



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 009 553.2**

(22) Anmeldetag: **26.02.2010**

(43) Offenlegungstag: **01.09.2011**

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

F24F 5/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
TinniT Technologies GmbH, 76133, Karlsruhe, DE

(74) Vertreter:
Mehl, Claudia, 76135, Karlsruhe, DE

(72) Erfinder:
**Kneer, Aron, 76131, Karlsruhe, DE; Weißhuhn,
Cornelius, 76133, Karlsruhe, DE; Wirtz, Michael,
Dr., 76297, Stutensee, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

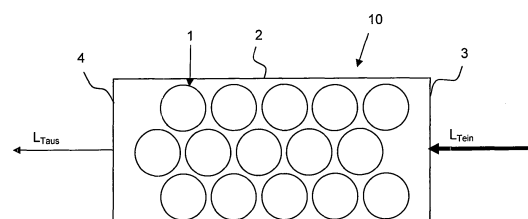
DE	10 2007 013779	A1
US	2010/00 25 031	A1
US	44 09 798	A
WO	95/16 175	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Latentwärmespeichermodul, Klimatisierungseinrichtung und Steuerungsverfahren derselben**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung stellt ein Latentwärmespeichermodul (10) zum Wärmeaustausch mit einem Luftstrom (L) bereit, der das Latentwärmespeichermodul (10) durchströmt. Das Latentwärmespeichermodul (10) umfasst dazu eine Mehrzahl von in einem Gehäuse (2) angeordneten umströmbaren Körpern (1), wobei das Gehäuse (2) einen Lufteinlass (3) und einen Luftauslass (4) für den Luftstrom (L) aufweist. Die Körper (1) sind mit einem Phasenwechselmaterial (5) gefüllte Behälter (6), wobei das Phasenwechselmaterial (5) temperaturabhängig einen Phasenwechsel ausführt. Ferner wird eine Klimatisierungseinrichtung (20), die ein Latentwärmespeichermodul (10) umfasst, für ein Gebäude (25) und ein Steuerungsverfahren für dieselbe offenbart.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Latentwärmespeichermodul, eine Klimatisierungseinrichtung, die ein Latentwärmespeichermodul umfasst, sowie ein Steuerungsverfahren der Klimatisierungseinrichtung.

[0002] Um die Innentemperatur von Bürogebäuden oder auch von größeren Elektroschaltanlagen zu begrenzen, sind aus dem Stand der Technik eine Vielzahl von Klimatisierungseinrichtungen bekannt, allen voran herkömmliche Klimaanlage, die einen Kühlmittelkreislauf verwenden, wobei die Verdichtung des Kühlmittels jedoch mit hohem Energieaufwand verbunden ist.

[0003] Des Weiteren sind Luft-Erdwärmetauschersysteme bekannt, die die im Vergleich zur Lufttemperatur relativ konstante Temperatur des Erdbodens in etwa 1,5 bis 5,0 Metern Tiefe nutzen, um Luft zu konditionieren; das heißt im Sommer abzukühlen und im Winter vorzuwärmen. Die Installation eines Erdwärmetauschersystems ist jedoch relativ aufwändig, erfordert großen Platzbedarf und eine genaue Vorabplanung zu Auslegung des erforderlichen Kühl- bzw. Vorwärmbedarfs. Die unter Bildung eines Gefälles in den Erdboden verbrachten Rohre werden über einen Verteiler an einer Außenluftansaugung angeschlossen und über einen Sammler mit einer Lüftungszentrale im Gebäude verbunden.

[0004] Ferner ist aus der DE 10 2005 051 570 A1 eine Einrichtung zur passiven Temperaturstabilisierung im Innenraum eines Containers mittels Latentwärmespeicherung bekannt. Dazu ist der Container doppelwandig ausgeführt, der bestehende Hohlraum abgedichtet und mit einem Phasenwechselmaterial, wie einem Paraffin oder Paraffingemisch gefüllt, dessen Phasenwechseltemperatur innerhalb des für den Innenraum zulässigen Temperaturbereichs liegt. Darüber hinaus wird die Verwendung eines offenporigen Metallschaums zur Verbesserung der Wärmeleitung zu dem Phasenwechselmaterial beschrieben.

[0005] Offenporige Metallschäume können durch ein modifiziertes Feingussverfahren hergestellt werden und bieten bei geringem Gewicht und Dichte eine hohe mechanische Festigkeit (www.m-pore.de). In Verbindung mit einem Phasenwechselmaterial, welches die Poren des Metallschaums füllt, dienen die netzartigen Strukturen des Metallschaums zur besseren Wärmeübertragung auf das Phasenwechselmaterial.

[0006] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es wünschenswert, ein Latentwärmespeichermodul zu schaffen, das mit Luft durchströmt werden kann, so dass ein Wärmeaustausch zwischen der Luft und dem Latentwärmespeichermodul stattfinden kann, und das geeignet ist, auch als Nachrüstelement, in eine Klimatisierungseinrichtung für ein Gebäude integriert zu werden.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Latentwärmespeichermodul mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Eine weitere Aufgabe besteht in der Schaffung einer Klimatisierungseinrichtung für ein Gebäude, mittels derer die Innentemperatur des Gebäudes begrenzt werden kann. Diese Aufgabe wird durch eine Klimatisierungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst.

[0009] Ferner wird die Aufgabe der Schaffung eines Steuerungsverfahrens zur Klimatisierung eines Gebäudes unter Verwendung einer gesteuerten Klimatisierungseinrichtung, die ein Latentwärmespeichermodul umfasst, mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0010] Bevorzugte Ausführungsformen der Vorrichtungen und des Verfahrens werden durch die Unteransprüche beschrieben.

[0011] Eine erste Ausführungsform der Erfindung bezieht sich auf ein Latentwärmespeichermodul, das zum Wärmeaustausch mit einem Luftstrom vorgesehen ist, der das Latentwärmespeichermodul durchströmt. Dazu weist das Latentwärmespeichermodul mehrere umströmbare Körper auf, die in einem Gehäuse angeordnet sind. Um den Luftstrom die Körper umströmen lassen zu können, hat das Gehäuse einen Lufteinlass und einen Luftauslass. Der Wärmeaustausch findet zwischen dem Luftstrom und einem Phasenwechselmaterial, das temperaturabhängig einen Phasenwechsel ausführt, statt, wobei das Phasenwechselmaterial in Behälter gefüllt ist, die die umströmten Körper bilden. Vorteilhaft kann durch die Wahl des Phasenwechselmaterials bzw. dessen Zusammensetzung ein Temperaturbereich gewählt werden, der dem Verwendungszweck des Luftstroms angepasst werden kann, wobei der Temperaturbereich durch die gleich bleibende Temperatur des Phasenwechselmaterials beim Phasenübergang gekennzeichnet ist. Die Integration eines Phasenwech-

selmaterials in einem durchströmbaren Modul stellt somit ein Wärmetauschersystem bereit, das vielfältig zu Klimatisierungszwecken in Lüftungsanlagen, auch als Nachrüstmodul verwendet werden kann.

[0012] Durch die Anordnung des Lufteinlasses und Luftauslasses an voneinander abgewandten Enden des Gehäuses wird eine Strömungsrichtung des Luftstroms durch das Latentwärmespeichermodul vorgegeben, von der eine Anordnung und eine Form der Körper abhängig sein kann. Durch die Anordnung und die Form der Körper werden Strömungspfade für den Luftstrom geschaffen, wobei bei der Wahl der Körperform und der davon abhängigen Anordnung der Körper der durch die Umströmung der Körper innerhalb des Gehäuses entstehende Druckverlust in Bezug auf den Wärmeaustausch zu berücksichtigen und zu optimieren ist.

[0013] Zur Verbesserung des Wärmeübergangs von dem Luftstrom zu dem Phasenwechselmaterial in den Körpern, können die Behältnisse aus einem Metallmaterial mit guten Wärmeleiteigenschaften sein und zusätzlich ein offenporiges Metallschaummaterial umfassen, das in die Behältnisse integriert ist und dessen Poren mit dem Phasenwechselmaterial gefüllt sind, so dass der Wärmeübergang gleichmäßig über das Volumen des Körpers verteilt wird, und dadurch zunächst das gesamte enthaltene Phasenwechselmaterial dem Phasenübergang unterzogen wird, bevor ein Temperaturanstieg des verflüssigten Phasenwechselmaterials stattfindet.

[0014] Für den vorgesehenen Anwendungszweck des Latentwärmespeichermoduls zur Klimatisierung von Innenräumen kann das Phasenwechselmaterial vorteilhaft ein Paraffin oder ein Paraffingemisch mit einer Phasenwechseltemperatur zwischen 25 und 35°C sein.

[0015] In einer weiteren Ausführungsform können die Körper längliche Körper mit einem kreisförmigen, polygonalen, abgerundeten, runden, ovalen, tropfenförmigen, lamellenartigen oder tragflächenähnlichen Querschnitt sein. Die Körperlängsachsen werden dabei vorzugsweise senkrecht zu der Strömungsrichtung angeordnet. Zudem können die Körper in Reihen angeordnet sein, wobei für ein regelmäßiges Strömungsbild die Anordnung in gleichmäßig voneinander beabstandeten Reihen günstig sein kann. Ebenfalls abhängig von den gewünschten Strömungspfaden können zwei benachbarte Reihen parallel oder zueinander versetzt angeordnet sein.

[0016] Ferner bezieht sich eine Ausführungsform der Erfindung auf eine Klimatisierungseinrichtung, die ein erfindungsgemäßes Latentwärmespeichermodul umfasst. Hinzu kommen eine Zuführungsvorrichtung, über die der Luftstrom zu dem Latentwärmespeichermodul gelangt, und eine Abführungsvorrichtung, mittels der der Luftstrom nach Durchströmen des Latentwärmespeichermoduls abgeführt werden kann. Die Kopplung des Latentwärmespeichermoduls über den Lufteinlass mit der Zuführungsvorrichtung und über den Luftauslass mit der Abführungsvorrichtung stellt dabei einen ersten Luftkanal bereit. Die Abführungsvorrichtung ist fluidisch mit dem Gebäude verbunden, so dass der wärmegetauschte Luftstrom in das Gebäude geleitet werden kann. Um den Luftstrom zu erzeugen umfasst die Klimatisierungseinrichtung innerhalb des ersten Luftkanals eine Ventilationsvorrichtung.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform der Klimatisierungseinrichtung kann die Zuführungsvorrichtung durch eine erste Schließvorrichtung zwischen einem Umluftbetriebsmodus und einem Außenluftbetriebsmodus umschaltbar sein, wobei die Zuführungsvorrichtung in dem Umluftbetriebsmodus mit dem Gebäude und in dem Außenluftbetriebsmodus mit der Umgebung verbunden ist.

[0018] In noch einer weiteren Ausführungsform kann die Klimatisierungseinrichtung einen zweiten Luftkanal umfassen, der die Abführungsvorrichtung mit der Umgebung verbindet. Dieser zweite Luftkanal ist in den Klimatisierungsbetriebsmodi, die den Umluftbetriebs- und den Außenluftbetriebsmodus umfassen, durch eine weitere Schließvorrichtung verschlossen. Diese ist der Abführungsvorrichtung zugeordnet und zwischen dem Klimatisierungsbetriebsmodus und einem Umkehrbetriebsmodus umschaltbar. Der Umkehrbetriebsmodus verschließt die Verbindung der Abführungsvorrichtung zu dem Gebäude, so dass der Luftstrom von dem ersten in den zweiten Luftkanal strömen kann, während die zweite Schließvorrichtung den zweiten Luftkanal für die Klimatisierungsbetriebsmodi verschließt, so dass der Luftstrom in das Gebäude geleitet werden kann.

[0019] Schließlich bezieht sich eine Ausführungsform auf eine gesteuerte Klimatisierungseinrichtung, die dazu eine Steuerungseinrichtung umfasst. Diese ist zumindest mit der ersten und der zweiten Schließvorrichtung und der Ventilationsvorrichtung operativ zu deren Betätigung gekoppelt. Als Steuersignale dienen Temperaturen, die von mehreren Temperatursensoren erfasst werden, die ebenfalls mit der Steuerungseinrichtung gekoppelt sind. Dazu werden Temperatursensoren in einem bezüglich der Strömungsrichtung im Klimatisierungsbetrieb ersten und einem letzten Körper, sowie in dem Gebäude und in der Umgebung des Gebäudes angeordnet.

[0020] Eine erfindungsgemäße Klimatisierungseinrichtung kann ferner sowohl einen Außenluftansaugturm, der mit der Zuführungsvorrichtung verbunden ist, und einen Abluftturm umfassen, der sich an den zweiten Luftkanal anschließt, wobei zwischen dem Außenluftansaugturm und der ersten Schließvorrichtung der Zuführungsvorrichtung eine weitere, dritte Schließvorrichtung angeordnet ist. Auch der zweite Luftkanal kann eine Schließvorrichtung umfassen. Diese beiden Schließvorrichtungen können dann ebenfalls mit der Steuerungseinrichtung gekoppelt sein und durch sie gesteuert werden.

[0021] Ein erfindungsgemäßes Steuerungsverfahren zur Klimatisierung eines Gebäudes kann unter Verwendung einer gesteuerten Klimatisierungseinrichtung, die ein Latentwärmespeichermodul umfasst, durchgeführt werden und erfordert zunächst das Erfassen der Temperaturen mittels der oben genannten Temperatursensoren und das Übermitteln der erfassten Temperaturen an die Steuerungseinrichtung. Als nächster Schritt wird der Grundbetriebsmodus durch die Steuerungseinrichtung angesteuert, wenn die Temperatur im Inneren des Gebäudes kleiner als eine vorbestimmte Grenz-Innentemperatur ist und die Temperaturen in den Körpern unterhalb einer Phasenwechseltemperatur des Phasenwechselmaterials liegen. Der Grundbetriebsmodus kennzeichnet sich dadurch, dass die Ventilationsvorrichtung ausgeschaltet ist und alle Schließvorrichtungen in einer den Luftkanal verschließenden Stellung, der Schließstellung, angeordnet sind. Damit stellt der Grundbetriebsmodus einen Luftstrom-Bypass zu dem Gebäude unter Umgehung des Latentwärmespeichermoduls bereit, wobei eine an dem Gebäude bereitgestellte Lüftungseinrichtung Außenluft aus der Umgebung ansaugt, was auch über den Ansaugturm der Klimatisierungseinrichtung geschehen kann.

[0022] Nun wird regelmäßig durch die Steuerungseinrichtung überprüft, ob die Innentemperatur größer bzw. gleich oder kleiner als die Grenz-Innentemperatur ist und ob die Temperaturen in den Körpern oberhalb oder unterhalb der Phasenwechseltemperatur liegen. Stellt die Steuerungseinrichtung fest, dass die Innentemperatur größer oder gleich der Grenz-Innentemperatur ist und dass die Temperaturen in den Körpern unterhalb der Phasenwechseltemperatur liegen, dann steuert sie einen Umluftbetriebsmodus durch Betätigen der Ventilationsvorrichtung und Beibehalten der Schließstellung der Schließvorrichtungen an, wobei ein Strömungsweg des Luftstroms durch den ersten Luftkanal führt, indem Luft aus dem Gebäude durch die Zuführungsvorrichtung von der Ventilationsvorrichtung angesaugt, durch das Latentwärmespeichermodul geleitet und durch die Abführungsvorrichtung in das Gebäude rückgeführt wird. Die Steuerungseinrichtung hält den Umluftbetriebsmodus solange aufrecht, bis die Innentemperatur kleiner ist als die Grenz-Innentemperatur oder bis die Temperatur in dem letzten Körper höher als die Phasenwechseltemperatur ist.

[0023] Tritt dieser Fall ein, wird durch die Steuerungseinrichtung in einem weiteren Schritt überprüft, ob die Umgebungstemperatur kleiner als die Phasenwechseltemperatur ist, und wenn dies der Fall ist, wird ein Außenluftbetriebsmodus durch Betätigen der Ventilationsvorrichtung und Anordnen der Schließvorrichtung der Zuführungsvorrichtung und der Schließvorrichtung zwischen der Zuführungsvorrichtung und dem Außenluftansaugturm in einer Offenstellung angesteuert, so dass der Luftstrom durch den ersten Luftkanal angesaugt wird, indem Luft aus der Umgebung über den Ansaugturm durch die Zuführungsvorrichtung von der Ventilationsvorrichtung angesaugt, durch das Latentwärmespeichermodul geleitet und durch die Abführungsvorrichtung in das Gebäude gelenkt wird, während die an dem Gebäude bereitgestellte Lüftungseinrichtung Innenraumluft aus dem Gebäude ansaugen kann.

[0024] Ist hingegen die Umgebungstemperatur höher als die Phasenwechseltemperatur, wird durch die Steuerungseinrichtung der Grundbetriebsmodus angesteuert.

[0025] Des Weiteren kann das erfindungsgemäße Steuerungsverfahren das Ansteuern des Außenluftbetriebsmodus, falls das Überprüfen der Umgebungstemperatur ergeben hat, dass diese kleiner als die Phasenwechseltemperatur ist, und andernfalls das Ansteuern des Grundbetriebsmodus umfassen, wenn entweder die Innentemperatur kleiner als die Grenz-Innentemperatur ist und die Temperaturen in den Körpern oberhalb der Phasenwechseltemperatur liegen oder die Innentemperatur größer oder gleich der Grenz-Innentemperatur ist und die Temperaturen in den Körpern oberhalb der Phasenwechseltemperatur liegen.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Steuerungsverfahrens liegt die Grenz-Innentemperatur bei 45°C und die Phasenwechseltemperatur beträgt 29°C.

[0027] Schließlich umfasst eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Steuerungsverfahrens das Ansteuern des Umkehrbetriebsmodus, wenn die Innentemperatur kleiner als die Grenz-Innentemperatur ist, die Temperaturen in den Körpern oberhalb der Phasenwechseltemperatur liegen und die Umgebungstemperatur kleiner als die Phasenwechseltemperatur ist. Dazu wird jede Schließvorrichtung durch die Steuerungseinrichtung

in der Offenstellung angeordnet, und die Ventilationsvorrichtung betätigt, so dass das Phasenwechselmaterial einen umgekehrten Phasenübergang vollziehen kann.

[0028] Weitere Ausführungsformen, sowie einige der Vorteile, die mit diesen und weiteren Ausführungsformen verbunden sind, werden durch die nachfolgende ausführliche Beschreibung deutlich und besser verständlich. Unterstützend hierbei ist auch der Bezug auf die Figuren in der Beschreibung. Gegenstände oder Teile derselben, die im Wesentlichen gleich oder sehr ähnlich sind, können mit denselben Bezugszeichen versehen sein.

[0029] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Draufsicht auf ein Latentwärmespeichermodul,

[0030] [Fig. 2](#) zeigt eine Querschnittseitenansicht eines Latentwärmespeichermoduls,

[0031] [Fig. 3](#) zeigt eine perspektivische Ansicht einer Klimatisierungseinrichtung von oben,

[0032] [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Draufsicht auf eine Klimatisierungseinrichtung,

[0033] [Fig. 5a](#), [Fig. 5b](#), [Fig. 5c](#) und [Fig. 5d](#) zeigen jeweils die Schließ- und Offenstellung der Schließvorrichtungen der Klimatisierungseinrichtung mit den Strömungswegen,

[0034] [Fig. 6a](#) zeigt schematisch das zu klimatisierende Gebäude mit Temperaturmessstellen,

[0035] [Fig. 6b](#) zeigt schematisch ein Latentwärmespeichermodul mit Temperaturmessstellen, und

[0036] [Fig. 7](#) zeigt einen Ablaufplan eines erfindungsgemäßen Steuerungsverfahrens.

[0037] Das erfindungsgemäße Latentwärmespeichermodul ist grundsätzlich geeignet, in eine Klimatisierungseinrichtung planmäßig oder auch nachträglich integriert zu werden, wobei das Phasenwechselmaterial abhängig von einer gewünschten Innenraumhöchsttemperatur gewählt werden kann. Ein solches Latentwärmespeichermodul kann einer bestehenden Klimatisierungseinrichtung vorgeschaltet werden, um beispielsweise heiße Außenluft vorzukühlen, bevor eine herkömmliche Klimaanlage eine stärkere Kühlung durchführt, für die dann weniger Energie aufgewendet werden muss. Als weiteres Beispiel kann die Integration eines Latentwärmespeichermoduls mit einem Erdwärmetauschersystem genannt werden, bei dem die im Erdreich gekühlte Luft durch das nachgeschaltete Latentwärmespeichermodul zur weiteren Abkühlung geführt werden kann.

[0038] Ein erfindungsgemäßes Latentwärmespeichermodul enthält als Latentwärmespeichermedium ein Phasenwechselmaterial, durch das die zeitliche Abhängigkeit eines Temperaturtagesgangs abgefangen werden kann. Bei einem Phasenwechselmaterial ist die latente Schmelzwärme, Lösungswärme oder Absorptionswärme wesentlich größer als die spezifische Wärmekapazität der gleichen Menge eines Stoffes ohne Phasenumwandlung. Bekannte Anwendungen betreffen die eines Wärme- oder Kühlkissens, bei denen meist ein hydratisiertes Salz, beispielsweise Natriumacetat-Trihydrat zum Einsatz kommt.

[0039] Die Verwendung eines Paraffins oder Paraffingemischs als Phasenwechselmaterial bietet den Vorteil, dass durch geeignete Auswahl der Paraffine die Phasenwechseltemperatur innerhalb bestimmter Grenzen bestimmt werden kann. Des Weiteren weisen Paraffine eine hohe spezifische Phasenwechselenergie auf, eine hohe Wärmeleitfähigkeit oberhalb der Phasenwechseltemperatur und eine niedrige Wärmeleitfähigkeit darunter.

[0040] So kann das Latentwärmespeichermodul die im Tagesgang unterschiedlichen Außentemperaturen abpuffern, indem tagsüber der heißen Außenluft Wärme durch das Schmelzen des Paraffins entzogen wird, und somit abgekühlte Luft zur Klimatisierung zur Verfügung steht, während nachts die im Latentwärmespeichermodul gespeicherte Wärme unter Erstarren des Paraffins an die kühle Nachtluft übertragen werden kann, und diese gegebenenfalls zur Erwärmung des Gebäudes verwendet werden kann, oder einfach auch nur in die Umgebung entlassen werden kann, so dass das Phasenwechselmaterial des Latentwärmespeichermoduls für den nächsten Tag wieder einsatzbereit ist. Zur Verbesserung der Wärmeübertragung zwischen Luft und Paraffin kann dieses von einem offenporigen Metallschaum umgeben sein.

[0041] [Fig. 1](#) zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Latentwärmespeichermodul (10), das ein Gehäuse 2 mit einem Lufteinlass 3 und einem Luftauslass 4 umfasst. In dem Gehäuse 2 sind vorliegend drei Reihen mit jeweils fünf Umströmungskörpern 1 angeordnet. Die Umströmungskörper 1 weisen einen kreisförmigen Querschnitt auf, und können, wie in der Seitenansicht in [Fig. 2](#) zu sehen, zylinderförmig sein. In [Fig. 1](#) ist

dargestellt, dass die Umströmungskörper **1** der drei Reihen zueinander versetzt angeordnet sind, wobei quasi eine „dichte Packung“ bereitgestellt wird, die Umströmungskörper **1** sich allerdings nicht berühren, sondern eine netzartige Struktur von Strömungswegen für den Luftstrom **L** zwischen dem Lufteinlass **3** und dem Luftauslass **4** bereitstellen. Der dicke Pfeil des Luftstroms **L** am Lufteinlass **3** symbolisiert die höhere Eingangstemperatur T_{ein} , im Gegensatz zu dem auf T_{aus} abgekühlten Luftstrom **L** am Luftauslass **4**, der durch den dünneren Pfeil symbolisiert ist.

[0042] Der Seitenansicht aus [Fig. 2](#) ist zu entnehmen, dass die Umströmungszylinder **1**, hier sind es sechs in einer Reihe, senkrecht in dem Gehäuse **2** angeordnet sind, das hier einen Deckel **2'** aufweist, so dass die Umströmungszylinder **1** beim Zusammenbau des Latentwärmespeichermoduls **10** einfach in das Gehäuse **2** gestellt und im Boden mit einem Befestigungsmittel, hier einem Stift **8** befestigt werden können. Daraufhin kann der Deckel **2'** aufgelegt werden und die Umströmungszylinder **1** dort ebenfalls mit einem Stift **8** befestigt werden. Dazu können die Umströmungszylinder **1**, die aus einem metallischen zylinderförmigen Behältnis **6** bestehen, der mit dem Phasenwechselmaterial **5**, beispielsweise einem Paraffin, gefüllt ist, in ihren Stirnflächen eine entsprechende Aufnahmevorrichtung wie beispielsweise ein Gewinde aufweisen, in die der Stift eingreifen kann. Zur thermischen Entkopplung der Umströmungszylinder **1** von dem Gehäuse **2** beziehungsweise von dem Deckel **2'** ist eine Isolationsschicht **7** vorgesehen, die hier in Form einer Gummischeibe vorliegt, deren Durchmesser dem Umströmungszylinder **1** entspricht und die einen Durchtritt für das Befestigungsmittel **8** aufweist. In dem zylinderförmigen Behältnis **6** kann auch eine offenporige Metallschaumstruktur eingefügt sein, deren Poren mit dem Phasenwechselmaterial **5** gefüllt sind. Ferner ist in [Fig. 2](#) ein Temperatursensor **23** dargestellt, dessen Fühler in einen in Strömungsrichtung der Luftströmung **L** ersten Umströmungszylinder **1** zur Erfassung der Temperatur des Phasenwechselmaterials **5** hineinragt. Dazu kann an der Stirnseite des Umströmungszylinders **1** ein Durchgangsloch, beispielsweise mit einem Innengewinde vorgesehen sein, um den Fühler einbringen und befestigen zu können. Entsprechend muss auch das Gehäuse **2** beziehungsweise der Deckel **2'** eine Bohrung aufweisen, um den Temperatursensor **23** einbringen zu können. Dieser und weitere Temperatursensoren können zur Steuerung einer Klimatisierungseinrichtung mit Latentwärmespeichermodul mit einer Steuerungseinrichtung gekoppelt sein, wie später anhand [Fig. 7](#) detailliert beschrieben wird.

[0043] Vorliegend sind die Umströmungskörper zylinderförmig ausgebildet, generell jedoch nicht auf diese Form beschränkt. Ein zylinderförmiges Rohr bietet einen guten Kompromiss zwischen der einfachen Herstellung, Handhabung und Montage und den um und zwischen den Umströmungskörpern gebildeten Strömungslinien. Andere Rohrquerschnitte zur Verwendung als Umströmungskörper sind jedoch auch denkbar, so können polygonale oder ovale, aber auch unsymmetrische Formen ähnlich einem Tropfen oder einer Tragflächenquerschnittsform gewählt werden, die in ihrer Anordnung im „Strömungskanal“ des Latentwärmespeichermoduls durch geeignete Stromlinienführung den Druckverlust noch verringern können. Allerdings ist die Herstellung eines Behältnisses mit einer derartigen Form mit erhöhtem Aufwand verbunden.

[0044] Auch soll die dargestellte Anordnung der Umströmungskörper in drei Reihen mit fünf oder sechs Umströmungskörpern nicht den Schutzzumfang beschränken, sondern lediglich beispielhaft eine Ausführungsform der Erfindung darstellen. Es kann je nach Form der Umströmungskörper eine andere Anzahl an Reihen sowie deren Anordnung zueinander sinnvoll sein. Um möglichst einen „Strömungskurzschluss“ zu vermeiden, kann eine versetzte Anordnung der Körper zweier benachbarter Reihen vorteilhaft sein, dabei können die Reihen senkrecht zur oder längs der Strömungsrichtung verlaufen. Die erforderliche Form und Anordnung der Umströmungskörper hängt somit einerseits von dem vorgegebenen Luftstrom, andererseits von der zu erreichenden Kühlleistung ab, wobei die Form und Anordnung der Umströmungskörper gleichzeitig mit einem möglichst geringen Druckverlust verbunden sein soll. Es liegt im Können eines Fachmanns, in Abhängigkeit eines vorgegebenen Luftstroms den Druckverlust für die Form und Anordnung der für den Wärmeaustausch zu umströmenden Körper zu ermitteln und gegebenenfalls durch Änderungen von Form und Anordnung der Umströmungskörper zu optimieren.

[0045] Zur einfachen Fertigung eines erfindungsgemäßen Latentwärmespeichermoduls **10** haben sich zylindrische Umströmungskörper **1**, die entsprechend einer in [Fig. 1](#) gezeigten Anordnung in ein Gehäuse **2** mit rechteckigem Querschnitt eingesetzt werden, als vorteilhaft erwiesen, da dadurch ein geringer Druckverlust bei guter Wärmeübertragung bereitgestellt werden kann.

[0046] Beispielhafte Abmessungen für ein erfindungsgemäßes Latentwärmespeichermodul **10**, entsprechend der Anordnung in [Fig. 1](#), das einen Luftstrom **L** von 2500 m³/h mit einem Gesamtdruckverlust von etwa 172 Pa (statischer Druckverlust ca. 176 Pa) um näherungsweise 4°C von 38°C auf 34°C abkühlen kann, wobei die Umströmungskörper **1** mit einem Paraffin mit einer Phasenwechseltemperatur von 29°C gefüllt sind, beziehen sich auf ein Gehäuse **2** mit den Innenmaßen Länge × Breite × Höhe = 1,37 m × 0,62 m × 0,7 m. Die Umströ-

mungszylinder **1** weisen einen Durchmesser von 0,2 m auf. Die Mittelachse zweier in einer Reihe benachbarter Umströmungszylinder **1** sind 0,22 m beabstandet, so dass ein engster Abstand zwischen zwei in einer Reihe benachbarten Umströmungszylindern **1** 0,02 m beträgt. Die Mittelachsen der Umströmungszylinder **1** der mittleren Reihe sind gegenüber den Mittelachsen der äußeren Reihen in Strömungsrichtung um 0,11 m versetzt, entsprechend einem halben Abstand zweier benachbarter Umströmungszylinder **1**. Der Versatz der Mittelachsen zweier benachbarter Reihen liegt bei etwa 0,19 m, während die Mittelachsen der äußeren Reihen von dem Gehäuse **2** 0,12 m beabstandet sind. Die Mittelachsen der ersten Zylinder **1** der äußeren Reihen befinden sich in einem Abstand von etwa 0,19 m zu dem Lufteinlass **3**. An den engsten Stellen zwischen den Umströmungszylindern **1** und der Gehäuseinnenwand herrscht dabei eine maximale Geschwindigkeit von ca. 17,85 m/s während die mittlere Geschwindigkeit am Luftein- bzw. -auslass bei 1,6 m/s liegt.

[0047] Um das erfindungsgemäße Latentwärmespeichermodul **10** in eine Klimatisierungseinrichtung integrieren zu können, kann das Gehäuse **2**, **2'** wie in [Fig. 2](#) zu sehen, an dem Lufteinlass **3** und dem Luftauslass **4** mit einem Flansch, beziehungsweise Falz ausgestattet sein, der auch umlaufend sein kann. Bohrungen zur Befestigung an Anschlussstücken der Klimatisierungseinrichtung müssen dabei nicht eingebracht sein, diese können vorteilhaft erst vor Ort den Gegenstücken entsprechend abgebohrt werden.

[0048] Eine solche erfindungsgemäße Klimatisierungseinrichtung **20** ist perspektivisch in [Fig. 3](#) und in einer schematischen Draufsicht in [Fig. 4](#) dargestellt. Die dargestellte Klimatisierungseinrichtung **20** kann zur Klimatisierung eines Wechselrichtergebäudes verwendet werden, wobei die Einrichtung **20** bis auf die Türme **18**, **19** zum Ansaugen von Außenluft aus der Umgebung bzw. zur Abführung von Abluft im Keller dieses Wechselrichtergebäudes untergebracht sein kann. Dabei durchdringen Anschlussstücke zu den Türmen **18**, **19** eine Kellerwand **26**, die in [Fig. 3](#) angedeutet ist. Die Türme **18**, **19** können direkt zu dem Gebäude benachbart sein, beziehungsweise daran anschließen, oder auch beabstandet davon aus dem Boden ragen. Vorliegend ist die Klimatisierungseinrichtung **20** als ein hufeisenförmiger Luftkanal mit rechteckigem Querschnitt angeordnet, so dass der Ansaug- und Ablufturm **18**, **19** benachbart zueinander angeordnet sind. Diese Form der Klimatisierungseinrichtung **20** ist jedoch nicht zwingend, je nach baulichen Gegebenheiten des zu klimatisierenden Gebäudes kann die Klimatisierungseinrichtung beispielsweise auch als ein linearer oder als ein um einen bestimmten Winkel gebogener Luftkanal gestaltet sein, so dass die Türme für Ansaugluft und Abluft an verschiedenen Seiten des Gebäudes voneinander beabstandet angeordnet sein können.

[0049] Zur Verbindung der Bauteile der Klimatisierungseinrichtung **20** wie dem Ansaugturm **18** und der Zuführungsvorrichtung **21** sind, wie aus den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) entnommen werden kann, verschiedene Kanalelemente vorgesehen. So schließt sich an den Ansaugturm **18** ein Eckstück und ein Rechteckkanalstück an. Da der Durchtritt durch die Kellerwand **26** kreisförmig gestaltet ist, befindet sich dort ein runder Rohrabchnitt, der mittels zweier Abschnitte, die einen Übergang von rund auf rechteckig bzw. quadratisch bereitstellen, sowohl mit dem Rechteckkanalstück zu dem Ansaugturm **18** hin als auch mit einem Rechteckkanalstück innerhalb der Kellermauer **26** verbunden ist. Bei diesen Rechteckkanalstücken kann es sich auch um Kanalstücke mit quadratischem Querschnitt handeln. In diesem ersten Rechteckkanalstück innerhalb der Kellermauer **26** befindet sich eine Schließvorrichtung **14**, mit der eine Bypassöffnung (vgl. Blockpfeil B, [Fig. 3](#)) zu dem Gebäude geöffnet bzw. geschlossen werden kann. An das erste Rechteckkanalstück schließt sich die Zuführungsvorrichtung **21** über ein trapezförmiges Anschlussstück an, wobei der Querschnitt des Luftkanals gleich bleibt, während durch das trapezförmige Anschlussstück die Richtung des Luftkanals nach außen zur Bildung des „Hufeisens“ abgelenkt wird.

[0050] Die Zuführungsvorrichtung **21** ist über ein weiteres Anschlussstück mit dem Diffusor **12** verbunden, an den sich das Latentwärmespeichermodul **10** anschließt, wobei der Diffusor **12** die Querschnittsänderung von Zuführungsvorrichtung **21** zu dem Latentwärmespeichermodul **10** überbrückt. Direkt an das Latentwärmespeichermodul **10** schließt sich ein Kanalelement, das die Ventilationsvorrichtung **11** umfasst, an, welches dann über ein Krümmerelement mit der Abführungsvorrichtung **22** verbunden ist. Entsprechende Kanalelemente und Anschlussstücke sind im zweiten Ast der Klimatisierungseinrichtung **20** symmetrisch angeordnet, wie aus [Fig. 3](#) und insbesondere aus [Fig. 4](#) erkennbar ist, in der die Symmetrieachse der Klimatisierungseinrichtung **20** dargestellt ist.

[0051] Der erste Luftkanal der Klimatisierungseinrichtung **20** ist zwischen der Zuführungsvorrichtung **21** und der Abführungsvorrichtung **22** angelegt, zwischen denen das Latentwärmespeichermodul **10** angeordnet ist. Ein Axial-Lüfter **11** sorgt als Ventilationsvorrichtung für den Luftstrom L durch das Latentwärmespeichermodul **10**. Zwischen der Zuführungsvorrichtung **21** und dem Latentwärmespeichermodul **10** ist der Diffusor **12** zur Verlangsamung der Luftströmung und Erhöhung des Drucks angeordnet, der eine kontinuierliche Querschnittsänderung zwischen der Zuführungsvorrichtung **21**, die eine kleinere Querschnittsfläche aufweist, und

dem Latentwärmespeichermodul **10** mit der größeren Querschnittsfläche bereitstellt. Sowohl die Zuführungsvorrichtung **21** als auch die Abführungsvorrichtung **22** sind mit einer Klappe **15**, **16** (gepunktet dargestellt) als Schließvorrichtung ausgestattet. Die Klappe **15** der Zuführungsvorrichtung **21** ist um eine horizontale Achse K1 klappbar, siehe auch [Fig. 4](#), und kann dadurch zwischen einer ersten Stellung S1 (vgl. [Fig. 5a](#)), nachfolgend Offenstellung S1 genannt, und einer zweiten Stellung S2, nachfolgend Schließstellung S2 genannt, bewegt werden, was in [Fig. 3](#) durch den gebogenen Pfeil angedeutet ist.

[0052] Die in [Fig. 3](#) dargestellte Schließstellung S2 der Klappe **15** ermöglicht einen Umluftbetriebsmodus, indem ein Verbindungsstück (nicht dargestellt) zu dem Gebäude geöffnet wird, angedeutet durch den Blockpfeil für den Luftstrom L_{Tein} , und Innenraumluft aus dem Gebäude in die Klimatisierungseinrichtung **20** durch den Axial-Lüfter **11** angesaugt wird. Die Klappe **15** verschließt dabei den Luftkanal zu dem Ansaugturm **18** hin. Umgekehrt wird die Klappe **15** in der (nicht dargestellten) Offenstellung S1 die Kopplung der Zuführungsvorrichtung **21** mit dem Gebäude verschließen und den Luftkanal zu dem Ansaugturm **18** hin öffnen.

[0053] Zur Klimatisierung des Gebäudes befindet sich in dem Umluftbetriebsmodus auch die Klappe **16** der Abführungsvorrichtung **22** in der Schließstellung S2 (vgl. [Fig. 5b](#)), in der sie den durch die Passage des Latentwärmespeichermoduls **10** gekühlten Luftstrom L_{Taus} über eine fluidische Verbindung, beispielsweise weitere Rohrelemente (nicht dargestellt) in das Gebäude zurückführt. Die Klappe **16** verschließt dabei einen zweiten Ast, respektive Luftkanal der Klimatisierungseinrichtung **20**, der für einen Umkehrbetriebsmodus, wenn das Phasenwechselmaterial des Latentwärmespeichermoduls verflüssigt vorliegt, vorgesehen ist, und der später detailliert erklärt wird.

[0054] Der Umluftbetriebsmodus stellte einen Klimatisierungsbetriebsmodus dar, in dem der Luftstrom L von der Zuführungsvorrichtung **21** durch das Latentwärmespeichermodul **10** zu der Abführungsvorrichtung **22**, und von dort in das Gebäude geführt wird. Ein anderer Klimatisierungsbetriebsmodus wird durch den (nicht dargestellten) Außenluftbetriebsmodus bereitgestellt, wobei hier die Zuführungsvorrichtung **21** mit der Umgebung gekoppelt wird, d. h. die Klappe **15** der Zuführungsvorrichtung **21** wird in der Offenstellung S1 angeordnet, so dass die Zufuhr aus dem Gebäude unterbrochen wird und der Luftkanal zu dem Ansaugturm **18** hin geöffnet wird. Dazu wird noch die dritte Schließvorrichtung, Klappe **14**, die sich zwischen der Zuführungsvorrichtung **21** und dem Ansaugturm **18** befindet, in die Offenstellung S1 verschwenkt.

[0055] In [Fig. 3](#) ist die dritte Klappe **14**, die um eine vertikal angeordnete Achse K3 (vgl. [Fig. 4](#) und [Fig. 5c](#)) schwenkbar ist, gepunktet in ihrer Schließstellung S2 dargestellt, in der sie den Luftkanal verschließt und eine seitliche Öffnung freigibt, die eine direkte Verbindung zwischen dem Ansaugturm **18** und dem Gebäude bereitstellt. Hier kann ein Luftstrom L_B in einem Grundbetriebs- oder auch Bypassmodus aus der Umgebung im Bypass zu dem Latentwärmespeichermodul **10** direkt in das Gebäude geführt werden, falls beispielsweise das Phasenwechselmaterial des Latentwärmespeichermoduls **10** vollständig verflüssigt ist, oder auch die Außentemperatur ausreichend niedrig ist.

[0056] Der zweite Ast beziehungsweise Luftkanal der Klimatisierungseinrichtung **20**, der für den Umkehrbetriebsmodus vorgesehen ist, stellt eine Verbindung der Abführungsvorrichtung **22** mit dem Abluftturm **19** her. Der zweite Ast ist, wie in [Fig. 4](#) zu erkennen ist und oben beschrieben wurde, symmetrisch zu dem ersten Ast, der das Latentwärmespeichermodul **10** umfasst, ausgeführt, so dass der zweite Luftkanal in Äquivalenz zu dem Diffusor **12** des ersten Asts eine Düse **13** und anstelle des Latentwärmespeichermoduls **10** ein Rechteckkanalelement aufweist.

[0057] Wurde im Verlauf eines Tages das Phasenwechselmaterial in den Umströmungskörpern **1** des Latentwärmespeichermoduls **10** vollständig verflüssigt, so kann der umgekehrte Phasenübergang, das Erstarren des Phasenwechselmaterials, bei den kühleren Nachttemperaturen vollzogen werden, indem die Klimatisierungseinrichtung **20** in den Umkehrbetrieb geschaltet wird. Dazu gehen alle Klappen **14**, **15**, **16**, **17** in die Offenstellung S1, so dass sich der Luftkanal zwischen beiden Türmen **18**, **19** erstreckt. Die Klappen **14**, **15**, **16** verschließen die Verbindungen zum Gebäude und die vierte Klappe **17** öffnet den zweiten Luftkanal. Der Axial-Lüfter **11** saugt die kühle Außenluft über einen der beiden Türme **18**, **19** an, so dass die kühle Luft bei der Passage des Latentwärmespeichermoduls **10** Erstarrungswärme des Phasenwechselmaterials aufnehmen kann, die dann über den anderen der beiden Türme **18**, **19** an die Umgebung abgegeben werden kann. Falls es wünschenswert oder erforderlich ist, das Gebäude nachts mit erwärmter Luft zu klimatisieren, beispielsweise in Gegenden mit extremen Temperaturschwüngen, so kann die erwärmte Nachtluft durch Anordnen der Klappe **16** der Abführungsvorrichtung **22** in der Schließstellung S2 nicht an die Umgebung abgeführt werden, sondern in das Gebäude geleitet werden. Die Klimatisierungseinrichtung **20** wird dabei in dem Außenluftbetriebsmodus betrieben.

[0058] Grundsätzlich kann auch denkbar sein, dass die Ventilationsvorrichtung **11** so gestaltet ist, dass sie eine Strömungsrichtung des Luftstroms auch umkehren kann, so dass der Abluftturm **19** des zweiten Asts als Außenluftansaugturm fungieren kann, wenn die Klappen **16** und **17** in der Offenstellung S1 angeordnet sind, und der nach Durchströmen des Latentwärmespeichermoduls **10** durch Aufnahme der Latentwärme erwärmte Luftstrom entweder über die Zuführungsvorrichtung **21** in das Gebäude strömen kann, wenn die Klappe **15** in der Schließstellung S2 ist, oder, wenn die Klappen **14** und **15** in der Offenstellung S1 sind, über den Ansaugturm **18**, der nun als Abluftturm dient, abgegeben werden.

[0059] Ferner ist vorgesehen, dass die Klimatisierungseinrichtung **20** eine Steuerungs- oder auch Regelungseinrichtung umfasst, die die Stellungen S1, S2 der Klappen **14**, **15**, **16**, **17**, die in **Fig. 5a** bis **Fig. 5d** dargestellt sind, temperaturabhängig steuert. **Fig. 5a** stellt in einer Seitenansicht die Klappe **15** der Zuführungsvorrichtung **21** dar, die um die in die Darstellungsebene hineinragende Klappachse K1 zwischen der den Luftkanal verschließenden Stellung S2, in der der Luftstrom L_U im Umluftbetrieb aus dem Gebäude angesaugt wird, und der Offenstellung S1 für den Außenluftbetriebsmodus mit dem durch einen gestrichelten Pfeil symbolisierten Außenluftstrom L_A umschaltbar ist. **Fig. 5b** zeigt analog zu **Fig. 5a** die Klappe **16** der Abführungsvorrichtung **22**, die ebenfalls um eine in die Darstellungsebene hineinragende Klappachse K2 zwischen der den (zweiten) Luftkanal verschließenden Stellung S2, in der der Luftstrom L im Klimatisierungsbetrieb, sei es Umluft- oder Außenluftbetrieb, in das Gebäude abgeführt wird, und der Offenstellung S1 für den Umkehrbetriebsmodus mit dem durch einen gestrichelten Pfeil symbolisierten Umkehrbetriebsluftstrom L' umschaltbar ist. In **Fig. 5c** ist die Klappe **14** in einer Draufsicht zu sehen, die sich zwischen dem Ansaugturm **18** und der Zuführungsvorrichtung befindet. Die Klappe **14** ist um die in die Darstellungsebene hineinragende Klappachse K3 zwischen der den Luftkanal verschließenden Stellung S2, in der ein Bypass-Luftstrom L_B direkt ins Gebäude geführt werden kann, und der Offenstellung S1 für den Außenluftbetriebsmodus mit dem durch einen gestrichelten Pfeil symbolisierten Außenluftstrom L_A umschaltbar. Der Ansicht aus **Fig. 5c** entsprechend ist in **Fig. 5d** die Klappe **17** in dem zweiten Luftkanal dargestellt, die aus der den Luftkanal verschließenden Stellung S2 für den Umkehrbetrieb in die Offenstellung S1 geschwenkt werden kann, so dass der Umkehrbetriebsluftstrom L' über den Abluftturm **19** an die Umgebung abgeführt werden kann.

[0060] **Fig. 6a** und **Fig. 6b** verdeutlichen die Anordnung der Temperatursensoren, die zur Steuerung der Klimatisierungseinrichtung mit einer entsprechenden Steuerungseinrichtung gekoppelt sind. In **Fig. 6a** ist das zu klimatisierende Gebäude **25** symbolisiert dargestellt, dessen Innentemperatur T_{innen} mittels eines der Temperatursensoren erfasst wird. Die Umgebungstemperatur $T_{\text{außen}}$ wird durch einen weiteren Temperatursensor erfasst. Auch ist in **Fig. 6a** eine an dem Gebäude **25** bereitgestellte Lüftungseinrichtung **24** dargestellt, mittels derer direkt Außenluft angesaugt werden kann, und zwar insbesondere über den Ansaugturm **18**, wenn die dritte Klappe **14** in der Schließstellung S2 vorliegt und damit die Bypassverbindung B (vgl. **Fig. 3** oder **Fig. 5c**) öffnet. Alternativ kann die Lüftungseinrichtung **24** so betrieben werden, dass sie Innenraumluft aus dem Gebäude **25** ansaugt und in die Umgebung abführt.

[0061] Da es sich bei dem zu klimatisierenden Gebäude wie vorliegend um ein Wechselrichtergebäude handeln kann, ist die Anordnung einer Filtereinrichtung bei Außenluftzufuhr sinnvoll, um die klimatisierte Luft im wesentlichen staub- und schmutzfrei bereitzustellen. Eine solche Filtereinrichtung kann vorteilhaft in einer Außenluftansaugvorrichtung, beispielsweise dem Außenluftansaugturm angeordnet werden, wo er bei Bedarf auch leicht zugänglich und austauschbar ist.

[0062] In **Fig. 6b** ist das Latentwärmespeichermodul **10** mit den dort angeordneten Temperatursensoren skizziert. Ein Temperatursensor **23** ist zur Erfassung der Temperatur T_{LWS1} des Phasenwechselmaterials in einem bezüglich der Strömungsrichtung des Luftstroms L ersten Körper **1** angeordnet, ein weiterer Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur T_{LWS2} befindet sich in einem der letzten Körper **1** in Bezug auf die Strömungsrichtung. Ferner können auch weitere Temperatursensoren vorgesehen sein, so kann ein Temperatursensor die Temperatur T_{ein} am Lufteinlass **3** und ein Temperatursensor die Temperatur T_{aus} am Luftauslass **4** erfassen.

[0063] Die so erfassten Temperaturen, die Innentemperatur T_{innen} , die Umgebungstemperatur $T_{\text{außen}}$ und die Temperaturen des Phasenwechselmaterials an einem ersten und letzten Körper T_{LWS1} und T_{LWS2} , dienen nun als Steuersignale, mittels denen die Steuerungseinrichtung die Klimatisierungseinrichtung **20** über die Klappen **14**, **15**, **16**, **17** sowie den Axial-Lüfter **11** steuert.

[0064] In **Fig. 7** ist ein Ablaufplan des dazu benötigten Steuerungsverfahrens dargestellt. Ein erster, nicht dargestellter Schritt A des Verfahrens bezieht sich auf das Erfassen der genannten Temperaturen. Wenn die Innenraumtemperatur T_{innen} des Gebäudes unter einer Grenz-Innentemperatur von beispielsweise 45°C liegt, und das Phasenwechselmaterial, das vorliegend ein Paraffin bzw. Paraffingemisch ist, erstarrt vorliegt, d. h.

die Temperaturen in dem ersten und letzten Körper T_{LWS1} und T_{LWS2} unterhalb der Phasenwechseltemperatur liegen, die hier beispielsweise 29°C beträgt, so steuert die Steuerungseinrichtung in dem Verfahrensschritt B einen Grundbetriebsmodus an, in dem die Ventilationsvorrichtung **11** ausgeschaltet ist und sämtliche Klappen **14**, **15**, **16**, **17** in der Schließstellung S2 angeordnet sind. Wie oben ausgeführt, wird durch die Schließstellung S2 der dritten Klappe **14** zwischen dem Ansaugturm **18** und der Zuführungsvorrichtung **21** die Bypassöffnung zu dem Gebäude freigegeben, so dass der Gebäudelüfter **24** direkt Außenluft durch den Ansaugturm **18**, in dem die Außenluft eine Filtereinrichtung passiert, ansaugt, und damit auch einem Bypassbetriebsmodus entspricht, da die Außenluft im Bypass zu dem Latentwärmespeichermodul **10** der Klimatisierungseinrichtung **20** geführt wird.

[0065] Der nachfolgende Abfragezyklus der mittels der Temperatursensoren erfassten Temperaturen kann durch die Steuerungseinrichtung in einem vorgegebenen Zeitintervall, beispielsweise in einem einminütigen Zyklus durchgeführt werden. Ausgehend von dem Grundbetriebsmodus werden nun regelmäßig die Innenraumtemperatur T_{innen} und Paraffintemperaturen T_{LWS1} und T_{LWS2} im ersten und letzten Körper **1** abgefragt und mit der Grenz-Innentemperatur T_{Gr} und Phasenwechseltemperatur des Paraffins T_{PC} verglichen, was Schritt C des Verfahrens entspricht.

[0066] Ist nun die Innenraumtemperatur T_{innen} größer oder gleich der Grenz-Innentemperatur T_{Gr} von 45°C und sind die Paraffintemperaturen T_{LWS1} und T_{LWS2} kleiner als die Phasenwechseltemperatur T_{PC} , d. h. das Paraffin liegt vollständig erstarrt vor, so kann ein Kühlbetrieb der Klimatisierungseinrichtung **20** angesteuert werden. Dazu schaltet die Steuerungseinrichtung zunächst in Schritt D) auf den Umluftbetriebsmodus um, wobei sämtliche Klappen **14**, **15**, **16**, **17** in der Schließstellung S2 bleiben, jedoch der Axial-Lüfter **11** betätigt wird und für den Luftstrom L aus dem Gebäude über die Zuführungsvorrichtung **21** durch das Latentwärmespeichermodul **10** über die Abführungsvorrichtung **22** zurück in das Gebäude sorgt. Dabei beginnt das Aufschmelzen des Paraffins, da die Temperatur T_{innen} der zugeführten Innenraumluft höher als die Phasenwechseltemperatur T_{PC} ist. Die Temperatur des Phasenwechselmaterials bleibt beim Aufschmelzen solange konstant auf der Phasenwechseltemperatur T_{PC} , bis das gesamte Material verflüssigt ist. Die für den Schmelzvorgang benötigte Wärme wird der Luft entzogen und kühlt die Luft entsprechend ab.

[0067] Dieser Umluftbetriebsmodus wird solange aufrecht erhalten, bis entweder die Innenraumtemperatur T_{innen} unter die Grenz-Innentemperatur T_{Gr} von 45°C abgesenkt ist oder bis die Paraffintemperatur im letzten Körper über die Phasenwechseltemperatur T_{PC} beispielsweise größer oder gleich 30°C wird. Letzteres bedeutet, dass das Paraffin vollständig verflüssigt vorliegt, und damit eine weitere Wärmezufuhr nicht sinnvoll ist, da in diesem Fall nur noch der kapazitive Effekt durch weiteren Anstieg der Paraffintemperatur genutzt würde, dabei jedoch nachteilig zum Erstarren mehr Wärme entzogen werden müsste.

[0068] Fällt also die Innenraumtemperatur T_{innen} unter die Grenz-Innentemperatur T_{Gr} oder übersteigt die Paraffintemperatur im letzten Körper die Phasenwechseltemperatur T_{PC} , so wird von der Steuerungseinrichtung zusätzlich in Schritt E) die Außentemperatur $T_{\text{au\ss en}}$ abgefragt. Liegt die Außentemperatur $T_{\text{au\ss en}}$ unter der Phasenwechseltemperatur von hier 29°C , schaltet die Steuerungseinrichtung die Klimatisierungseinrichtung **20** auf den Außenluftbetriebsmodus um, liegt jedoch die Außentemperatur $T_{\text{au\ss en}}$ über der Phasenwechseltemperatur von 29°C , so ist kein Erstarren des Phasenwechselmaterials möglich und die Steuerungseinrichtung schaltet die Klimatisierungseinrichtung **20** auf den Grundbetriebs- bzw. Bypassmodus um.

[0069] Der Außenluftbetriebsmodus kann auch dann durch die Steuerungseinrichtung angesteuert werden, wenn die Innenraumtemperatur T_{innen} kleiner als die Grenz-Innentemperatur T_{Gr} und die Paraffintemperaturen T_{LWS1} und T_{LWS2} größer als die Phasenwechseltemperatur T_{PC} sind, d. h. über 30°C liegen. Hier ist kein Kühlbetrieb des Gebäudes erforderlich, wobei der Kühlbetrieb aufgrund des vollständig verflüssigten Paraffins auch nicht möglich wäre. Auch in diesem Fall überprüft die Steuerungseinrichtung entsprechend Schritt E) ob die Außentemperatur $T_{\text{au\ss en}}$ größer bzw. gleich oder kleiner als die Phasenwechseltemperatur von 29°C ist; so wird der Außenluftbetriebsmodus nur dann geschaltet, wenn die Außentemperatur $T_{\text{au\ss en}}$ unter der Phasenwechseltemperatur von 29°C liegt, andernfalls schaltet die Steuerungseinrichtung die Klimatisierungseinrichtung in den Grundbetriebsmodus.

[0070] Entsprechend wird der Außenluftbetriebsmodus nach Abfrage der Außentemperatur $T_{\text{au\ss en}}$ entsprechend Schritt E) auch dann von der Steuerungseinrichtung angesteuert, wenn die Innenraumtemperatur T_{innen} größer oder gleich der Grenz-Innentemperatur T_{Gr} ist und die Paraffintemperaturen T_{LWS1} und T_{LWS2} oberhalb der Phasenwechseltemperatur T_{PC} liegen.

[0071] Im Außenluftbetriebsmodus sorgt die Ventilationsvorrichtung **11** für den Luftstrom, der durch Anordnen der ersten Klappe **15** in der Zuführungsvorrichtung **21**, der dritten Klappe **14** zwischen der Zuführungsvorrichtung **21** und dem Ansaugturm **18** in der Offenstellung S1 aus der Umgebung in die Klimatisierungseinrichtung **20** gesaugt wird, und durch die Anordnung der zweiten Klappe **16** der Abführungsvorrichtung **22** in der Schließstellung S2 in das Gebäude abgeführt wird. Zugleich kann der Gebäudelüfter **24** Innenraumluft ansaugen, und gegebenenfalls an die Umgebung abführen.

[0072] Die aufgeführten Verfahrensschritte sind in erster Linie für den Tagesbetrieb vorgesehen, bei dem erhöhte Außentemperaturen und Sonneneinstrahlung für einen übermäßigen Anstieg der Innenraumtemperaturen sorgen können. Bei Nacht herrschen generell moderate wenn nicht kühle Temperaturen, so dass hier ein zusätzlicher Kühlbetrieb des Gebäudes meist nicht erforderlich ist. So kann die Steuerungseinrichtung nachts einen Umkehrbetriebsmodus ansteuern, der eine Funktionsumkehr des Phasenübergangs gestattet, so dass das verflüssigte Phasenwechselmaterial in einem Verfahrensschritt F erstarren gelassen werden kann, wenn die Innenraumtemperatur T_{innen} unter der Grenz-Innentemperatur T_{Gr} liegt, die Paraffintemperaturen T_{LWS1} und T_{LWS2} oberhalb und die Außentemperatur $T_{\text{außen}}$ unterhalb der Phasenwechseltemperatur T_{PC} liegen. Dabei wird die Ventilationsvorrichtung **11** in Betrieb genommen, und sämtliche Klappen **14**, **15**, **16**, **17** zwischen den beiden Türmen **18**, **19** in die Offenstellung S1 überführt, so dass der Luftkanal zwischen den Türmen durch das Latentwärmespeichermodul **10** verläuft, und die kühle Nachtluft dort für das Erstarren des Phasenwechselmaterials sorgt.

[0073] Ein Funktionsfehler E oder auch ein Stromausfall führen immer zurück in den Grundbetriebs-, bzw. Bypassmodus. Solange bei einer zyklusgemäßen Abfrage der Temperaturen keine der Kriterien erfüllt sind, bleibt der aktuelle Betriebsmodus erhalten.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Umströmungskörper
2, 2'	Gehäuse, Gehäusedeckel
3, 4	Lufteinlass, Luftauslass
5	Phasenwechselmaterial
6	Behältnis
7	Wärme isolierende Schicht
8	Befestigungsstift
10	Latentwärmespeichermodul
11	Axial-Lüfter, Ventilationsvorrichtung
12, 13	Diffusor, Düse
14	dritte Schließvorrichtung, Klappe
15	erste Schließvorrichtung, Klappe
16	zweite Schließvorrichtung, Klappe
17	vierte Schließvorrichtung, Klappe
18, 19	Ansaug-, Ablufttürme
20	Klimatisierungseinrichtung
21	Zuführungsvorrichtung
22	Abführungsvorrichtung
23	Temperatursensor
24	Gebäudelüfter
25	Gebäude
26	Kellerwand
S1, S2	Offenstellung, Schließstellung der Kanäle

K1, K2, K3, K4	Klappachsen der Schließvorrichtungen
L	Luftströmung
T_{ein} , T_{aus} , $T_{\text{L-}}$ $WS1$, T_{LWS2} , T_{innen} , $T_{\text{außen}}$	Temperaturen an Lufteinlass, Luftauslass, im ersten und letzten Umströmungskörper, im Gebäude und in der Umgebung
E	Fehlfunktion

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 102005051570 A1 [\[0004\]](#)

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- www.m-pore.de [\[0005\]](#)

Patentansprüche

1. Latentwärmespeichermodul (10) zum Wärmeaustausch mit einem Luftstrom (L), der das Latentwärmespeichermodul (10) durchströmt, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - das Latentwärmespeichermodul (10) eine Mehrzahl von in einem Gehäuse (2) angeordneten umströmbaren Körpern (1) umfasst, wobei das Gehäuse (2) einen Lufteinlass (3) und einen Luftauslass (4) für den Luftstrom (L) aufweist,
 - die Körper (1) mit einem Phasenwechselmaterial (5) gefüllte Behältnisse (6) sind, wobei das Phasenwechselmaterial (5) temperaturabhängig einen Phasenwechsel ausführt.
2. Latentwärmespeichermodul (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Strömungsrichtung des Luftstroms (L) durch das Latentwärmespeichermodul (10) zwischen dem Lufteinlass (3) und dem Luftauslass (4) bereitgestellt wird, die an voneinander abgewandten Enden des Gehäuses (2) angeordnet sind, wobei durch eine Anordnung und eine Form der Körper (1) eine Mehrzahl von Strömungspfaden für den Luftstrom (L) bereitgestellt wird, die einen in Bezug auf den Wärmeaustausch optimierten Druckverlust des Luftstroms (L) bereitstellen.
3. Latentwärmespeichermodul (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Körper (1) ein offenporiges Metallschaummaterial umfassen, dessen Poren mit dem Phasenwechselmaterial (5) gefüllt sind, und/oder das Phasenwechselmaterial (5) ein Paraffin oder ein Paraffingemisch ist.
4. Latentwärmespeichermodul (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Körper (1)
 - längliche Körper (1) mit einem kreisförmigen, polygonalen, abgerundeten, runden, ovalen, tropfenförmigen, lamellenartigen oder tragflächenähnlichen Querschnitt sind, wobei die Körperlängsachsen senkrecht zu der Strömungsrichtung angeordnet sind, und
 - in Reihen angeordnet sind, insbesondere in gleichmäßig voneinander beabstandeten Reihen,
 - zweier benachbarter Reihen parallel oder zueinander versetzt angeordnet sind.
5. Klimatisierungseinrichtung (20) für ein Gebäude (25), dadurch gekennzeichnet, dass die Klimatisierungseinrichtung (20) zumindest
 - ein Latentwärmespeichermodul (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4,
 - eine Zuführungsvorrichtung (21) für den Luftstrom (L), und
 - eine Abführungsvorrichtung (22) für den Luftstrom (L) umfasst,
 wobei ein erster Luftkanal durch eine Kopplung des Latentwärmespeichermoduls (10) über den Lufteinlass (3) mit der Zuführungsvorrichtung (21) und über den Luftauslass (4) mit der Abführungsvorrichtung (22) bereitgestellt wird,

wobei die Abführungsvorrichtung (22) fluidisch mit dem Gebäude (25) verbunden ist, und dass die Klimatisierungseinrichtung (20) eine innerhalb des ersten Luftkanals angeordnete Ventilationsvorrichtung (11) umfasst.
6. Klimatisierungseinrichtung (20) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführungsvorrichtung (21) durch eine erste Schließvorrichtung (15) zwischen einem Umluftbetriebsmodus und einem Außenluftbetriebsmodus umschaltbar ist, wobei die Zuführungsvorrichtung (21) in dem Umluftbetriebsmodus mit dem Gebäude (25) und in dem Außenluftbetriebsmodus mit der Umgebung verbunden ist.
7. Klimatisierungseinrichtung (20) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Klimatisierungseinrichtung (20) einen zweiten Luftkanal umfasst, der die Abführungsvorrichtung (22) mit der Umgebung verbindet, und die Abführungsvorrichtung (22) eine zweite Schließvorrichtung (16) aufweist, die zwischen einem Klimatisierungsbetriebsmodus, der den Umluftbetriebs- und den Außenluftbetriebsmodus umfasst, und einem Umkehrbetriebsmodus umschaltbar ist,

wobei die zweite Schließvorrichtung (16)
 - in dem Klimatisierungsbetriebsmodus den zweiten Luftkanal verschließt,
 - in dem Umkehrbetriebsmodus die Verbindung der Abführungsvorrichtung (22) zu dem Gebäude (25) verschließt.
8. Klimatisierungseinrichtung (20) nach zumindest einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Klimatisierungseinrichtung (20) eine Steuerungseinrichtung umfasst, die zumindest mit der ersten und der zweiten Schließvorrichtung (15, 16), der Ventilationsvorrichtung (11) und einer Mehrzahl von Temperatursensoren gekoppelt ist, wobei jeweils zumindest ein Temperatursensor in einem bezüglich der Strömungsrichtung

tung im Klimatisierungsbetrieb ersten und einem letzten Körper (1), in dem Gebäude (25) und in der Umgebung des Gebäudes (25) angeordnet ist, wobei zumindest die durch die Temperatursensoren ermittelten Temperaturen (T_{LWS1} , T_{LWS2} , T_{innen} , $T_{außen}$) Steuersignale für die Steuerungseinrichtung zur Steuerung von zumindest der ersten und der zweiten Schließvorrichtung (15, 16) und der Ventilationsvorrichtung (11) sind.

9. Klimatisierungseinrichtung (20) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Zuführungsvorrichtung (21) einen Außenluftansaugturm (18) und eine zwischen dem Außenluftansaugturm (18) und der ersten Schließvorrichtung (15) angeordnete dritte Schließvorrichtung (14) umfasst und
- der zweiten Luftkanal einen Abluftturm (19) mit einer vierten Schließvorrichtung (17) umfasst, wobei die dritte und die vierte Schließvorrichtung (14, 17) mit der Steuerungs- und Regelungseinrichtung gekoppelt und durch sie steuerbar sind.

10. Steuerungsverfahren zur Klimatisierung eines Gebäudes (25) unter Verwendung einer gesteuerten Klimatisierungseinrichtung (20) nach Anspruch 8 oder 9, die ein Latentwärmespeichermodule (10) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4 umfasst, umfassend die Schritte:

A) Erfassen zumindest der Temperaturen (T_{LWS1} , T_{LWS2} , T_{innen} , $T_{außen}$) und Übermitteln an die Steuerungseinrichtung,

B) Ansteuern eines Grundbetriebsmodus, wenn die Innentemperatur (T_{innen}) kleiner als eine vorbestimmte Grenz-Innentemperatur (T_{Gr}) ist und die Temperaturen (T_{LWS1} , T_{LWS2}) in den Körpern (1) unterhalb einer Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) des Phasenwechselmaterials (5) liegen, wobei im Grundbetriebsmodus die Ventilationsvorrichtung (11) ausgeschaltet ist und die erste, die zweite, die dritte und die vierte Schließvorrichtung (15, 16, 14, 17) jeweils in einer Schließstellung (S2) angeordnet sind,

C) Überprüfen durch die Steuerungseinrichtung, ob die Innentemperatur (T_{innen}) größer/gleich oder kleiner als die Grenz-Innentemperatur (T_{Gr}) ist und ob die Temperaturen (T_{LWS1} , T_{LWS2}) in den Körpern (1) oberhalb oder unterhalb der Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) liegen,

D) Ansteuern eines Umluftbetriebsmodus durch Betätigen der Ventilationsvorrichtung (11) und Beibehalten der Schließstellung (S2) der Schließvorrichtungen (15, 16, 14, 17), wenn die Innentemperatur (T_{innen}) größer oder gleich der Grenz-Innentemperatur (T_{Gr}) ist und die Temperaturen (T_{LWS1} , T_{LWS2}) in den Körpern (1) unterhalb der Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) liegen, und aufrecht Erhalten des Umluftbetriebsmodus, bis die Innentemperatur (T_{innen}) kleiner ist als die Grenz-Innentemperatur (T_{Gr}) oder bis die Temperatur (T_{LWS2}) in dem letzten Körper (1) größer als die Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) ist,

E) Überprüfen, ob die Umgebungstemperatur ($T_{außen}$) kleiner als die Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) ist, falls ja,

- Ansteuern eines Außenluftbetriebsmodus durch Betätigen der Ventilationsvorrichtung (11) und Anordnen der ersten und der dritten Schließvorrichtung (15, 14) in einer Offenstellung (S1), andernfalls
- Ansteuern des Grundbetriebsmodus durch die Steuerungseinrichtung.

11. Steuerungsverfahren nach Anspruch 10, wobei

– der Grundbetriebsmodus einen Luftstrom-Bypass zu dem Latentwärmespeichermodule (10) bereitstellt und eine an dem Gebäude (25) bereitgestellte Lüftungseinrichtung (24) Außenluft aus der Umgebung, insbesondere über den Ansaugturm (18), ansaugt,

– der Umluftbetriebsmodus einen ersten Strömungsweg des Luftstroms durch den ersten Luftkanal bereitstellt, indem Luft aus dem Gebäude (25) durch die Zuführungsvorrichtung (21) von der Ventilationsvorrichtung (11) angesaugt, durch das Latentwärmespeichermodule (10) geleitet und durch die Abführungsvorrichtung (22) in das Gebäude (25) rückgeführt wird,

– der Außenluftbetriebsmodus einen zweiten Strömungsweg des Luftstroms durch den ersten Luftkanal bereitstellt, indem Luft aus der Umgebung über den Ansaugturm (18) durch die Zuführungsvorrichtung (21) von der Ventilationsvorrichtung (11) angesaugt, durch das Latentwärmespeichermodule (10) geleitet und durch die Abführungsvorrichtung (22) in das Gebäude (25) abgeführt wird, wobei die an dem Gebäude (25) bereitgestellte Lüftungseinrichtung (24) Innenraumluft aus dem Gebäude (25) ansaugt.

12. Steuerungsverfahren nach Anspruch 10 oder 11, umfassend das Durchführen von Schritt E), wenn

- die Innentemperatur (T_{innen}) kleiner als die Grenz-Innentemperatur (T_{Gr}) ist und die Temperaturen (T_{LWS1} , T_{LWS2}) in den Körpern (1) oberhalb der Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) liegen oder
- die Innentemperatur (T_{innen}) größer oder gleich der Grenz-Innentemperatur (T_{Gr}) ist und die Temperaturen (T_{LWS1} , T_{LWS2}) in den Körpern (1) oberhalb der Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) liegen.

13. Steuerungsverfahren nach zumindest einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Grenz-Innentemperatur (T_{Gr}) 45°C und die Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) 29°C beträgt.

14. Steuerungsverfahren nach zumindest einem der Ansprüche 10 bis 13, umfassend den Schritt:

F) Ansteuern des Umkehrbetriebsmodus, wenn die Innentemperatur (T_{innen}) kleiner als die Grenz-Innentemperatur (T_{Gr}) ist, die Temperaturen (T_{LWS1} , T_{LWS2}) in den Körpern (**1**) oberhalb der Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) liegen und die Umgebungstemperatur ($T_{\text{außen}}$) kleiner als die Phasenwechseltemperatur (T_{PC}) ist, durch Anordnen jeder Schließvorrichtung (**14**, **15**, **16**, **17**) in der Offenstellung (S1) und Betätigen der Ventilationsvorrichtung (**11**).

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

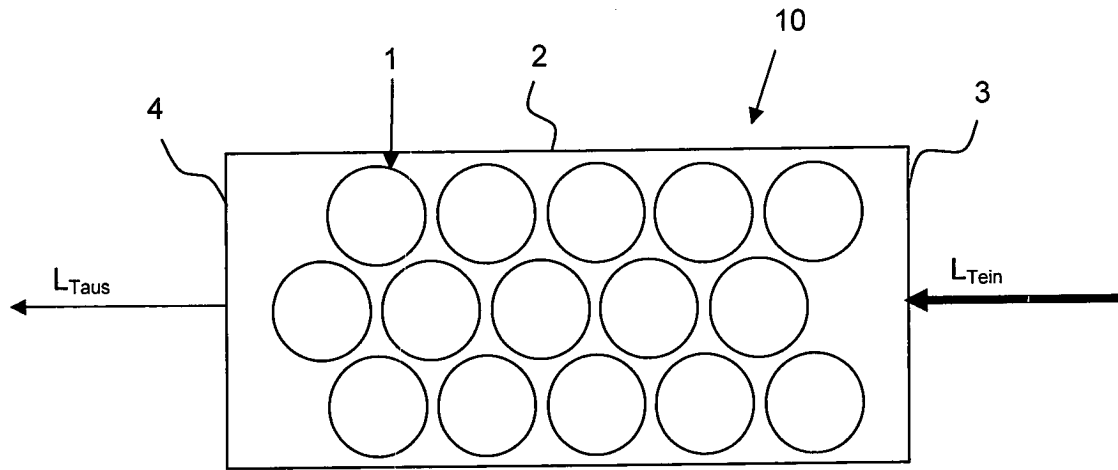


Fig. 2

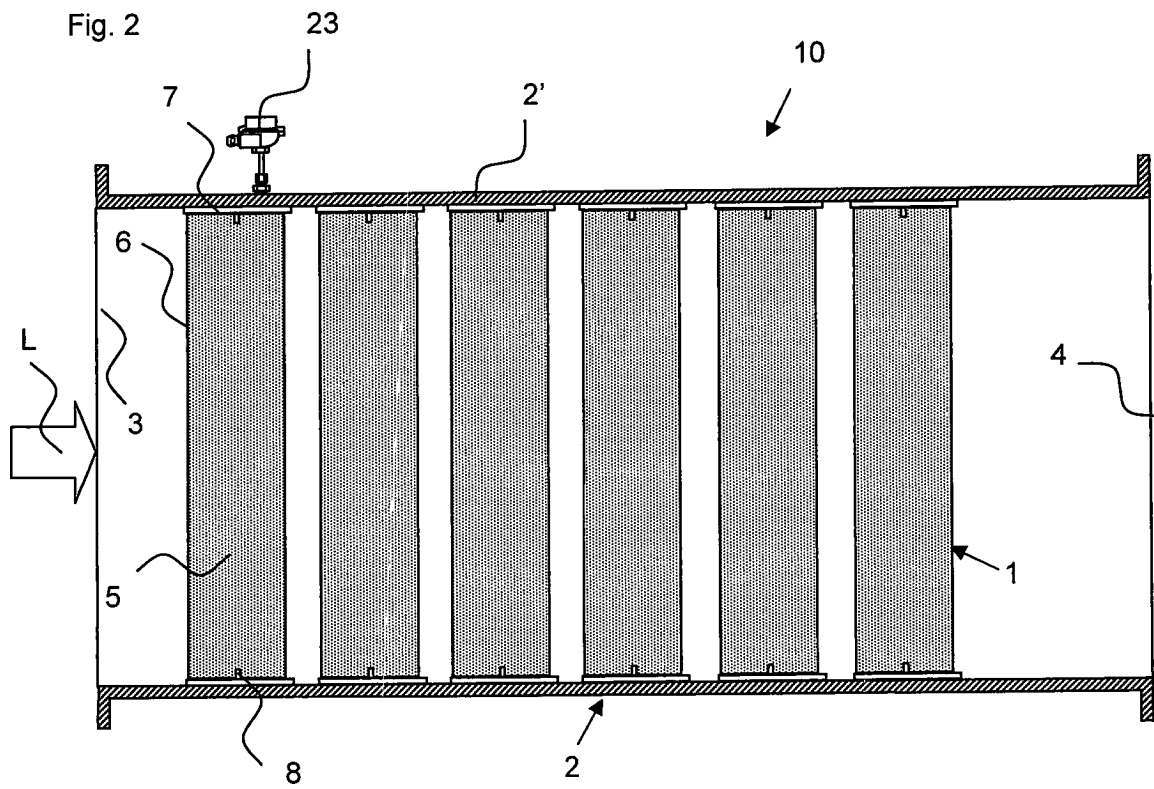


Fig. 3

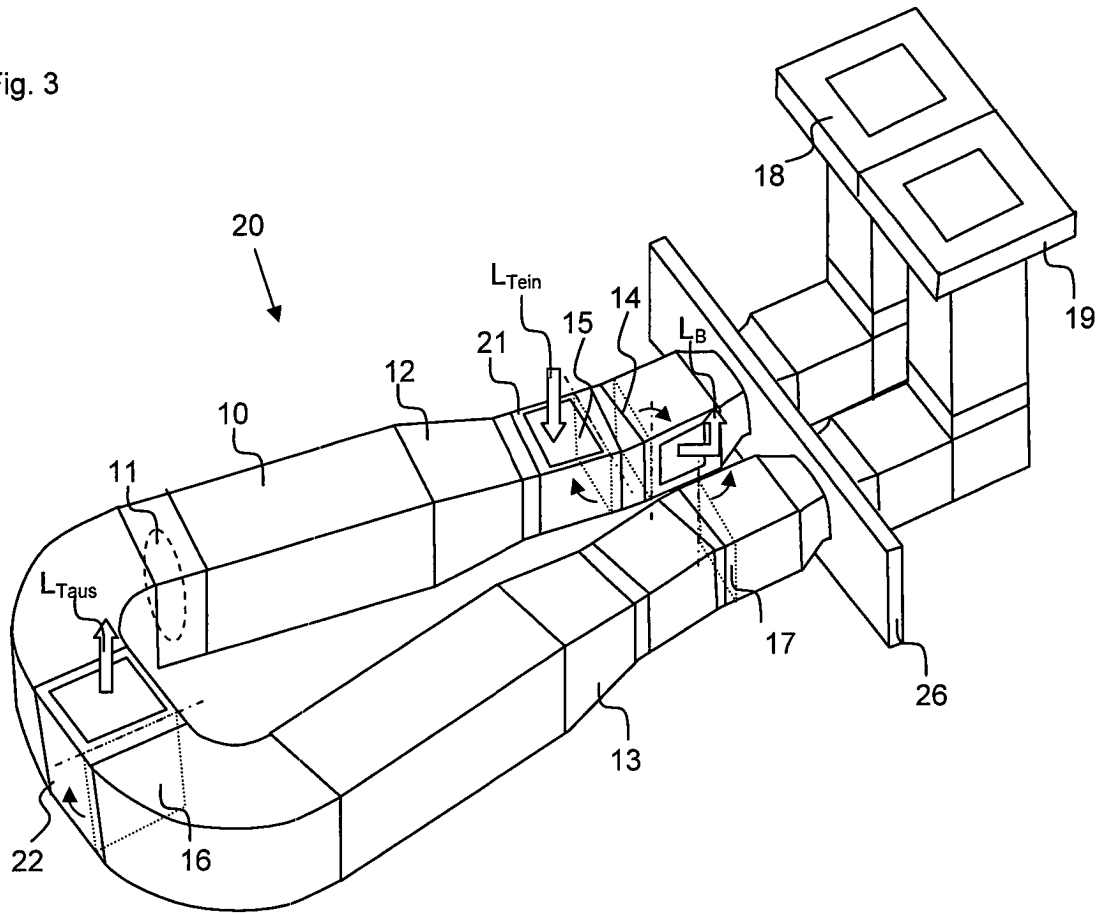


Fig. 4

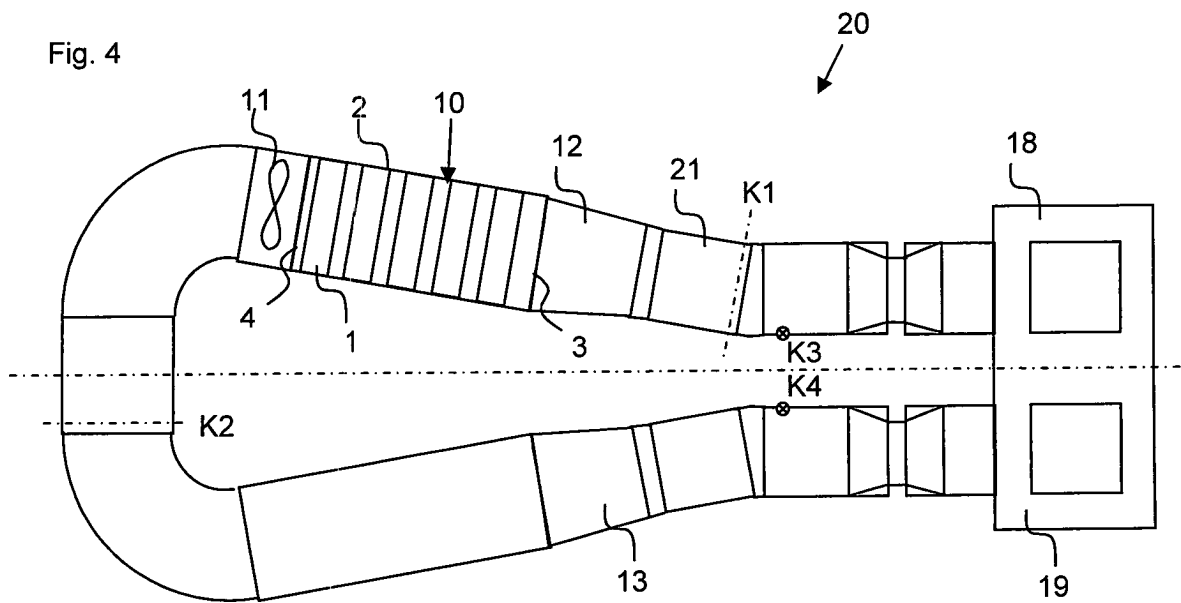


Fig. 5a

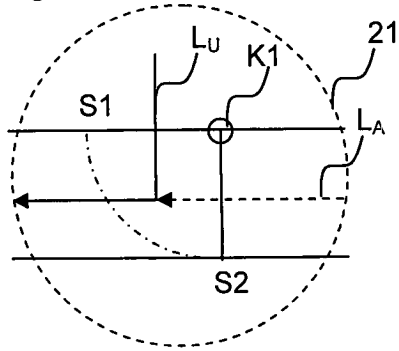


Fig. 5c

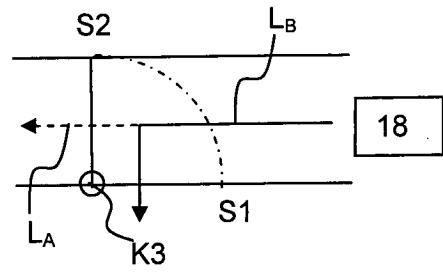


Fig. 5b

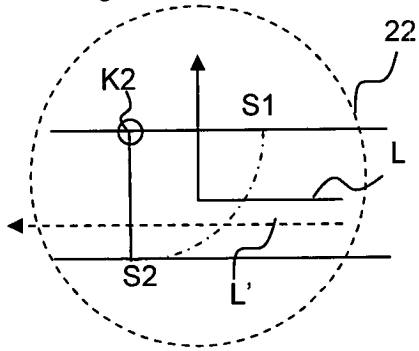


Fig. 5d

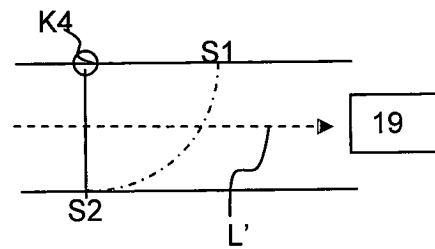


Fig. 6a

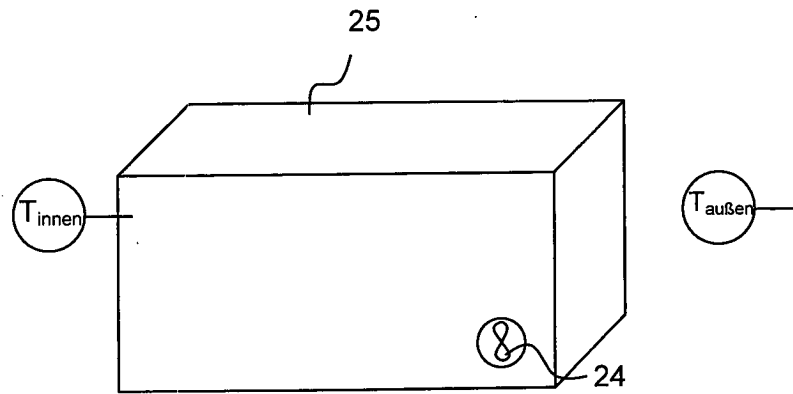


Fig. 6b

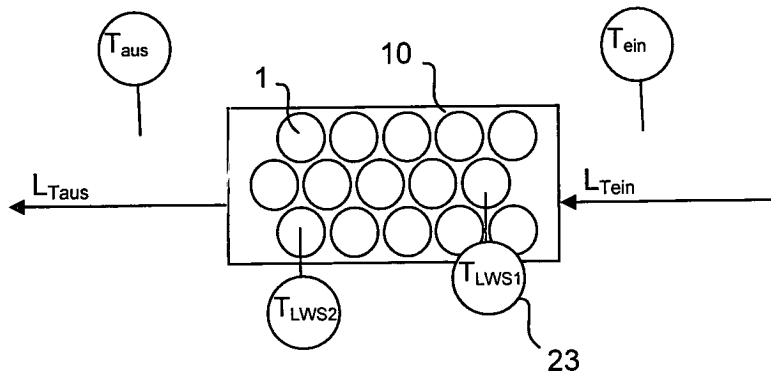


Fig. 7

