



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
01.01.2025 Patentblatt 2025/01
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
F28D 20/02 (2006.01) F28D 7/16 (2006.01)
F28F 13/08 (2006.01)
- (21)

Anmeldenummer: 24183893.7
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F28D 20/02; F28F 13/08; F28D 7/16;
F28D 2020/0082
- (22)

Anmeldetag: 24.06.2024

- (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:
GE KH MA MD TN
- (72)

Erfinder:
• Urbaneck, Thorsten
09125 Chemnitz (DE)
• Nefodov, Dimitri
09131 Chemnitz (DE)
• Haochen, Wang
09126 Chemnitz (DE)
- (74)

Vertreter: Rumrich, Gabriele
Patentanwältin
Limbacher Strasse 305
09116 Chemnitz (DE)
- (30)

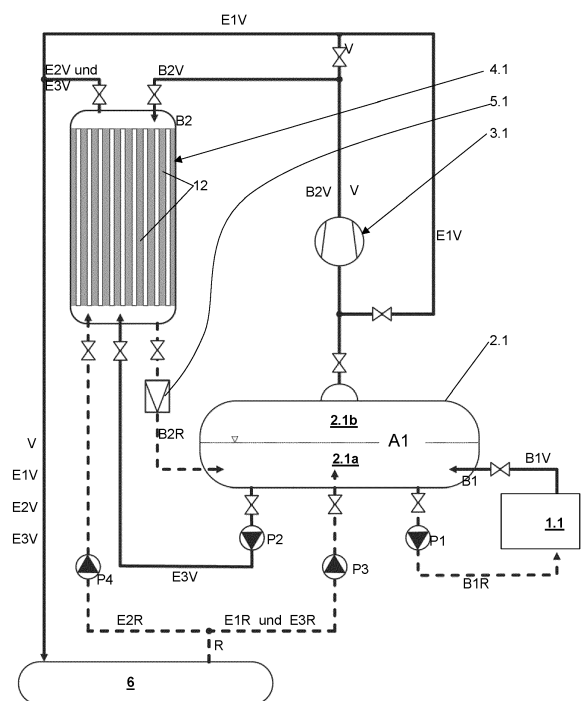
Priorität: 30.06.2023 DE 102023117382
- (71)

Anmelder: Technische Universität Chemnitz
09111 Chemnitz (DE)

(54)

ANLAGE UND VERFAHREN ZUR ENERGIE- UND/ODER STOFFVERSORGUNG MINDESTENS EINES VERBRAUCHERS

(57) Die Erfindung betrifft eine Anlage und ein Verfahren zur Energie- und/oder Stoffversorgung mindestens eines Verbrauchers mittels mindestens eines Arbeitsstoffs mit mindestens einer Wärmequelle und/oder Stoffquelle, mindestens einem Speichersystem, mindestens einem Verdichter, mindestens einer Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher), wobei dass das Speichersystem eine Kombination mindestens eines, mittels mindestens einer Wärmequelle und/oder Stoffquelle beladbaren, Dampf-/ Flüssigkeitsspeichers mit mindestens einem nachgeschalteten Hochtemperaturspeicher ist und die mindestens eine Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher) zur Energie- und/oder Stoffversorgung und/oder Rückverstromung mit dem aus dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher und/oder dem Verdichter und/oder der Verdichterstufe und/oder dem Hochtemperaturspeicher ausgegebenen Arbeitsstoff gekoppelt ist. Verfahrensgemäß wird mindestens ein Arbeitsstoff in Form von Dampf/Gas aus dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher mittels einer Brüdenverdichtung verdichtet und dadurch die Temperatur des Arbeitsstoffes erhöht, wobei mit dem in seiner Temperatur erhöhten Arbeitsstoff eine Beladung mindestens eines Hochtemperaturspeichers erfolgt.



Figur 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anlage und ein Verfahren zur Energie- und/oder Stoffversorgung mindestens eines Verbrauchers nach dem Oberbegriff des 1. und 7. Patentanspruchs.

[0002] Die Prozesswärmeversorgung basiert in großen Teilen auf Erdgas. Hier muss die Reduktion von Abhängigkeiten gelingen. Diese haben zurzeit sehr große Auswirkungen auf den Einkaufspreis von Erdgas oder Ersatzstoffen. Parallel ist der Ausstieg aus der Versorgung mit fossilen Energieträgern zu forcieren (z. B. massive Reduktion der Treibhausgasemissionen). Das kann sicher und preiswert durch den Einsatz erneuerbarer Energiequellen (z. B. Windkraft, Photovoltaik) realisiert werden. Aufgrund des schwankenden Energieangebotes sind Speicherlösungen (Flexibilisierung der Versorgung) und die Nutzung der Abwärme (Effizienzsteigerung) erforderlich.

[0003] Hochtemperatur- oder Industriewärmepumpen sind aufgrund verfügbarer/geeigneter Kältemittel und Techniken in der maximalen Betriebstemperatur begrenzt.

[0004] Viele Kältemittel haben weiterhin eine schädliche Wirkung (Ozonabbau, Treibhausgaswirkung, giftige Abbauprodukte usw.). Deswegen ist der Umstieg auf natürliche Kältemittel dringend erforderlich.

[0005] Es werden weiterhin zur Speicherung der Wärmeträger nach dem Stand der Technik unterschiedliche Wärmespeicher eingesetzt. Dies sind beispielsweise Dampfspeicher in Form von Gefälledruckspeichern (z. B. Ruthsspeicher). Bei diesen sinkt die Temperatur bei der Entladung. Das ist z. B. bei Batchprozessen ungünstig, wenn die Temperatur ständig steigen muss (z. B. Aufheizen).

[0006] Weiterhin sind PCM-Speicher (Speicher mit Phasenwechselmaterialien) bekannt, bei welchen die Temperaturdifferenz bei der Beladung (z. B. Wärmeübertragung durch eine Wand in das PCM) und Entladung (z. B. Wärmeübertragung durch eine Wand aus dem PCM) genutzt wird. Die Temperaturdifferenz sinkt jedoch bei einer fortschreitenden Be- und/oder Entladung, so dass in vielen Fällen die Be- und/oder Entladeleistung begrenzt ist/sind.

[0007] Bei bekannten hybriden Konzepten wurden PCMs in oder an Dampfspeichern angebaut oder anderweitig kombiniert. Damit konnte zwar die Speicherkapazität erhöht werden, jedoch führt die oben genannte zweifache Wärmeübertragung zu niedrigen Be- und/oder Entladeleistungen und/oder zu einer nachteiligen Temperaturreduktion.

[0008] Derartige Lösungen werden beispielsweise in den Druckschriften EP 3 260 803 A1, AT 518793 A1, AT 518828 A1 oder DE 41 21 462 A1 genannt.

[0009] Aus der Druckschrift CN 114517925 A ist ein Verfahren zur Wärmeversorgung bzw. Erzeugung von heißem Wasserdampf bekannt. Wasserdampf aus einer vorgelagerten Wärmepumpe wird durch eine anschlie-

ßende Verdichtung in einem Wasserdampf-Verdichter auf 140 °C erhitzt und einem Druckbehälter zugeführt, der zur Wärmeversorgung dient. Dieses Verfahren ist nicht flexibel einsetzbar.

[0010] In der DE 10 2013 225 543 B3 wird die Verwendung von Wasserdampf aus einer Dampferzeugungsanlage einer wärmegeführten Kraft-Wärme-Kopplungsanlage beschrieben. Die Bereitstellung des Dampfes erfolgt mit hohen Temperaturen und Drücken, wobei die Betriebsweise mit einer konstanten Temperatur angestrebt wird. D. h. weiterhin, die Anlage realisiert keine Anhebung der Temperatur der Wärmequellenanlage. Außerdem soll der Betrieb mehrerer Speicher mit konstanter Temperatur erfolgen. Die Schrift liefert keine detaillierte Beschreibung der Speicherlösung. Mit den vorliegenden Angaben sind keine Planung, keine Ausführung und kein Betrieb möglich.

[0011] Es ist ebenfalls die sogenannte Brüdenverdichtung bekannt. Dabei handelt es sich um ein relativ altes Verfahren unter Verdichtung von Gasen und Dämpfen, was prinzipiell gegenüber einer Druckerhöhung von inkompressiblen Fluiden nachteilig ist. Verfahrenstechnisch lässt sich das in vielen Fällen nicht umgehen. Derartige Lösungen sind aus den Druckschriften DE 100 52 766 C2, DE 91 95 89 B und DE 10 2008 047 283 A1 bekannt.

[0012] Auch in DE 10 2009 016 775 A1 werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von Wasserdampf auf hohem Temperaturniveau beschrieben, wobei mittels Abwärme und einer Wärmepumpe Wasserdampf in zwei Temperaturstufen erzeugt wird. In einer dritten Temperaturstufe erfolgt die Nutzung der Brüdenverdichtung, um den Wasserdampf durch Verdichtung auf ein industriell nutzbares Temperaturniveau anzuheben. Speicher sind dabei allerdings nicht vorgesehen.

[0013] Aus der Druckschrift CN 112879995 A ist ein Hochtemperatur-Wärmeversorgungs-Wärmepumpensystem bekannt, das Abwärme zurückgewinnt und ein Kollektorfeld nutzt.

[0014] Dabei sind ein Flüssigkeitsspeicher, ein Tank, eine Umwälzpumpe und ein Verdampfer nacheinander strömungsmäßig verbunden, um einen ersten

[0015] Flüssigkeitszirkulationskreislauf zu bilden, ein Flüssigkeitsspeichertank, ein Dampfkompessor, ein Kondensator und der Flüssigkeitssammeltank sind nacheinander strömungstechnisch verbunden, um einen zweiten Flüssigkeitszirkulationskreislauf zu bilden.

[0016] Die Druckschrift CN 113932208 A offenbart ein Hochtemperatur-Dampfversorgungssystem mit Wärmepumpe mit mehreren Wärmequellen ein Wärmepumpen-Heizsystem, ein solarunterstütztes Flash-Verdampfungssystem und ein Dampfkompensationssystem.

[0017] Ein thermisches Hybrid-Kompressionswärmepumpen-Dampfsystem mit ebenfalls zwei Wärmequellen ist aus CN 216408920 U bekannt. Das thermische Mischkompressions-Wärmepumpen-Dampfsystem mit zwei Wärmequellen umfasst ein Verdampfungssystem mit

zwei Wärmequellen, ein thermisches Kompressionssystem und ein mechanisches Kompressionssystem.

[0018] In der Druckschrift US 10,794,227 B1 wird ein System und ein Verfahren zur Nutzung latenter Wärme zur Energieerzeugung beschrieben. Darüber hinaus betrifft diese Lösung ein vollständig geschlossenes Latentwärme-Rückgewinnungssystem, das eine Dampfquelle zur Dampferzeugung nutzt. Eine Vielzahl von Leitungen transportiert den Dampf und das resultierende Gas, die expandierte Energie und das Kondensat zu einem Dampfexpander, einem Kompressor, einem Wärmetauscher, einem Akkumulator und einem Dampfkondensator zur Expansion, Kompression und Umwandlung zwischen den Zuständen des Dampfes. Die durch die Expansion und Energiefreisetzung der Dämpfe und Gase erzeugte latente Wärme erzeugt Arbeit zum Antrieb einer Last.

[0019] Die Wärmepumpen-Prozessführung ist, wenn ein Speicher vorgesehen wurde, nicht optimal an die Speicherrösung angepasst. Deswegen haben vorgenannten Lösungen den Nachteil, dass diese nicht bzw. nicht ausreichend flexibel sind und nicht einfach an den Bedarf angepasst werden können.

[0020] Ein Wärmepumpen-Dampfversorgungssystem mit Wärmespeicherfunktion ist aus der Druckschrift CN 114484398 A bekannt. Das System arbeitet mit zwei Dampfspeichern beziehungsweise Dampf-Flüssigkeitsspeichern. Dampfspeicher, im Speziellen die hier genannten Gefälledruckspeicher besitzen jedoch Nachteile, wie beispielsweise sinkende oder zu niedrige Temperaturen bei der Entladung. Sinkende Temperaturen während der Entladung führen zu einer Verkürzung der Einsatzzeit (z. B. bei Aufheizprozessen).

[0021] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anlage und ein Verfahren zur Energie- und/oder Stoffversorgung mindestens eines Verbrauchers, insbesondere zur Energie- und/oder Stoffversorgung mit Temperaturanhebung zu entwickeln, mit welchen eine Energie- und/oder Stoffversorgung eines oder mehrerer Verbraucher mit Temperaturen beispielsweise über 120 °C und damit eine Steigerung der Versorgungstemperaturen und somit höhere Temperaturen bei der Entladung im Vergleich zum Ruthsspeicher oder hybriden Speicherkonzepten realisierbar ist und eine gute Abstimmung der Be- und Entladeleistung sowie eine Anpassung der Energie- und/oder Stoffversorgung an den Bedarf gewährleistet wird, wobei insbesondere umweltfreundliche und preiswerte Kältemittel eingesetzt werden und die energetische Speicherdichte erhöht werden kann. Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des 1. und 7. Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0022] Die Anlage zur Energie- und/oder Stoffversorgung mindestens eines Verbrauchers mittels mindestens eines Arbeitsstoffes weist dabei

- mindestens eine Wärmequelle und/oder Stoffquelle,
- mindestens ein Speichersystem,

- mindestens einen Verdichter und/oder mindestens eine Verdichterstufe,
- mindestens eine Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher) auf, wobei erfindungsgemäß, das Speichersystem eine Kombination
- mindestens eines, mittels mindestens einer Wärmequelle und/oder Stoffquelle beladbaren, Dampf-/Flüssigkeitsspeichers mit
- mindestens einem nachgeschalteten Hochtemperaturspeicher ist,
- zwischen dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher und dem Hochtemperaturspeicher mindestens ein Verdichter und/oder eine Verdichterstufe zum Verdichten des Arbeitsstoffes angeordnet ist, und
- mindestens eine Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher) zur Energie- und/oder Stoffversorgung und/oder Rückverstromung mit dem aus dem Dampf-/ Flüssigkeitsspeicher und/oder dem Verdichter oder der Verdichterstufe und/oder dem Hochtemperaturspeicher ausgegebenen Arbeitsstoff gekoppelt ist.

[0023] Durch diese Konfiguration der Anlage zur Energie- und/oder Stoffversorgung ist ein

[0024] Wärmepumpen-Speichersystem realisierbar, mit dem eine Temperaturanhebung des aus dem ersten Speicher ausgegebenen Arbeitsstoffes durch eine Brüdenverdichtung realisierbar ist und wobei der in seiner Temperatur erhöhte Arbeitsstoff in einem weiteren Speicher, nämlich dem Hochtemperaturspeicher gespeichert werden kann.

[0025] Es ist dadurch erstmalig möglich, einen oder mehrere Verbraucher mit den gleichen hohen Temperaturen aus dem Hochtemperaturspeicher zu versorgen oder auch alle oder einige bzw. nur einen mit aus dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher ausgegebenen geringeren Temperaturen.

[0026] Weiterhin ist es auch möglich, mittels einer Entspannungsmaschine eine zumindest teilweise eine Rückverstromung zu realisieren und/oder dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher und/oder dem Hochtemperaturspeicher Mittel zur Rückverstromung nachzuschalten: z.B. eine Dampfturbine, oder eine kombinierte Gas-/Dampfturbine oder eine Verdrängungsmaschine. Der Dampf des ersten Arbeitsstoffes kann aber auch für Prozessschritte bei Brennstoffzellen oder in der chemischen Industrie eingesetzt werden. Die Anlage ist daher effektiv und flexibel einsetzbar.

[0027] Um eine gewünschte Temperaturanhebung zu gewährleisten, kann zwischen dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher und dem Hochtemperaturspeicher eine mehrstufige Verdichtung integriert sein, z.B. mittels mehrerer Verdichter und/oder Verdichterstufen. Damit kann die Temperatur des aus dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher ausgegebenen Arbeitsstoffes noch mehr angehoben werden.

[0028] Vor dem Hochtemperaturspeicher kann weiterhin mittels mechanischer und/oder thermischer Verdichter eine mechanische und/oder thermische Brüdenverdichtung des aus dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher ausgegebenen Arbeitsstoffes realisiert werden. Durch die mechanische und/oder thermische Brüdenverdichtung wird die vorgenannt beschriebene Temperaturerhöhung des Arbeitsstoffes realisiert, der dann im Hochtemperaturspeicher gespeichert wird.

[0029] Vorteilhafter Weise ist zwischen dem Hochtemperaturspeicher und dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher mindestens ein Entspannungsorgan und/oder ein druckverlusterzeugendes Bauteil für den Arbeitsstoff angeordnet, so dass eine der Entspannung des Arbeitsstoffes (Reduktion des Drucks) mit Rückführung in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher realisierbar ist und/oder in den Hochtemperaturspeicher sind Elemente zur Entspannung des Arbeitsstoffes vor der Rückführung in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher integriert.

[0030] Das druckverlusterzeugende Bauteil kann beispielsweise ein dünnes Rohr oder eine Querschnittsverengung oder eine Düse oder eine Blende oder eine Umlenkung oder ein Ventilkörper oder ein anderes hydraulisches Organ zur Drosselung sowie eine Kombination sein.

[0031] Dadurch wird der Arbeitsstoff in flüssiger oder überwiegend flüssiger Form oder betriebsbedingt auch gasförmig zurück in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher geleitet.

[0032] Der Dampf-/Flüssigkeitsspeicher beinhaltet insbesondere den Arbeitsstoff beim Gleichgewicht oder annäherndem Gleichgewicht von zwei Phasen flüssig und dampfförmig, wobei bei einer Be- und Entladung des Dampf-/Flüssigkeitsspeichers sich die Temperatur, der Druck, die Masse und der Füllstand der flüssigen Phase ändert und somit die Speicherfunktion einem Massespeicher und einem thermischen Energiespeicher entspricht.

[0033] Der mittels des verdichteten Arbeitsstoffes beladene Hochtemperatur-Speicher ist insbesondere als Behälter ausgebildet und beispielsweise als ein Rohrbündelapparat mit Speicherstoff ausgeführt. Zusätzlich oder alternativ können auch gekapselte Speicherstoffe oder kapsellose Speicherstoffe in den Behälter eingebracht sein, wobei in diesem Fall der/die Speicherstoffe insbesondere aus Phasenwechselmaterial bestehen, wobei eine Wärmeübertragung vom Arbeitsstoff auf den Speicherstoff ohne oder mit Wand zur Stofftrennung realisierbar ist.

[0034] Der/die Arbeitsstoff/e können bevorzugt alle kondensierbaren Gase/Dämpfe und/oder anorganische oder organische Flüssigkeiten sein, insbesondere Wasser, Alkane, Alkohole (Methanol, Ethanol) oder Ammoniak oder herkömmliche synthetische Kältemittel oder deren Mischungen und/oder Suspensionen.

[0035] Weiterhin erfindungsgemäß ist mindestens eine Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher)

- zur Versorgung mit höheren Temperaturen im Be-

reich von 40 °C bis 800 °C mit dem Verdichter und/oder dem Hochtemperaturspeicher gekoppelt und/oder

5 - zur Versorgung mit niedrigeren Temperaturen im Bereich von 20 °C bis 400 °C mit dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher gekoppelt.

[0036] Dies verdeutlicht nochmals die flexible Arbeitsweise der Anlage.

10 **[0037]** Verfahrensgemäß erfolgt die Energie- und/oder Stoffversorgung mindestens eines Verbrauchers unter Einsatz einer vorgenannt beschriebenen Anlage, wobei erfindungsgemäß mindestens ein Arbeitsstoff in Form von Dampf/Gas aus dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher über mindestens einen Verdichter und/oder mindestens einer Verdichterstufe mittels einer Brüdenverdichtung verdichtet und dadurch die Temperatur des Arbeitsstoffes erhöht wird und mit dem in seiner Temperatur erhöhten Arbeitsstoff eine Beladung mindestens eines Hochtemperaturspeichers erfolgt, in dem sich der Arbeitsstoff abkühlt und/oder zumindest teilweise verflüssigt wird und über mindestens ein Entspannungsorgan und/oder über ein druckverlusterzeugendes Bauteil in einem Kreislauf wieder zurück in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher geleitet wird, wobei über den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher und/oder den Verdichter/die Verdichterstufe und/oder den Hochtemperaturspeicher eine Versorgung mindestens einer Wärmesenke und/oder Stoffsenke/eines Verbrauchers und/oder eine Verstromung erfolgt.

25 **[0038]** Auch das mit der Anlage realisierte Verfahren ermöglicht somit eine effektive und flexible Energie- und/oder Stoffversorgung des/der Verbraucher.

30 **[0039]** Dabei kann eine Beladung oder Entladung des Dampf-/Flüssigkeitsspeichers und des Hochtemperaturspeichers gleichzeitig oder zeitlich versetzt erfolgen.

35 **[0040]** Weiterhin ist es möglich, eine mehrstufige Verdichtung eines oder mehrerer Arbeitsstoffe zu realisieren und/oder eine mehrstufige Entspannung eines oder mehrerer Hochtemperatur-Speicher zu realisieren.

40 **[0041]** Die mehrstufige Entspannung kann beispielsweise mit mehreren Entspannungsorganen und/oder mit mehreren druckverlusterzeugenden Bauteilen und/oder mittels einer dezentralen Entspannung im Hochtemperaturspeicher mit verteilten Drosselstellen erfolgen.

45 **[0042]** Eine Beladung des Dampf-/Flüssigkeitsspeichers erfolgt insbesondere über mindestens eine Wärmepumpe und/oder über Abwärme und/oder Prozesswärme und/oder erneuerbare Wärme wie z. B. Solarthermie, Geothermie, Umweltwärme.

50 **[0043]** Weiterhin ist es möglich, die Beladung des Dampf-/Flüssigkeitsspeichers mittels einer konventionellen Versorgung zu realisieren, z.B. über Vor- und/oder Rücklauf eines konventionellen Heizkreises. Dabei kann auch ein Stoffstrom direkt über den Vorlauf B1V ohne Rücklaufleitung B1R in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher geleitet werden. Steht keine Wärme- und/oder Stoffquelle zur Verfügung, ist auch die Stoffzufuhr über den Rücklauf R möglich.

[0044] Mit der Anlage und dem Verfahren sind hohe Leistungs- und Arbeitszahlen (Verhältnis Wärmebereitstellung zum elektrischen Aufwand für die Verdichtung des Arbeitsstoffes) realisierbar. Die Be- und Entladeleistung/en der Speicher kann gut abgestimmt werden. Weiterhin ist es durch die Anlage und das Verfahren zur Energie- und/oder Stoffversorgung mit Temperaturerhöhung möglich, hohe Temperaturen bei der Entladung im Vergleich zu Dampfspeichern und hybriden Speichern (Stand der Technik) zu realisieren.

[0045] Es ist eine Steigerung der energetischen Speicherdichte sowie eine Steigerung der Flexibilität bei der Wärme- und Stromversorgung möglich.

[0046] Vorteilhafter Weise ist ein guter Systembetrieb mit Wärmepumpe und Speichern und der Einsatz ökologischer Arbeitsstoffe (Kältemittel) realisierbar.

[0047] Die Anlage und das Verfahren basieren dabei erfindungsgemäß auf folgenden Ansätzen:

- der Brüdenverdichtung (mechanisch oder thermisch) eines Arbeitsstoffes,
- zur Beladung bzw. Nutzung eines Hochtemperatur-Speichers,
- unter Verwendung Dampf-/Flüssigkeitsspeicher als Wärmequelle und/oder Stoffquelle,
- der Entspannung des Arbeitsstoffes mit Rückführung in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher.

[0048] Dabei ist ein Betrieb mit flexiblen Temperaturen bzw. Drücken möglich. Durch die Auswahl des Arbeitsstoffes und des Speicherstoffes lassen sich günstige Anpassungen vornehmen, welches für die Hochtemperatur-Erzeugung und -Speicherung wichtig sind. Dabei muss man beachten, dass die Temperaturen auf der Wärmequellenseite und auf der Wärmesenkenseite schwanken können.

[0049] Der verwendete Hochtemperatur-Speicher ist bevorzugt und typischerweise als Behälter ausgebildet. Eine spezielle Konstruktion kann beispielsweise ein Rohrbündelapparat sein. Es können auch gekapselte Speicherstoffe oder kapsellose Speicherstoffe in den Behälter eingebracht sein.

[0050] Es erfolgt in dem Hochtemperatur-Speicher eine Wärmeübertragung vom Arbeitsstoff auf den Speicherstoffe mit oder ohne Wand zur Stofftrennung.

[0051] Wenn eine Wand ausgebildet ist (Wärmeübertrager) kann die Wärmeübertragung durch Rippen (auf der Arbeitsstoffseite und/oder auf der Speicherstoffseite) verbessert werden. Es ist aber auch der Einsatz von Zusatzstoffen im Speichermedium (z. B. Stabilisierung des Speicherstoffes, Vermeidung der Zersetzung und Unterkühlung sowie Korrosion, Erhöhung der effektiven Wärmeleitfähigkeit) möglich.

[0052] Optional können Rohre, Kanäle, den/die Arbeitsstoff/e durch den Speicher führen, mit dezentralen Drosselstellen zur mehrstufigen Entspannung ausgerüstet sein.

[0053] Als Speicherstoffe können alle organischen und

anorganischen Feststoffe und/oder Flüssigkeiten sowie deren zusammengesetzten Stoffsysteme verwendet werden.

[0054] Als Speicherstoffe (z. B. Salze, Salzhydrate, Alkane, Alkene, Paraffine, Alkohole, Zuckeralkohole, Polyolefine, Fettsäuren, Ester, Nitrate, Hydroxide, Chloride, Karbonate, Fluoride, Amide, Ether, Glykole, Metalle, Legierungen und Mischung und/oder Suspensionen) sind dabei vorzugsweise Stoffe vorgesehen, die durch den Phasenwechsel fest-flüssig Zustandsänderungen, hohe Änderungen der spezifischen Enthalpie durchlaufen.

[0055] Es können aber auch andere Änderungen im atomaren oder molekularen Aufbau genutzt werden. Bei sehr hohen Temperaturen sind unter Umständen auch Feststoffe (z. B. Schüttungen, geformte Elemente) als Speicherstoffe einsetzbar.

[0056] Die Speicherstoffe können auch kombiniert werden - insbesondere mehrere Phasenwechselmaterialien (PCM). Die Speicherstoffe befinden sich im Hohlraum des Rohrbündelapparats oder in Kapseln.

[0057] Die Beladung erfolgt durch den verdichteten Arbeitsstoff.

[0058] Optional ist der Einsatz einer elektrischen Zusatzheizung eines oder mehrerer Speicher (z. B. zusätzliche Speicherbeladung oder auch eine Überhitzung des Arbeitsstoffes insbesondere vor und nach dem Verdichter) realisierbar (in den Zeichnungen nicht dargestellt). Die Entladung erfolgt über die Wärmelieferung an den Verbraucher.

[0059] Der Dampf-/Flüssigkeitsspeicher speichert den Arbeitsstoff beim Gleichgewicht oder nahezu einem Gleichgewicht der zwei Phasen flüssig und dampfförmig. Bei der Be- und Entladung ändern sich die Temperatur, der Druck, die gesamte Masse und der Füllstand der flüssigen Phase. D. h., die Speicherfunktion entspricht einem Massespeicher und einem thermischen Energiespeicher.

[0060] Die Lage des Behälters kann stehend, liegend oder schräg sein. Der Dampf-/Flüssigkeitsspeicher kann ein einzelner Speicher sein oder aus mehreren Speichern bestehen.

[0061] Die Speicherkapazität kann mit einem oder mehreren Flüssigkeitsspeicher erweitert werden (z. B. Heiß-/Warmwasserspeicher).

[0062] Als Arbeitsstoffe können alle kondensierbaren Gase/Dämpfe und/oder anorganische oder organischen Flüssigkeiten verwendet werden. Besonders geeignet erscheinen Wasser, Alkane (z. B. Propan, Butan), Alkohole (z. B. Methanol, Ethanol), Ammoniak und herkömmliche synthetische Kältemittel sowie deren Mischungen und Suspensionen.

[0063] Die Beladung des Dampf-/Flüssigkeitsspeichers und des Hochtemperaturspeichers kann gleichzeitig oder zeitlich versetzt erfolgen. Das Gleiche gilt für die Entladung.

[0064] Eine erfindungsgemäße Referenzvariante besteht im Wesentlichen aus einer einstufigen Verdichtung und dem Einsatz eines Arbeitsstoffes.

[0065] Weitere Vorteile sind Erweiterungen der Anlage beispielsweise durch die nachfolgend aufgeführten Verschaltungen und Kombinationen erreichbar:

- mehrstufige Verdichtung, ein Arbeitsstoff, 5
- mehrstufige Verdichtung, mehrere Arbeitsstoffe,
 - mit mindestens einem internem Wärmeübertrager, 10
 - mit mindestens einem externem Wärmeübertrager, 10
- Erweiterung des Dampf-Flüssigkeitsspeichers mit mindestens einem Flüssigkeitsspeicher, 15
- mit einer mindestens einer Umgehung des Hochtemperatur-Speichers und mit mindestens einer Vorwärmung/Überhitzung, 15
- mehrstufige Entspannung durch mehrere Hochtemperatur-Speicher mit gesteuerten Entspannungsorganen und/oder dezentrale Entspannung im Speicher mit verteilten Drosselstellen. 20

[0066] Die Erfindung wird nachfolgend an Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen: 25

- Figur 1 Variante der Anlage in Form eines Wärmepumpen-Speicher-Systems in vereinfachter Darstellung, mit einer einstufigen Verdichtung, mit einem Arbeitsstoff, einem Hochtemperatur-Speicher, mit einer Entspannung, mit einem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher, mit einem beliebigen Wärmequellen/ Stoffquellen-System, 30
- Figur 2 weitere Variante eines Wärmepumpen-Speicher-Systems, in vereinfachter Darstellung ähnlich wie Figur 1, jedoch mit einem Wärmequellen/Stoffquellen-System in Form einer vorgeschalteten Wärmepumpe und mit einem Wärmesenken-System und/oder einem Stoffsenken-System (Verbraucher), 35
- Figur 3 Wärmepumpen-Speicher-System in vereinfachter Darstellung ähnlich wie Figur 1 und 2 mit einer mehrstufigen (hier dreistufigen) Verdichtung, und einer mehrstufigen (hier dreistufigen) Entspannung, 40
- Figur 4 Wärmepumpen-Speicher-System in vereinfachter Darstellung mit einer zwei-/ mehrstufigen Verdichtung, mit zwei Arbeitsstoffen, einem Hochtemperatur-Speicher, mit einem internen Wärmeübertrager, mit einer zwei-/mehrstufigen Entspannung, mit zwei Dampf-/Flüssigkeitsspeichern und mit einem Wärmequellen-System, 45
- Figur 5 Wärmepumpen-Speicher-System, ähnlich wie Figur 4, jedoch mit einem externen Wärmeübertrager, 50
- Figur 6 Wärmepumpen-Speicher-System in vereinfachter Darstellung mit einer einstufigen Verdichtung, mit einem Arbeitsstoff, mit einem Hochtemperatur-Speicher, mit einer Entspannung, mit einem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher, mit einem Wärmequellen/Stoffquellen-System und mit einem Flüssigkeitsspeicher und mit Pumpen zur Be- und Entladung (Druckerhöhung), ggf. Nutzung der hydrostatischen Höhe (Anordnung unter dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher) 55

Figur 7

Figur 8

Figur 9

fachter Darstellung mit einer einstufigen Verdichtung, mit einem Arbeitsstoff, mit einem Hochtemperatur-Speicher, mit einer Entspannung, mit einem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher, mit einem Wärmequellen/Stoffquellen-System und mit einem Flüssigkeitsspeicher und mit Pumpen zur Be- und Entladung (Druckerhöhung), ggf. Nutzung der hydrostatischen Höhe (Anordnung unter dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher)

Wärmepumpen-Speicher-System, vereinfachte Darstellung mit einer einstufigen Verdichtung, mit einem Arbeitsstoff, mit einem Hochtemperatur-Speicher, mit einer Entspannung, mit einem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher, mit einem sowie mit einem Wärmeübertrager zur Vorwärmung des angesaugten Gases/Dampfes und einer Umgehung des Hochtemperatur-Speichers zur Betriebsoptimierung,

Wärmepumpen-Speicher-System, vereinfachte Darstellung einer vier-/mehrstufigen Ausführung des Hochtemperatur-Speichers, mit einer vier-/mehrstufigen geregelten Entspannung,

Wärmepumpen-Speicher-System, vereinfachte Darstellung einer einstufigen Ausführung des Hochtemperatur-Speichers, mit dezentraler Entspannung mit verteilten Drosselstellen im Hochtemperatur-Speicher.

[0067] In den Figuren 1 und 2 ist in vereinfachter Darstellung eine Grundvariante einer Anlage zur Energie- und/oder Stoffversorgung eines Verbrauchers mit

- einer ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1,
- einem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1,
- einem ersten Verdichter 3.1,
- einem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1,
- einer Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher) 6, dargestellt.

[0068] Es wird ein Speichersystem mit zwei unterschiedlichen Speichern verwendet und zwar mit mindestens einem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher und mit mindestens einem Hochtemperaturspeicher.

[0069] Der erste Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 wird hier zum Beispiel mittels einer beliebigen ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 beladen. Die erste Beladung B1 des Dampf-/ Flüssigkeitsspeichers 2.1 wird dabei über einen Vorlauf B1V von der ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 zum ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 realisiert. Von diesem führt wahlweise ein Rücklauf B1R der ersten Beladung B1 wieder zur ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1. in den Rücklauf B1R ist eine erste Pumpe P1 für die Förderung des Arbeitsstoffs integriert. Der erste Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 kann aber auch nur über einen Vorlauf

B1V beladen werden. Es ist ebenfalls möglich, dass im Vorlauf B1V und im Rücklauf B1R unterschiedliche Masseströme auftreten (keine Darstellung in Figur 1). Der zeitlich verschobene Ausgleich der Masse des Arbeitsstoffes erfolgt dann über den Vorlauf V zur Wärme- und/oder Stoffsenke (Verbraucher) 6. Steht keine erste Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 zur Verfügung kann der Rücklauf R auch als Stoffquelle zur Rückführung des ersten Arbeitsstoffes A1 dienen.

[0070] Wird beispielsweise Wasser verwendet, ist eine offenen Prozessführung denkbar. Über den Vorlauf B1V gelangt heißes Wasser und/oder Dampf in den ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1. Ist keine erste Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 vorhanden, kann auch kaltes Kondensat (flüssiges Wasser, erster Arbeitsstoff A1) dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 zugeführt werden. In beiden Fällen wird der heiße Arbeitsstoff A1 zeitverzögert zur Wärme- und/oder Stoffsenke (Verbraucher) 6 geleitet.

[0071] Ein geschlossene Prozessführung ist auch möglich und notwendig, wenn einer der Arbeitsstoffe nicht direkt in ein Wärme- und/oder Stoffquellen-System und/oder in ein Wärme- und/oder Stoffsenken-System gelangen darf.

[0072] Im unteren Bereich 2.1a des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 befindet sich dabei eine flüssige Phase eines ersten Arbeitsstoffs A1 und im oberen Bereich 2.1b eine dampfförmige und/oder gasförmige Phase des ersten Arbeitsstoffs A1.

[0073] Der Füllstand der flüssigen Phase im unteren Bereich 2.1a des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 ist dabei variabel.

[0074] Weiterhin führt eine zweite Beladung B2 vom oberen Bereich 2.1b des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 über einen zweiten Vorlauf B2V und über den ersten Verdichter 3.1 zum ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 mit mindestens einem Speicherstoff 12 und von diesem über ein erstes Entspannungsorgan 5.1 für den Arbeitsstoff als Rücklauf B2R in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2, insbesondere in flüssiger Form in den unteren Bereich 2.1a.

[0075] Somit ist zwischen einem Eingang des ersten Hochtemperaturspeichers 4.1 der erste Verdichter 3.1 angeordnet, so dass eine Brüdenverdichtung mit Temperaturerhöhung des aus dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 ausgegebenen gas-/dampfförmigen Arbeitsstoffs realisiert wird, wodurch der Arbeitsstoff zur Beladung des ersten Hochtemperaturspeichers 4.1 eine höhere Temperatur aufweist, als beim Austritt aus dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1.

[0076] Zwischen einem Ausgang des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1, der am oberen Bereich 2.1b angeordnet ist, kann eine erste Entladung E1 über einen Vorlauf E1V direkt zum Verbraucher 6 führen.

[0077] Alternativ führt ein Vorlauf V aus dem oberen Bereich 2.1b des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 über den ersten Verdichter 3.1 direkt zum Verbraucher 6.

[0078] Zusätzlich führen zum Verbraucher 6 aus dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 eine zweite Entladung als Vorlauf E2V und eine dritte Entladung als Vorlauf E3V wobei der Vorlauf E3V der dritten Entladung aus dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 über eine zweite Pumpe P2 in den ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 gefördert wird.

[0079] Der Verbraucher oder auch mehrere Verbraucher 6 können über einen, mehrere oder alle Vorläufe V, E1V, E2V, E3V versorgt werden.

[0080] Von dem Verbraucher 6 können Rückläufe R, E1R und E3R der Entladungen 1 und 3 über eine dritte Pumpe P3 zum Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 führen.

[0081] Weiterhin kann auch ein Rücklauf E2R der Entladung E2 vom Verbraucher 6 über eine vierte Pumpe P4 zum ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 führen.

[0082] Im Unterschied zu Figur 1, in welcher die beliebige erste Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 schematisch dargestellt ist, wird gemäß Figur 2 der erste Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 mittels einer ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 beladen, welche in der Art einer Wärmepumpe ausgeführt ist, bestehend aus Verdampfer 1.a, Wärmepumpenverdichter 1.b, Verflüssiger 1.c oder Gaskühler und Wärmepumpen-Entspannungsorgan 1.d.

[0083] Alle Vorläufe und die Rückläufe sind über nicht bezeichnete Ventile schaltbar.

[0084] Gemäß der Figuren 1 und 2 kann durch entsprechende Schaltungen der Ventile mindestens eine Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher) 6 zur Energie- und/oder Stoffversorgung mit dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 und/oder dem ersten Verdichter 3.1 und/oder dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 gekoppelt sein.

[0085] Damit wird ein äußerst flexibles Wärmepumpen-/Speichersystem mit Temperaturanhebung geschaffen.

[0086] Figur 3 zeigt ein Wärmepumpen-Speicher-System in vereinfachter Darstellung mit einer mehrstufigen Verdichtung, die hier dreistufig ausgeführt ist, mit einem Arbeitsstoff, drei Dampf-/Flüssigkeitsspeichern 2.1 bis 2.3, mit einer drei-/mehrstufigen Entspannung, mit einem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 und mit einem ersten Wärmequellen/Stoffquellen-System 1.1.

[0087] Von der ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 erfolgt eine erste Beladung B1 des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 bevorzugt in dessen unteren Bereich 2.1a, in dem flüssiges Arbeitsmedium gespeichert ist, mittels eines Vorlaufes B1V. Ebenfalls bevorzugt vom unteren Bereich 2.1a des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 führt über eine erste Pumpe P1 ein Rücklauf B1R der ersten Beladung B1 zurück zur ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1.

[0088] Aus dem ersten oberen Bereich 2.1b des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 wird dampfförmiger Arbeitsstoff über einen ersten Verdichter 3.1 zum zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 in dessen unteren Bereich 2.2a geleitet. Vom zweiten Dampf-/Flüssigkeits-

speicher 2.2 wird aus dessen oberen Bereich 2.2b dampfförmiger Arbeitsstoff über einen zweiten Verdichter 3.2 in den unteren Bereich 2.3a eines dritten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.3 geleitet und vom oberen Bereich 2.3b des dritten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.3 über einen dritten Verdichter 3.3 als zweite Beladung B2 in einem Vorlauf B2V dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1, der ebenfalls einen Speicherstoff 12 enthält, zugeführt.

[0089] Der Rücklauf B2R der zweiten Beladung B2 des Arbeitsstoffs vom ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 zum ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 erfolgt über den dritten und zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2, 2.3, wobei zwischen dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 und dem dritten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.3 ein erstes Entspannungsorgan 5.1, zwischen dem dritten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.3 und dem zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 ein zweites Entspannungsorgan 5.2 und dem zwischen dem zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 und dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 ein drittes Entspannungsorgan 5.3 angeordnet ist.

[0090] Durch die Verwendung von hier drei hintereinander in Reihe geschalteten Dampf-/Flüssigkeitsspeichern 2.1, 2.2, 2.3 mit den jeweils drei nachgeordneten Verdichtern 3.1, 3.2, 3.3 erfolgt eine dreistufige Brüdenverdichtung, bei welcher nach jedem Verdichter 3.1, 3.2, 3.3 in Richtung des Vorlaufes B2V die Temperatur höher ist.

[0091] Der Rücklauf B2R der zweiten Beladung führt aus den Entspannungsorganen 5.1, 5.2, 5.3 immer in die Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1, 2.2, 2.3.

[0092] Bevorzugt führt der Rücklauf B2R der zweiten Beladung aus den Entspannungsorganen 5.1, 5.2, 5.3 in zumindest teilweise flüssiger Form und/oder in gasförmigem Zustand insbesondere in die unteren Bereiche 2.3a, 2.2a, 2.1a der mit den flüssigen Phasen des Arbeitsstoffs.

[0093] Ein hier nicht dargestellter Verbraucher 6 kann über entsprechende Leitungen, die hier ebenfalls nicht dargestellt sind versorgt werden. Es kann beispielsweise

- nach mindestens einem oder jedem der drei Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1, 2.2, 2.3 und/oder
- nach mindestens einem oder jedem der Verdichter 3.1, 3.2, 3.3 und/oder
- von einem Ausgang des ersten Hochtemperaturspeichers

über entsprechende Leitungen sowie nicht dargestellte Ventile und deren Schaltungen zum Verbraucher eine entsprechende Verbindung für die Versorgung des/der Verbraucher vorgesehen sein, je nachdem mit welchem Temperaturniveau der/die Verbraucher versorgt werden soll/sollen.

[0094] Die Figuren 4 und 5 zeigen weitere beispielhafte

Varianten der erfindungsgemäßen Anlage zur Energie- und/oder Stoffversorgung eines Verbrauchers in Form eines Wärmepumpen-Speichersystems mit Temperaturerhöhung in vereinfachter Darstellung. Hier erfolgt ebenfalls eine mehrstufige Verdichtung, die hier beispielsweise zweistufig ausgeführt ist, mit einem jeweils ersten und zweiten Wärmeübertrager 2.1, 2.2 und diesen nachgeschalteten ersten und zweiten Verdichtern 3.1 und 3.2 und mit zwei Arbeitsstoffen A1, A2.

[0095] Die erste Beladung B1 des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 erfolgt wie bei Figur 3 von der ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 mittels des Vorlaufes B1V in den unteren Bereich 2a des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1. Vom ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 (unterer Bereich 2a) führt über eine erste Pumpe P1 ein Rücklauf B1R der ersten Beladung B1 zurück zur ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1.

[0096] Weiterhin ist ein erster Hochtemperaturspeicher 4.1 vorhanden.

[0097] In dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 befindet sich ein erster Arbeitsstoff A1 und in dem zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 ein Arbeitsstoff A2.

[0098] Die Varianten der Figuren 4 und 5 unterscheiden sich durch einen internen Wärmeübertrager 7 (Figur 4) und einen externen Wärmeübertrager 8 (Figur 5).

[0099] Bei Figur 4 ist in dem zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 ein interner Wärmeübertrager 7 vorgesehen. Aus der Dampfphase des ersten Arbeitsstoffs A1 im oberen Bereich 2.1b des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 wird über den ersten Verdichter der erste Arbeitsstoff A1 verdichtet und dadurch in seiner Temperatur erhöht und fließt durch den im unteren Bereich 2.2a befindlichen internen Wärmeübertrager 7 und über ein zweites Entspannungsorgan 5.2 (in welchem der erste Arbeitsstoff A1 zumindest teilweise verflüssigt wird) zurück in den ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 in dessen unteren Bereich 2.1a mit der flüssigen Phase.

[0100] Dadurch wird mittels des internen Wärmeübertragers 7 der zweite Arbeitsstoff A2 im zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 erwärmt.

[0101] Bei Figur 5 ist zwischen dem ersten Verdichter 3.1 und dem zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 ein externer Wärmeübertrager 8 angeordnet.

[0102] Der erste Arbeitsstoff A1 die dampfförmige Phase aus dem oberen Bereich 2.1b des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 strömt über den externen Wärmeübertrager 8 und über ein zweites Entspannungsorgan zurück in den ersten Bereich 2.1a (flüssige Phase) des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1. Aus dem unteren Bereich 2.2a des zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.2 wird flüssiger erster Arbeitsstoff A1 über eine fünfte Pumpe P5 ebenfalls über den externen Wärmeübertrager 8 geleitet und wieder zurück in den unteren Bereich 2.2a des zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.2 geführt. Der im zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 befindliche zweite Arbeitsstoff A2 wird somit über externe Wärmeübertrager 8 mittels des ersten

Arbeitsstoffes A1 erwärmt.

[0103] Bei beiden Varianten nach den Figuren 4 und 5 wird die dampfförmige Phase des zweiten Arbeitsstoff A2 aus dem oberen Bereich 2.2b des zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.2 über einen zweiten Verdichter 3.2 verdichtet und dadurch weiter erwärmt und führt über den Vorlauf B2V der zweiten Beladung B2 zum ersten Hochtemperaturspeicher 4.1. Der Rücklauf B2R der zweiten Beladung B2 führt aus dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 über ein erstes Entspannungsorgan 5.1 in zumindest teilweise flüssiger Form und/oder gasförmigem Zustand in den unteren Bereich 2.2a des zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.2.

[0104] Der mindestens eine Verbraucher (nicht dargestellt) kann durch Abzweige (nicht dargestellt) nach dem ersten und/oder zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1, 2.2 und/oder nach dem ersten und/oder zweiten Verdichter 3.1, 3.2 und/oder aus dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 versorgt werden. Die Verschaltung erfolgt dann über entsprechende (nicht dargestellte Ventile).

[0105] Die Figur 6 zeigt ein Wärmepumpen-Speicher-System in vereinfachte Darstellung mit einer einstufigen Verdichtung, mit einem ersten Arbeitsstoff A1, mit einem ersten Hochtemperatur-Speicher 4.1, mit einem ersten Entspannungsorgan 5.1, mit einem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1, mit einer ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 und mit einem Flüssigkeitsspeicher 9 sowie mit einer Pumpe P6 zum Entladen des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 aus dem Flüssigkeitsspeicher 9, und einer Pumpe P7 zur Beladung des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1.

[0106] Wie bei den vorangegangenen Beispielen befindet sich in dem unteren Bereich 2.1a des Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2 die flüssige Phase des Arbeitsstoffes A1 und in dem oberen Bereich 2.1b die gasförmige Phase.

[0107] Über die Pumpen P6, P7 erfolgt eine Be- und Entladung des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 mit erstem Arbeitsstoff A1 aus dem unteren Bereich 2.1a. Durch eine Umladung in mindestens einem Kreislauf U ist unter anderem eine Druckerhöhung des Arbeitsstoffes A1 möglich. Weiterhin ist es möglich, den Flüssigkeitsspeicher 9 unterhalb des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 anzuordnen und den Arbeitsstoff A2 ggf. unter Nutzung der hydrostatischen Höhe, zwischen dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 und dem Flüssigkeitsspeicher 9 mittels der Pumpen P6 und P7 umzuwälzen. Aus dem oberen Bereich 2.1a des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 wird über den ersten Verdichter 3.1 dampfförmiger Arbeitsstoff A1 verdichtet und über den Vorlauf B2V als zweite Beladung B2 dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 zugeführt.

[0108] Aus dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 wird der erste Arbeitsstoff A1 über das erste Entspannungsorgan 5.1 zumindest teilweise verflüssigt und in den unteren Bereich 2.1a des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 geleitet.

[0109] Wie bei den Figuren 4 und 5 erfolgt die erste Beladung B1 des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 von der ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 mittels des Vorlaufes B1V in den unteren Bereich 2.1a des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1. Vom ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 (unterer Bereich 2.1a) führt über die erste Pumpe P1 der Rücklauf B1R der ersten Beladung B1 zurück zur ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1.

[0110] Über nicht bezeichnete Ventile werden die verschiedenen Schaltzustände realisiert. Weiterhin können zu dem/den hier nicht dargestellten Verbraucher/n nach dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 und/oder nach dem ersten Verdichter 3.1 und/oder aus dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 entsprechende Leitung zur Energie- und/oder Stoffversorgung des/der Verbraucher führen.

[0111] Figur 7 zeigt eine Variante der Anlage mit einstufiger Verdichtung, mit einem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1, einem ersten Arbeitsstoff A1, mit einem ersten Hochtemperatur-Speicher 4.1, mit einem ersten Entspannungsorgan 5.1, mit einer ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 sowie mit einem dritten Wärmeübertrager 10 zur Vorwärmung des angesaugten dampfförmigen ersten Arbeitsstoffes A1 und einer zumindest teilweisen Umgehung des ersten Hochtemperatur-Speichers 4.1 zur Betriebsoptimierung.

[0112] Auch hier erfolgt die erste Beladung B1 des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 von der ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1 mittels des Vorlaufes B1V in den unteren Bereich 2.1a des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1. Vom ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 (unterer Bereich 2.1a) führt über die erste Pumpe P1 der Rücklauf B1R der ersten Beladung B1 zurück zur ersten Wärmequelle und/oder Stoffquelle 1.1.

[0113] Aus dem oberen Bereich 2.1b des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers 2.1 wird über den ersten Verdichter 3.1 die dampf-/gasförmige Phase des ersten Arbeitsstoffes A1 angesaugt und führt hier über den dritten Wärmeübertrager 10, der zwischen dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 angeordnet ist. Zur Vorwärmung des aus dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 ausgegebenen ersten Arbeitsstoffes A1 können entweder der aus dem ersten Verdichter 3.1 und/oder der aus dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 austretende erste Arbeitsstoff A1, der eine höhere Temperatur als der aus dem oberen Bereich 2.1b des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 austretende Arbeitsstoff A2 im Normalbetrieb aufweist, über den dritten Wärmeübertrager 10 geführt werden und dadurch die Temperatur des ersten Arbeitsstoffes A1 vor dem ersten Verdichter 3.1 erhöhen.

[0114] Dazu wird der aus dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 austretende Rücklauf B2R des Arbeitsstoffes A1 der zweiten Beladung B2 über den dritten Wärmeübertrager 10 und das erste Entspannungsorgan 5.1 zum ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 in den un-

teren Bereich 2.1a (flüssige Phase) zurückgeleitet.

[0115] Der/die hier nicht dargestellte/n Verbraucher kann/können auch hier über nicht dargestellte Leitungen nach dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 und/oder dem ersten Verdichter 3.1 und/oder aus dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 mit Wärme versorgt werden, wofür entsprechende Ventile vorgesehen sind (nicht dargestellt).

[0116] Weiterhin ist es möglich, anstelle der oder zusätzlich zu den in den vorgenannten Ausführungsbeispielen verwendeten Verdichter 3.1, 3.2, 3.3 auch weitere Verdichter und/oder eine oder mehrere Verdichterstufen einzusetzen.

[0117] Nicht dargestellt ist auch die Möglichkeit, nach dem/den Verdichtern bzw. einer, mehreren oder allen Verdichtern und/oder Verdichterstufen jeweils eine elektrische Zusatzheizung zu integrieren, um bedarfsweise die Temperatur des Arbeitsstoffs weiter zu erhöhen.

[0118] Figur 8 zeigt die mögliche Anordnung mehrerer Hochtemperaturspeicher eines Wärmepumpen-Speicher-Systems in vereinfachter Darstellung.

[0119] Es wird eine vierstufige Ausführung von Hochtemperaturspeichern, die jeweils einen Speicherstoff 12 beinhalten, mit einer geregelten mehrstufigen - hier vierstufigen Entspannung vorgesehen.

[0120] Nach einem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 ist ein erstes geregeltes Entspannungsorgan/Motorventil 11.1, zwischen dem ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 und einem zweiten Hochtemperaturspeicher 4.2 ist ein zweites geregeltes Entspannungsorgan/Motorventil 11.2, zwischen dem zweiten und dem dritten Hochtemperaturspeicher 4.2 und 4.3 ein drittes geregeltes Entspannungsorgan/Motorventil 11.3, zwischen dem dritten und dem vierten Hochtemperaturspeicher 4.3 und 4.4 ein viertes geregeltes Entspannungsorgan Motorventil 11.4 vorgesehen. Der Arbeitsstoff A1 gelangt von einem hier nicht dargestellten mindestens einem Verdichter oder eine mindestens eine Verdichterstufe über den Vorlauf der zweiten Beladung B2V und ein fünftes Entspannungsorgan/ Motorventil 11.5 in den hier vierten Hochtemperaturspeicher 4.4 und von dort über die weiteren vorgenannten Motorventile und den dritten 4.3 und zweiten Hochtemperaturspeicher 4.2 in den ersten Hochtemperaturspeicher 4.1 und von diesem über das erste Entspannungsorgan 5.1 zurück in den hier nicht dargestellten ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1.

[0121] Aus dem hier obersten vierten Hochtemperaturspeicher führt weiterhin ein Vorlauf E2V zur Entladung des /der Hochtemperaturspeicher 4.1 bis 4.4 zum Verbraucher 6.

[0122] Vom Verbraucher 6 führt ein Rücklauf E2R der Entladung über eine vierte Pumpe P4 in die Hochtemperaturspeicher 4.1 bis 4.4 und die Motorventile 11.1 bis 11.5 und tritt wieder als Vorlauf E2V der Entladung aus.

[0123] Bei den Figuren 1 bis 8 erfolgt die Entspannung des Arbeitsstoffs über ein Entspannungsorgan.

[0124] Es ist jedoch alternativ oder zusätzlich möglich, bereits in dem Hochtemperaturspeicher oder in den

Hochtemperaturspeichern eine Entspannung des Arbeitsstoffs zu realisieren.

[0125] Figur 9 zeigt dazu in vereinfachte Darstellung einen ersten Hochtemperatur-Speichers 4.1, mit dezentraler Entspannung eines beispielsweise ersten Arbeitsstoffs A1. Dazu führen durch einen Speicherstoff 12 des Hochtemperaturspeichers 4.1 Kanäle 13, durch welche der Arbeitsstoff A1 strömt und in welchen Drosselstellen 14 angeordnet sind. Zwischen den Kanälen 13 und dem Speicherstoff 12 ist eine Wand 15 zur Stofftrennung und Wärmübertragung vom Arbeitsstoff A1 auf den Speicherstoff 12 vorhanden.

[0126] Durch die Drosselstellen 14 wird eine mehrfache und/oder teilweise Entspannung des Arbeitsstoffs A1 bereits im Hochtemperaturspeicher 4.1 realisiert.

[0127] Bei den vorgenannt beschriebenen Varianten mit nur einem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 (siehe Figuren 1, 2, 5, 6, 7) betragen im ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 die Temperatur und der Druck des Arbeitsstoffes.

- in Form von Wasser bevorzugt 30 °C bis 370 °C und 0,0042 MPa bis 21 MPa,
- in Form von Ammoniak bevorzugt -30 °C bis 130 °C und 0,0716 MPa bis 10,89 MPa,
- in Form von Aceton bevorzugt 55 °C bis 230 °C und 0,098 MPa bis 4,36 MPa,
- in Form von Methanol bevorzugt 60 °C bis 240 °C und 0,0847 MPa bis 8,18 MPa,
- in Form von Ethanol bevorzugt 50 °C bis 240 °C und 0,0294 MPa bis 6,095 MPa,
- in Form von R1234ze(Z) (synthetisches Kältemittel) bevorzugt 20 °C bis 100 °C und 0,4234 MPa bis 3,03 MPa,
- in Form von Propan bevorzugt 20 °C bis 90 °C und 0,836 MPa bis 3,76 MPa,
- in Form von Butan bevorzugt 20 °C bis 150 °C und 0,208 MPa bis 3,67 MPa.

[0128] Die Aufzählung der ausgewählten Arbeitsstoffe zeigt einen relativ großen Betriebsbereich hinsichtlich der Temperatur und des Drucks. Werden Mischungen/Suspensionen der beispielhaft vorgenannten Arbeitsstoffe verwendet (Zwei- oder Mehrstoffsysteme) ändern sich die Druck- und Temperaturbereiche in Abhängigkeit der Stoffanteile. Beispielhaft liegen für eine 50%/50%-Wasser-Ethanol-Mischung die Drücke im Bereich von 0,0031 MPa bis 0,0049 MPa für 20 °C sowie im Bereich von 17,8 MPa bis 18,2 MPa für 330 °C.

[0129] Die Verdichtungsendtemperatur nach dem ersten Verdichter 3.1 hängt stark vom Arbeitsstoff, dem Eintrittszustand des Arbeitsstoffes in den Verdichter sowie der Art der Verdichtung und deren Qualität ab (Verdrängungs- oder Strömungsmaschine, Anzahl der Verdichtungsstufen, Betriebsweise usw.). Deswegen können Verdichtungsendtemperaturen bis 800 °C und/oder Verdichtungsenddrücke bis 21 MPa und höher auftreten.

[0130] Nachfolgend werden beispielhaft möglichen

Druck-/Temperaturverhältnisse für einen Arbeitsstoff Wasser/Wasserdampf beschrieben.

[0131] In dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 beträgt die Temperatur beispielsweise 100 °C bis 150 °C bei einem Druck von 0,101 MPa bis 0,476 MPa

[0132] Nach dem ersten Verdichter 3.1 ist die Temperatur des Arbeitsstoffs in Form von beispielsweise Wasser/Wasserdampf, der gem. Figur 1 und 2 in den Hochtemperatur-speicher 4.1 geleitet wird, höher als die Temperatur im ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 und kann maximal 700 °C betragen. Der Druck des Arbeitsstoffs Wasser/Wasserdampf ist höher als im ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 beträgt maximal 2,55 MPa.

[0133] Für die nachfolgenden Varianten werden der Einfachheit halber konkrete Temperaturen und Drücke genannt, die jedoch auch abweichen können.

[0134] Werden gemäß einer nicht dargestellten Variante in Anlehnung zu Figur 3 zwei Dampf-/ Flüssigkeitsspeicher 2.1, 2.2 verwendet, wird aus dem ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 (Temperatur 100 °C, Druck 0,101 MPa) über die Brüdenverdichtung mittels des ersten Verdichters 3.1 der Arbeitsstoff beispielsweise Wasser/Wasserdampf in den zweiten Dampf-Flüssigkeitsspeicher 2.2 gefördert. Die Temperatur im zweiten Dampf-/ Flüssigkeitsspeicher 2.2 ist dann höher als im ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1 und beträgt bis 150 °C. Der Druck des Arbeitsstoffs liegt bei 0,472 MPa.

[0135] Durch die weitere Verdichtung nach dem zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 mittels des Verdichters 3.2 ist die Temperatur des Arbeitsstoffs, der dem Hochtemperaturspeicher 4.1 zugeführt wird, höher als die Temperatur im zweiten Dampf-/ Flüssigkeitsspeicher 2.2 und beträgt bis 500 °C. Der Druck liegt bei Zuführung in den Hochtemperaturspeicher bei bevorzugt bei 1,55 MPa.

[0136] Werden gemäß Figur 3 drei Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1, 2.2, 2.3 mit jeweils nachgeordneten Verdichtern 3.1, 3.2, 3.3 in Reihe hintereinander angeordnet, so liegen Druck und Temperatur der beiden ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.1, 2.2 in den bereits vorgenannten Bereichen mit zwei Dampf-/Flüssigkeitsspeichern 2.1 und 2.2 und zwei Verdichtern 3.1, 3.2.

[0137] Die Temperatur des Arbeitsstoffs im dritten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.3 liegt dann ebenfalls höher als im zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 und beträgt bis 200 °C und der Druck im dritten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.3 ist höher als im zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeicher 2.2 und beträgt bis 1,55 MPa.

[0138] Durch den weiteren dritten Verdichter 3.3 nach dem dritten Dampf-Flüssigkeitsspeicher 2.3 werden Temperatur und Druck des Arbeitsstoffs weiter angehoben, wodurch die Temperatur des Arbeitsstoffs bei der zweiten Beladung B2 des Hochtemperaturspeichers 4.1 bis 600 °C und der Druck bei bis 3,98 MPa.

[0139] Durch die vorgenannt beschriebenen Varianten können zur Versorgung des/der Verbraucher sehr hohe Temperaturen bereitgestellt werden.

[0140] Bei der Verwendung anderer Arbeitsstoffe ändern sich die Temperatur-/Druckbereiche.

[0141] Diese können für die verwendeten Arbeitsstoffe aus einschlägigen Quellen bezogen/bestimmt/berechnet werden.

[0142] Die in den Figuren dargestellten Varianten sind untereinander kombinierbar und erweiterbar.

[0143] Anstelle der in den Zeichnungen dargestellten Verdichter 3.1, 3.2, 3.3 können jeweils auch mehrere Verdichter verwendet werden bzw. kombiniert sein und/oder auch ein oder mehrere Verdichterstufen eingesetzt werden.

[0144] Zwischen dem Hochtemperaturspeicher 4.1 und dem Verbraucher 6 und können beispielsweise ein oder mehrere Strömungsmaschinen (z.B. Turbine/n) und/oder Verdrängungsmaschinen (z.B. eine Hubkolbenmaschine) zur Rückverstromung angeordnet sein.

[0145] Weiterhin können auch als Verbraucher 6 beispielsweise auch ein oder mehrere Strömungsmaschinen (z.B. Turbine/n) und/oder Verdrängungsmaschinen (z.B. eine Hubkolbenmaschine) und/oder Brennstoffzellen eingesetzt werden.

[0146] Neben der Wärmeversorgung/Energieversorgung eines oder mehrerer Verbraucher ist es mit der erfindungsgemäßen Anlage und dem erfindungsgemäßen Verfahren auch möglich, eine Stoffversorgung eines oder mehrerer Verbraucher mit Stoffen insbesondere hoher Temperatur/en zu realisieren. Dies kann beispielsweise in der chemischen oder verfahrenstechnischen Industrie Anwendung finden und bevorzugt bei Verwendung von Arbeitsstoffen in Form von Ethanol und/oder Methanol und/oder Wasser bzw. deren Mischungen/Kombinationen.

[0147] Typisch ist die Versorgung mit Wasserdampf. Dann kann der Arbeitsstoff direkt zum Verbraucher geleitet werden. Wird ein anderer Arbeitsstoff verwendet, setzt man üblicherweise mindestens einen Wärmeübertrager zur Stofftrennung ein.

[0148] Eine Wärme-/Energieversorgung findet meist in geschlossenen Kreisläufen statt, d.h. der Stoff bzw. Wärmeträger bleibt im Kreislauf.

[0149] Bei einer Stoff-/und Energieversorgung ist auch eine offene Prozessführung möglich, dass werden den dargestellten Prozessen auf der Quellen- und/oder Senkenseite Stoffe zu- und abgeführt um chemische und/oder verfahrenstechnische Prozesse zu realisieren.

[0150] Wärmequellen können beispielsweise sein:

- Abwärme aus industriellen und/oder kraftwerkstechnischen Prozessen,
- Umweltwärme,
- Abwasserströme,
- regenerative Wärmequellen,
- Wärme aus Heiznetzen bzw. Heizkreisläufen,
- Wärme aus Rückkühlanlagen,
- Abwärme aus Rechenzentren.

[0151] Diese können auch kombiniert genutzt werden.

[0152] Wärmesenken können beispielsweise sein:

- Wärmeversorgungssysteme für industrielle, verfahrenstechnische, chemische Prozesse,
- Raumheizung,
- Klimatisierung,
- Brauchwasserserwärmung,
- Kraftwerksprozesse,
- Trocknung,
- Kälteerzeugung.

[0153] Es können auch mehrere Wärmesenken versorgt werden.

[0154] Stoffquellen können beispielsweise sein:

- Stoffe aus einer natürlichen oder künstlichen Quelle, z.B.
- Abwasserstrom,
- natürliches oder künstliches Gewässer,
- Abgasstrom aus einem Verbrennungsprozess oder chemischen Prozess,
- kontinuierlicher oder nichtkontinuierlicher Produktstrom aus einem Prozess, Diese können auch kombiniert genutzt werden.

[0155] Stoffsenken können beispielsweise sein:

- industrielle, verfahrenstechnische, chemische Prozesse,
- Kraftwerksprozesse,
- Raumheizung,
- Klimatisierung,
- Brauchwasserserwärmung,
- Trocknung,
- Kälteerzeugung,
- kontinuierliche und/oder nichtkontinuierliche Produktionsprozesse, Es können auch mehrere Stoffsenken versorgt werden.

[0156] Mit der Erfindung wird eine Anlage und ein Verfahren zur Verfügung gestellt, welches flexibel an die vorhandenen Wärmequellen und Stoffquellen anpassbar ist und unter Temperaturerhöhung nach dem/den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher/n und der Verwendung eines Hochtemperaturspeichers eine Versorgung eines oder mehrerer Verbraucher aus einem oder mehreren Wärmesenken oder einer oder mehreren Stoffsenken ermöglicht. Dabei können der/die Verbraucher mittels der Anlage und dem Verfahren auch mit unterschiedlichen Temperaturen versorgt werden.

Bezugszeichenliste

[0157]

- 1.1 erste Wärmequelle und/oder Stoffquelle
- 1.a Verdampfer
- 1.b Wärmepumpenverdichter

- 1.c Verflüssiger
- 1.d Gaskühler und Wärmepumpen-Entspannungsorgan
- 2.1 erster Dampf-/Flüssigkeitsspeicher
- 5 2.1a unterer Bereich des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers
- 2.1b oberer Bereich des ersten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers
- 2.2 zweiter Dampf-/Flüssigkeitsspeicher
- 10 2.2a unterer Bereich des zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers
- 2.2b oberer Bereich des zweiten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers
- 2.3 dritter Dampf-/Flüssigkeitsspeicher
- 15 2.3a unterer Bereich des dritten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers
- 2.3b oberer Bereich des dritten Dampf-/Flüssigkeitsspeichers
- 3.1 erster Verdichter
- 20 3.2 zweiter Verdichter
- 3.3 dritter Verdichter
- 4.1 erster Hochtemperaturspeicher
- 4.2 zweiter Hochtemperaturspeicher
- 4.3 dritter Hochtemperaturspeicher
- 25 4.4 vierter Hochtemperaturspeicher
- 5.1 erstes Entspannungsorgan
- 5.2 zweites Entspannungsorgan
- 5.3 drittes Entspannungsorgan
- 6 Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher)
- 30 7 interner Wärmeübertrager
- 8 externer Wärmeübertrager
- 9 Flüssigkeitsspeicher
- 10 dritter Wärmeübertrager
- 35 11.1 erstes geregeltes Entspannungsorgan/Motorventil
- 11.2 zweites geregeltes Entspannungsorgan/Motorventil
- 11.3 drittes geregeltes Entspannungsorgan/Motorventil
- 40 11.4 viertes geregeltes Entspannungsorgan/Motorventil
- 11.5 fünftes geregeltes Entspannungsorgan/Motorventil
- 45 12 Speicherstoff
- 13 Kanäle
- 14 Drosselstellen
- 15 Wand
- A1 erster Arbeitsstoff
- 50 A2 zweiter Arbeitsstoff
- B1 erste Beladung
- B1R Rücklauf der ersten Beladung B1
- B1V Vorlauf der ersten Beladung B1
- B2 zweite Beladung
- 55 B2R Rücklauf der zweiten Beladung B2
- B2V Vorlauf der zweiten Beladung B2
- E1 erste Entladung
- E1R Rücklauf der Entladung 1

E1V Vorlauf der Entladung 1
 E2 zweite Entladung
 E2R Rücklauf der Entladung 2
 E2V Vorlauf der Entladung 2
 E3 dritte Entladung
 E3R Rücklauf der Entladung 3
 E3V Vorlauf der Entladung 3
 P1 erste Pumpe
 P2 zweite Pumpe
 P3 dritte Pumpe
 P4 vierte Pumpe
 P5 fünfte Pumpe
 P6 sechste Pumpe
 P7 siebente Pumpe
 R Rücklauf
 U Kreislauf
 V Vorlauf

Patentansprüche

1. Anlage zur Energie- und/oder Stoffversorgung mindestens eines Verbrauchers (6) mittels mindestens eines Arbeitsstoffes (A1, A2) mit

- mindestens einer Wärmequelle und/oder Stoffquelle (1.1, 6),
- mindestens einem Speichersystem,
- mindestens einem Verdichter (3.1, 3.2, 3.3) und/oder einer Verdichterstufe,
- mindestens einer Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher) (6),

wobei das Speichersystem eine Kombination

- mindestens eines, mittels mindestens einer Wärmequelle und/oder Stoffquelle (1.1, 6) beladbaren, Dampf-/Flüssigkeitsspeichers (2.1, 2.2, 2.3) mit
- mindestens einem Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) ist,

wobei

- zwischen dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) und dem Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) mindestens ein Verdichter (3.1, 3.2, 3.3) und/oder eine Verdichterstufe zum Verdichten des Arbeitsstoffes (A1, A2) angeordnet ist

und

- die mindestens eine Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher) (6) zur Energie- und/oder Stoffversorgung und/oder zumindest teilweise Rückverstromung mit dem aus dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) und/oder dem Verdichter (3.1, 3.2, 3.3) und/oder der Verdichterstufe und/oder dem Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) ausgegebenen Arbeitsstoff (A1, A2) gekoppelt ist.

2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**-

net, dass zwischen dem Dampf-/ Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) und dem Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) eine mehrstufige Verdichtung integriert ist und dass diese vor dem Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) eine mechanische und/oder thermische Brüdenverdichtung mittels mechanischer und/oder thermischer Verdichter (3.1, 3.2, 3.3) aufweist.

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** zwischen dem Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) und dem Dampf-/ Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) mindestens ein Entspannungsorgan und/oder ein druckverlustzeugendes Bauteil (5.1, 5.2, 5.3) für den Arbeitsstoff (A1, A2) angeordnet ist, so dass eine der Entspannung des Arbeitsstoffes (A1, A2) mit Rückführung in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) realisierbar ist und/oder
- **dass** in den Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) Elemente zur Entspannung des Arbeitsstoffes (A1, A2) vor der Rückführung in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) integriert sind.

4. Anlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) den Arbeitsstoff (A1, A2) beim Gleichgewicht oder nahezu/betriebsbedingt einem Gleichgewicht von zwei Phasen flüssig und dampfförmig zu beinhaltet und dass bei einer Be- und Entladung des Dampf-/Flüssigkeitsspeichers (2.1, 2.2, 2.3) sich die Temperatur, der Druck, die Masse und der Füllstand der flüssigen Phase ändert und somit die Speicherfunktion einem Massespeicher und einem thermischen Energiespeicher entspricht und/oder dass
- der mittels des verdichteten Arbeitsstoffes (A1, A2) beladene Hochtemperatur-Speicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) als Behälter ausgebildet ist und ein Rohrbündelapparat mit Speicherstoff (12) ist und/oder gekapselte Speicherstoffe (12) oder kapsellose Speicherstoffe (12) in den Behälter eingebracht sind, wobei der/die Speicherstoffe (12) insbesondere aus Phasenwechselmaterial bestehen und dass eine Wärmeübertragung vom Arbeitsstoff (A1, A2) auf den Speicherstoff (12) mit oder ohne Wand (15) zur Stofftrennung realisierbar ist.

5. Anlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der/die Arbeitsstoff/e (A1, A2) alle kondensierbaren Gase/Dämpfe und/oder anorganische oder organische Flüssigkei-

ten sind, insbesondere Wasser, Alkane, Alkohole (Methanol, Ethanol) oder Ammoniak oder herkömmliche synthetische Kältemittel und/oder Zusatzstoffe oder deren Mischungen und/oder Suspensionen sind.

6. Anlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Wärmesenke und/oder Stoffsenke (Verbraucher) (6)

- zur Versorgung mit höheren Temperaturen im Bereich von 40 °C bis 800 °C mit dem Verdichter (3.1, 3.2, 3.3) und/oder dem Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) gekoppelt ist und/oder

- zur Versorgung mit niedrigeren Temperaturen im Bereich von 20 °C bis 400 °C mit dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) gekoppelt ist.

7. Verfahren zur Energie- und/oder Stoffversorgung mindestens eines Verbrauchers (6) unter Einsatz einer Anlage nach einem der vorgenannten Ansprüche 1 bis 6, wobei mindestens ein Arbeitsstoff (A1, A2) in Form von Dampf/Gas aus dem Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) über mindestens einen Verdichter (3.1, 3.2, 3.3) und/oder mindestens einer Verdichterstufe mittels einer Brüdenverdichtung verdichtet und dadurch die Temperatur des Arbeitsstoffes (A1, A2) erhöht wird und mit dem in seiner Temperatur erhöhten Arbeitsstoff (A1, A2) eine Beladung (B1, B2) mindestens eines Hochtemperaturspeichers (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) erfolgt, und der Arbeitsstoff (A1, A2) in einem Kreislauf wieder zurück in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) geleitet wird, wobei über den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) und/oder den Verdichter (3.1, 3.2, 3.3) und/oder den Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) mit dem Arbeitsstoff (A1, A2) eine Energie- und/oder Stoffversorgung mindestens einer Wärmesenke und/oder Stoffsenke/eines Verbrauchers (6) und/oder eine Rückverstromung erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitsstoff (A1, A2) nach mindestens einer Entspannung (Reduktion des Drucks) wieder zurück in den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) geleitet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** eine Beladung (B1, B2) und/oder eine Stoffzufuhr über B1V und/oder R oder eine Entladung (E1, E2, E3) des Dampf-/Flüssigkeitsspeichers (2.1, 2.2, 2.3) und des Hochtemperaturspeichers (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) und/oder eine

Stoffentnahme über V gleichzeitig oder zeitlich versetzt und dass eine mehrstufige Verdichtung eines oder mehrerer Arbeitsstoffe (A1, A2) erfolgt

und/oder

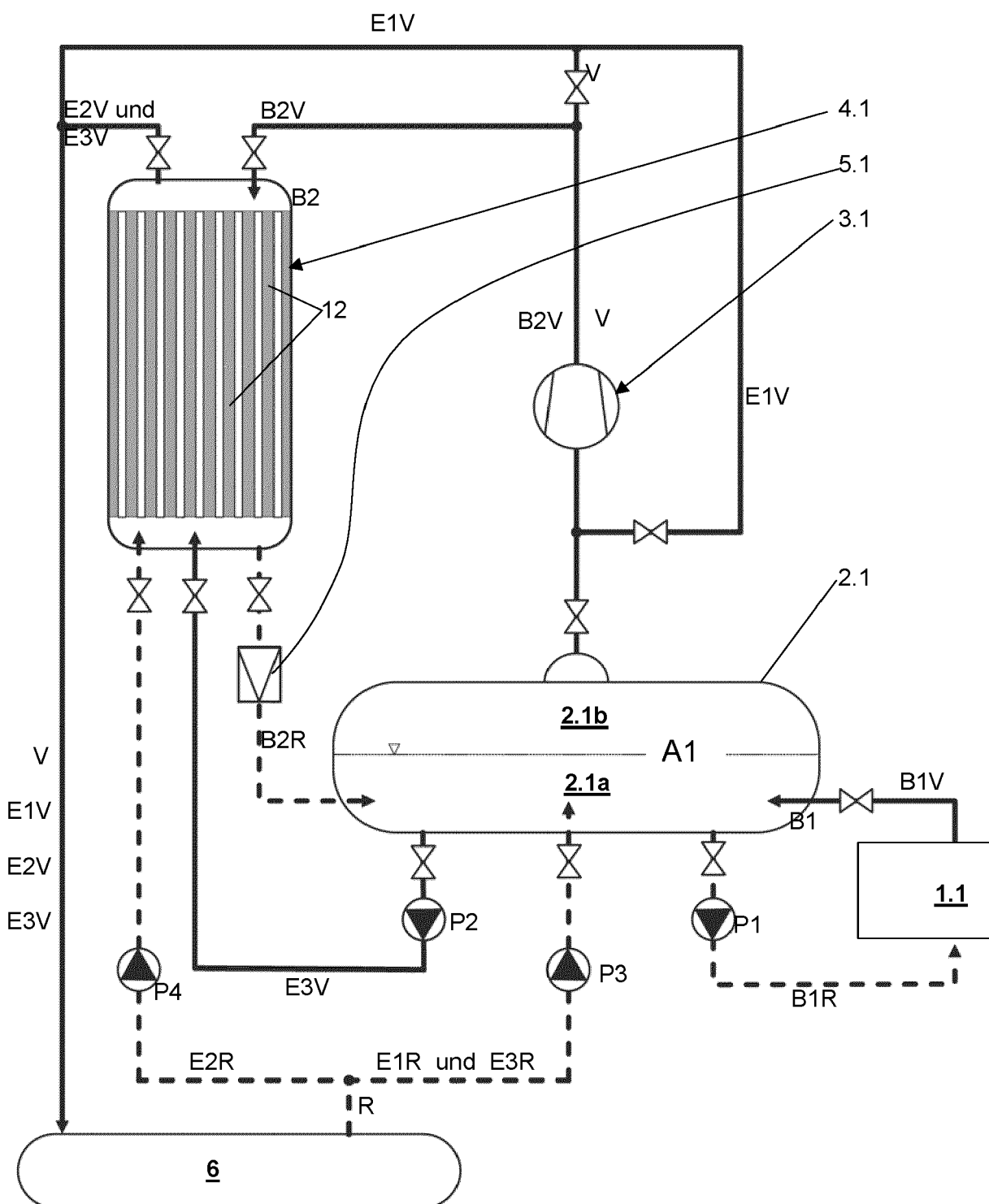
- **dass** eine mehrstufige Entspannung eines oder mehrerer Hochtemperatur-Speicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) mit mehreren Entspannungsorganen und/oder mit mehreren druckverlusterzeugenden Bauteilen (5.1, 5.2, 5.3) oder eine dezentrale Entspannung im Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) mit verteilten Drosselstellen (14)

erfolgt.

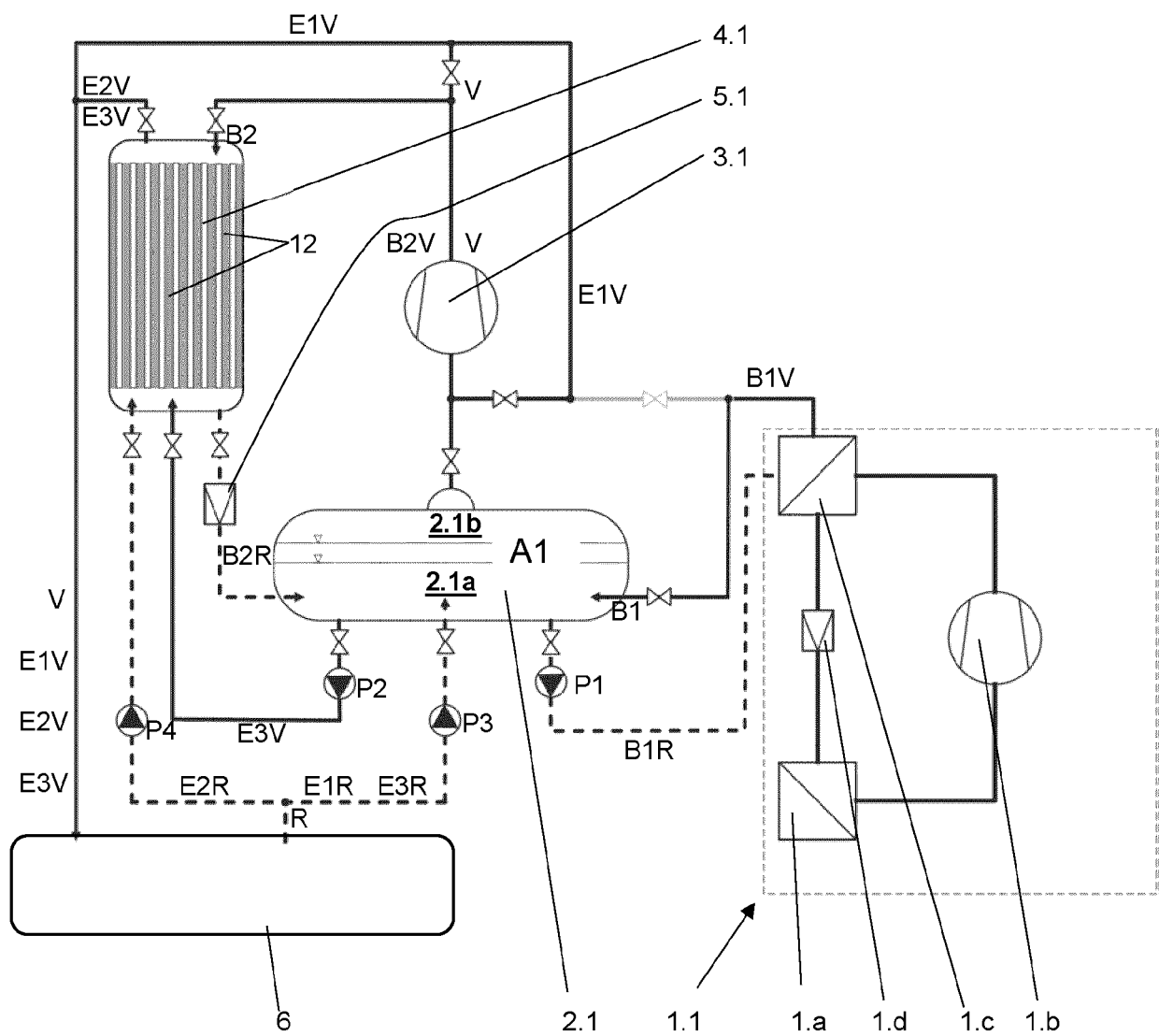
10. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** mehrere Verbraucher (6) gleichzeitig über den Dampf-/Flüssigkeitsspeicher (2.1, 2.2, 2.3) und/oder den Verdichter (3.1, 3.2, 3.3) und/oder den Hochtemperaturspeicher (4.1, 4.2, 4.3, 4.4) mit unterschiedlichen Temperaturen und/oder mit unterschiedlichen Masseströmen versorgt werden und

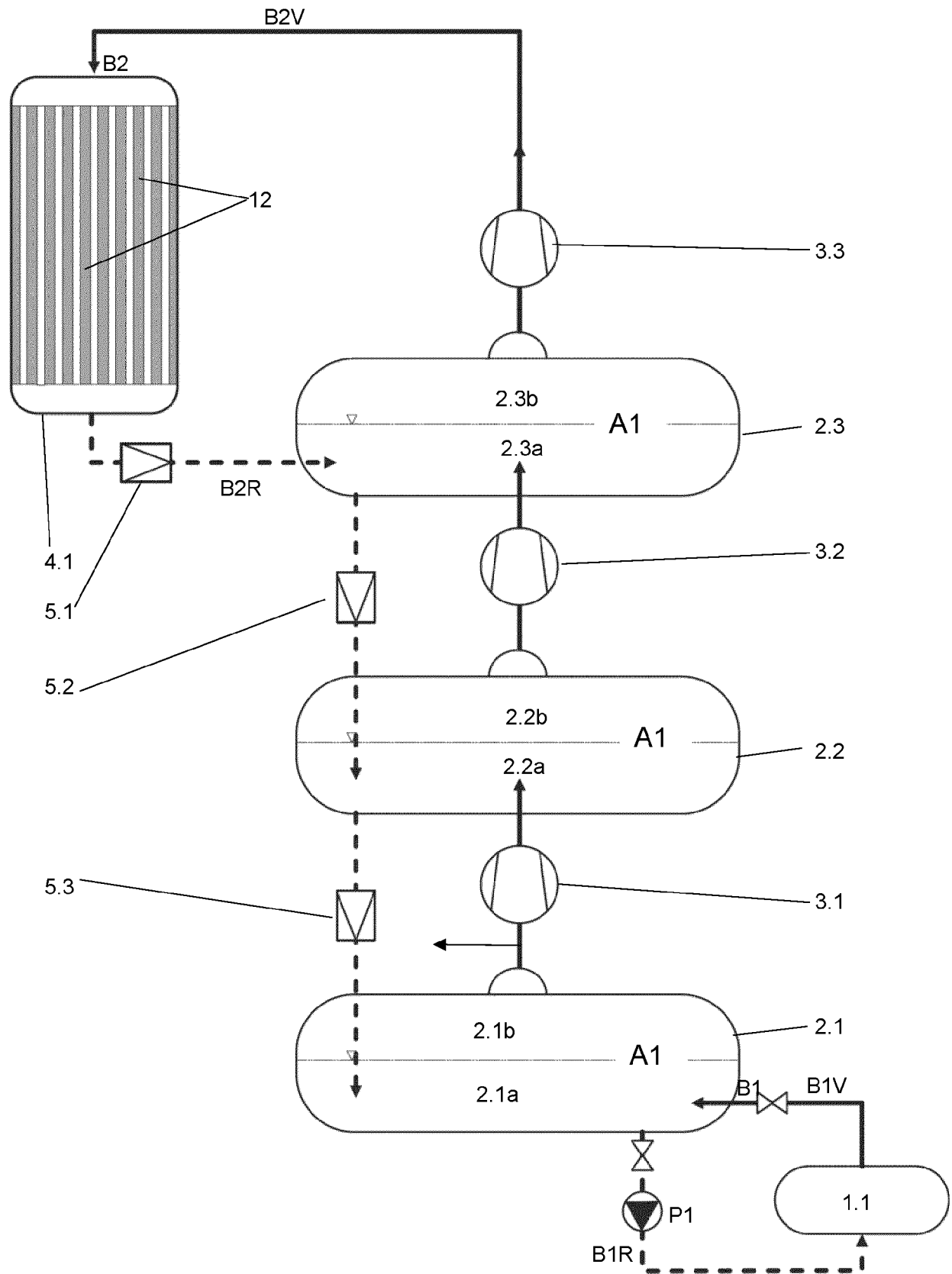
- **dass** eine Beladung (B1, B2) des Dampf-/Flüssigkeitsspeichers (2.1, 2.2, 2.3) über mindestens eine Wärmepumpe und/oder über Abwärme und/oder erneuerbare Wärme wie z. B. Solarthermie, Geothermie und/oder Umweltwärme und/oder über vorhandene Wärmenetze und/oder Prozesswärme und/oder mindestens einen Vorlauf B1V und/oder mindestens einen Rücklauf (R) erfolgt.



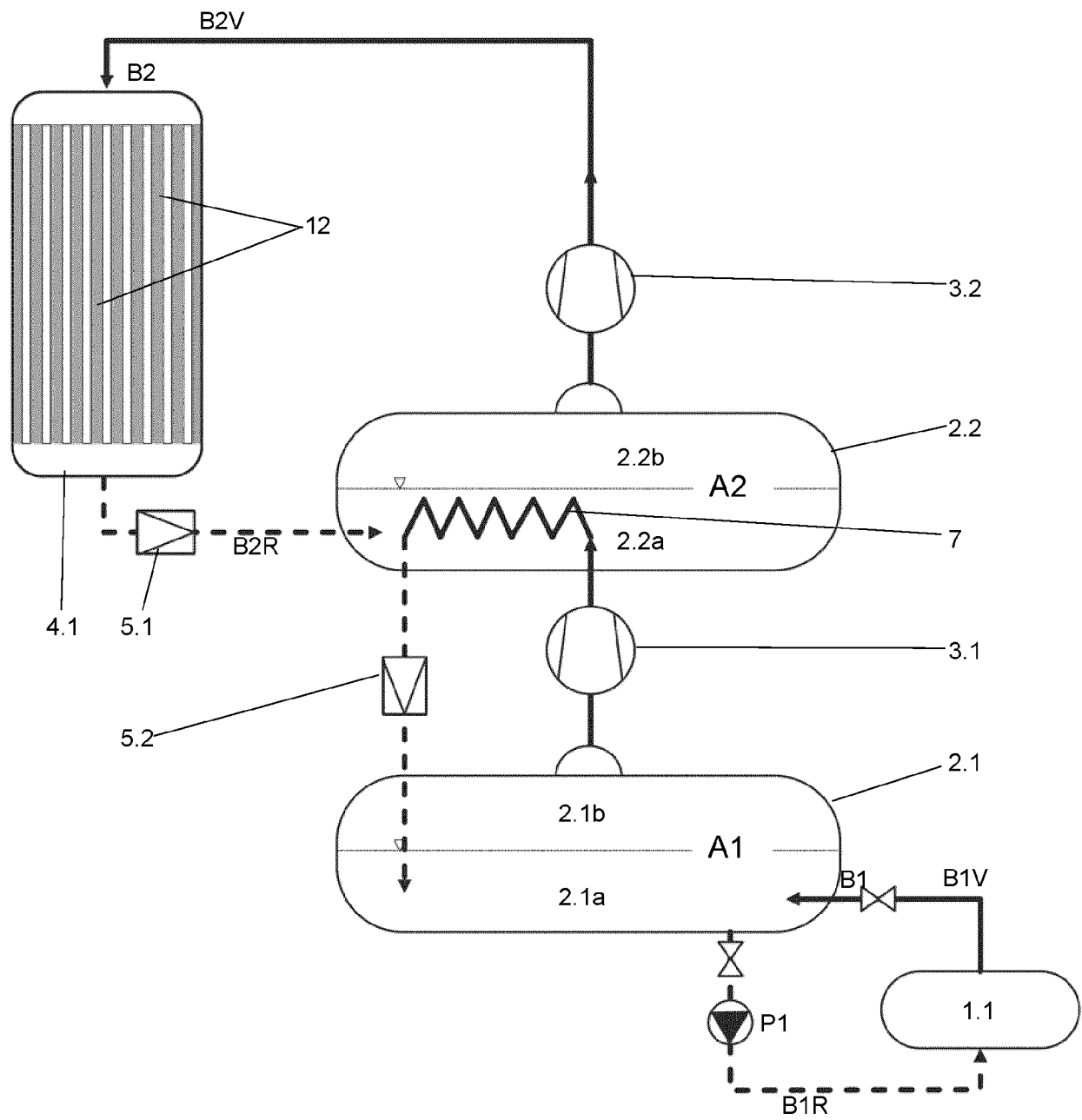
Figur 1



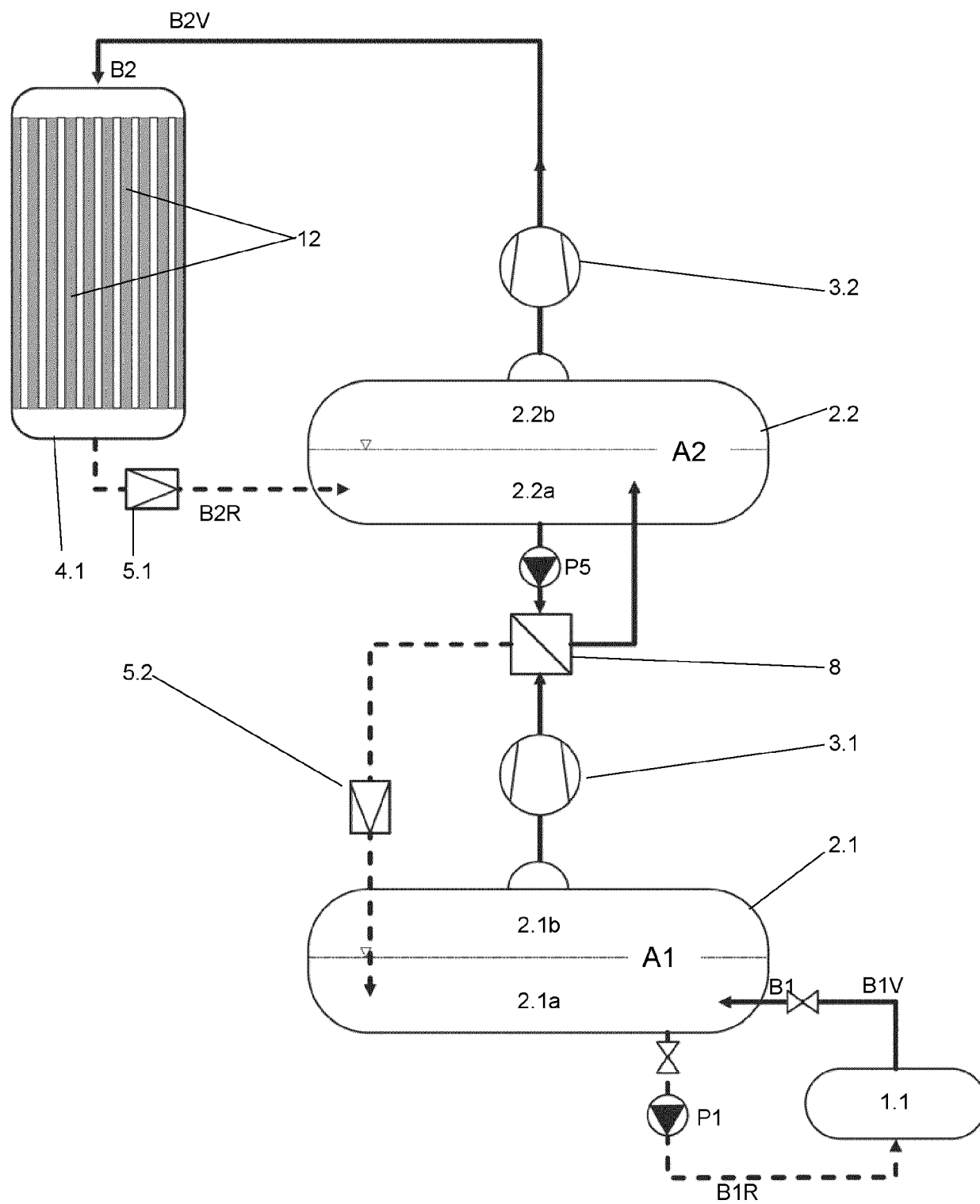
Figur 2



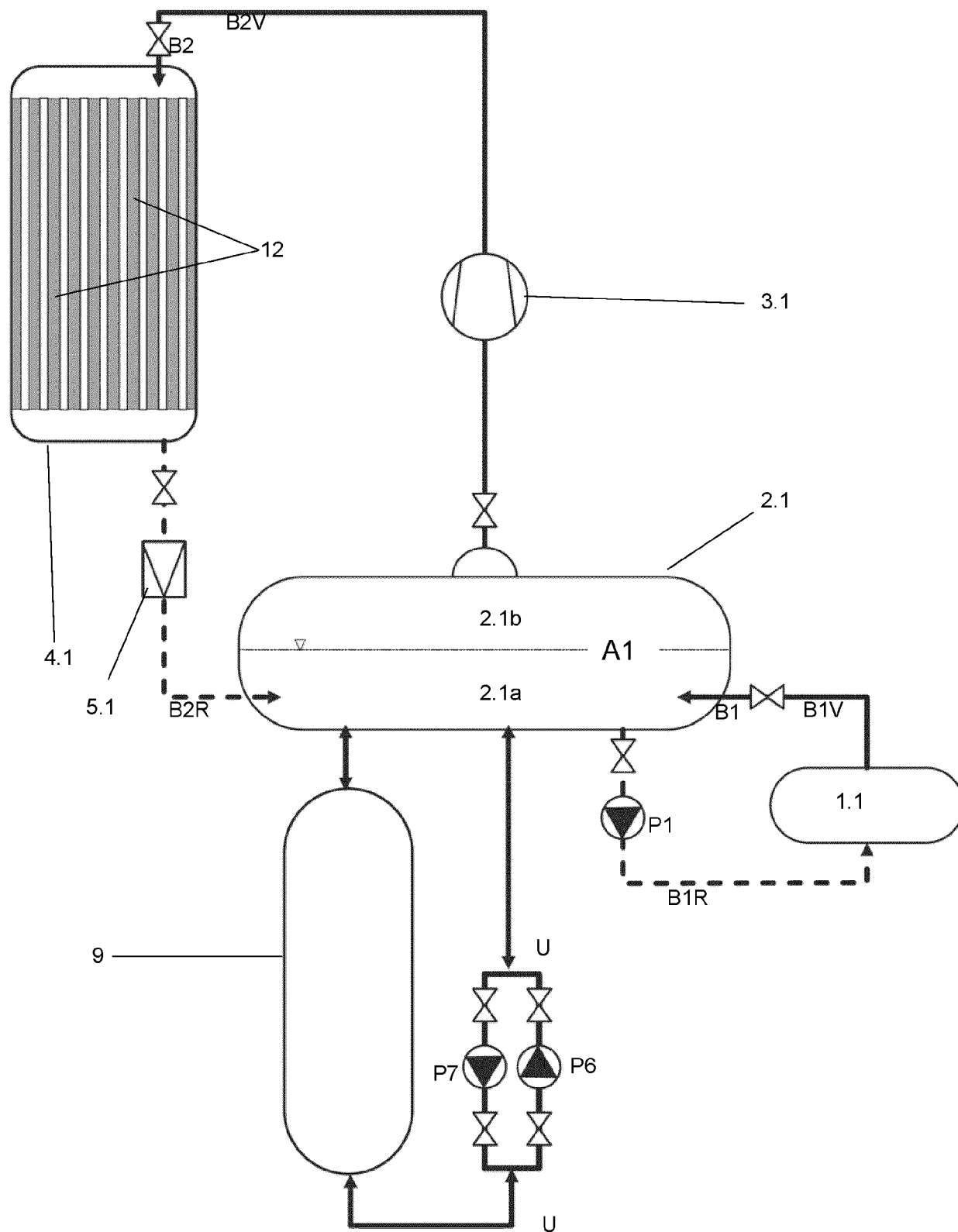
Figur 3



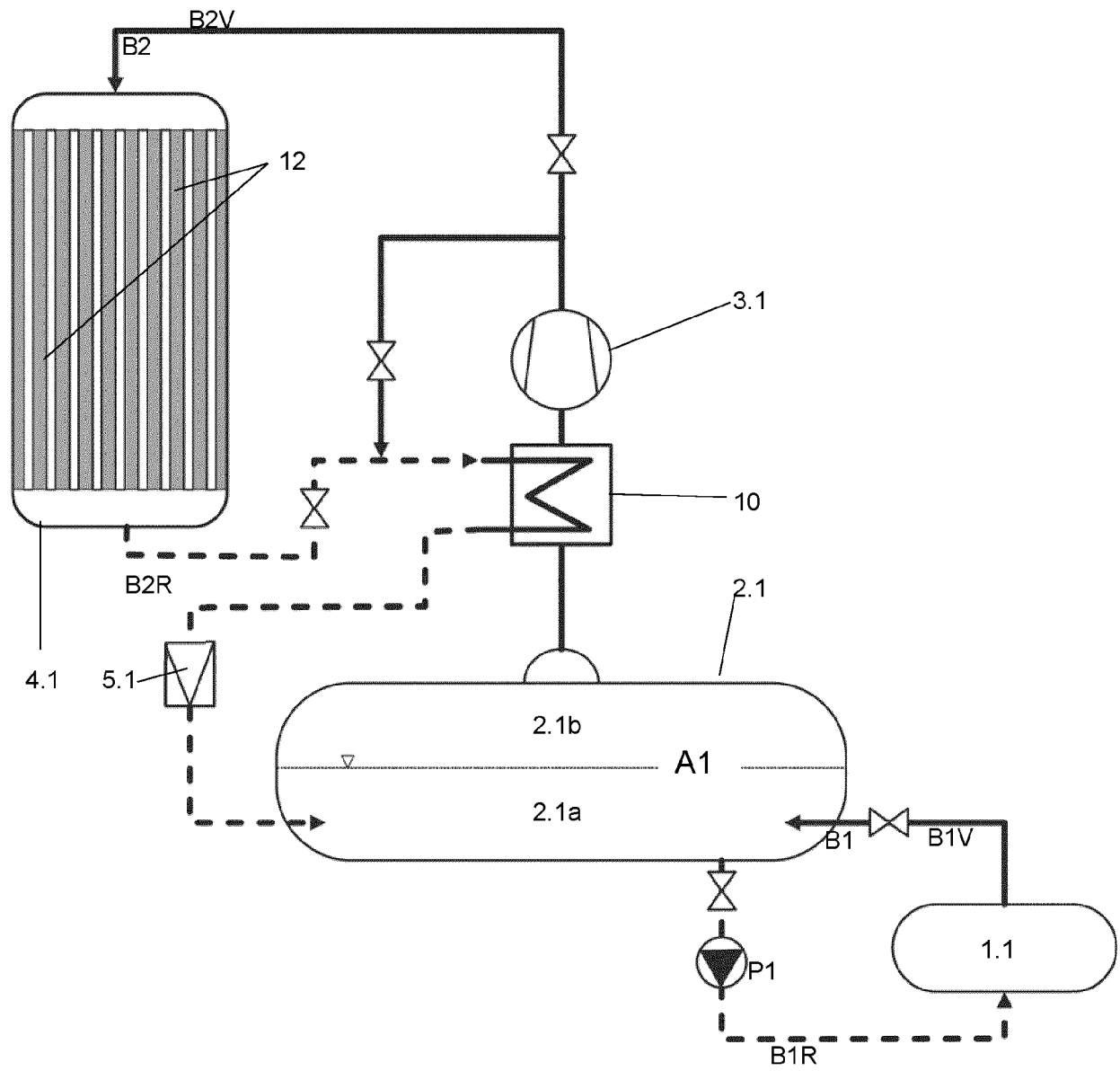
Figur 4



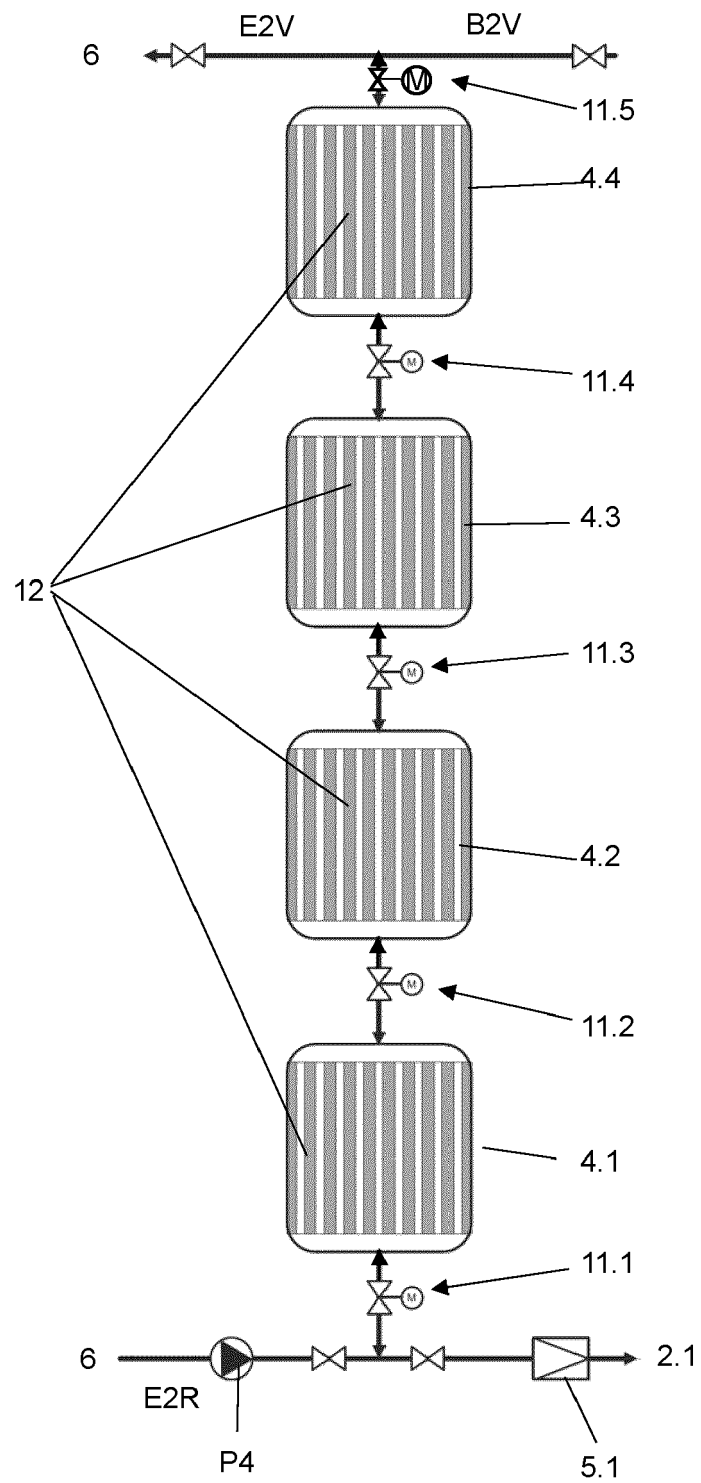
Figur 5



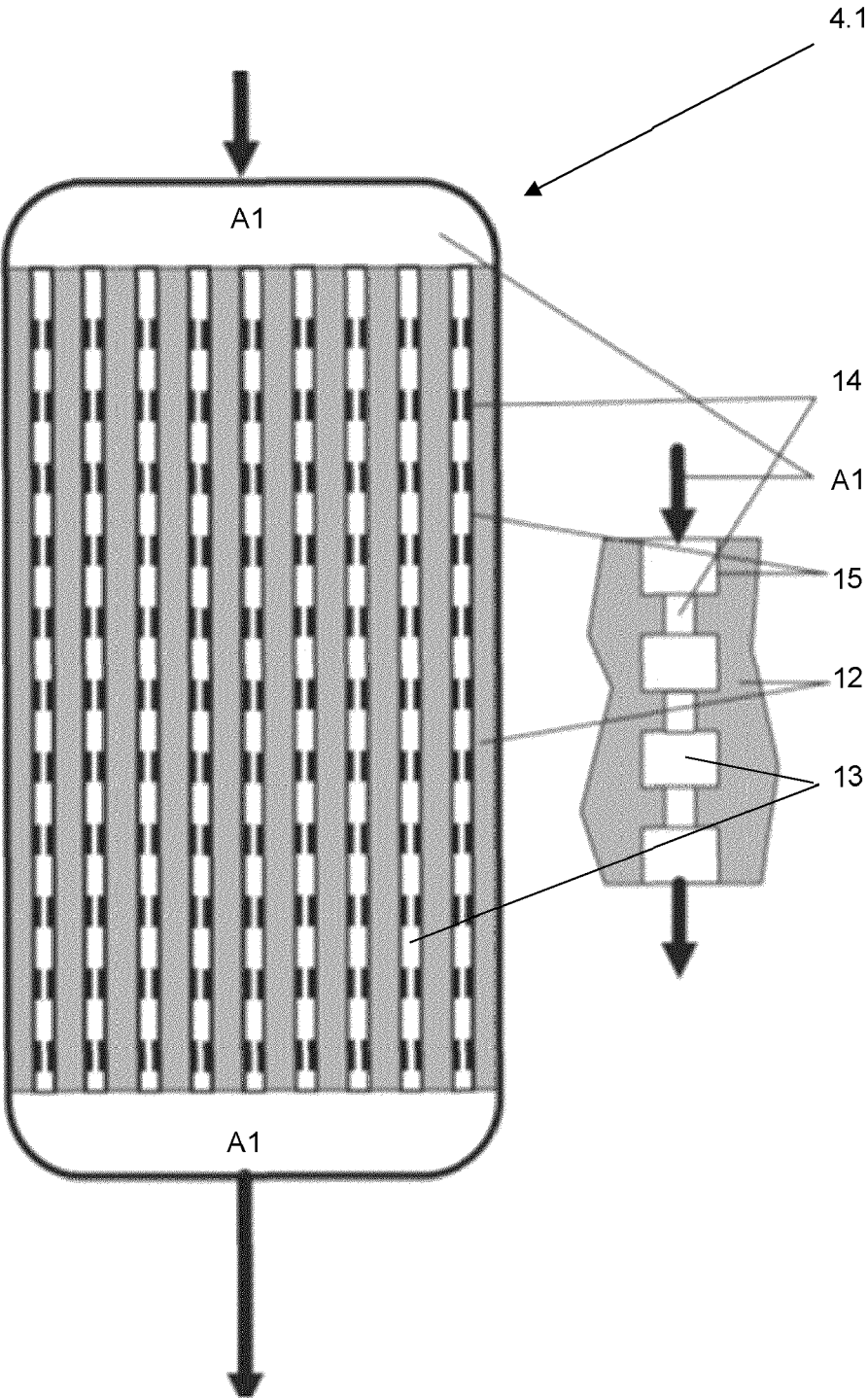
Figur 6



Figur 7



Figur 8



Figur 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 18 3893

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 114 484 398 A (SHANGHAI NOTONG NEW ENERGY SCIENCE AND TECH LIMITED COMPANY) 13. Mai 2022 (2022-05-13) * Abbildung 1 *	1-10	INV. F28D20/02 F28D7/16 F28F13/08
X	CN 113 932 208 A (SHANGHAI NUOTONG NEW ENERGY TECH CO LTD) 14. Januar 2022 (2022-01-14) * Abbildung 1 *	1-10	
X	CN 216 408 920 U (SHANGHAI NOTONG NEW ENERGY SCIENCE AND TECH LIMITED COMPANY) 29. April 2022 (2022-04-29) * Abbildung 1 *	1-10	
X	DE 10 2008 047283 A1 (THERMEA ENERGIESYSTEME GMBH [DE]) 15. April 2010 (2010-04-15) * Abbildung 1 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28D F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. September 2024	Prüfer Mellado Ramirez, J
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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 24 18 3893

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.

25-09-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	CN 114484398 A	13-05-2022	KEINE	
15	CN 113932208 A	14-01-2022	KEINE	
	CN 216408920 U	29-04-2022	KEINE	
20	DE 102008047283 A1	15-04-2010	KEINE	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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 3260803 A1 **[0008]**
- AT 518793 A1 **[0008]**
- AT 518828 A1 **[0008]**
- DE 4121462 A1 **[0008]**
- CN 114517925 A **[0009]**
- DE 102013225543 B3 **[0010]**
- DE 10052766 C2 **[0011]**
- DE 919589 B **[0011]**
- DE 102008047283 A1 **[0011]**
- DE 102009016775 A1 **[0012]**
- CN 112879995 A **[0013]**
- CN 113932208 A **[0016]**
- CN 216408920 U **[0017]**
- US 10794227 B1 **[0018]**
- CN 114484398 A **[0020]**