

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 107 755****A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 83107484.4

(51)

Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 25 B 29/00**  
**F 25 B 15/06**

(22) Anmeldetag: 29.07.83

(30) Priorität: 27.10.82 CH 6264/82

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
09.05.84 Patentblatt 84/19(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT DE FR GB IT NL(71) Anmelder: GEBRÜDER SULZER AKTIENGESELLSCHAFT  
Zürcherstrasse 9  
CH-8401 Winterthur(CH)(72) Erfinder: Ehram, Christian, Dr.  
Obermühlestrasse 2  
CH-8400 Winterthur(CH)(72) Erfinder: Hännly, Jost, Dr.  
Rychenbergstrasse 297  
CH-8400 Winterthur(CH)(74) Vertreter: Dipl.-Ing. H. Marsch Dipl.-Ing. K. Sparing  
Dipl.-Phys.Dr. W.H. Röhl Patentanwälte  
Rethelstrasse 123  
D-4000 Düsseldorf(DE)

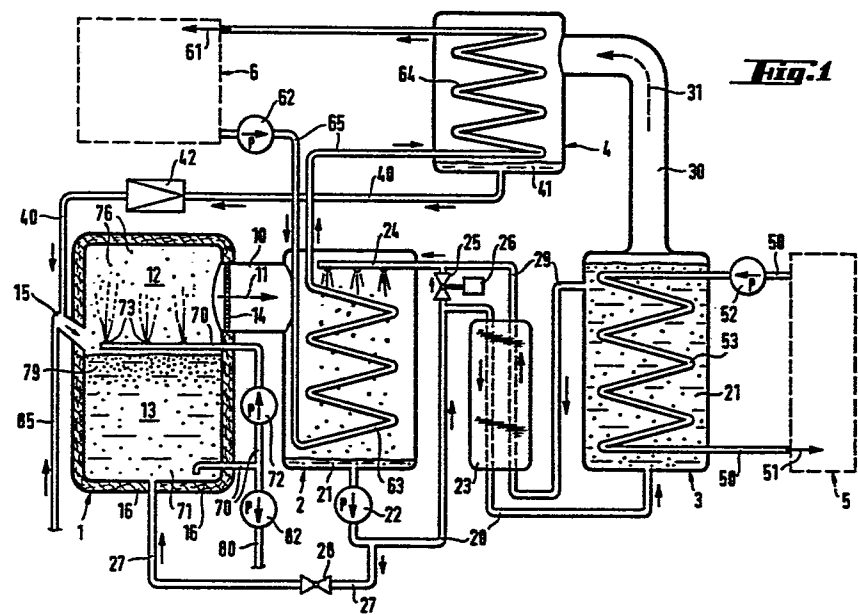
(54) Als direkt wirkender Verdampfer ausgebildeter Energiespeicher.

(57) Der Energiespeicher (1), dessen Arbeitsmittel im Normalbetrieb teilweise als Eis vorliegt, enthält als flüssiges Arbeitsmittel (71) eine wässrige Lösung eines gefrierpunktniedrigenden Stoffes, z.B. eines Salzes oder einer Lauge.

Aus einer derartigen wässrigen Lösung kristallisiert beim Abkühlen das Wasser in Form kleiner Eisplättchen und Eiskörner (78) aus, die mit der Lösung (71) einen Eisbrei (79) bilden. Dadurch wird verhindert, dass sich eine kompakte Eisschicht, durch die die Verdampfung und dadurch die Eiszeugung in kurzer Zeit zum Erliegen kommen, an der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Dampf bildet.

**EP 0 107 755 A1**

./...



**Fig. 1**

P.5764/Wg/Wh

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur / Schweiz

Als direkt wirkender Verdampfer ausgebildeter Energiespeicher

Die Erfindung betrifft einen als direkt arbeitender Verdampfer ausgebildeten Energiespeicher für eine der Heizung und/oder Kühlung eines Gebäudes dienende Absorptions-Wärmepumpenanlage, in welcher Wasser als Arbeitsmittel durch

5 Verdampfer, Absorber, Austreiber, Kondensator und Entspannungsorgan zirkuliert, und ein auch bei hohen Konzentrationen pumpbares hygroskopisches Absorptionsmittel mit Hilfe einer Pumpe den Absorber und den Austreiber durchsetzt, wobei einerseits die Absorptionswärme und andererseits die Kondensationswärme für Heizzwecke genutzt wird bzw. im Fall der

10 Kühlung als Abwärme abgeführt wird, und wobei ferner der Energiespeicher, in dem ein Teil des Wassers mindestens während Teilzeiten als Eis gespeichert ist, Teil eines zweiten Arbeitsmittelkreislaufts mit mindestens einer Niedrig-

15 temperatur-Wärmequelle bzw. einem Kälteverbraucher ist.

Aus der EP Bl O 010 551 ist eine Absorptions-Wärmepumpenanlage mit einem Energiespeicher der vorstehend genannten Art bekannt. Im normalen Heizbetrieb wird die für die Heizung benötigte Wärmeenergie bei dieser Anlage, die dann bei

20 einem Vakuum arbeitet, das dem Druck am Tripelpunkt des Wassers entspricht, im wesentlichen dem latenten Wärmein-

halt des in dem Speicher befindlichen Wassers entnommen, das dabei mindestens teilweise in Eis übergeht; im Kühlbetrieb erfolgt eine "Kälte"-Speicherung in dieser Anlage ebenfalls dadurch, dass ein Teil des Wassers in dem Speicher in der Form von Eis vorliegt.

Bei beiden Betriebsarten haben sich Schwierigkeiten dadurch ergeben, dass sich an der Grenzfläche zwischen Dampf- und Flüssigkeitsraum in dem Energiespeicher eine geschlossene kompakte Eisschicht bildet, durch die nach kurzer Zeit die Verdampfung des Wassers stark beeinträchtigt wird. Der Absorptionsprozess kommt daher sehr schnell zum Erliegen, auch wenn erst ein geringer Teil des in dem Speicher enthaltenen Wassers in Eis umgewandelt ist.

Aufgabe der Erfindung ist, diesen Nachteil des bekannten Energiespeichers zu beseitigen. Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass als Arbeitsmittel im Energiespeicher eine wässrige Lösung dient, in der mindestens ein gelöster Stoff eine Gefrierpunktniedrigung von mindestens 1 K bewirkt.

Als gefrierpunktniedrigende Substanzen für die Bildung der wässrigen Lösung haben sich anorganische Salze als geeignet erwiesen. Für Kochsalz beispielsweise wird eine Konzentration von mindestens 17 g/l benötigt.

Mit Vorteil lassen sich jedoch auch die gleichen Stoffe für die Gefrierpunktniedrigung verwenden, die - wie z.B. eine wässrige Mischung aus Natron- und Kalilauge ( $\text{NaOH} + \text{KOH}$ ) im Verhältnis von 1 : 3 bis 3 : 1 - als Absorptionsmittel in der Wärmepumpenanlage dienen, wobei die Konzentration der wässrigen Lösung in dem Energiespeicher jedoch so gewählt wird, dass der Gefrierpunkt dieser Lösung vorzugsweise zwischen  $-1^{\circ}\text{C}$  und  $-2^{\circ}\text{C}$  liegt; so kann beispielsweise bei ei-

ner Absorberflüssigkeit, die zu je 50 % aus Natron- und aus Kalilauge besteht, als wässrige Lösung eine Verdünnung dieses Absorptionsmittels dienen, in der mindestens je etwa 8 g/l NaOH und KOH vorhanden sind. Selbstverständlich ändern sich die Konzentrationen der beiden Alkalilaugen in der wässrigen Lösung, wenn in der Absorberflüssigkeit, d.h. dem Absorptionsmittel, der Wärmepumpenanlage ein anderes Mischungsverhältnis gewählt wird.

Bei gleichem Stoff bzw. Stoffen in Absorptionsflüssigkeit und wässriger Lösung ist es zweckmässig, wenn eine absperrbare Verbindungsleitung vom Absorber in den Flüssigkeitsraum des Energiespeichers führt, um falls notwendig, die Konzentration der wässrigen Lösung durch Einspeisen von konzentrierter Absorberflüssigkeit zu steigern.

Da in dem Energiespeicher bzw. Verdampfer aus der wässrigen Lösung heraus praktisch reines Wasser verdampft, arbeitet die Wärmepumpenanlage nach wie vor mit Wasser als Arbeitsmittel.

Der beim Tripelpunkt der wässrigen Lösung herrschende Dampfdruck ist allerdings wegen der tieferen Temperatur und wegen der Dampfdruckerniedrigung bei einer Lösung etwas verringert. Während der Druck beim Tripelpunkt des reinen Wassers 6.1 mbar beträgt, weist eine Kochsalzlösung mit 20 g/l Salz einen Druck von etwa 5.6 mbar auf. Abgesehen von dieser Verringerung des Dampfdruckes bleiben die in der erwähnten EPS genannten Vorteile erhalten, ohne dass die geschilderten Nachteile in Kauf genommen werden müssen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass bei einer Eiserzeugung aus einer wässrigen Lösung mit erniedrigtem Gefrierpunkt nicht eine kompakte Eisschicht, sondern kleine Eiskristalle entstehen. Die Eiskristalle, deren Durchmesser kleiner als ungefähr 0.5 mm sind, weisen eine Plättchenform auf. Die grösseren

Kristalle wachsen zu kugelförmigen Körnern an, deren Durchmesser von der Grössenordnung von 1 mm sind. Aufgrund ihres gegenüber der Lösung geringeren spezifischen Gewichts schwimmen die Eiskristalle in der Lösung nach oben auf, wobei sich  
5 ein verdickter Eisbrei bildet, der jedoch zu keiner kompakten Masse zusammenbackt. Der Eisbrei ist fliessfähig und kann daher direkt in den zweiten - eine Niedrigtemperatur-Wärmequelle oder einen Kälteverbraucher enthaltenden - Arbeitsmittelkreislauf eingespeist werden.

- 10 Werden im Absorber und im Energiespeicher unterschiedliche Stoffe als Absorptionsmittel bzw. als Inhaltsstoffe der wässrigen Lösung benutzt, so ist es zweckmässig, Mittel vorzusehen, durch die ein Uebertritt von Flüssigkeit aus dem Verdampferbereich des Energiespeichers in den Absorber  
15 verhindert wird.

Die Menge des im Verdampferbereich verdampfenden Wassers lässt sich vergrössern, wenn aus dem Flüssigkeitsbereich in den Dampfbereich des Energiespeichers eine mit einer Pumpe versehene Leitung führt, die in einer Anzahl Sprühdüsen  
20 endet; es ist jedoch auch möglich, das durch diese Leitung geförderte Arbeitsmittel über Rieselkörper zu verteilen. Durch beide Massnahmen wird die freie Oberfläche des Arbeitsmittels, durch die das Wasser hindurch verdampfen muss, vergrössert.

- 25 Konstruktiv lässt sich der Energiespeicher mit Vorteil so ausbilden, dass sein mit wässriger Lösung gefüllte Flüssigkeitsbereich in zwei Abteile unterteilt ist, wobei in einem Kristallisationsabteil die Verdampfung und Eiserzeugung stattfindet, während im anderen Abteil der gebildete Eisbrei  
30 gespeichert wird; zusätzlich kann dabei das Speicherabteil um einen Höhenunterschied  $\Delta H$  unterhalb des Eiserzeugungsabteils angeordnet sein. Wählt man als Höhenunterschied  $\Delta H$  etwa

10 m, so lässt sich der/vom Vakuum im Kristallisationsabteil herrührende Unterdruck gegenüber dem Umgebungsdruck für das Speicherabteil mindestens annähernd ausgleichen.

Um einen Rückfluss des aus der Wärmepumpenanlage kommenden  
 5 Kondensats in den Verdampferbereich bei Stillstand der Anlage und Temperaturen unter  $0^{\circ}$  C im Energiespeicher nicht zu behindern, ist es vorteilhaft, wenn für die Einspeisung des Kondensats in den Energiespeicher ein sich selbst entleerender Stutzen vorhanden ist. Werden Mittel vorge-  
 10 sehen, durch die die im Kristallisations- oder Verdampferabteil befindliche wässrige Lösung bewegt wird, so entstehen aus den vorhandenen Eiskristallen fortwährend neue Kristallisationskeime durch Kornbruch und Abrieb. Derartige Mittel sind beispielsweise Treibstrahlen, die durch geeig-  
 15 nete Formgebung der zwischen dem Flüssigkeits- und dem Dampfereich vorhandenen düsenbestückte Leitung erzeugt werden und die wässrige Lösung im Verdampferabteil in Bewegung versetzen. Weiterhin kann man Massnahmen treffen, durch die die Strömung im Verdampfer- oder Eiserzeugungs-  
 20 abteil so geführt wird, dass dem Speicherabteil vorzugsweise relativ grosse Eiskristalle zugeführt werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert.

25 Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Absorptions-Wärmepumpenanlage mit einem Eisspeicher nach der Erfindung, wobei bei der vereinfachten Darstellung an sich bekannte Details der Anlage - beispielsweise die Vakuumpumpen - weggelassen worden sind;

30 Fig. 2 stellt eine zweite Ausführungsform des Energiespeichers mit seinen Anschlüssen für den Einbau in einer Anlage nach Fig. 1 dar;

Fig. 3 schliesslich ist ein schematisches Beispiel für einen Energiespeicher, bei dem Verdampfer- und Speicherabteil in getrennten Behältern untergebracht sind.

5 Ausgehend vom Dampfraum 12 eines als direkter Verdampfer ausgebildeten Energiespeichers 1 (Fig. 1), in dessen Flüssigkeitsbereich oder Speicherraum 13 als Arbeitsmittel eine wässrige, Eiskristalle 79 enthaltende Lösung 71 gespeichert ist, verbindet eine Dampfleitung 10 den Verdampferbereich  
10 12 mit einem Absorber 2. In dessen Dampfraum wird der Wasserdampf 11 durch ein Absorptionsmittel unter Wärmeentwicklung absorbiert und als mit Wasser angereicherte Absorberflüssigkeit 21 am Boden des Absorbers 2 gesammelt. Die dabei entwickelte Wärme wird mit Hilfe eines in einer Rohrschlange  
15 63 zirkulierenden Kühlmittels 61 - im vorliegenden Fall beispielsweise als Wärmeträger einer Warmwasserheizung 6 dienendes Wasser - abgeführt.

Als wässrige Lösung 71 im Energiespeicher 1, der von wärmeisolierendem Material 16 umschlossen ist, dient beispielsweise  
20 weise eine Kochsalzlösung, in der 20 g/l Kochsalz enthalten sind. Als Absorberflüssigkeit oder Absorptionsmittel 21 wird in dem gezeigten Beispiel eine Mischung aus 50 % Natronlauge und 50 % Kalilauge verwendet. Da die gelösten Stoffe in der wässrigen Lösung 71 und in der Absorberflüssigkeit 21 ver-  
25 schieden sind, ist in der Dampfleitung 10 ein Tropfenabscheider 14 vorgesehen, der einen Uebertritt von Flüssigkeitströpfchen aus der wässrigen Lösung 71 in die Absorberflüssigkeit 21 verhindert.

Verwendet man für eine wässrige Lösung 71 und die Absorber-  
30 flüssigkeit 21 die gleichen gelösten Substanzen, so kann eine Verbindungsleitung 27 mit einem Absperrorgan 28 vorgesehen



sein, durch die hindurch konzentrierte Absorberflüssigkeit 21 der wässrigen Lösung 71 zugeleitet werden kann, falls in dieser eine Konzentrationserhöhung erforderlich ist.

Für den Transport der mit Wasser angereicherten Absorberflüssigkeit 21 führt eine Leitung 20, in der eine Umwälzpumpe 22 vorgesehen ist, über einen Wärmeaustauscher 23 vom Absorber 2 in einen Austreiber 3. Dieser wird mit Hilfe eines Wärmetauschers 53 beheizt, der über eine Leitung 50 mit einer Wärmequelle 5 verbunden ist, in der beispielsweise  
10 Abwärme höherer Temperatur zur Verfügung steht. Selbstverständlich kann die Wärmequelle 5 auch aus einem Brenner für fossile Brennstoffe oder aus Sonnenkollektoren bestehen, durch die ein Wärmeträgermedium 51, z.B. Wasser, geheizt wird, das mit Hilfe einer Pumpe 52 durch den Wärmetauscher 53 und  
15 die Leitung 50 zirkuliert.

Durch Aufheizung im Austreiber 3 wird Wasserdampf 31 aus dem Absorptionsmittel 21 ausgetrieben und durch eine Dampfleitung 30 in einem Kondensator 4 geführt. Das bei der Trennung aufkonzentrierte Absorptionsmittel 21 gelangt aus dem Aus-  
20 treiber 3 über eine Leitung 29 und den Wärmetauscher 23, wo es im Gegenstrom zu seiner wasserreichen in der Leitung 20 fließenden Lösung Wärme abgibt, zurück in den Absorber 2. Dort rieselt es, aus Verteildüsen 24 austretend, über den Wärmetauscher 63 Wasser aufnehmend und Wärme abgebend herab  
25 und sammelt sich am Boden des Absorbers 2, womit der Kreislauf des Absorptionsmittels geschlossen ist.

Das Flüssigkeitsniveau des Kondensats im Absorber 2 kann durch Beeinflussung eines nicht gezeigten Drosselorgans in der Leitung 29 von einem Niveauregler, beispielsweise einem  
30 Schwimmer, mindestens annähernd auf konstanten Niveau gehalten werden.

Zwischen den Leitungen 20 und 29 ist eine Kurzschlussleitung 25 für den Absorber 2 vorgesehen, in der ein einstellbares Drosselorgan 26 vorhanden ist. Die Kurzschlussleitung 25 dient zur Einstellung des optimalen Durchsatzes 5 der Absorberflüssigkeit 21 durch den Absorber 2.

Der Kondensator 4, in dem der im Austreiber 3 ausgetriebene Wasserdampf 31 kondensiert wird, enthält einen Wärmetauscher 64. Dieser ist in Strömungsrichtung des in ihm zirkulierenden Kühlmittels 61, das z.B., wie erwähnt, Rücklaufwasser 10 einer Warmwasserheizungsanlage 6 ist, dem Wärmeübertrager 63 nachgeschaltet und über eine Leitung 60 mit der Heizungsanlage 6 verbunden. Die Zirkulation des Kühlmittels 61 wird aufrechterhalten durch eine Umwälzpumpe 62, die in der von der Heizungsanlage 6 zum Wärmetauscher 63 führenden Leitung 65 15 vorgesehen ist.

Der kondensierte Wasserdampf sammelt sich als Kondensat 41 am Boden des Kondensators 4; an diesen schliesst eine Leitung 40 an, die über ein Entspannungsorgan 42 zu einem sich selbst entleerenden Kondensatstutzen 15 am Energiespeicher 20 1 führt, womit der Arbeitsmittelkreislauf der Wärmepumpenanlage geschlossen ist. Wie schon erwähnt, soll durch den sich selbst entleerenden Stutzen 15 verhindert werden, dass bei Stillstand der Anlage im kalten Zustand die Kondensatleitung 40 durch zu Eis erstarrendes stehendes Wasser ver- 25 schlossen wird.

Zur Aufrechterhaltung des Vakuums von etwa 5 mbar, beispielsweise bei Gaseinbrüchen, dienen nicht dargestellte Vakuumpumpen, die beispielsweise am Kondensator 4 und am Absorber 2 vorgesehen sein können.

30 Um die Verdampfung durch Vergrösserung der Phasengrenzfläche zwischen Flüssigkeit und Dampfphase im Energiespeicher 1 zu

verbessern, ist der Speicher 1 mit einem internen Kreislauf ausgerüstet; eine Pumpe 72 fördert in diesem Kreislauf durch eine Leitung 70 wässrige Lösung 71 aus dem Flüssigkeitsbereich oder Speicherraum 13 in den Verdampferbereich oder Dampfraum 12, wobei die Leitung 70 in Sprühdüsen 73 endet. Die in dem Dampfraum 12 durch die Düsen 73 versprühten Tröpfchen 76 verdampfen teilweise und gehen dadurch in einen unterkühlten Zustand über. Bei ihrem Wiedereintritt in die wässrige Verdampferlösung 71 lassen die unterkühlten Tröpfchen 76 Wasser aus der Lösung 71 in Form von kleinen Kristallen 78 ausfrieren; diese Eiskristalle 78 schwimmen aufgrund ihres gegenüber der Lösung 71 geringeren spezifischen Gewichts auf und bilden so zusammen mit der Lösung 71 einen wässrigen Eisbrei 79.

Die Leitung 70 des internen Kreislaufs geht vorzugsweise vom Bodenbereich des Speicherraums 13 aus, da in diesem nur wenige Eiskristalle 78 in der Lösung 71 herumschwimmen; falls erforderlich, kann das Ansaugende der Leitung 70 darüberhinaus mit einem feste Partikel zurückhaltenden, nicht gezeigten Sieb versehen sein.

Der zweite mindestens eine Niedrigtemperatur-Wärmequelle oder einen Kälteverbraucher enthaltende Arbeitsmittelkreislauf durch den Energiespeicher 1 weist eine Leitung 80 auf, die aus der Leitung 70 saugseitig der Pumpe 72 abzweigt und über eine eigene Förderpumpe 82 zu der nicht gezeigten Niedrigtemperatur-Wärmequelle führt. Von dieser geht eine Leitung 85 aus, die zu dem Energiespeicher 1 zurückführt und in den Stutzen 15 einmündet, wodurch der zweite Arbeitsmittelkreislauf geschlossen wird. Durch den Kreislauf 80, 85 kann beispielsweise kalte, wässrige Lösung zirkulieren; diese Lösung 71, deren Temperatur erfindungsgemäss  $< 0^{\circ} \text{C}$  ist und vorzugsweise  $-1^{\circ} \text{C}$  bis  $-2^{\circ} \text{C}$  beträgt, wird in der

Niedrigtemperatur-Wärmequelle bzw. Kälteverbraucher aufgewärmt, ehe sie in den Speicher 1 zurückfliesst.

Statt das man nur Flüssigkeit 71, die im Energiespeicher 13 abgekühlt wird, der Niedrigtemperatur-Wärmequelle bzw. dem  
5 Kälteverbraucher zugeführt, wie es in Fig. 1 dargestellt ist, lässt sich wie schon erwähnt der Kältetransport auch mittels des Eisbreis durchführen. Auf diese Weise gewinnt man den Vorteil, dass durch Ausnutzen der latenten Schmelzwärme bei gleichen Strömen pro Zeiteinheit ein grösserer  
10 Wärmetransport als mit fühlbarer Wärme erreicht wird, und dass zum anderen die Temperatur des Kühlmittels praktisch konstant bleibt, solange Eis im Kühlmittel vorhanden ist.

Weitere Details der Wärmepumpenanlage nach Fig. 1 - beispielsweise bezüglich des konstruktiven Aufbaus des Kondensators 4 oder des Absorbers 2 sowie hinsichtlich der Steuerung und Regelung der einzelnen Anlagenteile sowie der Gesamtanlage - entsprechen denjenigen der Anlage nach der  
15 erwähnten EPS O 010 551.

Im Energiespeicher 100 (Fig. 2) ist der die wässrige Lösung aufnehmende Flüssigkeitsraum oder -bereich in zwei durch  
20 eine Trennwand 17 getrennte Abteile 13a und 13b unterteilt. Das obere, eine Flüssigkeitsoberfläche zum Dampfraum 12 aufweisende Kristallisationsabteil 13a dient der Verdampfung und der Eiserzeugung, während das untere, das eigentliche  
25 Speicherabteil 13b ist, in dem der Eisbrei 79 gespeichert wird. Beide Abteilungen 13a und 13b sind über ein in den Bodenbereich des Speicherabteils 13b führendes Rohr 18 miteinander verbunden, in dem frisch erzeugter Eisbrei in das Speicherabteil 13b gefördert wird.

30 Nahe der Trennwand 17 ist um das Rohr 18 herum eine als flacher Trichter ausgebildete Schale 19 angeordnet, aus

der heraus die Pumpe 72 wässrige Lösung 71 durch die Leitung 70 ansaugt. Mit der weiten trichterartigen Oeffnung der Schale 77 wird erreicht, dass am oberen Rand des Trichters in Richtung auf die Leitung 70 sehr niedrige Strömungsgeschwindigkeiten vorhanden sind. Es werden daher aus dem  
5 relativ dichten Eisbrei 79 im oberen Bereich des Speicherabteils 13b keine oder nur wenige Eiskristalle 78 in die Leitung 70 mitgerissen; selbstverständlich kann unter Umständen die Leitung 70 an ihrem saugseitigen Ende ebenfalls  
10 mit einem Sieb versehen werden.

Druckseitig der Pumpe 72 endet die Leitung 70 in einem mit Sprühdüsen 73 (von denen nur eine gezeigt ist) bestückten, gekrümmten Rohrstück, das durch eine Düse 74 abgeschlossen ist. Aus dieser Düse 74 tritt die wässrige Lösung 71 als  
15 relativ scharfer Treibstrahl 75 aus, der das Eis/Flüssigkeitsgemisch in dem Eiserzeugungsabteil 13a in Rotation versetzt. Der Treibstrahl trifft flach auf die Flüssigkeitsoberfläche auf, und er ist gegen die Wand hin gerichtet, so dass ein Teil der oben aufschwimmenden Eiskristalle 78 gegen die Wand  
20 zu getrieben werden. In der Wandzone 77, in der grosse Geschwindigkeitsgradienten auftreten, werden durch gegenseitiges Reiben der Kristalle und Reiben an der Wand dauernd neue Kristallisationskeime durch Kornbruch und Abrieb gebildet. Der überwiegende Teil der Eiskristalle 78 bewegt  
25 sich zur zentral angeordneten Abflussleitung 18 zu. Je weiter sich die Kristalle von ihrem Entstehungsort in der Wandzone 77 entfernt haben, desto grösser sind sie durch Eisansatz angewachsen. Daher treten in den Eisspeicher 13b bevorzugt grössere Kristalle ein.

30 Wird die aus der Leitung 85 dem Energiespeicher 100 zufließende wässrige Lösung 71, die in der Niedrigtemperatur-Wärmequelle oder dem Kälteverbraucher erwärmt worden ist, nicht direkt über die Leitung 70 zur Verdampfung und Eis-

erzeugung gebracht, so wird sie über das saugseitige Ende der Leitung 70 in den Eisspeicher 13b zurückgeführt. Sie gelangt dabei über den Trichter 19 in die obersten Schichten des Eisbreis 79, in denen die ältesten Eiskristalle 78  
5 vorhanden sind, die so durch diese warme Lösung 71 als erste geschmolzen werden. In diesen obersten Schichten liegen die Eiskristalle 78 in relativ kompakter Form vor, da sie durch ihren Auftrieb und die im Speicherraum 13b nach oben strömende wässrige Lösung 71, die dann durch den  
10 Trichter 77 abgezogen wird, verdichtet werden.

Die Rückführung der warmen Lösung 71 in das Speicherabteil 13b - und nicht in das Kristallisationsabteil 13a - gewährleistet darüberhinaus, dass die Eiskristalle in dem Eiserzeugungsabteil 13a durch die warme Lösung 71 nicht ge-  
15 schmolzen werden, so dass auch nach einem Betriebsunterbruch in der Eiserzeugung, wenn er nicht zu lange dauert, in der wässrigen Lösung 71 im Eiserzeugungsabteil 13a Eiskristalle als Kristallisationskeime für die erneute Eisbildung vorhanden sind.

20 In der Trennung von Kristallisations- und Speicherabteil kann man auch noch einen Schritt weiter gehen und beide Abteile 13a und 13b in getrennten Behältern anordnen. Eine solche Ausführung eines Energiespeichers ist in Fig. 3 skizziert. Selbstverständlich können die genannten Behälter 13a und  
25 13b, wie auch die sie verbindenden Leitungen 18 und 70 - falls erforderlich - gegen die Umgebung wärmeisoliert ausgebildet sein, was nicht ausdrücklich dargestellt ist. Die Anschlüsse der verschiedenen Kreisläufe an den zweiteiligen Energiespeicher entsprechen in ihrer prinzipiellen Anordnung  
30 denjenigen der Fig. 2.

Zweckmässigerweise werden das Kristallisationsabteil 13a und das Speicherabteil 13b auf verschiedenen Niveauhöhen

angeordnet, so dass zwischen ihnen ein Höhenunterschied  $\Delta H$  vorhanden ist. Entspricht dieser Höhenunterschied einer Wassersäule von etwa 10 m, so kann dadurch der Unterdruck, der im Kristallisationsabteil 13a herrscht, für das Speicher-  
5 abteil 13b kompensiert werden, so dass z.B. der Kreislauf 80, 85 auf dem Niveau des Umgebungsdruckes arbeitet.

Soll aus dem Speicherabteil 13b eisfreie wässrige Lösung 71 in das Kristallisationsabteil 13a eingespeist werden, so ist es auch in diesem Fall unter Umständen - d.h. wenn für  
10 die Trennung der festen und flüssigen Phase der Auftrieb des leichteren Eises allein nicht ausreicht - erforderlich, an das Ansaugende der Leitung 70 im Speicher 13b ein Sieb anzubringen, wie dies bereits beschrieben worden ist.

Patentansprüche

1. Als direkt arbeitender Verdampfer ausgebildeter Energiespeicher für eine der Heizung und/oder Kühlung eines Gebäudes dienende Absorptions-Wärmepumpenanlage, in welcher als Arbeitsmittel durch Verdampfer, Absorber, Austreiber, Kondensator und Entspannungsorgan zirkuliert, und ein auch bei hohen Konzentrationen pumpbares, hygroskopisches Absorptionsmittel mit Hilfe einer Pumpe den Absorber und den Austreiber durchsetzt, wobei einerseits die Absorptionswärme und andererseits die Kondensationswärme für Heizzwecke genutzt wird, bzw. im Fall der Kühlung als Abwärme abgeführt wird, und wobei ferner der Energiespeicher, in dem ein Teil des Arbeitsmittels in fester Form gespeichert ist, Teil eines zweiten Arbeitsmittelkreislaufes mit mindestens einer Niedrigtemperatur-Wärmequelle ist, dadurch gekennzeichnet -  
15 z e i c h n e t , dass als Arbeitsmittel im Energiespeicher (1) eine wässrige Lösung (71) dient, in der mindestens ein gelöster Stoff eine Gefrierpunktserniedrigung von mindestens 1 K bewirkt.

2. Energiespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass die wässrige Lösung (71) die gleichen Stoffe enthält wie das Absorptionsmittel, wobei jedoch die Konzentrationen so gewählt sind, dass der Gefrierpunkt vorzugsweise zwischen  $-1^{\circ}\text{C}$  und  $-2^{\circ}\text{C}$  liegt.

3. Energiespeicher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
25 dass eine absperrbare Verbindungsleitung (27) vom Absorber (2) in seinen Flüssigkeitsraum (13) führt.

4. Energiespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (14) vorgesehen sind, durch die ein Uebertritt



von Flüssigkeit aus seinem Verdampferbereich (12) in den Absorber (2) verhindert wird.

5. Energiespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus seinem Flüssigkeitsbereich (13; 13b) in seinen  
5 Dampfbereich (12) eine mit einer Pumpe (72) versehene Leitung (79) führt.

6. Energiespeicher nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sein mit wässriger Lösung (71) gefüllter Bereich in zwei Abteile (13a, 13b) unterteilt ist, wobei  
10 in einem Kristallisationsabteil (13a) die Verdampfung und Eiserzeugung stattfinden, während im anderen Abteil (13b) der gebildete Eisbrei (79) gespeichert wird.

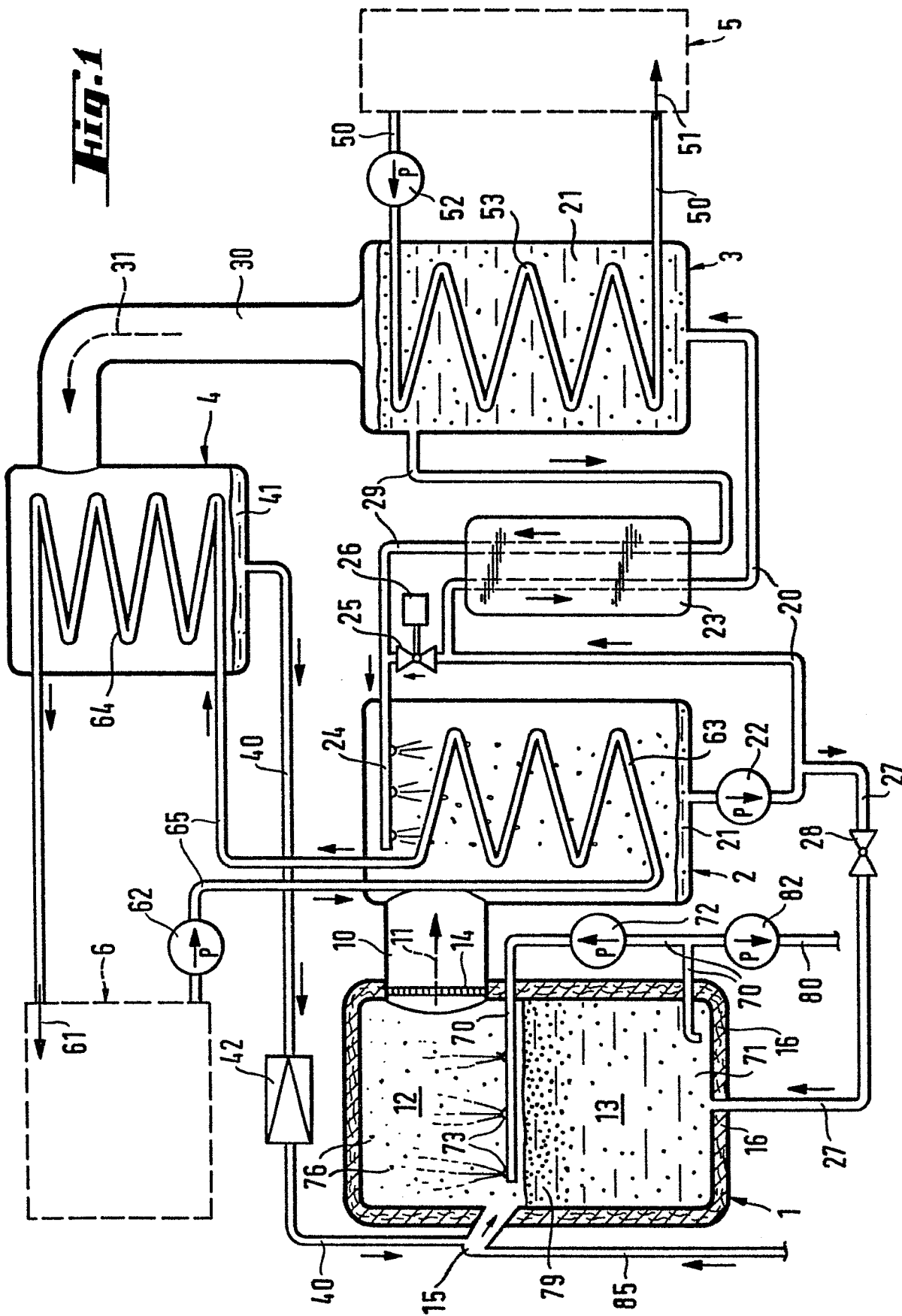
7. Energiespeicher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Speicherabteil (13b) um einen Höhenunterschied  $\Delta H$   
15 unterhalb des Eiserzeugungsabteils (13a) angeordnet ist.

8. Energiespeicher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Höhenunterschied  $\Delta H$  etwa 10 m ist, so dass im Speicherabteil (13b) kein Unterdruck gegenüber dem Umgebungsdruck herrscht.

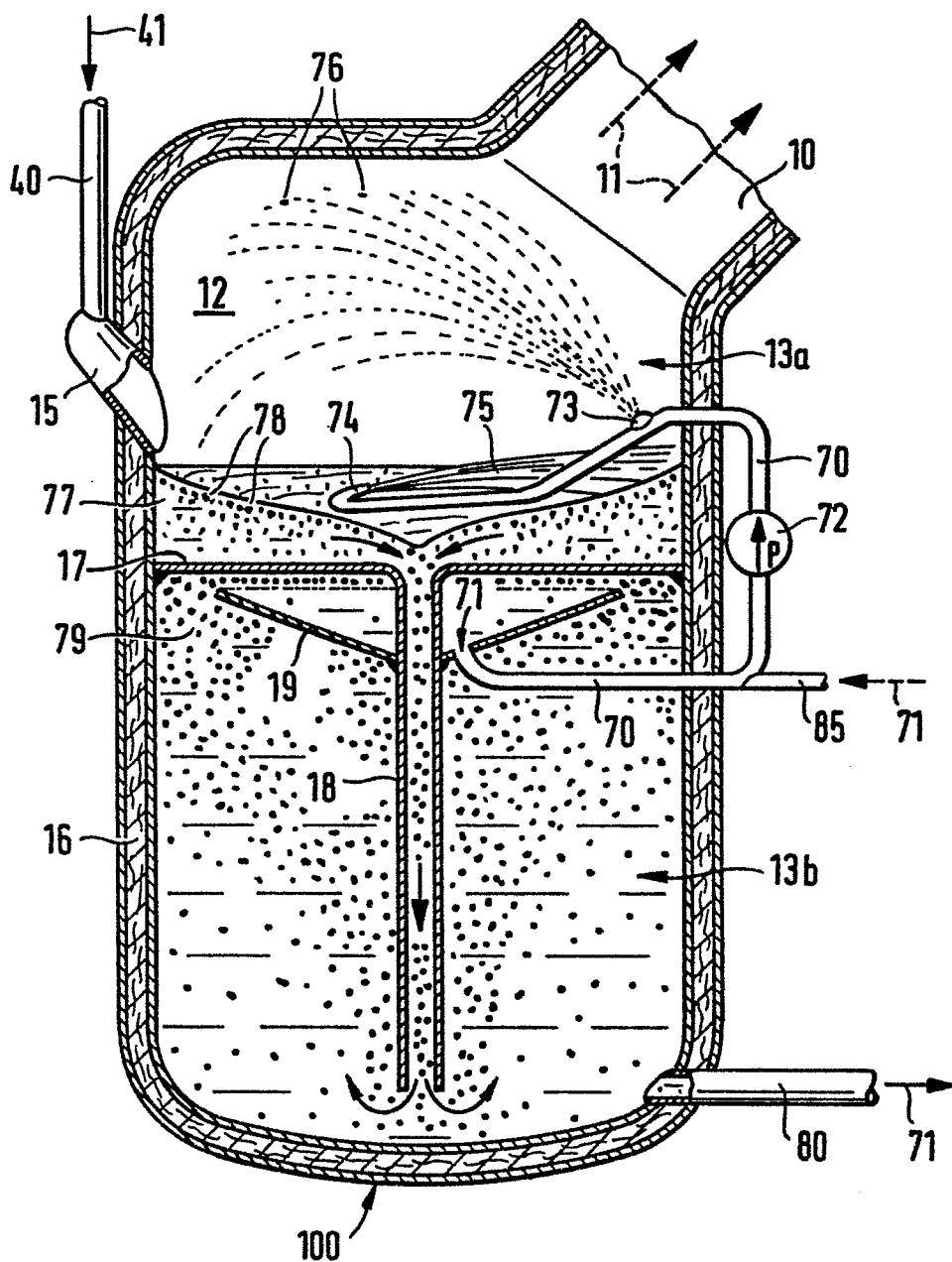
20 9. Energiespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Einspeisung flüssigen Arbeitsmittels in den Verdampferbereich (12) ein sich selbst entleerender Stutzen (15) vorgesehen ist.

10. Energiespeicher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,  
25 dass im Eiserzeugungsabteil (13a) Mittel (74) vorgesehen sind, durch die die wässrige Lösung bewegt wird.

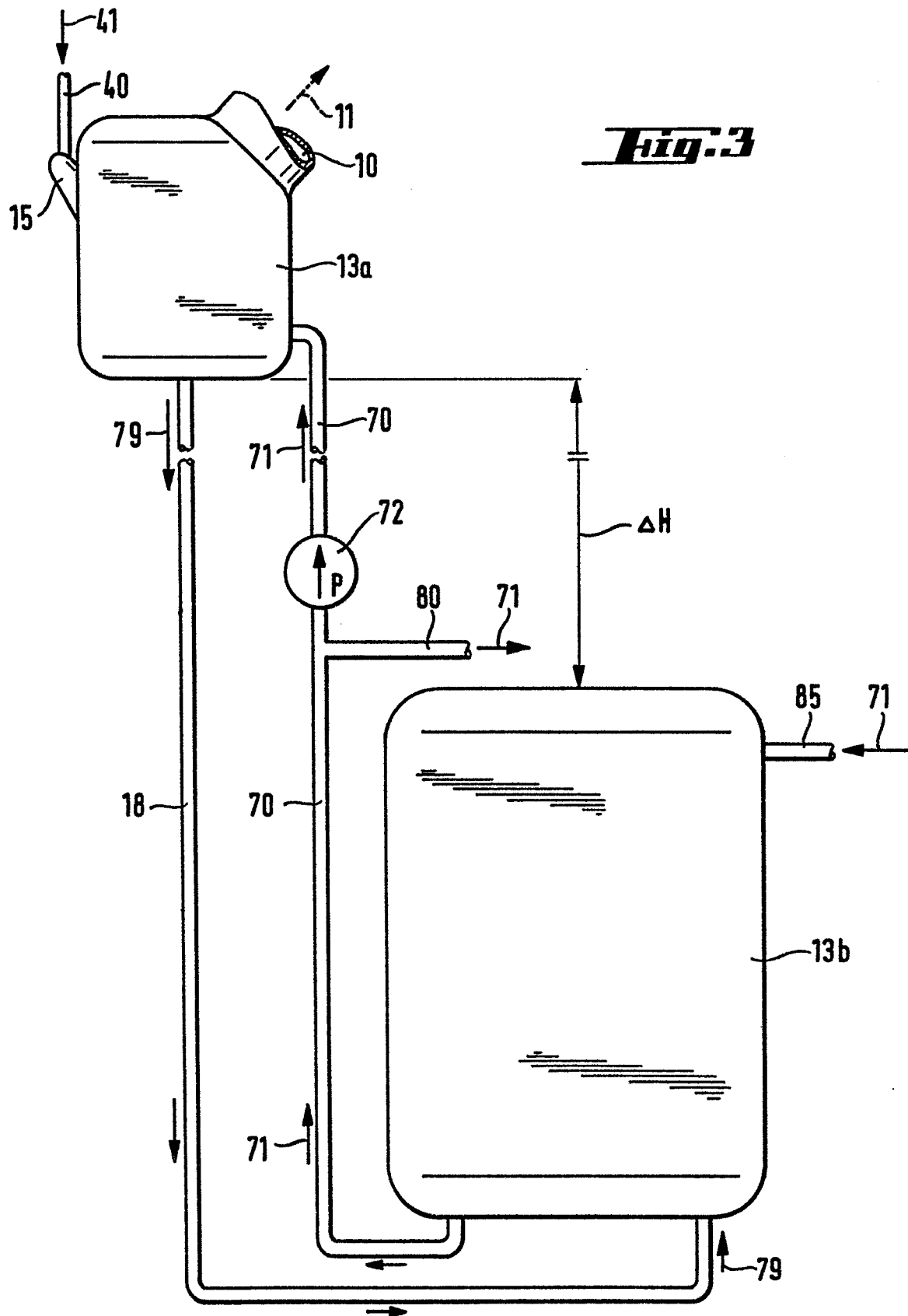
11. Energiespeicher nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömung im Eiserzeugungsabteil (13a) so gestaltet ist, dass bevorzugt grössere Eiskristalle dem Speicherabteil (13b) zugeführt werden.
- 5 12. Energiespeicher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in den zweiten Arbeitsmittelkreislauf (80, 85) ein aus wässriger Lösung (71) und Eiskristallen (78) gebildeter Eisbrei (79) eingespeist wird.



**Fig. 2**



3/3





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0107755

Nummer der Anmeldung

EP 83 10 7484

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 8)
D,A	EP-A-0 010 551 (SULZER) * Seite 5, Zeile 23 - Seite 17, Zeile 27; Figur 1 *	1	F 25 B 29/00 F 25 B 15/06
A	FR-A-1 366 933 (HARTER) * Seite 1, rechte Spalte, Absatz 3 - Seite 2, rechte Spalte, Absatz 4; Figur *	1	
A	DE-B-1 194 880 (WIKLUND) * Spalte 5, Zeilen 34-39 *	2	
A	US-A-3 561 227 (SWEARINGEN) * Spalte 4, Zeilen 6-14; Figuren 1-4 *	4	
A	DE-A-3 107 240 (STIEBEL ELTRON) * Seite 6, Absatz 3 - Seite 9, Absatz 1; Figur *	6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 8)
A	US-A-4 334 412 (WILDFEUER)		F 25 B F 24 J F 28 D F 25 D F 25 C
A	FR-A-2 491 607 (ALFA LAVAL & CIE - AGRI-COOL)		
A	US-A-4 003 213 (COX)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 01-02-1984	Prüfer BOETS A.F.J.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>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</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0107755

Nummer der Anmeldung

EP 83 10 7484

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			Seite 2
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 7)
A	US-A-3 247 678 (MOHLMAN)		
	---		
A	DE-A-2 900 372 (SIMON)		
	-----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 01-02-1984	Prüfer BOETS A.F.J.
<div><div><div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</div><div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</div><div>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</div><div>A : technologischer Hintergrund</div><div>O : mchtschriftliche Offenbarung</div><div>P : Zwischenliteratur</div><div>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div></div><div><div>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</div><div>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</div><div>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</div><div>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div></div></div>			