



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.07.2023 Patentblatt 2023/30

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F28D 9/00 (2006.01) F28D 20/02 (2006.01)
F28F 19/00 (2006.01) F28D 20/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22206731.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F28D 20/021; F24H 4/04; F24H 7/0441;
F28D 9/0081; F28D 20/028; F28F 19/006;
F28D 2020/0065

(22) Anmeldetag: **10.11.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Eisenmann, Daniel**
71540 Murrhardt (DE)
• **Skoruppa, Damian**
46380 Dobrodzien (PL)
• **Lüdemann, Heiko**
74223 Flein (DE)
• **Huhn, Michael**
53721 Siegburg (DE)

(30) Priorität: **24.01.2022 DE 102022101517**

(74) Vertreter: **RPK Patentanwälte**
Reinhardt und Kaufmann
Partnerschaft mbB
Gaisburgstrasse 21
70182 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **Viessmann Climate Solutions SE**
35108 Allendorf (DE)

(54) **LATENTWÄRMESPEICHER, ENERGIEVERSORGUNGSSYSTEM MIT WENIGSTENS EINEM LATENTWÄRMESPEICHER UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES ENERGIEVERSORGUNGSSYSTEMS MIT WENIGSTENS EINEM LATENTWÄRMESPEICHER**

(57) Die Erfindung betrifft einen Latentwärmespeicher (100), ein Energieversorgungssystem sowie ein Verfahren zu dessen Betrieb zur Bereitstellung von Wärme und Kälte für einen Verbraucher, mit einem Speicherbehälter (10) zur Aufnahme eines Speichermediums (12) in einem Innenraum (14) und einer darin angeordneten Wärmetauschereinheit (40), die im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid (52) durchströmt ist. Die Wärmetauschereinheit (40) weist Wärmetauscherplatten (60) auf, welche als wenigstens ein kompaktes Modul (50) ausgebildet sind, wobei die Wärmetauscherplatten (60) des wenigstens einen Moduls (50) quer zu einer Hochachse (110) des Speicherbehälters (10) zueinander in einem ersten Soll-Abstand (62) beabstandet angeordnet sind. Das wenigstens eine Modul (50) ist mit seinen Wärmetauscherplatten (60) beabstandet zum Behälterboden (16) und zur Behälterwand (18) angeordnet, wobei das wenigstens eine Modul (50) mit seinen Wärmetauscherplatten (60) entlang der Hochachse (110) höchstens die Hälfte eines Soll-Pegelstandes (20) des Speichermediums (12) im Innenraum (14) einnimmt.

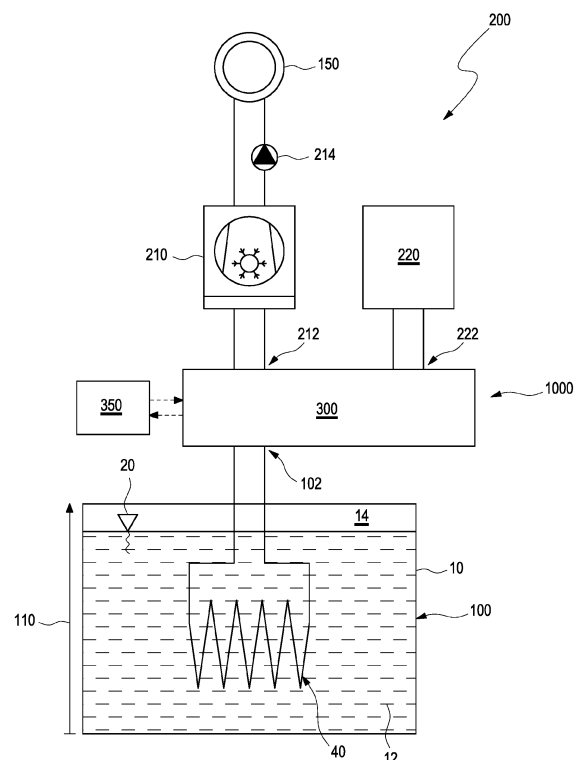


Fig. 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft

Stand der Technik

[0001] Latentwärmespeicher zur Speicherung von sensibler und latenter Wärme sind insbesondere in Form von Eisspeichern allgemein bekannt. Ein Problem bei derartigen Eisspeichern besteht darin, dass das Speichermedium, Wasser, beim Wärmeentzug erstarzt und sein Volumen vergrößert. Dies birgt die Gefahr, dass der Speicherbehälter ebenso wie im Speichermedium angeordnete Wärmetauscher beschädigt oder gar zerstört werden. Zudem behindert die Eisbildung den thermischen Austausch zwischen Speichermedium und Wärmetauscher.

[0002] Aus der EP 1 807 672 B1 ist ein Energieversorgungssystem mit einem von Erde umgebenen Latentwärmespeicher mit einem zentralen Entzugswärmetauscher bekannt, der während der Entzugsphase gerichtet von innen nach außen abgekühlt werden kann, so dass das Speichermedium einen Eismonolithen um den Entzugswärmetauscher bildet. Während der Regenerationsphase wird der Eismonolith gerichtet von außen nach innen aufgetaut.

[0003] Aus der DE 30 23 592 A1 ist ein Latentwärmespeicher in Form eines Eisspeichers mit einem wärmeisolierten Speicherbehälter in einem Gebäudekeller bekannt. Der Boden des Eisspeichers ist mit einem flachen Wärmetauscher in Form eines gerippten Blechs bedeckt, an dem Rohre einer Kühleinrichtung und einer Warmwasserzirkulation angeordnet sind. Während einer Entzugsperiode wird in Vertiefungen des Wärmetauschers kontinuierlich Eis gebildet und mittels der Warmwasserzirkulation abgelöst.

[0004] Die EP 0 019 235 A1 offenbart einen Latentwärmespeicher in Form eines Eisspeichers, dessen Behälterboden den Verdampfer einer Wärmepumpe bildet. Periodisch wird das sich am Verdampfer bildende Eis über Wärmezufuhr von einer externen Wärmequelle oder Umschaltung der Wärmepumpe abgetaut.

[0005] Aus der DE 31 36 614 A1 ist ein Latentwärmespeicher in Form eines Eisspeichers bekannt, der auf dem Boden des Speicherbehälters eine Kühlplatte aufweist, die mit einer Wärmepumpe in Verbindung steht. Die sich bei Wärmeentzug auf der Kühlplatte bildende Eischicht wird durch kurzzeitiges Zuführen von Wärme abgelöst und ermöglicht wiederum den Wärmeentzug über die Kühlplatte. Der Wärmeentzug kann periodisch eingestellt werden. Der Zeitperiode ist eine Thermostateuerung übergeordnet, die den Abtauvorgang bei Erreichen einer bestimmten Austrittstemperatur des Wärmeträgerfluids beendet und wieder auf Wärmeentzug schaltet. Hierbei wird während des Auftauens der Eischicht die Sole-Austrittstemperatur ermittelt. Liegt die Sole-Austrittstemperatur unter dem Sollwert, erfolgt entweder eine Heißgasabtauung oder die Wärmepumpe

wird als Ganzes abgeschaltet und der Kälteplatte aus einem Wärmespeicher warme Sole zugeführt.

[0006] Aus der CH 713 882 B1 ist ein Latentwärmespeicher in Form eines Eisspeichers bekannt, bei dem einzelne Plattenwärmetauscher in Richtung der Hochachse am Boden des Speicherbehälters aufgestellt werden. Die Anschlüsse für Zuführung und Abführung des Wärmeträgerfluids sind an den Seitenrändern der Platten angeordnet, die zur Fläche der Platten hin mit einer Barrierestruktur abgetrennt sind. Die Plattenwärmetauscher sind vollständig in Wasser eingetaucht, und die Barrierestrukturen verhindern ein Hineinwachsen der sich auf den Plattenflächen bildenden Eisplatten in Bereiche, welche sich im in Schwerkraftrichtung gesehen unter den Anschlüssen der Zuführung und Abführung befinden. Ebenso wird ein Formschluss mit den sich bildenden Eisplatten verhindert, was das Ablösen des Eises weiter erleichtert.

[0007] Die EP 0 004 552 A1 offenbart einen Latentwärmespeicher in Form eines Eisspeichers mit senkrecht im Speicherbehälter angeordneten Lamellen, an denen sich zu beiden Seiten Eisplatten bilden können, die am freien Ende der Lamellen zusammenwachsen. Zum Ablösen wird den Lamellen Wärme zugeführt. Zum Wärmeentzug ist am Fuß der Lamellen jeweils ein Verdampferrohr angeordnet, das ein Teil des Verdampfers einer Wärmepumpe bildet und von einem Kältemittel, z.B. einem Fluorkohlenwasserstoff, durchströmt ist. Ferner ist am Fuß der Lamellen eine Leitung angeordnet, durch welche ein Wärmetransportfluid strömt. Ein unerwünschtes Umklammern der seitlichen Flanken der Lamellenflächen durch das sich bildende Eis wird vermieden, indem die einzelnen Lamellen mit ihren seitlichen Randbereichen in die Seitenwände des Speicherbehälters hineinragen. Der Speicherbehälter und die Lamellen sind in ihren Abmessungen so aufeinander abgestimmt, dass bei maximalem Wärmeentzug und minimalster Wärmezufuhr, die gerade ausreichend ist, um das Eis von Lamellen zu lösen, ein genügend großes Wasservolumen über den Lamellen zur Aufnahme des im Wasser schwimmenden Eises zur Verfügung steht.

[0008] Aus der CA 3 109 464 C ist ein Speicher in bekannt, bei dem Eisstücke für Kühlzwecke im Speicherbehälter gespeichert wird. Der Speicher ist nach außen thermisch isoliert. Innerhalb des Speicherbehälters im Bodenbereich positioniertes Kühlelement in Form von einer abgeflachten Rohrwendel beidseits mit einer elektrisch leitenden Platte versehen ist. Auf der Platte kann sich bei Wärmeentzug Eis bilden. Die Platte ist mit elektrischen Kontakten versehen. Zum Ablösen des Eises kann die Platte bestromt werden, wobei sich die Platte erwärmt und sich das gebildete Eis löst. Das Eis schwimmt an die Oberfläche des Speicherbehälters und kann dort bei Bedarf entnommen werden. Zur Bestimmung der Menge des verfügbaren Eises im Speicherbehälter wird der Wasserstand im Behälter überwacht.

Offenbarung der Erfindung

[0009] Eine Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines fertigungsfreundlichen Latentwärmespeichers.

[0010] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines fertigungsfreundlichen Energieversorgungssystems, das wenigstens einen Latentwärmespeicher aufweist.

[0011] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens zum Betreiben eines solchen Energieversorgungssystems.

[0012] Die Aufgaben werden durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Günstige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung.

[0013] Es wird nach einem Aspekt der Erfindung ein Latentwärmespeicher zur Bereitstellung von Wärme und Kälte für einen Verbraucher vorgeschlagen, mit einem Speicherbehälter zur Aufnahme eines Speichermediums in einem Innenraum und einer darin angeordneten Wärmetauschereinheit, die mit dem Speichermedium in thermischem Kontakt ist und die im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt ist. Die Wärmetauschereinheit weist Wärmetauscherplatten auf, von denen jede von dem Wärmeträgerfluid durchströmt ist. Die Wärmetauscherplatten der Wärmetauschereinheit bilden wenigstens ein kompaktes Modul. Die Wärmetauscherplatten des wenigstens einen Moduls sind quer zu einer Hochachse des Speicherbehälters zueinander in einem ersten Soll-Abstand beabstandet angeordnet. Das wenigstens eine Modul ist mit seinen Wärmetauscherplatten beabstandet zum Behälterboden und zur Behälterwand angeordnet. Das wenigstens eine Modul nimmt mit seinen Wärmetauscherplatten entlang der Hochachse höchstens die Hälfte eines Soll-Pegelstandes des Speichermediums im Innenraum des Speicherbehälters ein.

[0014] Der Latentwärmespeicher ist insbesondere Bestandteil eines Energieversorgungssystems zur Versorgung eines Verbrauchers mit thermischer Energie, insbesondere mit Wärme und Kälte. Das Speichermedium kann insbesondere Wasser sein.

[0015] Durch eine Veränderung der Abstände zwischen den Wärmetauscherplatten und einer Dicke der Eisplatten kann ein Energieversorgungssystem mit einem derartigen Latentwärmespeicher als Langzeit- oder Kurzzeit/Hochleistungsspeicher ausgelegt und eingesetzt werden.

[0016] Der Latentwärmespeicher ist vorzugsweise so dimensioniert, dass dieser einen Verbraucher in Form eines Wohngebäudes, insbesondere ein Einfamilienhaus oder Zweifamilienhaus, mit Wärme im Winter und Kälte im Sommer versorgen kann. Vorteilhaft wirkt der Latentwärmespeicher in einem Energieversorgungssystem mit einer Wärmepumpe zusammen, die an ihrer Primärseite das Wärmeträgerfluid aus der Wärmetausche-

reinheit erhält.

[0017] Bei dieser Form der Anordnung der Wärmetauscherplatten wirken keine Auftriebskräfte auf den Speicher oder, wie in anderen Fällen, auf ein übliches Montagesystem, das den Entzugswärmetauscher trägt. Die sich an der Wärmetauschereinheit selbst einstellenden Auftriebskräfte werden durch das Eigengewicht der Wärmetauschereinheit aufgehoben.

[0018] Die Wärmetauschereinheit mit einem oder mehreren Modulen mit Wärmetauscherplatten kann optional auch für ein Regenerationssystem als Absorber, Energiezaun etc., eingesetzt werden.

[0019] Vorteilhafterweise wird der Speicherbehälter im Erdreich angeordnet. Günstigerweise steht der Latentwärmespeicher in thermischem Kontakt mit dem diesen umgebenden Erdreich.

[0020] Die Wärmetauschereinheit kann so am Boden fixiert werden, dass zwischen der Bodenplatte und der Unterseite der Wärmetauschereinheit ein Spalt von 15-20 cm verbleibt. Dieser Raum kann für die Leitungsführung genutzt werden. Darüber hinaus kann so sichergestellt werden, dass das Erdreich unter dem Speicherbehälter nicht einfriert und eventuell temporär anstehendes Wasser nicht gefrieren und somit keine Kräfte auf den Speicherbehälter ausüben kann.

[0021] Vorteilhaft kann der Speicherbehälter bereits beim Hersteller mit der Wärmetauschereinheit ausgestattet, d.h. vorkonfektioniert, werden. Die industrielle Fertigung der Wärmetauschereinheit stellt die erforderliche Qualität sicher und reduziert aufwändige und teure handwerkliche Arbeit auf der Baustelle. Darüber hinaus wird die Montagezeit vor Ort reduziert.

[0022] Dabei erlaubt der modulare Aufbau der Wärmetauschereinheit, nach Bedarf den Speicherbehälter mit einer Wärmetauschereinheit auszustatten, die ein, zwei oder mehr Module umfasst. Die Zahl der Module kann nach dem zu erwartenden Energiebedarf des Verbrauchers und den Rahmenbedingungen am Einsatzort bei dem Verbraucher angepasst werden. Der vorkonfektionierte Speicherbehälter kann insbesondere zum Straßentransport ausgebildet sein und daher leicht zum Verbraucher transportiert werden. Es muss lediglich eine Grube zur Aufnahme des Speicherbehälters bereitgestellt werden. Aufwändige Bauarbeiten, etwa das Gießen des Speicherbehälters am Einsatzort, eine personalintensive Montage des Entzugswärmetauschers und dergleichen, kann unterbleiben. Die Füllung des Speicherbehälters mit dem Speichermedium, beispielsweise Wasser, kann am Einsatzort erfolgen. Ebenso kann das Wärmeträgerfluid vor Ort in die Wärmetauschereinheit eingefüllt werden, oder dies kann bereits beim Einbau in den Speicherbehälter erfolgen.

[0023] Eine Beschädigung des Speicherbehälters im Betrieb durch Vereisung kann vermieden werden. Tritt ein Defekt am Latentwärmespeicher auf, kann dieser als komplette Einheit einfach ausgetauscht werden.

[0024] Die Wärmetauscherplatten können aus Aluminium, Edelstahl oder Kunststoff (PE) gefertigt sein. Die

Wärmetauschereinheit und alle Leitungen werden vorzugsweise mit einem Glykol/Wasser-Gemisch gefüllt, auch als Sole bekannt.

[0025] Vorteilhaft können Leitungen für Zulauf und Ablauf zu den Wärmetauscherplatten wärmegeklämt ausgeführt werden. So kann vermieden werden, dass sich innerhalb des Speicherbehälters ein unkontrollierter Eisaufbau oberhalb der Wärmetauschereinheit einstellt.

[0026] Gegenüber bisherigen Wärmetauschersystemen liegt ein Vorteil des modularen Aufbaus der Wärmetauschereinheit in der Möglichkeit der industriellen Vorfertigung und der damit verbundenen Qualitätssicherung sowie dem geringeren Aufwand hinsichtlich Materialeinsatz und Montage. Durch den Einsatz von in sich abgeschlossenen Modulen für die Wärmetauschereinheit wird der Aufwand für die Simulation und Auslegung der Energieversorgungssysteme mit derartigen Latentwärmespeichern beim Hersteller vereinfacht.

[0027] Vorteilhaft kann das Energieversorgungssystem unabhängig von langjähriger Erfahrung weltweit für klimafreundliche Heiz- und Kühlanwendungen eingesetzt werden.

[0028] In einer günstigen Ausgestaltung eines Moduls kann vorgesehen sein, dass die Wärmetauscherplatten mit ihren bestimmungsgemäß dem Behälterboden zugewandten Stirnseiten auf einer Palette, insbesondere einer Kunststoffpalette, angeordnet sind, ähnlich einer so genannten Euro-Palette. Die Palette kann mit den Wärmetauscherplatten verschweißt oder in anderer geeigneter Weise fest verbunden sein, und bildet auf diese Weise ein stabiles Modul, das somit transportfähig und lagerfähig ist.

[0029] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Latentwärmespeichers kann das wenigstens eine Modul eine Verteilerleitung und eine Sammelleitung aufweisen. Insbesondere können Fluideingänge der Wärmetauscherplatten in die Verteilerleitung und Fluidausgänge der Wärmetauscherplatten in die Sammelleitung für das Wärmeträgerfluid münden. Insbesondere können die Wärmetauscherplatten strömungsmäßig parallel geschaltet sein. Sollen zwei oder mehr Module im Latentwärmespeicher eingebaut werden, können diese einfach über ihre Verteilerleitung und Sammelleitungen zusammengeschaltet sein.

[0030] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Latentwärmespeichers können im Speicherbehälter Verteilerleitungen und Sammelleitungen mehrerer, insbesondere gleichartiger, Module strömungsmäßig zusammengeschaltet sein, insbesondere strömungsmäßig parallel geschaltet sein. Die Zahl der Module kann nach Bedarf einfach erweitert werden.

[0031] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Latentwärmespeichers kann das wenigstens eine Modul mit seinen Wärmetauscherplatten entlang der Hochachse höchstens ein Drittel des Soll-Pegelstandes des Speichermediums einnehmen. Vorteilhaft kann das freie Volumen des Speichermediums im Speicherbehälter oberhalb der Wärmetauschereinheit jene Eisplatten aufneh-

men, die von der Wärmetauschereinheit abgelöst werden und die im Speicherbehälter nach oben schwimmen. Dabei wird kein Druck durch das aufschwimmende Eis auf den Speicherbehälter ausgeübt, so dass eine Sprengwirkung bei Eisbildung vorteilhaft vermieden werden kann.

[0032] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Latentwärmespeichers kann das wenigstens eine Modul mit seinen Wärmetauscherplatten eine Fläche wenigstens zum Wärmeentzug von 2 m², insbesondere bis zu 2,5 m² aufweisen.

[0033] Günstige Abmessungen der Wärmetauscherplatten können beispielsweise etwa 800 mm bis 1200 mm Breite und bis zu 1200 mm Höhe sein. Je Platte ergibt sich dann mit Vorderseite und Rückseite eine Oberfläche von ca. 2 bis 2,5 m². Ein Modul einer Wärmetauschereinheit kann günstigerweise aus 8 bis 12 Wärmetauscherplatten bestehen.

[0034] Ein Modul einer Wärmetauschereinheit mit derartigen Abmessungen ist zur Versorgung eines Einfamilienhauses mit ca. 150 m² zu beheizender Fläche beispielsweise in Mitteleuropa ausreichend, um dieses über das Jahr gesehen mit Wärme und gegebenenfalls Kälte zu versorgen. Sollte mehr Leistung erforderlich sein, kann die Leistung der Wärmetauschereinheit vergrößert werden, indem weitere Module installiert und miteinander verbunden werden.

[0035] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Latentwärmespeichers kann das Modul mit seinen Wärmetauscherplatten eine das Modul einschließende Umhüllende mit einem Volumen von höchstens 20%, bevorzugt 15%, besonders bevorzugt höchstens 10 % des Volumens des Speichermediums aufweisen. Das Modul kann z.B. quaderförmig ausgebildet sein, so dass die Umhüllende einen Quader darstellt.

[0036] Dadurch, dass die Wärmetauschereinheit im unteren Bereich des Speicherbehälters installiert ist und nur ein geringes Volumen des Speicherbehälters einnimmt, kann der Raum oberhalb der Wärmetauschereinheit somit als "Eislager" für die sich ablösenden Eisplatten genutzt werden, die an die Wasseroberfläche treiben. Der Speicherbehälter und die Konstruktion der Wärmetauschereinheit müssen keine relevanten mechanischen Kräfte aufnehmen und können somit einfach und günstig bereitgestellt werden. Durch das Enteisen der Oberflächen der Wärmetauscherplatten bleibt die Entzugsleistung der Wärmetauschereinheit nahezu konstant, und das Gesamtsystem arbeitet mit einem vorteilhaften Wirkungsgrad. Günstigerweise sind Verteilerleitungen und Sammelleitungen der Wärmetauschereinheit außerhalb der Bereiche angeordnet, in denen Eis auftreten kann.

[0037] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Latentwärmespeichers kann das wenigstens eine Modul mit seinen Wärmetauscherplatten einen Abstand zum Behälterboden aufweisen, der so bemessen ist, dass das Speichermedium innerhalb des Abstands auch im bestimmungsgemäß kältesten Betriebszustand des wenigstens einen Moduls eisfrei ist. Sind die Wärmetau-

schersplatten des Moduls auf einer Palette angeordnet, entspricht der Abstand im Wesentlichen dem der dem Behälterboden zugewandten Stirnseiten der Wärmetauscherplatten.

[0038] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Latentwärmespeichers kann der Speicherbehälter mit dem wenigstens einen Modul vorkonfektioniert hergestellt sein. Dies vereinfacht die Transportlogistik zum Verbraucher und den Montageaufwand vor Ort.

[0039] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Latentwärmespeichers kann der Speicherbehälter thermisch mit seiner Umgebung gekoppelt sein. Insbesondere kann der Speicherbehälter im Betriebszustand im Erdreich angeordnet sein.

[0040] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Energieversorgungssystem mit wenigstens einem Latentwärmespeicher vorgeschlagen. Der Latentwärmespeicher zur Bereitstellung von Wärme und Kälte für einen Verbraucher ist mit einem Speicherbehälter versehen zur Aufnahme eines Speichermediums in einem Innenraum und einer darin angeordneten Wärmetauscheinheit, die mit dem Speichermedium in thermischem Kontakt ist und die im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt ist. Die Wärmetauscheinheit weist Wärmetauscherplatten auf, von denen jede von dem Wärmeträgerfluid durchströmt ist. Die Wärmetauscherplatten der Wärmetauscheinheit sind als wenigstens ein Modul ausgebildet. Die Wärmetauscherplatten des wenigstens einen Moduls sind quer zu einer Hochachse des Speicherbehälters zueinander in einem ersten Soll-Abstand beabstandet angeordnet. Das wenigstens eine Modul ist mit seinen Wärmetauscherplatten beabstandet zum Behälterboden und zur Behälterwand angeordnet. Das wenigstens eine Modul nimmt mit seinen Wärmetauscherplatten entlang der Hochachse höchstens die Hälfte eines Soll-Pegelstandes des Speichermediums im Innenraum ein.

[0041] Die Wärmetauscheinheit ist mit einer Wärmepumpe, die wenigstens zeitweise dem Speichermedium über die Wärmetauscheinheit Wärme entzieht, und mit einem Regenerationssystem, das wenigstens zeitweise dem Speichermedium über die Wärmetauscheinheit Wärme bereitstellt, gekoppelt, sowie mit einer Steuer- und/oder Regelungseinheit, welche zumindest ein Abkühlen und Aufwärmen der Wärmetauscheinheit steuert oder regelt.

[0042] Die Wärmetauscheinheit kann über ein Hydraulikmodul, welches eine Anlagenhydraulik und eine Steuer- und/oder Regelungseinheit umfasst, mit der Wärmepumpe und dem Regenerationssystem verbunden sein. Das Regenerationssystem kann vorteilhaft einen Dachabsorber und/oder einen Energiezaun aufweisen. Optional können auch weitere Wärmeerzeuger eingebunden sein, welche die Regeneration, d.h. das Aufwärmen, der Wärmetauscheinheit unterstützen können. Über die Wärmepumpe kann der Wärmetauscheinheit sowohl sensible als auch latente Energie entzogen werden.

[0043] Die Wärmetauscheinheit kann optional auch für ein Regenerationssystem als Absorber, Energiezaun etc., eingesetzt werden.

[0044] Über das Regenerationssystem und/oder andere Wärmeerzeuger kann dem Latentwärmespeicher erneuerbare Energie zugeführt werden. Dabei ist eine Folge des Wärmeentzugs, dass sich auf den Oberflächen der Wärmetauscherplatten Eisplatten bilden, beispielsweise bis zu 30 mm. Um diesen Vereisungsprozess zu unterbrechen, kann die Wärmetauscheinheit von Entzug auf Regeneration umgeschaltet werden. Die Folge ist eine Ablösung der Eisplatten von den Oberflächen der Wärmetauscherplatten. Schwerkraftbedingt treiben die Eisstücke an die Oberfläche des Speichermediums, insbesondere Wasseroberfläche, und die Wärmetauscherplatten stehen wieder in Kontakt mit dem Speichermedium (in der Regel Wasser). Der Vereisungsprozess und damit die Nutzung von Kristallisationswärme oder der Aufbau weiterer Kühlkapazität kann von Neuem beginnen.

[0045] Über eine Beeinflussung des Regenerationzeitpunktes kann die Dicke der Eisplatten definiert werden. Günstigerweise kann eine Notschaltung vorgesehen sein, die verhindert, dass die Eisplatten zu dick werden und zusammenwachsen. So kann erreicht werden, dass keine unerwünschten Druckkräfte innerhalb der Wärmetauscheinheit wirken.

[0046] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems kann zwischen Latentwärmespeicher, Wärmepumpe und Regenerationssystem eine Umschalteneinrichtung mit wenigstens einem Umschaltventil zur Beeinflussung einer Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids, wenigstens einen Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur des Wärmeträgerfluids und wenigstens einen Volumenstromsensor zur Erfassung einer Heizanforderung und/oder Kälteanforderung der Wärmepumpe angeordnet sein. Vorteilhaft kann das Wärmeträgerfluid bedarfsgerecht selektiv zwischen den Komponenten geleitet werden.

[0047] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems kann in einer Strömungsverbindung zwischen Latentwärmespeicher, Wärmepumpe und Regenerationssystem wenigstens ein Mischventil angeordnet sein, mit dem Wärmeträgerfluid aus dem Regenerationssystem und Wärmeträgerfluid aus der Wärmetauscheinheit gemischt wird. Das Mischungsverhältnis kann dabei so eingestellt werden, dass der Wärmepumpe primärseitig das Wärmeträgerfluid mit einer für den Wärmepumpenbetrieb günstigen Temperatur zugeführt wird.

[0048] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems kann abhängig von Betriebsbedingungen von Wärmetauscheinheit und/oder Wärmepumpe unterschiedliche Kreisläufe des Wärmeträgerfluids vorliegen. In einem ersten Betriebsmodus kann ein erster Kreislauf des Wärmeträgerfluids zwischen Latentwärmespeicher und einer Primärseite der Wärmepumpe ausgebildet sein. In einem zweiten Betriebsmodus kann

ein zweiter Kreislauf des Wärmeträgerfluids zwischen Regenerationssystem und Wärmepumpe ausgebildet sein. In einem dritten Betriebsmodus kann ein dritter Kreislauf des Wärmeträgerfluids zwischen Regenerationssystem und Wärmetauschereinheit des Latentwärmespeichers ausgebildet sein. Insbesondere kann eine Umschaltvorrichtung mit wenigstens einem Umschaltventil zum Umschalten zwischen den Kreisläufen vorhanden sein. Die verschiedenen Kreisläufe sind abhängig von Betriebsbedingungen von Wärmetauschereinheit und/oder Wärmepumpe aktiviert.

[0049] Ist der erste Kreislauf aktiv, entzieht die Wärmetauschereinheit Wärme aus dem Speichermedium des Latentwärmespeichers und kühlt dieses entsprechend ab, wobei das entsprechend temperierte Wärmeträgerfluid der Wärmepumpe zu Heizzwecken oder gegebenenfalls auch zu Kühlzwecken zugeführt wird.

[0050] Ist der zweite Kreislauf aktiv, entzieht das Regenerationssystem Wärme beispielsweise aus der Umgebung, wobei das entsprechend temperierte Wärmeträgerfluid der Wärmepumpe zu Heizzwecken oder gegebenenfalls auch zu Kühlzwecken zugeführt wird.

[0051] Ist der dritte Kreislauf aktiv, wird die Wärmetauschereinheit durch das wärmere Wärmeträgerfluid des Regenerationssystems erwärmt und das Speichermedium insgesamt aufgewärmt. Gegebenenfalls wird dabei Eis, das auf den Wärmetauscherplatten vorhanden ist, abgetaut. Letzteres kann insbesondere intermittierend während einer Entzugsperiode erfolgen, während der der Latentwärmespeicher durch Wärmeentzug abgekühlt wird.

[0052] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems kann abhängig von Betriebsbedingungen von Wärmetauschereinheit und/oder Wärmepumpe in einem weiteren Betriebsmodus Wärmeträgerfluid aus der Wärmetauschereinheit und aus dem Regenerationssystem der Primärseite der Wärmepumpe gemischt zugeführt ist. Durch das Mischen von Wärmeträgerfluid aus dem Regenerationssystem und Wärmeträgerfluid aus der Wärmetauschereinheit kann der Wärmepumpe primärseitig das Wärmeträgerfluid mit einer für den Wärmepumpenbetrieb günstigen Mischtemperatur zugeführt werden. Das Mischungsverhältnis kann dabei nach Bedarf eingestellt werden.

[0053] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Energieversorgungssystems können Latentwärmespeicher, Wärmepumpe und Regenerationssystem an ein Hydraulikmodul angeschlossen sein, welches die Umschaltvorrichtung mit dem wenigstens einen Umschaltventil, den wenigstens einen Temperatursensor und den wenigstens einen Volumenstromsensor aufweist. Zweckmäßigerweise kann das Hydraulikmodul auch Fördermittel für das Wärmeträgerfluid aufweisen. Unabhängig davon kann die Wärmepumpe eine eigene primärseitige Pumpe aufweisen. Das Hydraulikmodul ist vorteilhaft als autarke Vorrichtung mit eigener Steuer- und/oder Regelungseinheit ausgebildet, die anhand der Signale des wenigstens einen Volumenstromsensors und der Temperatursignale

des Wärmeträgerfluids in dem Hydraulikmodul autark die Umschaltvorrichtung und gegebenenfalls das Mischventil betätigt, um die Heiz- und gegebenenfalls Kühlanforderungen der Wärmepumpe oder die thermische Regeneration der Wärmetauschereinheit im Latentwärmespeicher oder auch eine thermische Regeneration des Regenerationssystems vorzunehmen.

[0054] Vorteilhaft brauchen Latentwärmespeicher, Wärmepumpe und Regenerationssystem lediglich fluidisch mit dem Hydraulikmodul verbunden werden. Die übliche Steuer- und/oder Regelungseinheit der Wärmepumpe muss nicht an das Hydraulikmodul und dessen Regelung oder Steuerung angepasst werden.

[0055] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Betreiben eines Energieversorgungssystems mit wenigstens einem Latentwärmespeicher vorgeschlagen, wobei der Latentwärmespeicher Wärme und Kälte für einen Verbraucher über eine Wärmetauschereinheit bereitstellt, die mit Speichermedium in thermischem Kontakt steht und die im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid durchströmt wird. Die Wärmetauschereinheit wird mit einer Wärmepumpe, die wenigstens zeitweise dem Speichermedium über die Wärmetauschereinheit Wärme entzieht, und mit einem Regenerationssystem, das wenigstens zeitweise dem Speichermedium über die Wärmetauschereinheit Wärme bereitstellt, gekoppelt, sowie mit einer Steuer- und/oder Regelungseinheit, welche zumindest ein Abkühlen und Aufwärmen der Wärmetauschereinheit steuert oder regelt. Bei Wärmeentzug aus dem Speichermedium wird eine Eisbildung auf Wärmetauscherplatten der Wärmetauschereinheit temporär unterbrochen und das Eis von den Wärmetauscherplatten entfernt. Ein Abtauen der Wärmetauscherplatten der Wärmetauschereinheit erfolgt abhängig von einer Austrittstemperatur des Wärmeträgerfluids bei oder nach Austritt aus der Wärmetauschereinheit, sobald die Austrittstemperatur eine voreingestellte Temperaturschwelle erreicht oder unterschreitet.

[0056] Der Latentwärmespeicher, insbesondere Eis-Energiespeicher, wird mit einer oder mehreren untereinander verbundenen Modulen der Wärmetauschereinheit, die jeweils aus mehreren Wärmetauscherplatten bestehen, ausgestattet, die den Wärmeentzug aus dem Speichermedium und die Regeneration des Latentwärmespeichers bzw. des Speichermediums des Latentwärmespeichers, d.h. dessen Erwärmung, ermöglichen.

[0057] Günstigerweise ist ein Hydraulikmodul mit einer Anlagenhydraulik und einer Steuer- und/oder Regelungseinheit für das Wärmequellenmanagement vorhanden.

[0058] Die Anlagenhydraulik umfasst alle Leitungen für das Wärmeträgerfluid sowie Pumpen, Sensoren und Aktoren für den Betrieb des Hydraulikmoduls. In der Steuer- und/oder Regelungseinheit kann situationsabhängig über den Abgleich der Temperaturen in den Wärmeträgerfluid-Kreisläufen entschieden werden, welche Energiequelle genutzt oder wann der Latentwärmespeicher regeneriert werden soll. Bei der Energienutzung un-

terhalb des Gefrierpunktes des Speichermediums wird Kristallisationsenergie nutzbar, und es bilden sich an den Oberflächen der Wärmetauscherplatten Eisplatten von mehreren Zentimetern Dicke. Bei Unterschreiten einer definierten Temperaturschwelle, des durch die Wärmetauschereinheit fließenden Wärmeträgerfluids werden die Wärmetauscherplatten mit warmen Wärmeträgerfluid, insbesondere Sole, aus dem Regenerationssystem oder anderen vorhandenen Heizkreisen durchströmt. Dabei lösen sich die Eisplatten von den Wärmetauscherplatten und treiben schwerkraftbedingt an die Wasseroberfläche. Die Regeneration kann auch über einen elektrischen Heizstab erfolgen. Die auf diese Art und Weise eingebrachte Energie wird zu vollständig genutzt und bleibt als sensible Wärme erhalten. Für den erfolgreichen Anlagenbetrieb ist die Bestimmung der Eisdicke von großer Bedeutung. Die Bestimmung der Eisdicke auf den Wärmetauscherplatten erfolgt über die Veränderung der Temperatur des Wärmeträgerfluids am Austritt des Wärmeträgerfluids aus der Wärmetauschereinheit, die vorteilhaft in dem Hydraulikmodul erfasst werden kann. Damit wird eine aufwändige Verkabelung von Sensoren in der Wärmetauschereinheit oder dem Latentwärmespeicher vermieden.

[0059] Die thermische Regeneration der Wärmetauschereinheit kann über Absorber des Regenerationssystems, wie Dachabsorber, Energiezaun und dergleichen, bestehende Heizkreise beim Verbraucher, einen elektrischen Heizstab, insbesondere im Latentwärmespeicher, oder andere Quellen erfolgen. Optional können auch mehrere solcher Komponenten kombiniert werden.

[0060] Die Steuerung dieses Prozesses erfolgt über die sich verändernden Temperaturen innerhalb des Kreislaufs des Wärmeträgerfluids. Hierzu wird die Austrittstemperatur des Wärmeträgerfluids beim Austritt aus der Wärmetauschereinheit in dem Hydraulikmodul gemessen. Sobald diese eine Temperaturschwelle, beispielsweise eine Temperatur im Bereich zwischen -4°C und -8°C , erreicht oder unterschreitet, wird die Regeneration der Wärmetauschereinheit für einen bestimmten Zeitraum aktiviert.

[0061] Dazu wird der Wärmetauschereinheit warmes Wärmeträgerfluid, insbesondere aus dem Regenerationssystem, zugeführt und/oder das Speichermedium beispielsweise über einen elektrischen Heizstab erwärmt. Das genaue Ende der Regeneration wird ebenfalls über die in dem Hydraulikmodul erfasste Austrittstemperatur des Wärmeträgerfluids beim Austritt aus der Wärmetauschereinheit gesteuert. Sobald diese Austrittstemperatur wieder über dem Gefrierpunkt liegt, kann der Enteisungsvorgang beendet werden.

[0062] Die eingestellte Temperaturschwelle des Wärmeträgerfluids aus der Wärmetauschereinheit definiert eine Dicke der auf den Wärmetauscherplatten entstehenden Eisplatten. Hierzu kann auch eine entsprechende Grafik erstellt und in der Steuer- und/oder Regelungseinheit hinterlegt werden.

[0063] Aus Gründen der Anlageneffizienz wird beim

Ablösen der Eisplatten vorrangig auf das Regenerationssystem und auf etwaig vorhandene Heizkreise zugegriffen. Sollten die Temperaturen am Eingang der Wärmetauschereinheit (Eintrittstemperatur) nicht mindestens 4 K oberhalb des Gefrierpunktes liegen, kann ein elektrischer Heizstab aktiviert werden. Je höher die Temperatur des warmen Wärmeträgerfluids bei der Regeneration über dem Gefrierpunkt liegt, desto kürzer fällt die Abschmelzdauer aus. Die Abschmelzdauer kann bei einer Temperaturschwelle zwischen -4°C und -8°C vorteilhaft nur wenige Minuten betragen, so dass die Wärmetauschereinheit schnell wieder zum Wärmeentzug aus dem Speichermedium zur Verfügung steht.

[0064] Das Abschmelzen des Eises selbst ist energetisch günstig, da die aufgewendete Energie in Form von sensibler Wärme im Latentwärmespeicher erhalten bleibt und später wieder genutzt werden kann. Der Wärmeentzug wird durch das Abschmelzen des Eises also nur kurzzeitig unterbrochen.

[0065] Weil sich das Eis bei etwas unter 0°C von der Oberfläche der Wärmetauscherplatten ablöst, kann die Temperatur des Eis aufgrund fehlenden weiteren Energieeintrages an der Wasseroberfläche nicht kälter als ca. -2°C werden. Die Folge ist, dass aufgrund der nachströmenden Erdwärme über die Speicherwände des Speicherbehälters keine Eisbildung am Rand des Speicherbehälters erfolgen kann. Folglich kann die Gefahr der Sprengwirkung vermieden werden.

[0066] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Verfahrens kann die voreingestellte Temperaturschwelle des Wärmeträgerfluids aus der Wärmetauschereinheit so gewählt werden, dass eine Dicke von Eis auf den Wärmetauscherplatten des wenigstens einen Moduls kleiner ist als der halbe erste Soll-Abstand zwischen den Wärmetauscherplatten des wenigstens einen Moduls. Insbesondere kann die Temperaturschwelle im Bereich von -5°C und -9°C , bevorzugt im Bereich von -4°C und -8°C , gewählt werden. Über die Austrittstemperatur des Wärmeträgerfluids bei Austritt aus der Wärmetauschereinheit kann zuverlässig auf die Eisdicke an der Oberfläche der Wärmetauscherplatten geschlossen werden, ohne in ein Modul der Wärmetauschereinheit oder den Latentwärmespeicher eingreifen zu müssen.

[0067] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Verfahrens kann eine Wärmezufuhr so lange erfolgen, bis die Austrittstemperatur wenigstens 0°C erreicht oder übersteigt. Vorteilhaft wird der Wärmeentzug aus dem Latentwärmespeicher dabei nur kurzzeitig unterbrochen.

[0068] Nach einer günstigen Ausgestaltung des Verfahrens kann in einem ersten Betriebsmodus Wärmeträgerfluid in einem ersten Kreislauf zwischen Latentwärmespeicher und einer Primärseite der Wärmepumpe strömen und in einem zweiten Betriebsmodus Wärmeträgerfluid in einem zweiten Kreislauf zwischen Regenerationssystem und Wärmepumpe strömen, wobei abhängig von Betriebsbedingungen der Wärmetauschereinheit und/oder der Wärmepumpe zwischen erstem und zweitem Kreislauf umgeschaltet werden kann. Die Wärme-

pumpe erhält Wärmeträgerfluid in einem günstigen Temperaturbereich. Die Wärmetauschereinheit wird bei Erreichen oder Unterschreiten einer Temperaturschwelle der Austrittstemperatur automatisch enteist und steht wieder zum Wärmeentzug aus dem Speichermedium zur Verfügung. In einem dritten Betriebsmodus kann Wärmeträgerfluid in einem dritten Kreislauf zwischen der Wärmetauschereinheit des Latentwärmespeichers und dem Regenerationssystem strömen, was ein Erwärmen des Speichermediums und insbesondere ein Abtauen von Eis von der Oberfläche der Wärmetauscherplatten erlaubt. Es kann abhängig von Betriebsbedingungen der Wärmetauschereinheit und/oder der Wärmepumpe zwischen den Kreisläufen umgeschaltet werden.

Zeichnung

[0069] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Figuren sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Figuren, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0070] Es zeigen beispielhaft:

- Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Energieversorgungssystem nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 2 ein Modul einer Wärmetauschereinheit mit Wärmetauscherplatten;
- Fig. 3 eine Frontansicht eines Moduls nach Figur 2;
- Fig. 4 verschiedene Abstände in Bezug auf ein Modul nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 5 in schematischer Darstellung einen Latentwärmespeicher mit einem Hydraulikmodul nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 6 in schematischer Darstellung verschiedene Kreisläufe eines Wärmeträgerfluids abhängig von einem Bedarf von Wärmetauschereinheit und/oder Wärmepumpe,
- Fig. 7 ein Flussdiagramm zum intermittierenden Ent-eisen einer Wärmetauschereinheit nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 8 ein Flussdiagramm zum intermittierenden Ent-eisen einer Wärmetauschereinheit nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Ausführungsformen der Erfindung

[0071] In den Figuren sind gleichartige oder gleichwirkende Komponenten mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Die Figuren zeigen lediglich Beispiele und sind nicht beschränkend zu verstehen.

[0072] Bevor die Erfindung im Detail beschrieben wird, ist darauf hinzuweisen, dass sie nicht auf die jeweiligen Bauteile der Vorrichtung sowie die jeweiligen Verfahrensschritte beschränkt ist, da diese Bauteile und Verfahren variieren können. Die hier verwendeten Begriffe sind lediglich dafür bestimmt, besondere Ausführungsformen zu beschreiben und werden nicht einschränkend verwendet. Wenn zudem in der Beschreibung oder in den Ansprüchen die Einzahl oder unbestimmte Artikel verwendet werden, bezieht sich dies auch auf die Mehrzahl dieser Elemente, solange nicht der Gesamtzusammenhang eindeutig etwas Anderes deutlich macht.

[0073] Im Folgenden verwendete Richtungsterminologie mit Begriffen wie "links", "rechts", "oben", "unten", "davor" "dahinter", "danach" und dergleichen dient lediglich dem besseren Verständnis der Figuren und soll in keinem Fall eine Beschränkung der Allgemeinheit darstellen. Die dargestellten Komponenten und Elemente, deren Auslegung und Verwendung können im Sinne der Überlegungen eines Fachmanns variieren und an die jeweiligen Anwendungen angepasst werden.

[0074] Figur 1 illustriert in schematischer Weise ein Energieversorgungssystem 200 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, und Figur 2 zeigt eine Wärmetauschereinheit 40, die vorteilhaft im Energieversorgungssystem 200 eingesetzt werden kann. Dabei wird eine solche Wärmetauschereinheit 40 vorteilhaft in einem Latentwärmespeicher 100 eingebaut sein. Alternativ oder zusätzlich kann eine solche Wärmetauschereinheit 40 jedoch auch in einem Regenerationssystem des Energieversorgungssystems 200 eingesetzt sein.

[0075] Das Energieversorgungssystem 200 umfasst einen Latentwärmespeicher 100. Der Latentwärmespeicher 100 weist einen Speicherbehälter 10 auf, der zur Aufnahme eines Speichermediums 12 mit latenter Wärme vorgesehen ist. Das Speichermedium 12 ist beispielsweise Wasser. Der Latentwärmespeicher dient als erste Energiequelle.

[0076] In dem Speicherbehälter 10 ist eine Wärmetauschereinheit 40 im Speichermedium 12 angeordnet, die zum Austausch von Wärme mit dem Speichermedium 12 vorgesehen ist und wenigstens ein Modul 50 (Figur 2) aufweist, das im Betrieb von einem Wärmeträgerfluid 52 durchströmt ist. Das Modul 50 ist durch eine Mehrzahl von parallel und beabstandet zueinander angeordneten Wärmetauscherplatten 60 gebildet, die sich parallel zur Hochachse 110 des Speicherbehälters 10 erstrecken.

[0077] Es können bei Bedarf zwei oder mehr solcher Module 50 (Figur 2) zusammengeschaltet sein und die Wärmetauschereinheit 40 bilden.

[0078] Das Wärmeträgerfluid 52 ist beispielsweise Sole oder ein Glykol-Wassergemisch oder dergleichen.

[0079] Das Energieversorgungssystem 200 umfasst weiterhin eine Wärmepumpe 210, die mit ihrer Primärseite fluidisch mit der Wärmetauschereinheit 40 des Latentwärmespeichers 100 verbunden ist, sowie eine zweite Energiequelle in Form eines Regenerationssystems 220, beispielsweise in Form eines Dachabsorbers und/oder eines Energiezauns. Ferner umfasst das Energieversorgungssystem 200 ein Hydraulikmodul 1000 mit der Anlagenhydraulik 300 sowie eine dazugehörige Steuer- und/oder Regelungseinheit 350, die mit der Anlagenhydraulik 300 verbunden ist.

[0080] Die Anlagenhydraulik 300 verbindet fluidisch die Wärmetauschereinheit 40 des Latentwärmespeichers 100, das Regenerationssystem 220 und die Wärmepumpe 210. Die Wärmepumpe 210 ist über eine Fluid-Schnittstelle 212, die Wärmetauschereinheit 40 über eine Fluid-Schnittstelle 102, das Regenerationssystem 220 über eine Fluid-Schnittstelle 222 an das Hydraulikmodul 1000 gekoppelt, wobei die Fluid-Schnittstellen 102, 212, 222 jeweils Anschlüsse für Eintritt und Austritt von Wärmeträgerfluid 52 in die bzw. aus den Komponenten 100, 210, 220 umfassen.

[0081] Die Wärmepumpe 210 versorgt einen Verbraucher 150, beispielsweise ein Einfamilienhaus, mit Wärme oder bei Bedarf mit Kühlung. Hierzu ist beispielsweise ein Fördermittel 214 vorgesehen, das ein Wärmeträgerfluid von der Sekundärseite der Wärmepumpe 210 zum Verbraucher 150 fördert.

[0082] Figur 2 zeigt eine Wärmetauschereinheit 40, wie sie im Latentwärmespeicher 100 in Figur 1 eingesetzt sein kann und die mit dem Speichermedium 12 im Innenraum 14 des Speicherbehälters 10 in thermischem Kontakt ist und die im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid 52 durchströmt ist. Figur 3 zeigt eine Draufsicht auf das Modul 50 der Wärmetauschereinheit 40. In Figur 4 sind verschiedene Abstände bezogen auf die Wärmetauschereinheit 40 im Speicherbehälter 10 (Figur 1) angedeutet.

[0083] Die Wärmetauschereinheit 40 weist wenigstens ein Modul 50 mit Wärmetauscherplatten 60 auf, von denen jede von dem Wärmeträgerfluid 52 durchströmt ist. Die Wärmetauscherplatten 60 der Wärmetauschereinheit 40 sind als ein kompaktes Modul 50 ausgebildet, das bei Bedarf mit weiteren Modulen 50 im Latentwärmespeicher 100 zusammengeschaltet werden kann. Die Wärmetauschereinheit 40 stellt der Primärseite der Wärmepumpe 210 sensible und auch latente Wärme aus dem Latentwärmespeicher 100 bereit.

[0084] Die Wärmetauscherplatten 60 in dem Modul 50 sind quer zu einer Hochachse 110 des Speicherbehälters 10 zueinander in einem ersten Soll-Abstand 62 beabstandet angeordnet. Das Modul 50 ist mit seinen Wärmetauscherplatten 60 beabstandet zum Behälterboden 16 und zur Behälterwand 18 angeordnet. Das Modul 50 nimmt mit seinen Wärmetauscherplatten 60 entlang der Hochachse 110 höchstens die Hälfte eines Soll-Pegelstandes 20 des Speichermediums 12 im Innenraum 14 ein.

[0085] Das Modul 50 weist eine Verteilerleitung 80 und eine Sammelleitung 90 auf, wobei Fluideingänge 64 der Wärmetauscherplatten 60 in die Verteilerleitung 80 und Fluidausgänge 66 der Wärmetauscherplatten 60 in die Sammelleitung 90 für das Wärmeträgerfluid 52 münden. Die Wärmetauscherplatten 60 sind strömungsmäßig parallel geschaltet. Sind zwei oder mehr Module 50 im Latentwärmespeicher 100 angeordnet, kann für alle eine gemeinsame Verteilerleitung 80 und eine gemeinsame Sammelleitung 90 vorhanden sein. Optional kann jedes Modul 50 eine eigene Verteilerleitung 80 und eine eigene Sammelleitung 90 aufweisen. Die Leitungen sind zweckmäßigerweise im eisfreien Bereich angeordnet.

[0086] Das Modul 50 nimmt mit seinen Wärmetauscherplatten 60 entlang der Hochachse 110 höchstens ein Drittel des Soll-Pegelstandes 20 des Speichermediums 12 ein. Bestimmungsgemäß wird auf der Oberfläche der Wärmetauscherplatten 60 bei Wärmeentzug aus dem Latentwärmespeicher 100 Eis gebildet, welches bei Erreichen einer vorbestimmten Eisdicke im Wesentlichen pulsartig abgetaut wird. Geringe Schwankungen des Pegelstandes 20 beim Bilden des Eises auf den Wärmetauscherplatten 60 der Wärmetauschereinheit 40 bzw. beim Abtauen des Eises können gegenüber den Abständen vernachlässigt werden.

[0087] Das von der Wärmetauschereinheit 40 abgelöste Eis kann im Freiraum 24 oberhalb der nahe am Boden des Speicherbehälters 10 platzierten Wärmetauschereinheit 40 aufgenommen werden, ohne das unerwünschte Kräfte auf die Wärmetauschereinheit 40 oder Speicherwand 18 oder Speicherboden 16 des Speicherbehälters 10 ausgeübt werden.

[0088] Das Modul 50 weist mit seinen Wärmetauscherplatten 60 beispielsweise eine Fläche wenigstens zum Wärmeentzug von etwa 2 bis 2,5 m² auf, mit einer günstigen Breite der Wärmetauscherplatten 60 von beispielsweise etwa 800 mm bis 1200 mm und einer Höhe von bis zu 1200 mm. Ein Modul 50 einer Wärmetauschereinheit 40 kann günstigerweise aus 8 bis 12 Wärmetauscherplatten 60 bestehen und ist zur Versorgung eines Einfamilienhauses mit ca. 150 m² zu beheizender Fläche beispielsweise in Mitteleuropa ausreichend, um dieses über das Jahr gesehen mit Wärme und gegebenenfalls Kälte zu versorgen. Sollte mehr Leistung erforderlich sein, so können weitere Module 50 installiert und miteinander verbunden werden.

[0089] Das Modul 50 weist mit seinen Wärmetauscherplatten 60 ein Volumen von höchstens 20%, bevorzugt 15%, besonders bevorzugt höchstens 10 % des Volumens des Speichermediums 12 auf. Das Volumen bezieht sich dabei auf die äußeren Abmessungen einer Umhüllenden der Wärmetauscherplatten 60 im Modul 50, die hier beispielsweise in einem Quader als Umhüllende angeordnet sind.

[0090] Das Modul 50 weist mit seinen Wärmetauscherplatten 60 einen Abstand 54 zum Behälterboden 16 auf, der so bemessen ist, dass das Speichermedium 12 innerhalb des Abstands 54 auch im bestimmungsgemäß

kältesten Betriebszustand des Moduls 50 eisfrei ist. Vorteilhaft können die Wärmetauscherplatten 60 mit ihren dem Speicherboden 16 zugewandten Stirnseiten auf einer Palette 65 angeordnet sein, die entsprechende Abstandshalter 66 zum Speicherboden 16 aufweist.

[0091] Der Speicherbehälter 10 ist thermisch mit seiner Umgebung gekoppelt, und ist im Betriebszustand im Erdreich angeordnet ist. Dies erlaubt die Aufnahme vom Umgebungswärme, wobei das den Speicherbehälter 10 umgebende Erdreich in der Regel ganzjährig eine Temperatur oberhalb der Gefriergrenze hat.

[0092] Der modulare Aufbau der Wärmetauschereinheit 40 erlaubt es, den Speicherbehälter 10 mit dem wenigstens einen Modul 50 vorkonfektioniert herzustellen. Der Latentwärmespeicher 100 kann unproblematisch per Straßentransport zum Einsatzort transportiert werden und braucht dort lediglich in eine vorbereitete Grube eingesetzt werden und gegebenenfalls noch mit Speichermedium 12 und/oder Wärmeträgerfluid 52 befüllt werden.

[0093] Abhängig von Betriebsbedingungen von Wärmetauschereinheit 40 und/oder Wärmepumpe 210 in einem ersten Betriebsmodus ist ein erster Kreislauf 202 des Wärmeträgerfluids 52 zwischen Latentwärmespeicher 100 und einer Primärseite der Wärmepumpe 210 ausgebildet. In einem zweiten Betriebsmodus ist ein zweiter Kreislauf 204 des Wärmeträgerfluids 52 zwischen Regenerationssystem 220 und Wärmepumpe 210 ausgebildet.

[0094] Mittels einer nicht dargestellten Umschalteinrichtung kann zwischen den beiden Kreisläufen 202, 204 geschaltet werden, so dass bei einer Entzugs-Anforderung durch die Wärmepumpe 210 stets die für die Wärmepumpe 210 günstigere Energiequelle, nämlich Latentwärmespeicher 100 oder Regenerationssystem 220 Wärme an die Wärmepumpe 210 abgibt. Optional kann eine Mischung des Wärmeträgerfluids 52 erfolgen, so dass die Wärmepumpe 210 das Wärmeträgerfluid 52 mit einer Mischtemperatur aus dem ersten und dem zweiten Kreislauf 202, 204 erhält.

[0095] In einem weiteren Betriebsmodus ist ein dritter Kreislauf 206 zwischen Latentwärmespeicher 100 und Regenerationssystem 220 ausgebildet. Dies erlaubt eine Regeneration des Latentwärmespeichers 100 nach der Entzugsperiode, dessen Speichermedium 12 dabei aufgewärmt wird. Ferner erlaubt dies eine kurzzeitige Regeneration der Wärmetauschereinheit 40 während der Entzugsperiode, wenn kurzzeitig an der Oberfläche der Wärmetauscherplatten 60 gebildetes Eis entfernt wird, um den thermischen Kontakt mit dem Speichermedium 12 zu verbessert.

[0096] Ein Umschalten erfolgt zweckmäßigerweise durch die Steuer- und/oder Regelungseinheit 350 des Hydraulikmoduls 1000, dass über Volumenstrommessung und Temperaturmessung einerseits eine Anforderung der Wärmepumpe 210 erkennt und die Kreisläufe 202, 204 entsprechend umschaltet und über die Messung der Austrittstemperatur des Wärmeträgerfluids 52

aus der Wärmetauschereinheit 40 erkennt, ob an der Oberfläche der Wärmetauscherplatten 60 Eis vorliegt und ob dieses entfernt werden soll.

[0097] Das Hydraulikmodul 1000 enthält alle Komponenten, d.h. Ventile, Temperatursensoren, Fördermittel, Volumenstromsensoren und dergleichen, die für einen autarken Betrieb notwendig sind, so dass ein Eingriff in eine Steuerung der Wärmepumpe 210 nicht notwendig ist.

[0098] Die Figuren 7 und 8 illustrieren schematisch Ausgestaltungen eines Verfahrens zum Betreiben eines Energieversorgungssystems 200 mit wenigstens einem Latentwärmespeicher 100, der Wärme und Kälte für einen Verbraucher 150 über eine Wärmetauschereinheit 40 bereitstellt. Hierbei soll die Wärmetauschereinheit 40 während der Entzugsperiode von Eis befreit werden, um anschließend wieder zum Wärmeentzug bereitzustehen.

[0099] In Schritt S100 wird im Hydraulikmodul 1000 (Figuren 1, 5) die Austrittstemperatur T_{40} des Wärmeträgerfluids 52 aus der Wärmetauschereinheit 40 erfasst. Dies kann kontinuierlich oder periodisch erfolgen. Hierzu sind Temperatursensoren in der Anlagenhydraulik 300 angeordnet.

[0100] In Schritt S102 wird in der Regelungs- und/oder Steuereinheit 350 des Hydraulikmoduls 1000 geprüft, ob die Austrittstemperatur T_{40} gleich oder unterhalb einer Temperaturschwelle T_{REG} liegt, bei der die Regeneration der Wärmetauschereinheit 40 erfolgen soll. Die Temperaturschwelle T_{REG} entspricht einer definierten Dicke des Eises auf der Oberfläche der Wärmetauscherplatten 60 und liegt günstigerweise im Bereich von -4°C und -8°C ,

[0101] Ist $T_{40} \leq T_{REG}$ ("j" im Flussdiagramm) erfolgt in Schritt S104 die Regeneration der Wärmetauschereinheit 40. Ist T_{40} oberhalb der Temperaturschwelle T_{REG} ("n" im Flussdiagramm), wird dem Latentwärmespeicher 100 weiter Wärme entzogen.

[0102] In Schritt S106 wird in der Regelungs- und/oder Steuereinheit 350 des Hydraulikmoduls 1000 geprüft, ob die Austrittstemperatur T_{40} einen Temperaturwert, beispielsweise 0°C , übersteigt. Ist dies der Fall ("j" im Flussdiagramm), schaltet die Regelungs- und/oder Steuereinheit 350 des Hydraulikmoduls 1000 wieder auf den Entzugsbetrieb in Schritt S120 um. Ist dies nicht der Fall ("n" im Flussdiagramm), wird die Regeneration in Schritt S104 fortgeführt.

[0103] Figur 8 zeigt eine Variante des Verfahrens. Die Schritte S100-S106 laufen wie in Figur 7 ab, auf die zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen verwiesen wird.

[0104] Übersteigt die Austrittstemperatur T_{40} in Schritt S106 einen Temperaturwert, beispielsweise 0°C ("j" im Flussdiagramm), wird in Schritt S110 weiterhin geprüft, ob eine Eintrittstemperatur T_1 des Wärmeträgerfluids 52 in die Wärmetauschereinheit 40 um einen definierten Wert, beispielsweise 4 K, größer ist als die Austrittstemperatur T_{40} . Ist dies der Fall ("j" im Flussdiagramm), wird in Schritt S120 auf den Entzugsbetrieb umgeschaltet. Ist die Temperaturdifferenz geringer ("n"

m Flussdiagramm) wird in Schritt S112 eine Heizquelle zugeschaltet, beispielsweise ein elektrischer Heizstab im Speichermedium 12, um das Speichermedium 12 aufzuwärmen. In Schritt S114 wird wiederum geprüft, ob eine Eintrittstemperatur T₁ des Wärmeträgerfluids 52 in die Wärmetauschereinheit 40 um einen definierten Wert, beispielsweise 4 K, größer ist als die Austrittstemperatur T₄₀. Ist dies der Fall ("j" im Flussdiagramm), wird in Schritt S120 auf den Entzugsbetrieb umgeschaltet. Ist die Temperaturdifferenz geringer ("n" m Flussdiagramm), wird das Speichermedium 12 weiterhin mittels der weiteren Heizquelle aufgewärmt.

Bezugszeichen

[0105]

10	Speicherbehälter
12	Speichermedium
14	Innenraum
16	Behälterboden
18	Behälterwand
20	Soll-Pegelstand
22	Abstand
24	Freiraum
40	Wärmetauschereinheit
50	Modul
52	Wärmeträgerfluid
54	Soll-Abstand
60	Wärmetauscherplatte
62	Soll-Abstand
64	Fluideingang
65	Palette
66	Abstandshalter
68	Fluidausgang
80	Verteilerleitung
82	Leitung
90	Sammelleitung
92	Leitung
100	Latentwärmespeicher
102	Schnittstelle
110	Hochachse
150	Verbraucher
200	Energieversorgungssystem
202	Kreislauf
204	Kreislauf
210	Wärmepumpe
212	Schnittstelle
214	Fördermittel
220	Regenerationssystem
222	Schnittstelle
300	Anlagenhydraulik
350	Steuer- und/oder Regelungseinheit
1000	Hydraulikmodul
S100	Verfahrensschritt
S102	Verfahrensschritt
S104	Verfahrensschritt
S106	Verfahrensschritt

S110	Verfahrensschritt
S112	Verfahrensschritt
S114	Verfahrensschritt
S120	Verfahrensschritt
5	T ₄₀ Austrittstemperatur
T _{REG}	Temperaturschwelle
T ₁	Eintrittstemperatur

10 Patentansprüche

1. Latentwärmespeicher (100) zur Bereitstellung von Wärme und Kälte für einen Verbraucher (150), mit einem Speicherbehälter (10) zur Aufnahme eines Speichermediums (12) in einem Innenraum (14) und einer darin angeordneten Wärmetauschereinheit (40), die mit dem Speichermedium (12) in thermischem Kontakt ist und die im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid (52) durchströmt ist,

wobei die Wärmetauschereinheit (40) Wärmetauscherplatten (60) aufweist, von denen jede von dem Wärmeträgerfluid (52) durchströmt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Wärmetauscherplatten (60) der Wärmetauschereinheit (40) als wenigstens ein kompaktes Modul (50) ausgebildet sind,

wobei die Wärmetauscherplatten (60) des wenigstens einen Moduls (50) quer zu einer Hochachse (110) des Speicherbehälters (10) zueinander in einem ersten Soll-Abstand (62) beabstandet angeordnet sind,

wobei das wenigstens eine Modul (50) mit seinen Wärmetauscherplatten (60) beabstandet zum Behälterboden (16) und zur Behälterwand (18) angeordnet ist,

wobei das wenigstens eine Modul (50) mit seinen Wärmetauscherplatten (60) entlang der Hochachse (110) höchstens die Hälfte eines Soll-Pegelstandes (20) des Speichermediums (12) im Innenraum (14) einnimmt.

2. Latentwärmespeicher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Modul (50) eine Verteilerleitung (80) und eine Sammelleitung (90) aufweist, insbesondere dass Fluideingänge (64) der Wärmetauscherplatten (60) in die Verteilerleitung (80) und Fluidausgänge (66) der Wärmetauscherplatten (60) in die Sammelleitung (90) für das Wärmeträgerfluid (52) münden, insbesondere wobei die Wärmetauscherplatten (60) strömungsmäßig parallel geschaltet sind.
3. Latentwärmespeicher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Speicherbehälter (10) Verteilerleitungen (80) und Sammelleitungen (90) mehrerer, insbesondere gleichartiger, Module (50) strömungsmäßig zusammengeschaltet sind,

insbesondere strömungsmäßig parallel geschaltet sind.

4. Latentwärmespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Modul (50) mit seinen Wärmetauscherplatten (60) entlang der Hochachse (110) höchstens ein Drittel des Soll-Pegelstandes (20) einnimmt. 5
5. Latentwärmespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modul (50) mit seinen Wärmetauscherplatten (60) ein Volumen von höchstens 20%, bevorzugt 15%, besonders bevorzugt höchstens 10 % des Volumens des Speichermediums (12) aufweist. 10 15
6. Latentwärmespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Modul (50) mit seinen Wärmetauscherplatten (60) einen Abstand (54) zum Behälterboden (16) aufweist, der so bemessen ist, dass das Speichermedium (12) innerhalb des Abstands (54) auch im bestimmungsgemäß kältesten Betriebszustand des wenigstens einen Moduls (50) eisfrei ist. 20 25
7. Latentwärmespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Speicherbehälter (10) mit dem wenigstens einen Modul (50) vorkonfektioniert hergestellt ist. 30
8. Latentwärmespeicher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Speicherbehälter (10) thermisch mit seiner Umgebung gekoppelt ist, insbesondere dass der Speicherbehälter (10) im Betriebszustand im Erdreich angeordnet ist. 35
9. Energieversorgungssystem (200) mit wenigstens einem Latentwärmespeicher (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 40

wobei der Latentwärmespeicher (100) zur Bereitstellung von Wärme und Kälte für einen Verbraucher (150), mit einem Speicherbehälter (10) zur Aufnahme eines Speichermediums (12) in einem Innenraum (14) und einer darin angeordneten Wärmetauschereinheit (40), die mit dem Speichermedium (12) in thermischem Kontakt ist und die im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid (52) durchströmt ist, wobei die Wärmetauschereinheit (40) Wärmetauscherplatten (60) aufweist, von denen jede von dem Wärmeträgerfluid (52) durchströmt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmetauscherplatten (60) der Wärmetauschereinheit (40) als wenigstens ein Modul (50) 45 50 55

ausgebildet sind, wobei die Wärmetauscherplatten (60) des wenigstens einen Moduls (50) quer zu einer Hochachse (110) des Speicherbehälters (10) zueinander in einem ersten Soll-Abstand (62) beabstandet angeordnet sind, wobei das wenigstens eine Modul (50) mit seinen Wärmetauscherplatten (60) beabstandet zum Behälterboden (16) und zur Behälterwand (18) angeordnet ist, wobei das wenigstens eine Modul (50) mit seinen Wärmetauscherplatten (60) entlang der Hochachse (110) höchstens die Hälfte eines Soll-Pegelstandes (20) des Speichermediums (12) im Innenraum (14) einnimmt, wobei die Wärmetauschereinheit (40) mit einer Wärmepumpe (210), die wenigstens zeitweise dem Speichermedium (12) über die Wärmetauschereinheit (40) Wärme entzieht, und mit einem Regenerationssystem (220), das wenigstens zeitweise dem Speichermedium (12) über die Wärmetauschereinheit (40) Wärme bereitstellt, gekoppelt ist, sowie mit einer Steuer- und/oder Regelungseinheit (350), welche zumindest ein Abkühlen und Aufwärmen der Wärmetauschereinheit (40) steuert oder regelt.

10. Energieversorgungssystem nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Latentwärmespeicher (100), Wärmepumpe (210) und das Regenerationssystem (220) eine Umschalteneinrichtung mit wenigstens einem Umschaltventil zur Beeinflussung einer Strömungsrichtung des Wärmeträgerfluids (52), wenigstens einen Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur des Wärmeträgerfluids (52) und wenigstens ein Volumenstromsensor (330) zur Erfassung einer Heizanforderung und/oder Kälteanforderung der Wärmepumpe (210) angeordnet ist.
11. Energieversorgungssystem nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einer Strömungsverbindung zwischen Latentwärmespeicher (100), Wärmepumpe (210) und Regenerationssystem (220) wenigstens ein Mischventil angeordnet ist, mit dem Wärmeträgerfluid (52) aus dem Regenerationssystem (220) und Wärmeträgerfluid (52) aus der Wärmetauschereinheit (40) gemischt wird.
12. Energieversorgungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** abhängig von Betriebsbedingungen von Wärmetauschereinheit (40) und/oder Wärmepumpe (210) unterschiedliche Kreisläufe (202, 204, 206) des Wärmeträgerfluids (52) vorliegen, 50

wobei in einem ersten Betriebsmodus ein erster Kreislauf (202) des Wärmeträgerfluids (52) zwischen Latentwärmespeicher (100) und einer

- Primärseite der Wärmepumpe (210) ausgebildet ist
wobei in einem zweiten Betriebsmodus ein zweiter Kreislauf (204) des Wärmeträgerfluids (52) zwischen Regenerationssystem (220) und Wärmepumpe (210) ausgebildet ist, wobei in einem dritten Betriebsmodus ein dritter Kreislauf (206) des Wärmeträgerfluids (52) zwischen Regenerationssystem (220) und Wärmetauschereinheit (40) des Latentwärmespeichers (210) ausgebildet ist.
13. Energieversorgungssystem nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** Latentwärmespeicher (100), Wärmepumpe (210) und Regenerationssystem (220) an ein Hydraulikmodul (1000) angeschlossen sind, welches die Umschalt-einrichtung, den wenigstens einen Temperatursensor und den wenigstens einen Volumenstromsensor aufweist.
14. Verfahren zum Betreiben eines Energieversorgungssystems (200) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, mit wenigstens einem Latentwärmespeicher (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Latentwärmespeicher (100) Wärme und Kälte für einen Verbraucher (150) über eine Wärmetauschereinheit (40) bereitstellt, die mit Speichermedium (12) in thermischem Kontakt steht und die im Betriebszustand von einem Wärmeträgerfluid (52) durchströmt wird, wobei die Wärmetauschereinheit (40) mit einer Wärmepumpe (210), die wenigstens zeitweise dem Speichermedium (12) über die die Wärmetauschereinheit (40) Wärme entzieht, und mit einem Regenerationssystem (220), das wenigstens zeitweise dem Speichermedium (12) über die Wärmetauschereinheit (40) Wärme bereitstellt, gekoppelt wird, sowie mit einer Steuer- und/oder Regelungseinheit (350), welche zumindest ein Abkühlen und Aufwärmen der Wärmetauschereinheit (40) steuert oder regelt, wobei bei Wärmeentzug aus dem Speichermedium (12) eine Eisbildung auf Wärmetauscherplatten (60) der Wärmetauschereinheit (40) temporär unterbrochen wird und das Eis von den Wärmetauscherplatten (60) entfernt wird, wobei ein Abtauen der Wärmetauscherplatten (60) der Wärmetauschereinheit (40) abhängig von einer Austrittstemperatur (T_{40}) des Wärmeträgerfluids (52) bei oder nach Austritt aus der Wärmetauschereinheit (40) erfolgt, sobald die Austrittstemperatur (T_{40}) eine voreingestellte Temperaturschwelle (T_{reg}) erreicht oder unterschreitet.
- stellte Temperaturschwelle (T_{reg}) so gewählt wird, dass eine Dicke (D_{50}) von Eis auf den Wärmetauscherplatten (60) des wenigstens einen Moduls (50) kleiner ist als der halbe erste Soll-Abstand (62) zwischen den Wärmetauscherplatten (60) des wenigstens einen Moduls (50), insbesondere wobei die voreingestellte Temperaturschwelle (T_{reg}) im Bereich von -5°C und -9°C , bevorzugt im Bereich von -4°C und -8°C gewählt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, wobei eine Wärmezufuhr so lange erfolgt, bis die Austrittstemperatur (T_{40}) wenigstens 0°C erreicht oder übersteigt.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei in einem ersten Betriebsmodus Wärmeträgerfluid (52) in einem ersten Kreislauf (202) zwischen Latentwärmespeicher (100) und einer Primärseite der Wärmepumpe (210) strömt und in einem zweiten Betriebsmodus Wärmeträgerfluid (52) in einem zweiten Kreislauf (204) zwischen Regenerationssystem (220) und Wärmepumpe (210) strömt und in einem dritten Betriebsmodus Wärmeträgerfluid (52) in einem dritten Kreislauf (206) zwischen Regenerationssystem (220) und Latentwärmespeicher (100) strömt, wobei abhängig von Betriebsbedingungen der Wärmetauschereinheit (40) und/oder der Wärmepumpe (210) zwischen den Kreisläufen (202, 204, 206) umgeschaltet wird.

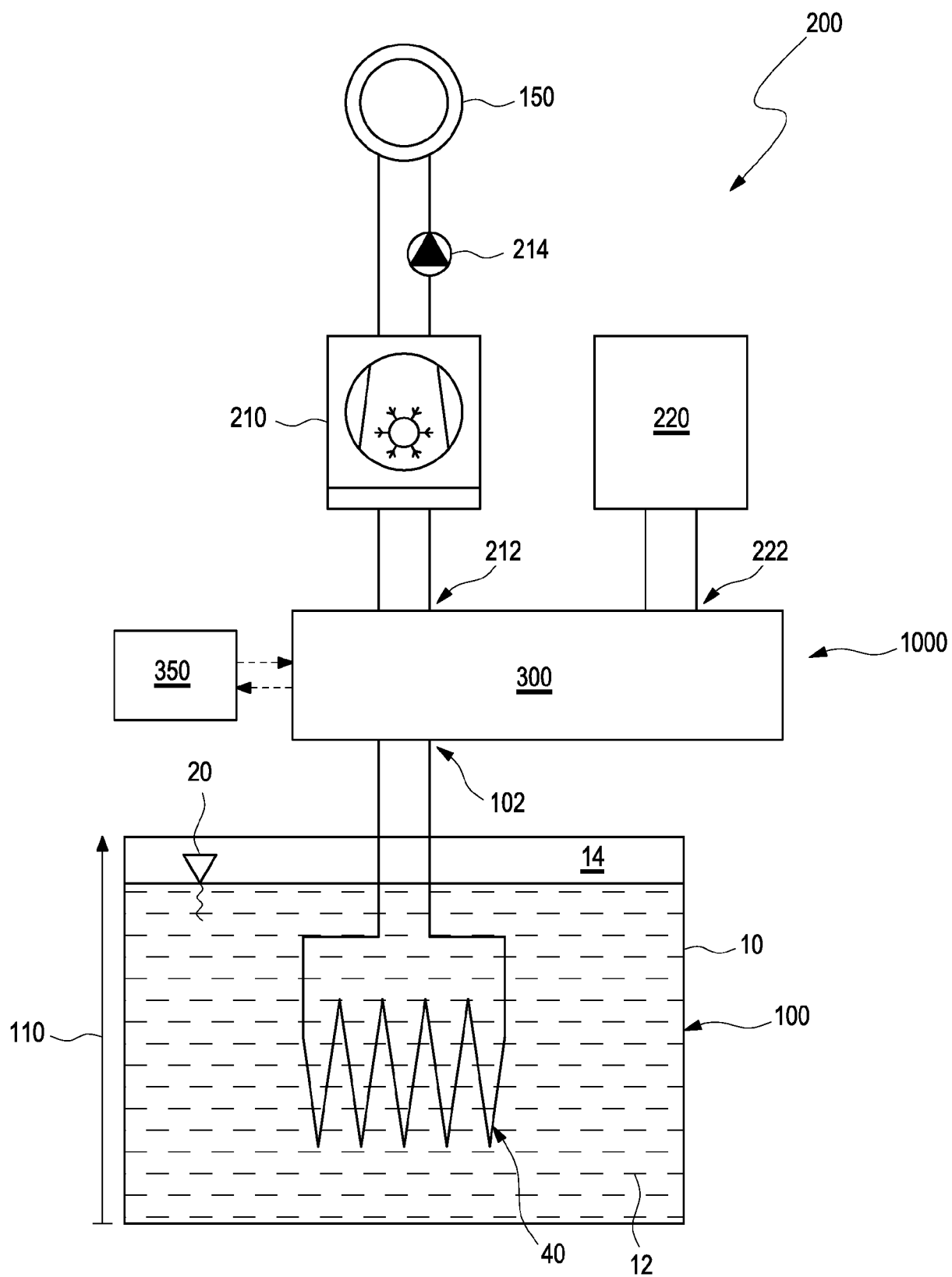


Fig. 1

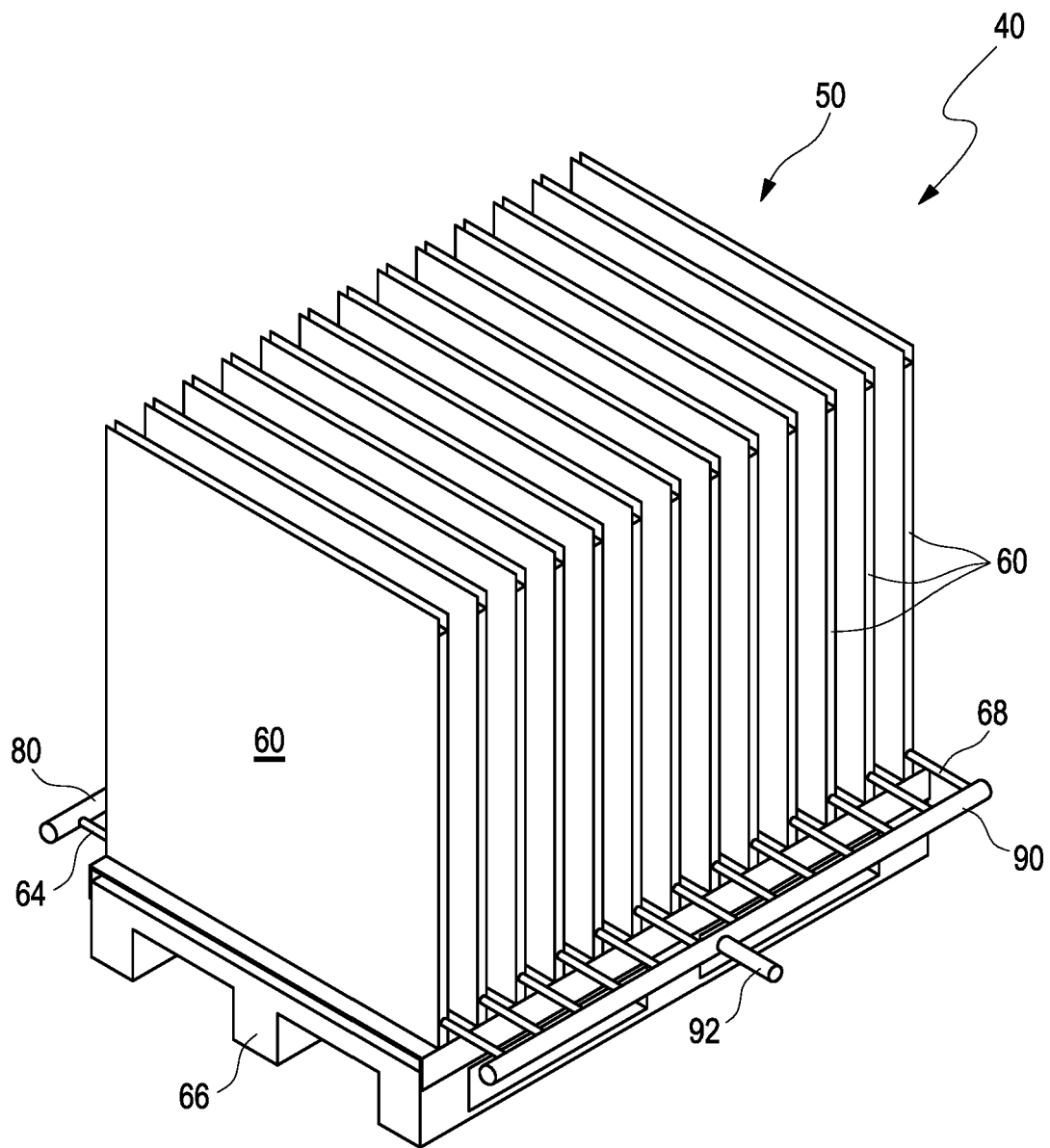


Fig. 2

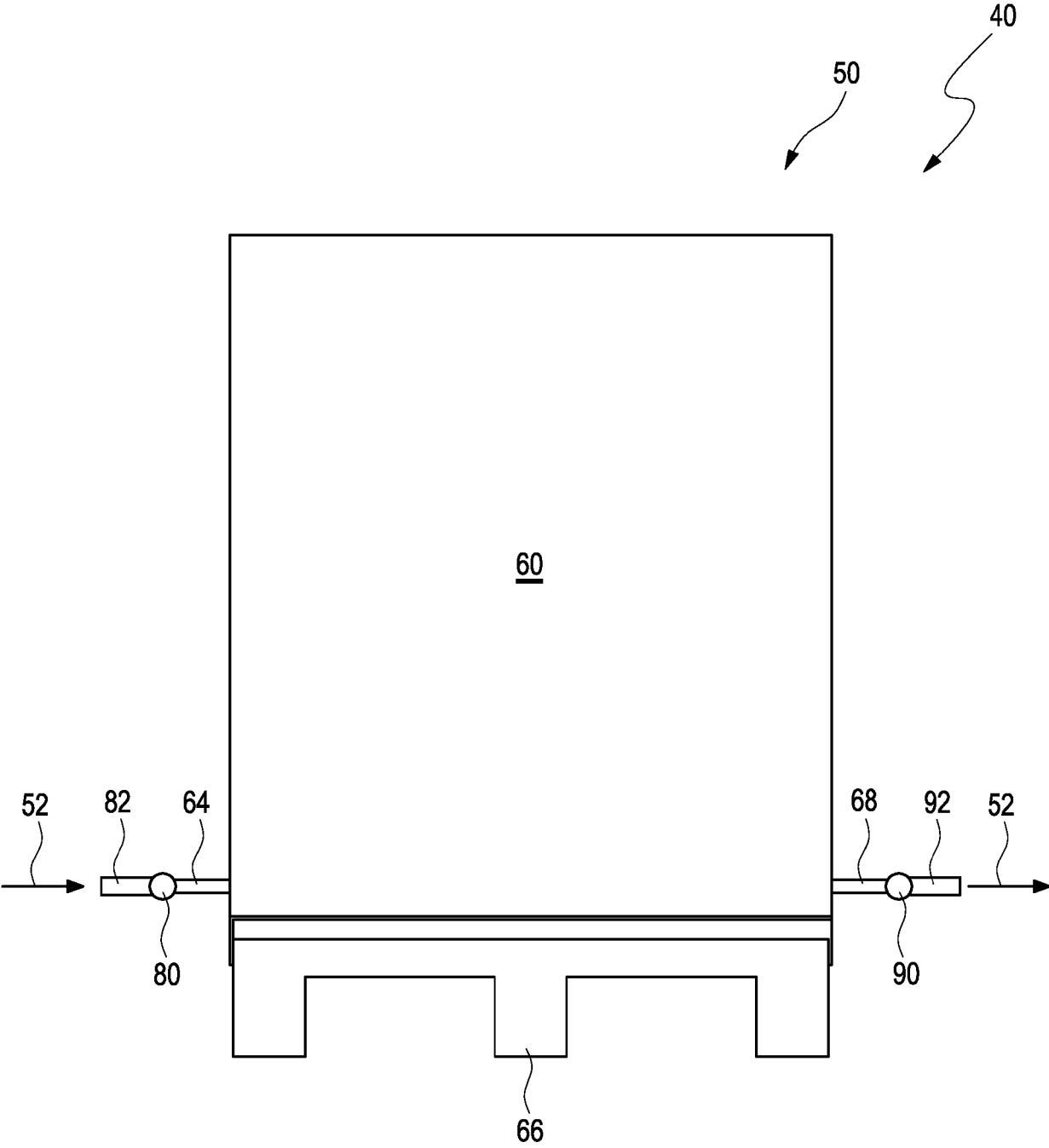


Fig. 3

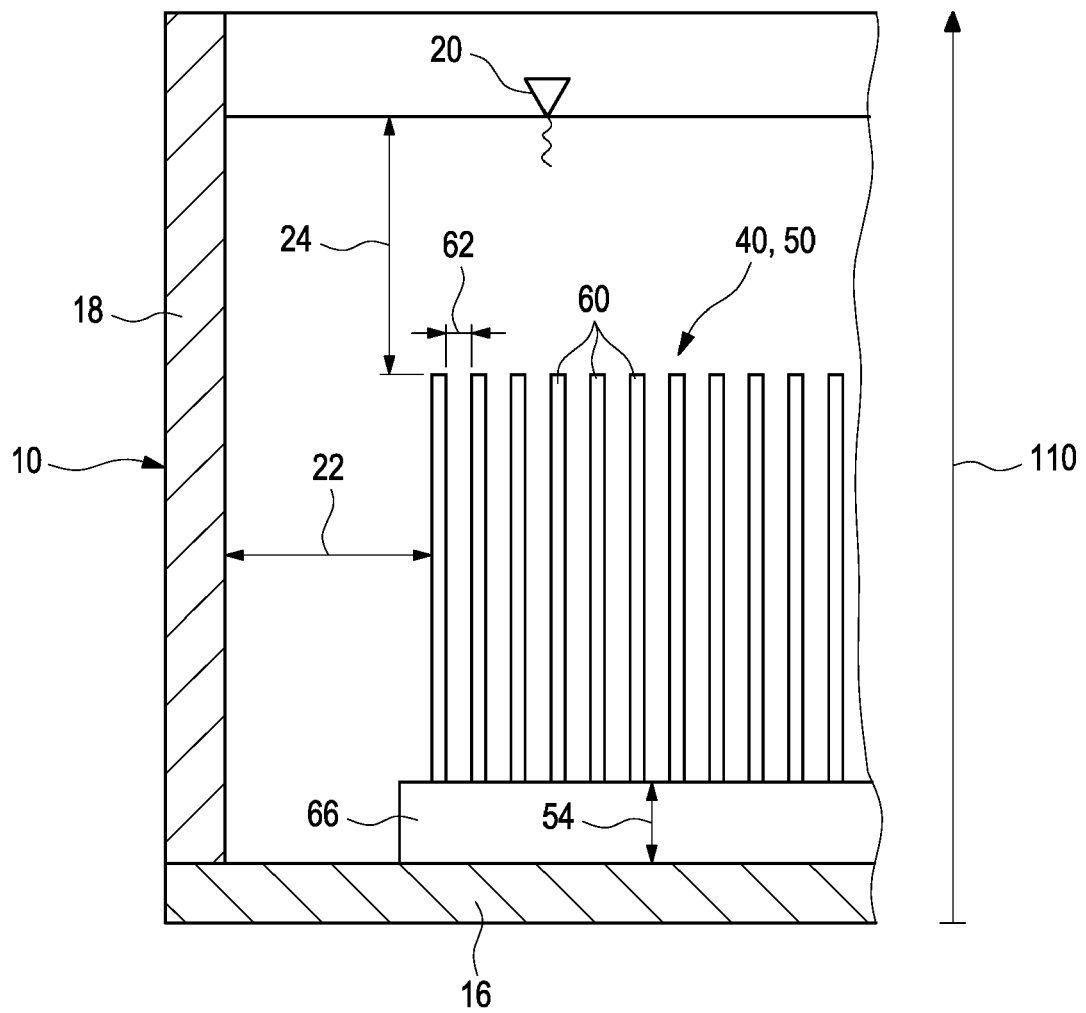


Fig. 4

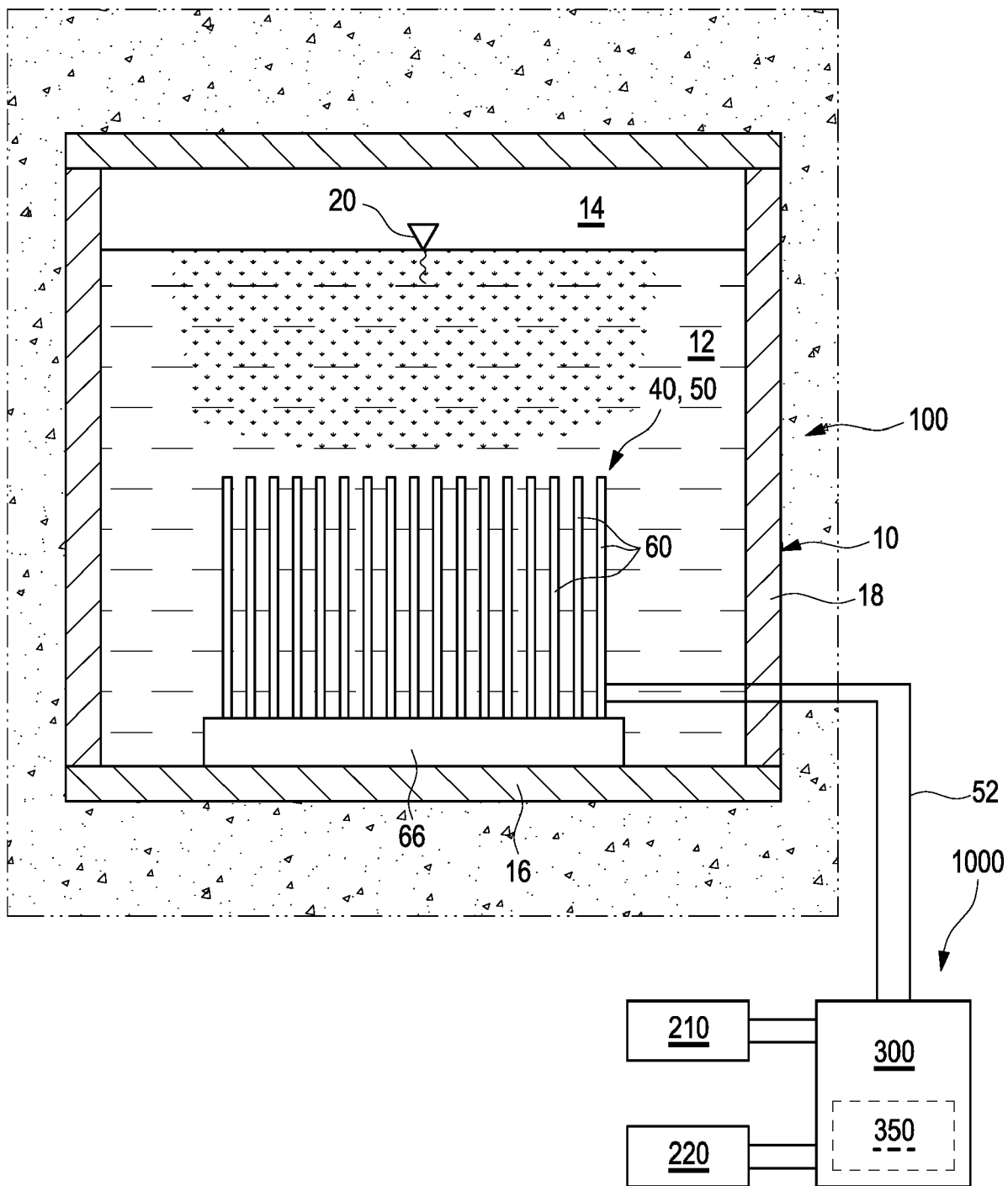


Fig. 5

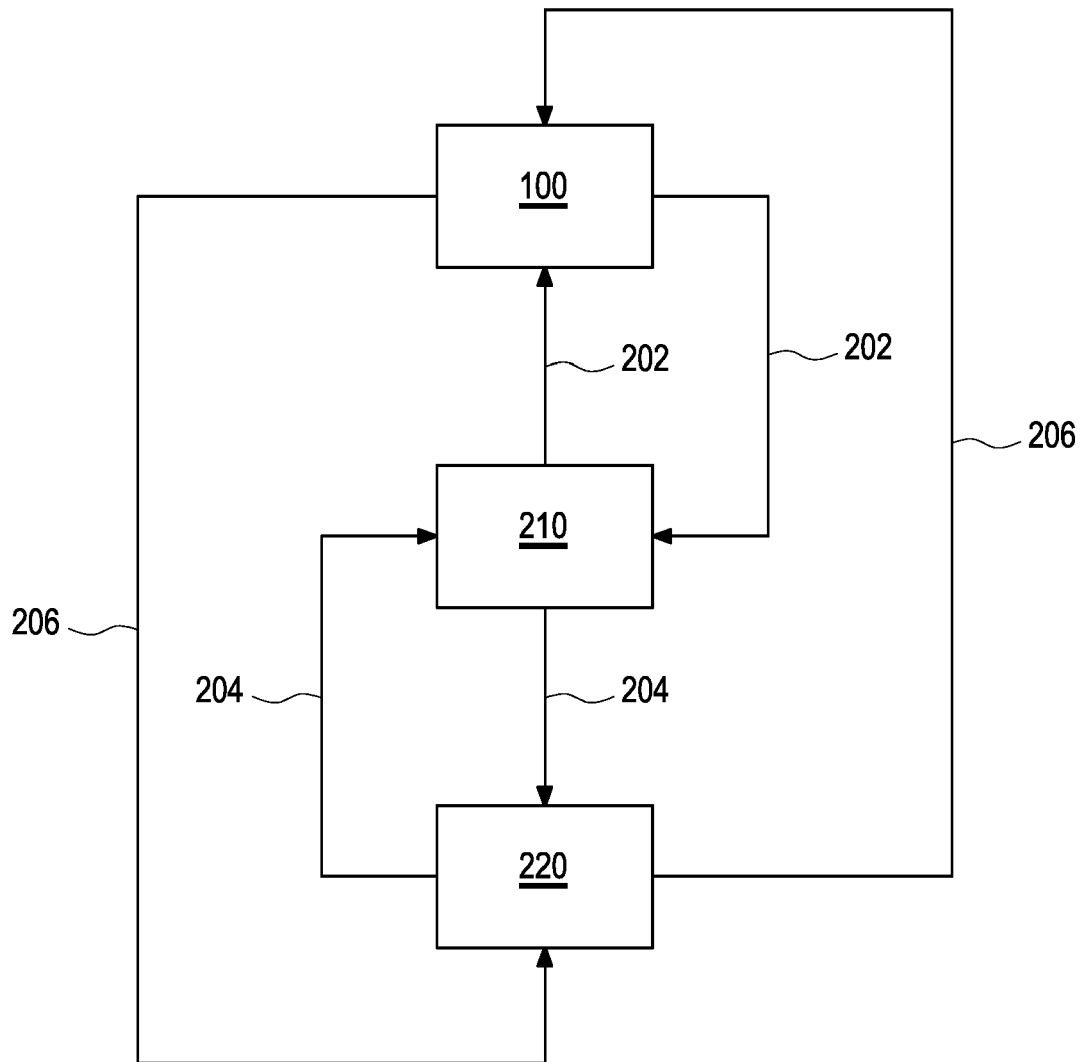


Fig. 6

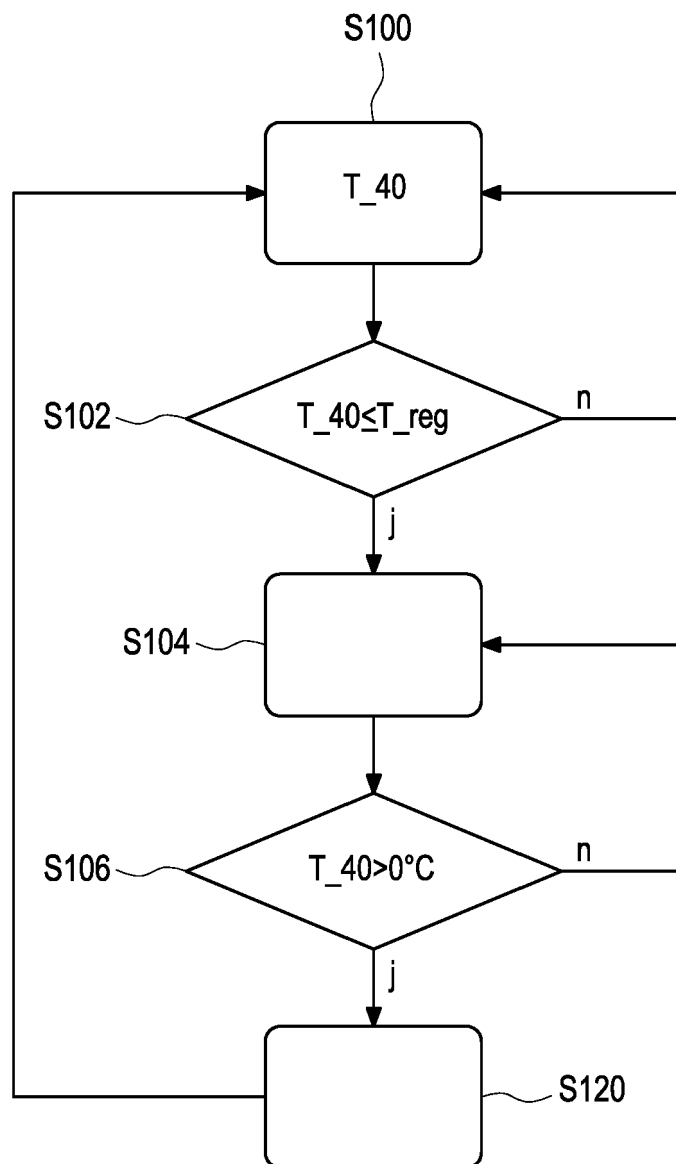


Fig. 7

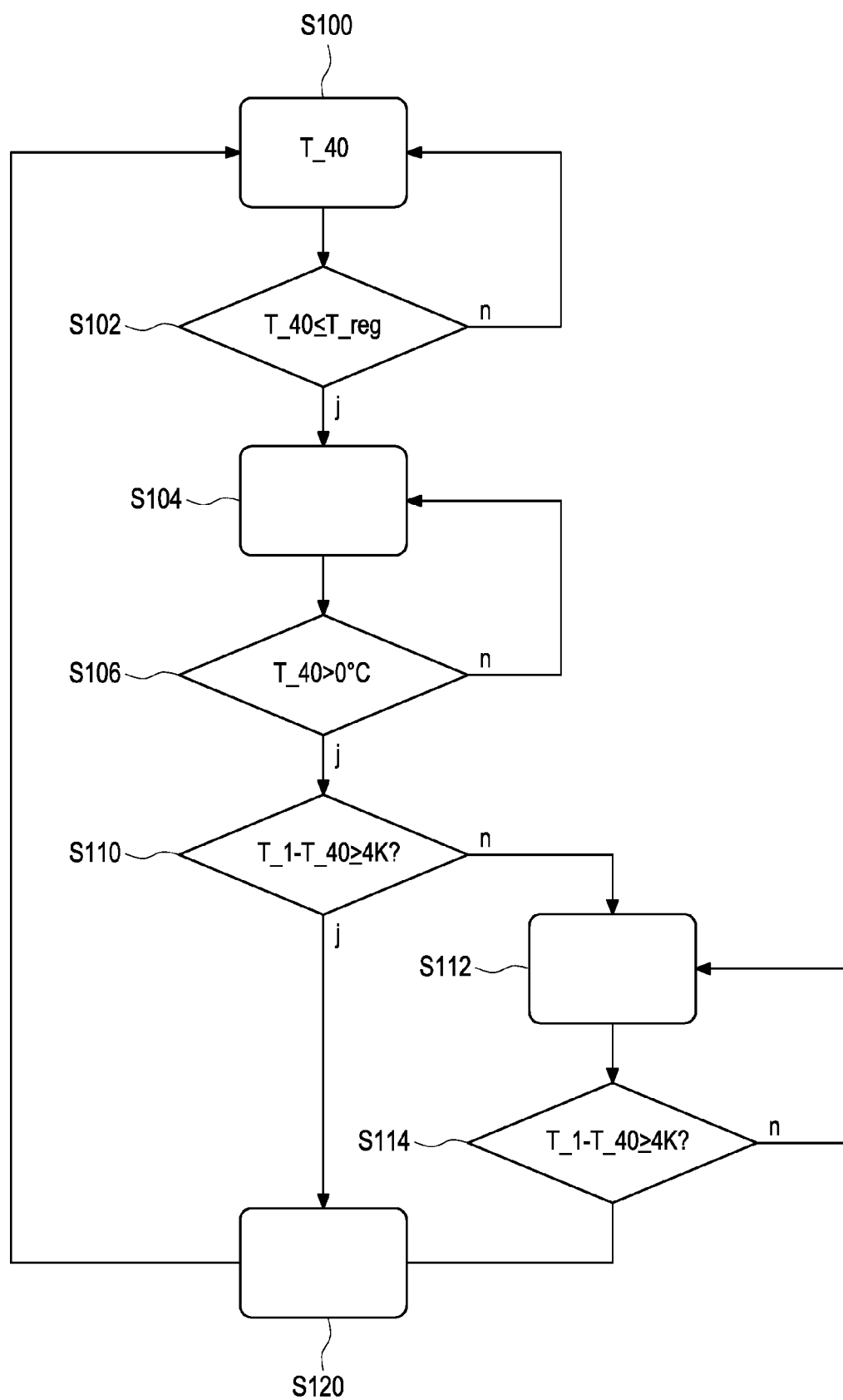


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 20 6731

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
5 X	CH 713 882 B1 (ELEKTRIZITAETSWERK JONA RAPPERSWIL AG [CH]) 14. Dezember 2018 (2018-12-14)	1, 4-8	INV. F28D9/00 F28D20/02 F28F19/00
Y	* Abbildung 10 *	2, 3	
5 Y	WO 2020/209981 A2 (PHASE CHANGE ENERGY SOLUTIONS INC [US]) 15. Oktober 2020 (2020-10-15) * das ganze Dokument *	2, 3	ADD. F28D20/00
2 A	EP 3 511 667 B1 (KONVEKTA AG [DE]) 29. Januar 2020 (2020-01-29) * Abbildung 1 *	1-17	
5 A	US 2014/251310 A1 (MUREN RUSSELL [US] ET AL) 11. September 2014 (2014-09-11) * Abbildungen 3, 4 *	1-17	
5 A	US 6 101 821 A (CATES ROBERT E [US]) 15. August 2000 (2000-08-15) * Abbildung 4 *	1-17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28D F28F
2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Juni 2023	Prüfer Vassoille, Bruno
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 20 6731

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-06-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 713882	B1	14-12-2018	KEINE
WO 2020209981	A2	15-10-2020	US 2022146210 A1
			WO 2020209981 A2
EP 3511667	B1	29-01-2020	CN 110044196 A
			DE 102018100900 A1
			EP 3511667 A1
			PL 3511667 T3
US 2014251310	A1	11-09-2014	US 2014251310 A1
			WO 2013059467 A2
US 6101821	A	15-08-2000	AU 4092899 A
			CN 1302366 A
			US 6101821 A
			WO 9961850 A1

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1807672 B1 **[0002]**
- DE 3023592 A1 **[0003]**
- EP 0019235 A1 **[0004]**
- DE 3136614 A1 **[0005]**
- CH 713882 B1 **[0006]**
- EP 0004552 A1 **[0007]**
- CA 3109464 C **[0008]**