließbar sind, mit dem Raum verbunden. Erwärmt sich nun die Raumtemperatur beispielsweise im Lauf eines Tages, so gelangt die warme Luft dabei durch die Luftaustauschöffnungen in das Innere des Behältnisses und erwärmt das darin befindliche Phasenwechselmaterial, das an Klimatisierungskörpern angeordnet ist. Durch die Wärmespeicherwirkung des Phasenwechselmaterials, das bei der Zufuhr von Wärme schmilzt und seiner Umgebung dabei die latente Schmelzwärme entzieht, wird die warme Luft abgekühlt und gelangt als abgekühlte Luft durch die Luftaustauschöffnungen wieder nach außen. Somit wird ein zu klimatisierender Raum vorteilhaft von einem erfindungsgemäßen Latentwärmespeicher gekühlt, ohne dass dazu der Betrieb eines herkömmlichen Kälteaggregats mit hohen Investitions- sowie Betriebskosten erforderlich wäre.

**[0016]** Ebenso kann der Latentwärmespeicher auch zur Beheizung eines Raumes dienen, indem das an den Klimatisierungskörpern angeordnete Phasenwechselmaterial abgekühlt wird und dabei die im Phasenwechselmaterial gespeicherte, latente Schmelzwärme an die Umgebung abgegeben wird. Während des Abkühlens erstarrt das geschmolzene Phasenwechselmaterial unter Freigabe der gespeicherten latenten Schmelzwärme. Während dieser Phasenumwandlung bleibt die Temperatur des Phasenwechselmaterials konstant.

**[0017]** Somit steht das abgekühlte Phasenwechselmaterial neuerlich zur Raumklimatisierung zur Verfügung.

**[0018]** Durch die Anordnung des Phasenwechselmaterials jeweils an Klimatisierungskörpern, welche sich in loser Schüttung im Inneren des Behältnisses befinden, kann ein erfindungsgemäßer Latentwärmespeicher besonders flexibel an unterschiedliche Anforderungen der Klimatisierung eines oder mehrerer Räume angepasst werden.

**[0019]** Der Gestaltungsform der Klimatisierungskörper sind keine Grenzen gesetzt. Es ist denkbar, die Klimatisierungskörper beispielsweise als längliche, gebogene oder gekrümmte Körper auszuführen. Wesentlich, dass die Klimatisierungskörper jeweils eine große Oberfläche aufweisen und derart geformt sind, dass in einer losen Schüttung von Klimatisierungskörpern ein ausreichender Luftaustausch und somit ein hoher Wärmeaustausch gewährleistet wird.

[0020] Weiters sind auch der Gestaltung eines gattungsgemäßen Latentwärmespeichers keine Grenzen gesetzt. So ist es beispielsweise denkbar, das Gehäuse des Behältnisses aus Metall, Kunststoff oder Glas zu fertigen.

[0021] Vorteilhaft sind bei einem Latentwärmespeicher die Luftaustauschöffnungen mit Verschließeinrichtungen, beispielsweise mit Klappen, versehen.

[0022] Somit können beispielsweise während des Abkühlens der Klimatisierungskörper durch Schließen der Verschließeinrichtungen die Luftaustauschöffnungen des Behältnisses geschlossen werden und die Abwärme der Klimatisierungskörper gelangt somit nicht in den zu klimatisierenden Raum, sondern wird an die Umgebung ins Freie abgeführt.

[0023] Zweckmäßig weisen bei einem Latentwärmespeicher gemäß der Erfindung die Klimatisierungskörper jeweils eine halmförmige Gestalt auf.

[0024] In dieser Ausführungsform können die mit Phasenwechselmaterial versehenen, etwa zylindrischen bzw. halmförmigen Klimatisierungskörper besonders vorteilhaft lose in das Behältnis des Latentwärmetauschers eingefüllt werden.

[0025] In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist bei einem Latentwärmespeicher das Phasenwechselmaterial mit einem Bindemittel an der Außenseite jedes Klimatisierungskörpers befestigt.

[0026] Als Bindemittel können beispielsweise Klebstoffe verwendet werden.

[0027] In einer erfindungsgemäßen Ausführung des Latentwärmespeichers ist das Phasenwechselmaterial jeweils in einem Kunststoff mikroverkapselt.

[0028] Als Phasenwechselmaterial ist beispielsweise Paraffin geeignet, um im Inneren von sehr kleinen Kunststoffkapseln mikroverkapselt vorgesehen zu sein. Durch die Verkapselung in einem Kunststoff wird ein unerwünschter Austritt des Phasenwechselmaterials zuverlässig vermieden. Ein derart mikroverkapseltes Phasenwechselmaterial hat den Vorteil, dass es in dieser Formulierung besonders einfach mit einem Bindemittel, beispielsweise einem Klebstoff, an den Klimatisierungskörpern befestigbar ist.

[0029] In einer weiteren Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Latentwärmespeichers ist das Phasenwechselmaterial pulverförmig beschaffen.

[0030] Auch in dieser Ausführungsvariante ist das Phasenwechselmaterial sehr einfach an den Klimatisierungskörpern befestigbar.

[0031] Zweckmäßig umfasst bei einem Latentwärmespeicher gemäß der Erfindung jeder Klimatisierungskörper einen zentralen Trägerkörper aus einem wärmeleitfähigen Material.

[0032] Der zentrale Trägerkörper erstreckt sich dabei vorzugsweise über die gesamte Länge eines Klimatisierungskörpers.

[0033] Ein Trägerkörper wird entweder aus einem Rohr, einem Geflecht oder aus einem porösen Schaum hergestellt. Beispielsweise wird zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Trägerkörpers ein Metall verwendet.

[0034] Aufgrund der Hohlräume im Inneren des Trägerkörpers, beispielsweise eines hohlen Innenrohrs oder der Poren eines Geflechts oder Schaums wird ein sehr hoher Wärmeübergang mit der umgebenden Luft erzielt und der Trägerkörper, der aus einem wärmeleitfähigen Material, beispielsweise aus Kupfer, Aluminium oder aus deren Legierungen, hergestellt ist, ist somit rasch erwärmbar bzw. abkühlbar.

[0035] Besonders zweckmäßig ist das Bindemittel zur Befestigung des Phasenwechselmaterials am zentralen Innenrohr jedes Klimatisierungskörpers aus einem wärmeleitfähigen Material hergestellt.

[0036] Somit wird gewährleistet, dass auch das verwendete Bindemittel, beispielsweise ein Klebstoff, einen raschen Wärmetransport innerhalb des Klimatisierungskörpers, also zwischen

seinem zentralen Trägerkörper und dem an seiner Außenseite mit dem Bindemittel befestigten Phasenwechselmaterial ermöglicht.

**[0037]** Vorteilhaft weist bei einem erfindungsgemäßen Latentwärmespeicher das Phasenwechselmaterial eine Schmelztemperatur zwischen 15° und 25°C, vorzugsweise zwischen 21° und 23°C auf.

**[0038]** Beispielsweise wird als Phasenwechselmaterial ein Paraffin oder Paraffin-Gemisch mit einer bestimmten Schmelztemperatur verwendet.

**[0039]** Es ist bevorzugt, einen erfindungsgemäßen Latentwärmespeicher so auszuführen, dass das Phasenwechselmaterial eine Latentwärmekapazität zwischen 80 kJ/kg und 120 kJ/kg, vorzugsweise zwischen 90 kJ/kg und 110 kJ/kg aufweist.

**[0040]** In einer Weiterbildung der Erfindung entspricht bei einem Latentwärmespeicher der Außendurchmesser des mit einer Schicht des Phasenwechselmaterials versehenen Klimatisierungskörpers dem 1,1-fachen - bis 5-fachen Innendurchmesser des Trägerkörpers.

**[0041]** Durch dieses Verhältnis vom Außendurchmesser der Schicht des Phasenwechselmaterials zum Innendurchmesser des Trägerkörpers wird vorteilhaft ein sehr hoher Wärmetransport im Klimatisierungskörper erzielt.

**[0042]** Zweckmäßig ist bei einem erfindungsgemäßen Latentwärmespeicher die Schüttungsdichte und/oder Schüttungshöhe der Klimatisierungskörper im Inneren des Behältnisses individuell veränderbar.

**[0043]** Durch Verändern der Schüttungsdichte und/oder der Schüttungshöhe lässt sich die Anzahl der Klimatisierungskörper im Behältnis und somit auch die zur Verfügung stehende gesamte Latentwärmespeicherkapazität des Latentwärmespeichers besonders einfach einstellen. Im Rahmen des zur Verfügung stehenden, vorgegebenen Innenvolumens des Behältnisses lässt sich derart die Wärmespeicherwirkung des Latentwärmespeichers variieren.

**[0044]** Vorteilhaft ist bei einem Latentwärmespeicher das Behältnis mit zumindest einer, vorzugsweise mit einer Absperrvorrichtung versehenen, Kühlmediumsöffnung zum Ein-und/oder Auslass eines Kühlmediums ausgestattet.

**[0045]** Als Kühlmedien zur Kühlung der Klimatisierungskörper sind beispielsweise kühle Außenluft, die während der Nachtstunden von außen bei geöffneten Absperrvorrichtungen in das Behältnis zugeführt wird, oder gekühlte Abluft aus einer Kälteanlage, vorzugsweise aus einer Adsorptionskälteanlage denkbar. Je nach Ausführung des Latentwärmespeichers ist es auch möglich, beispielsweise Eiswasser als Kühlmedium zur Kühlung der Klimatisierungskörper einzusetzen. Als Absperrvorrichtungen zum Öffnen sowie Verschließen der Kühlmediumsöffnungen sind beispielsweise Klappen vorgesehen.

**[0046]** In einer Variante der Erfindung ist bei einem Latentwärmespeicher zumindest eine Zuführeinrichtung und/oder Abföhreinrichtung für das Kühlmedium vorgesehen.

**[0047]** Abhängig von der Wahl des eingesetzten Kühlmediums können derartige Zuführeinrichtungen und/oder Abföhreinrichtungen beispielsweise als Gebläse, Ventilatoren oder Pumpen ausgebildet sein.

**[0048]** In einer Weiterbildung der Erfindung ist ein Verfahren zur Raumklimatisierung mit einem erfindungsgemäßen Latentwärmespeicher durch eine Abfolge der folgenden Verfahrensschritte gekennzeichnet:

**[0049]** - Warmluft gelangt durch die Luftaustauschöffnungen in das Innere des Behältnisses;

**[0050]** - von der Warmluft wird das feste Phasenwechselmaterial im Inneren des Behälters erwärmt;

**[0051]** - durch Zufuhr der latenten Schmelzwärme schmilzt das feste Phasenwechselmaterial;

**[0052]** - durch das Entziehen der latenten Schmelzwärme wird gleichzeitig die Warmluft abge-

kühlt;

**[0053]** - die abgekühlte Luft verlässt anschließend als Kaltluft wieder das Behältnis.

**[0054]** Die Kaltluft sinkt dabei aus dem Behältnis, das beispielsweise nahe der Decke eines Raumes befestigt ist, in den darunter liegenden Raum und kühlt diesen solange ab, bis das gesamte an den Klimatisierungskörpern angeordnete Phasenwechselmaterial geschmolzen und die Wärmespeicherkapazität des Latentwärmespeichers somit erschöpft ist. Die Luftbewegung im Raum ist aufgrund der natürlichen Konvektion kaum spürbar, was einen weiteren Vorteil gegenüber einer herkömmlichen, mit einem Gebläse versehenen Gebäudeklimaanlage darstellt.

**[0055]** Eine Variante eines Verfahrens zur Raumklimatisierung mit einem Latentwärmespeicher gemäß der Erfindung ist durch eine Abfolge der folgenden Verfahrensschritte gekennzeichnet:

**[0056]** - das an den Klimatisierungskörpern angeordnete, geschmolzene Phasenwechselmaterial kristallisiert durch Abkühlen;

**[0057]** - die bei der Kristallisation frei werdende latente Kristallisationswärme des Phasenwechselmaterials dient entweder zur Beheizung eines Raumes oder wird von einem Kühlmedium aufgenommen und von diesem aus dem Behältnis abgeführt.

**[0058]** In dieser Verfahrensvariante wird die Wärmespeicherkapazität des Latentwärmespeichers durch Abkühlen regeneriert und das erstarrte Phasenwechselmaterial steht wiederum als Wärmespeicher zur Verfügung. Zur Abkühlung der Klimatisierungskörper wird beispielsweise während der Nachstunden kühle Außenluft oder gekühlte Abluft aus einer Kälteanlage verwendet. Abhängig von der Ausführung des Latentwärmespeichers ist beispielsweise auch der Einsatz eines flüssigen Kühlmediums, beispielsweise von Eiswasser, zur Abkühlung denkbar.

**[0059]** Der Betrieb eines erfindungsgemäßen Latentwärmespeichers ist besonders umweltfreundlich und wirtschaftlich. In gemäßigten Klimazonen genügt während der Sommermonate die Abkühlung der Außenluft in der Nacht, um durch Öffnen der Absperrvorrichtungen, eventuell unter Zuhilfenahme eines Ventilators, die kalte Außenluft zur Kühlung der mit Phasenwechselmaterial versehenen Klimatisierungskörper zu verwenden.

**[0060]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Erläuterung von in den Zeichnungen jeweils schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen. In den Zeichnungen zeigen:

**[0061]** - Fig. 1A in einer Schnittansicht von der Seite eine erste Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Latentwärmespeichers während des Kühlens eines Raumes;

**[0062]** - Fig. 1B den in Fig. 1A gezeigten Latentwärmespeicher während der Regeneration seiner Wärmekapazität;

**[0063]** - Fig. 2A in einer Schnittansicht von der Seite eine zweite Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Latentwärmespeichers während des Kühlens eines Raumes;

**[0064]** - Fig. 2B den in Fig. 2A gezeigten Latentwärmespeicher während der Regeneration seiner Wärmekapazität;

**[0065]** - Fig. 3A einen erfindungsgemäßen Klimatisierungskörper in Schrägansicht;

**[0066]** - Fig. 3B den in Fig. 3A dargestellten Klimatisierungskörper in einer Schnittansicht in Längsachsenrichtung gesehen.

**[0067]** Fig. 1A zeigt in einer Schnittansicht von der Seite einen Latentwärmespeicher 1, der im Abstand A von einer Decke D eines zu klimatisierenden Raums befestigt ist. Der Latentwärmetauscher 1 umfasst ein Behältnis 2, in dessen Innenraum Klimatisierungskörper 3 lose eingefüllt sind und dessen Wandungen mit Luftaustauschöffnungen 4 versehen sind. Die Klimatisierungskörper 3, die im Detail in den Fig. 3A und 3B gezeigt werden, sind zur Wärmespeicherung

jeweils mit einem Phasenwechselmaterial 10 versehen. Die Luftaustauschöffnungen 4 des Behältnisses 2 sind jeweils mit Verschließeinrichtungen K4 versehen, die hier als beweglich öffnenbare bzw. verschließbare Klappen ausgeführt sind. Für die Zufuhr eines Kühlmediums, beispielsweise von kalter Luft, das zur Kühlung der mit Phasenwechselmaterial 10 versehenen Klimatisierungskörper 3 dient, ist in Fig. 1A eine eigene Luftzuführeinrichtung 5, beispielsweise ein Ventilator, vorgesehen. Je nach der Anforderung kann zusätzlich auch eine Kälteanlage 6 in der Zufuhrleitung des Kühlmediums vorgesehen sein. In Fig. 1A sind weder die Luftzuführeinrichtung 5, noch die Kälteanlage 6 in Betrieb, und die beiden Kühlmediumsöffnungen 7, die an den jeweils gegenüberliegenden Seiten des Behältnisses 2 vorgesehen sind, sind hier mit Absperrvorrichtungen K7, beispielsweise mit Klappen oder Schiebern, verschlossen.

**[0068]** Aus dem zu klimatisierenden Raum steigt Warmluft WL auf und gelangt durch die im Abstand A von der Decke D entfernte Oberseite des Behältnisses 2 durch die Luftaustauschöffnungen 4 hindurch in das Innere des Behältnisses 2. Die Verschließeinrichtungen K4 sind dabei geöffnet. Das Phasenwechselmaterial 10 an den Klimatisierungskörpern 3 wird dabei von der Warmluft WL erwärmt und schmilzt nach Aufnahme seiner latenten Schmelzwärme. Gleichzeitig wird die Wärmemenge dieser latenten Schmelzwärme, die vom Phasenmaterial 10 gespeichert wird, der Luft im Inneren des Behältnisses 2 entzogen, welche dadurch abgekühlt wird und weiters als Kaltluft KL durch die geöffneten Klappen der Verschließeinrichtungen K4 bzw. die Luftaustauschöffnungen 4 an der Unterseite des Behältnisses 2 hindurch in den umliegenden Raum gelangt und diesen somit abkühlt. Dieser Wärmespeicherzyklus kann solange erfolgen, bis die Wärmespeicherkapazität des Latentwärmespeichers 1 erschöpft und das gesamte Phasenwechselmaterial 10 geschmolzen ist.

**[0069]** Fig. 1B zeigt die aus Fig. 1A bekannte Ausführungsform während des Abkühlens des Phasenwechselmaterials 10, um den Latentwärmespeicher 1 erneut für die Kühlung eines Raums einsetzen zu können.

**[0070]** Dazu werden die Kühlmediumsöffnungen 7 an den jeweils gegenüberliegenden Seiten des Behältnisses 2 durch Öffnen der Absperrvorrichtungen K7, beispielsweise durch Öffnen von Klappen oder Schiebern, geöffnet. Als Kühlmedium wird hier Kaltluft KL, die beispielsweise als kühle Außenluft während der Nachtstunden durch die Kühlmediumsöffnungen 7 in das Behältnis 2 gelangt, eingesetzt. Zur Unterstützung der Zufuhr des Kühlmediums sind eine eigene Luftzuführeinrichtung 5, beispielsweise ein Ventilator oder ein Gebläse, oder optional eine Kälteanlage 6 zur Kühlung der Zuluft in der Kühlmediumsleitung vorgesehen.

**[0071]** Während des Abkühlvorgangs wird die im Phasenwechselmaterial 10 gespeicherte latente Schmelzwärme wieder frei und das Phasenwechselmaterial 10 erstarrt. Diese frei werdende Schmelzwärme kann entweder zur Beheizung des Raumes beispielsweise während der Nachtstunden dienen. Dazu sind die Klappen der Verschließeinrichtungen K4 der Luftaustauschöffnungen 4 zu öffnen. Oder die gespeicherte latente Schmelzwärme wird zur Kühlung aus dem zu klimatisierenden Raum ins Freie abgeführt. Dazu sind, wie in Fig. 1B dargestellt, die Verschließeinrichtungen K4 bzw. die Klappen der Luftaustauschöffnungen 4 geschlossen und die Kühlmediumsöffnung 7 an der gegenüberliegenden Seite des Behältnisses 2 geöffnet, um die Warmluft aus dem Raum nach außen abführen zu können.

**[0072]** Fig. 2A zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Latentwärmespeichers 1. Hier sind in einem zu klimatisierenden Raum zwei Latentwärmespeicher 1 jeweils etwa senkrecht stehend vorgesehen, wobei deren Behältnisse 2 wiederum jeweils mit losen Klimatisierungskörpern 3 befüllt sind. Die Behältnisse 2 haben jeweils Wandungen beispielsweise aus Glas und somit wird von außen der Blick auf die in loser Schüttung eingefüllten Klimatisierungskörper 3 frei, welche jeweils an ihren Außenseiten mit Phasenwechselmaterial 10 versehen sind.

**[0073]** Warmluft WL steigt im zu klimatisierenden Raum bis an seine Decke D und gelangt durch Luftaustauschöffnungen 4 an der Oberseite der Behältnisse 2 in deren jeweils mit Klimatisierungskörpern 3 bzw. mit Phasenwechselmaterial 10 versehenen Innenraum. Im Innenraum jedes Behältnisses 2 wird nun durch die Warmluft WL in bekannter Weise das Phasenwechsel-

material 10 so stark erwärmt, dass es schmilzt und dabei der Luft durch Speichern seiner latenten Schmelzwärme Wärme entzieht. Die somit abgekühlte Kaltluft KL verlässt aufgrund der natürlichen Konvektion das Behältnis 2 nach unten durch die unteren Luftaustauschöffnungen 4, wobei die Klappen der Verschließeinrichtungen K4 geöffnet sind. Zur Unterstützung der Konvektion ist beispielsweise eine Luftzuführeinrichtung 5, ein Gebläse oder Ventilator, vorgesehen, der in der hier gezeigten Darstellung als Sauggebläse die Kaltluft KL aus dem Behältnis 2 absaugt und zur Abkühlung in den Raum bläst.

**[0074]** Die Kühlmediumsöffnungen 7 sind mit Verschließeinrichtungen K7, beispielsweise mit Klappen, verschlossen.

**[0075]** Fig. 2B zeigt die aus Fig. 2A bekannte Aufstellung während des Abkühlens des Latentwärmespeichers 1. In dieser Ausführung wird beispielsweise Eiswasser EW als Kühlmedium verwendet, das von der Unterseite mittels einer Pumpe 8 in das Innere jedes Behältnisses 2 gepumpt wird. Die Klappen der Verschließeinrichtungen K4 an der Unterseite jedes Behältnisses 2 sind dazu geschlossen, die Klappen der Absperrvorrichtungen K7 der Kühlmediumsöffnungen 7 sind während der Zufuhr des Eiswassers EW geöffnet. Durch die Glaswände der Behältnisse 2 ist während des Befüllens der Pegelstand des Eiswassers EW von außen gut zu erkennen. Bevor der Pegelstand die oberen Luftaustauschöffnungen 4, die während des Befüllens geöffnet bleiben, an der Oberseite der Behältnisse 2 erreicht, wird die Zufuhr des Eiswassers EW durch Ausschalten der Pumpen 8 beendet. Die Klimatisierungskörper 3 schwimmen nun im Eiswasser EW und das an den Außenseiten der Klimatisierungskörper 3 angeordnete Phasenwechselmaterial 10 erstarrt. Nach Auslassen bzw. Abpumpen des Eiswassers EW, Verschließen der Verschließeinrichtungen K7 sowie Öffnen der Klappen der Verschließeinrichtungen K4 steht der Latentwärmespeicher 1 danach erneut zur Wärmespeicherung zur Verfügung.

**[0076]** Fig. 3A stellt im Schrägriss einen erfindungsgemäßen Klimatisierungskörper 3 dar. Der Klimatisierungskörper 3 weist eine etwa halmförmige, zylindrische Form auf. Seine Baulänge L3 kann flexibel an die jeweilige Klimatisierungsaufgabe angepasst werden. Es können sowohl gleich große, als auch unterschiedlich große Klimatisierungskörper 3 gemeinsam in einem Behältnis 2 angeordnet werden. In seinem Inneren weist der hier gezeigte Klimatisierungskörper 3 als Trägerkörper 9 ein hohles Innenrohr auf, das aus einem wärmeleitfähigen Material, beispielsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, hergestellt ist. Das als Trägerkörper 9 verwendete Innenrohr weist dazu einen freien Innendurchmesser D1 auf, durch den ein Kühlmedium zur Abkühlung des Klimatisierungskörpers 3 geblasen oder gepumpt werden kann. Die äußere Schicht mit einem Außendurchmesser D2 umfasst das Phasenwechselmaterial 10, welches hier beispielsweise in Mikrokapseln aus Kunststoff gekapselt vorliegt und das mit einem wärmeleitfähigen Bindemittel 11 an der Außenseite des Innenrohrs befestigt ist.

**[0077]** Fig. 3B zeigt den in Fig. 3A dargestellten Klimatisierungskörper 3 im Querschnitt.

**[0078]** Anstelle des hier gezeigten hohlen Innenrohrs können als Trägerkörper 9 beispielsweise auch ein Geflecht oder ein fester Schaum aus Metall dienen. Derartige Materialien bieten den Vorteil, bereits selbst eine sehr große Oberfläche aufzuweisen und somit einen besonders effektiven Wärmeaustausch für das mit einem Bindemittel 11 daran befestigte Phasenwechselmaterial 10 zu gewährleisten. Derartige poröse Trägerkörper werden nicht explizit gezeigt.

#### LISTE DER POSITIONSNUMMERN

- 1 Latentwärmespeicher
- 2 Behältnis
- 3 Klimatisierungskörper
- 4 Luftaustauschöffnung
- 5 Luftzuführeinrichtung (Ventilator)
- 6 Kälteanlage
- 7 Kühlmediumsöffnung

- 8 Pumpe
- 9 Trägerkörper
- 10 Phasenwechselmaterial
- 11 Bindemittel
- A Abstand
- D Decke eines Raums
- D1 Innendurchmesser
- D2 Außendurchmesser
- EW Eiswasser
- KL Kaltluft
- L3 Länge
- K4 Verschließeinrichtung (Klappe)
- K7 Absperreinrichtung (Klappe)
- WL Warmluft

### Patentansprüche

1. Latentwärmespeicher (1), insbesondere zur Klimatisierung eines Raumes, umfassend ein mit Luftaustauschöffnungen (4) versehenes Behältnis (2), in dem sich Phasenwechselmaterial (10) befindet, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Phasenwechselmaterial (10) jeweils an Klimatisierungskörpern (3), welche sich in loser Schüttung im Inneren des Behältnisses (2) befinden, angeordnet ist.
2. Latentwärmespeicher (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Luftaustauschöffnungen (4) mit Verschließeinrichtungen (K4), beispielsweise mit Klappen, versehen sind.
3. Latentwärmespeicher (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Klimatisierungskörper (3) jeweils eine halmförmige Gestalt aufweisen.
4. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Phasenwechselmaterial (10) mit einem Bindemittel (11) an der Außenseite jedes Klimatisierungskörpers (3) befestigt ist.
5. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Phasenwechselmaterial (10) jeweils in einem Kunststoff mikroverkapselt ist.
6. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Phasenwechselmaterial (10) pulverförmig beschaffen ist.
7. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Klimatisierungskörper (3) einen zentralen Trägerkörper (9) aus einem wärmeleitfähigen Material umfasst.
8. Latentwärmespeicher (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zentrale Trägerkörper (9) aus einem Rohr, einem Geflecht oder aus einem porösen Schaum beispielsweise aus Metall hergestellt ist.
9. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bindemittel (11) zur Befestigung des Phasenwechselmaterials (10) am zentralen Trägerkörper (9) aus einem wärmeleitfähigen Material hergestellt ist.
10. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Phasenwechselmaterial (10) eine Schmelztemperatur von 18° bis 25°C, vorzugsweise von 21° bis 23°C aufweist.
11. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Phasenwechselmaterial (10) eine Latentwärmekapazität zwischen 80 kJ/kg und 120kJ/kg, vorzugsweise zwischen 90 kJ/kg und 110 kJ/kg aufweist.

12. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Außendurchmesser (D2) des mit einer Schicht des Phasenwechselmaterials (10) versehenen Klimatisierungskörpers (3) dem 1,1- fachen -bis 5-fachen Innendurchmesser (D1) des Trägerkörpers (9) entspricht.
13. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schüttungsdichte und/oder Schüttungshöhe der Klimatisierungskörper (3) im Inneren des Behältnisses (2) individuell veränderbar ist.
14. Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Behältnis (2) mit zumindest einer, vorzugsweise mit einer Absperrvorrichtung (K7) versehenen, Kühlmediumsöffnung (7) zum Ein- und/oder Auslass eines Kühlmediums ausgestattet ist.
15. Latentwärmespeicher (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Zuführeinrichtung und/oder Abführeinrichtung für das Kühlmedium vorgesehen ist.
16. Verfahren zur Raumklimatisierung mit einem Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass von der Warmluft (WL), die durch die Luftaustauschöffnungen (4) in das Innere des Behältnisses (2) gelangt, das feste Phasenwechselmaterial (10) erwärmt wird und dabei durch Zufuhr seiner latenten Schmelzwärme schmilzt, wodurch gleichzeitig die Warmluft (WL) abgekühlt wird, welche anschließend als Kaltluft (KL) das Behältnis (2) wieder verlässt.
17. Verfahren zur Raumklimatisierung mit einem Latentwärmespeicher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass geschmolzenes Phasenwechselmaterial (10) durch Abkühlen kristallisiert, wobei die dabei frei werdende latente Kristallisationswärme des Phasenwechselmaterials (10) entweder zur Beheizung eines Raumes dient oder von einem Kühlmedium aufgenommen und von diesem aus dem Behältnis (2) abgeführt wird.

**Hierzu 3 Blatt Zeichnungen**

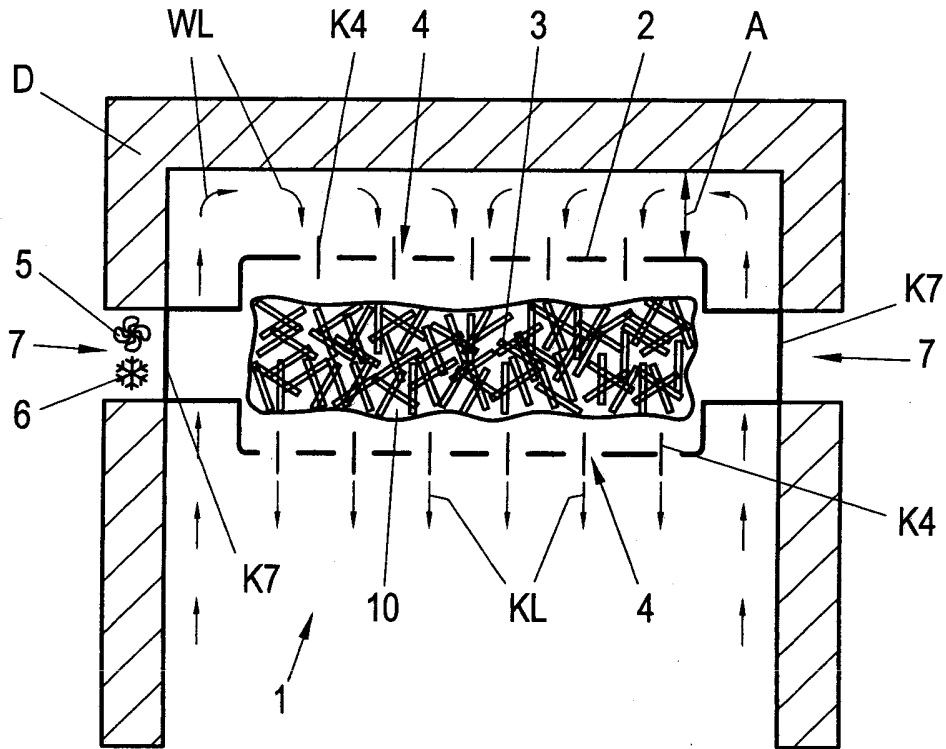


Fig. 1A

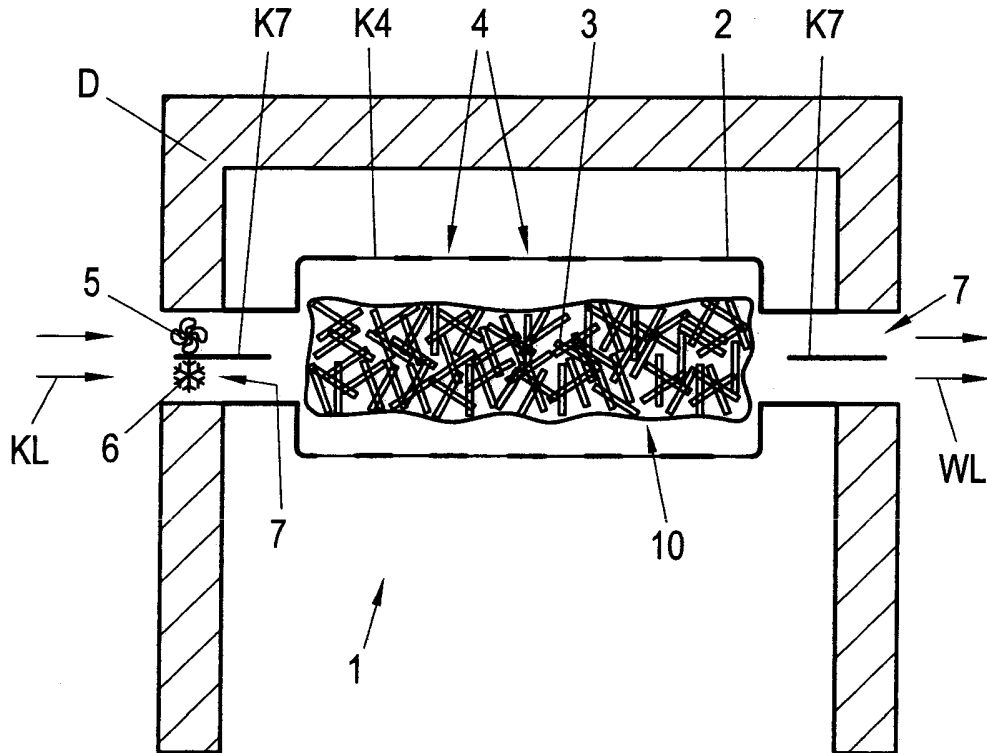


Fig. 1B

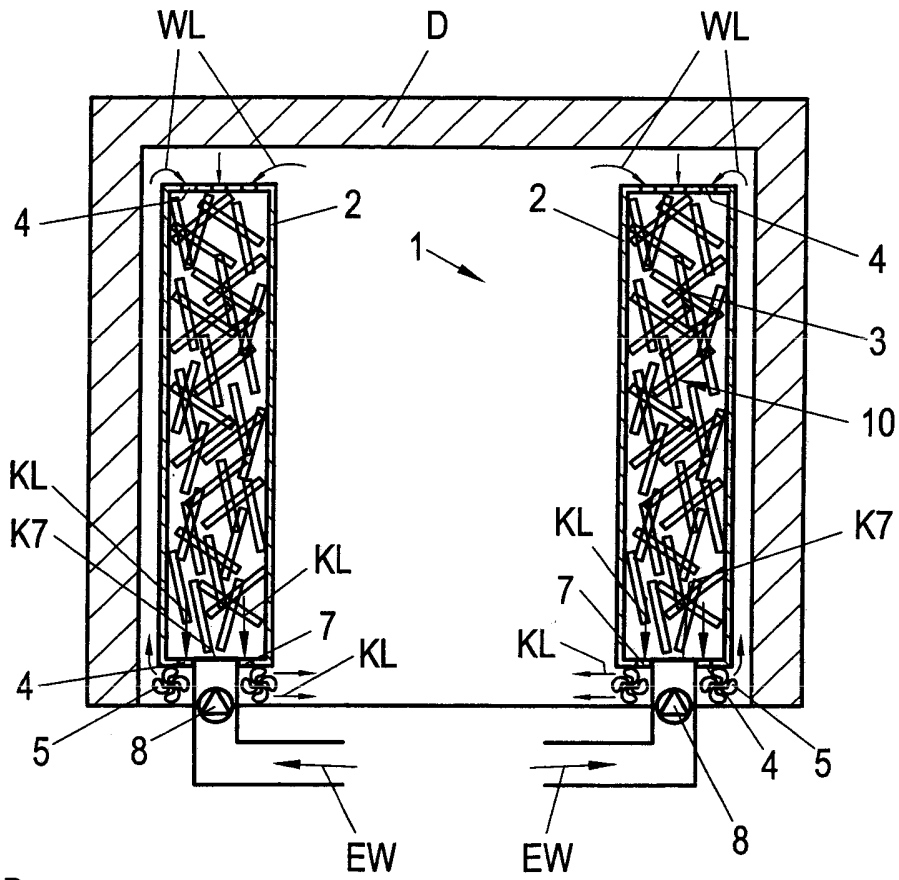


Fig. 2A

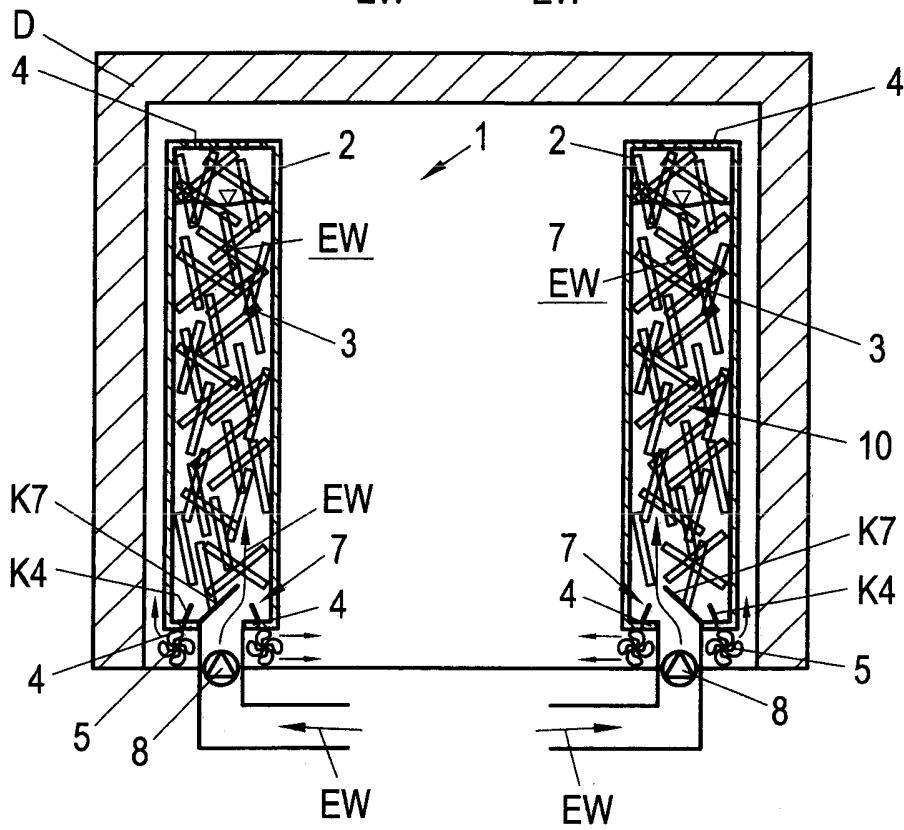


Fig. 2B

