

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **715 136 A2**

(51) Int. Cl.: **F24V** 30/00 (2018.01)
F28D 20/02 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00823/18

(22) Anmeldedatum: 29.06.2018

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.12.2019

(71) Anmelder:
Thermo Store Solution Tec UG, Bauernstrasse 98
71254 Ditzingen (DE)

(72) Erfinder:
Jens Adamczyk, 21335 Lüneburg (DE)
Erhard Krumpholz, 8041 Zürich (CH)
Oliver Opel, 21337 Lüneburg (DE)
Steffen Porsche, 4663 Aarburg (CH)
Wolfgang Ruck, 71254 Ditzingen (DE)
Kim Van Wagtendonk, 2585 SC Den Haag (NL)
Thomas Hentschel, 71711 Murr (DE)

(74) Vertreter:
Zehnder Group International AG, Moortalstrasse 1
5722 Gränichen (CH)

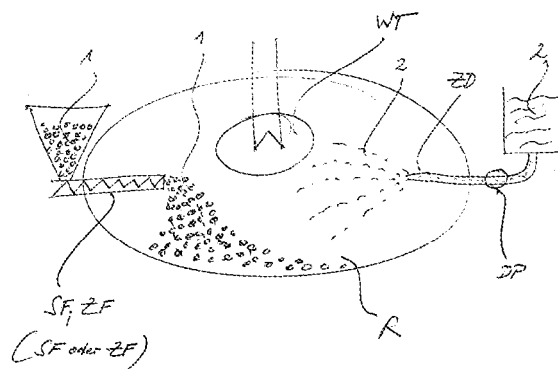
(54) **Verfahren und Vorrichtungen zum Erzeugen und Speichern von Wärme.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen (Abgeben, Freisetzen) von Wärme durch Reaktion zwischen einerseits einem Feststoff und/oder einer ersten Flüssigkeit (1) und andererseits einem Gas und/oder einer zweiten Flüssigkeit (2), wobei die dabei entstehende Reaktionswärme abgeführt wird. Erfindungsgemäss werden hierbei a1) einerseits eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) einem Reaktionsraum (R) zugeführt und a2) andererseits eine dosierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) dem Reaktionsraum (R) zugeführt. Dazu werden in dem Reaktionsraum a1) der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) und a2) das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit (2) miteinander in Kontakt gebracht, und die frei werdende Wärme wird aus dem Reaktionsraum (R) abgeführt.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Speichern von Wärme (W) durch Reaktion zwischen einerseits einem Feststoff und/oder einer ersten Flüssigkeit (1) und andererseits einem Gas und/oder einer zweiten Flüssigkeit (2), wobei zu speichernde Reaktionswärme zugeführt wird.

Die Wärme wird über einen Wärmetauscher (WT) ab- bzw. zugeführt.

Die Erfindung eignet sich besonders gut zur Verwendung mit Salzhydraten, wie z.B. einem $\text{CaO}/\text{Ca}(\text{OH})_2$ -System.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen von Wärme sowie auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Speichern von Wärme.

[0002] Derartige Verfahren und Vorrichtungen sind bekannt.

[0003] Erwähnenswert ist die Verwendung von Speichern zur Speicherung sensibler Wärme. Die Verwendung mit Wasser gefüllter Behälter als Wärmespeicher ist aufgrund der hohen Wärmekapazität von Wasser sowie dessen geringen Kosten und geringer Gefahr für die Umwelt besonders beliebt. Nachteilig ist dabei, dass die Temperaturänderung des Wassers in dem Behälter proportional zu der aufgenommen bzw. abgegebenen Wärmemenge des Wassers ist. Wenn man grössere Wärmemengen speichert, steigt die Temperatur des Speichers gegenüber der Umgebungstemperatur innerhalb oder ausserhalb eines Gebäudes stark an, wodurch hohe Wärmeverluste des Speichers an seine Umgebung durch Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Konvektion entstehen. Selbst mit einem hohen Aufwand an Massnahmen zur Wärmeisolation des Speichers ist eine saisonale Speicherung von Wärme kaum möglich. Lediglich die Verwendung riesiger Wasserkörper bei möglichst kleinem Oberfläche/Volumen-Verhältnis kommt hierfür in Frage.

[0004] Erwähnenswert ist auch die Verwendung von Speichern zur Speicherung latenter Wärme. Die Verwendung mit Phasenwechselmaterial gefüllter Behälter als Wärmespeicher ist aufgrund der hohen Energiedichte sehr interessant. Besonders beliebt sind Fest/Flüssig-Systeme, wie z.B. Eisspeicher (gefrorenes/aufgetautes Wasser), Wachspeicher (erstarrtes/geschmolzenes Wachs), Paraffinspeicher (erstarrtes/geschmolzenes Paraffin), bei denen die Gasphase im Normalbetrieb nahe der jeweiligen Schmelztemperatur des Systems aufgrund des dort üblicherweise geringen Dampfdrucks vernachlässigbar ist. Die Schmelztemperaturen oder Schmelztemperaturbereiche solcher Fest/Flüssig-Systeme können durch die Wahl der Moleküle (Länge der Kohlenstoffketten, Verzweigungsgrad, Vorhandensein polarer Gruppen, etc.) bzw. durch Mischen verschiedener Molekülsorten in weiten Bereichen eingestellt werden. So können z.B. Schmelztemperaturen, d.h. Phasenwechselspeicher-Betriebstemperaturen von 0 °C (Eisspeicher), von etwa 30 bis 60 °C (Wachs/Paraffin-Speicher) oder von etwa 60 bis 90 °C (gegenüber Wachs/Paraffin noch längere oder mit polaren Gruppen versehene Moleküle) bereitgestellt werden. Diese Phasenwechselspeicher haben gegenüber Speichern sensibler Wärme eine um ein Vielfaches höhere Energiespeicherdichte. Solche Phasenwechselspeicher können in Gebäuden, insbesondere in Verbindung mit Solarthermie und mit Speichertemperaturen von z.B. 30 °C und 80 °C, vorteilhaft zur Wärmespeicherung für einen Zeitraum von einigen Wochen verwendet werden. Eine saisonale Speicherung von Wärme ist auch hier nur begrenzt möglich und wenn, dann ebenfalls nur mit einem hohen Aufwand an Massnahmen zur Wärmeisolation des Speichers.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine langfristige, insbesondere und zumindest saisonale Speicherung von Wärme ohne Massnahmen zur Wärmeisolation des Speichers zu ermöglichen.

[0006] Zur Lösung der Aufgabe stellt die Erfindung gemäss einem ersten Aspekt ein Verfahren bereit zum Erzeugen (Abgeben, Freisetzen) von Wärme (W) durch Reaktion zwischen einerseits einem Feststoff und/oder einer ersten Flüssigkeit (1) und andererseits einem Gas und/oder einer zweiten Flüssigkeit (2), wobei die dabei entstehende Reaktionswärme (W) abgeführt wird. Erfindungsgemäss werden hierbei a1) einerseits eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) einem Reaktionsraum (R) zugeführt und a2) andererseits eine dosierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) dem Reaktionsraum (R) zugeführt. Dazu werden in dem Reaktionsraum a1) der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) und a2) das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit (2) miteinander in Kontakt gebracht, und die frei werdende Wärme wird aus dem Reaktionsraum (R) abgeführt.

[0007] Der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit einerseits und das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit andererseits haben eine ausreichend hohe Affinität zueinander, dass bei der Reaktion eine grosse Menge Wärme abgegeben wird. Je nach Wahl des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit sind das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit z.B. Ammoniak, Wasser, ein Alkohol, ein Keton, etc.

[0008] Bei einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der in dem Verfahren verwendete Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) ein dehydriertes Hydrat, wobei die Wärme durch Reaktion unter Beteiligung von dehydriertem Hydrat einerseits und von Wasser und/oder Wasserdampf andererseits erzeugt wird. Dabei werden dem Reaktionsraum einerseits eine dosierte Menge des dehydrierten Hydrats und andererseits eine dosierte Menge Wasser und/oder Wasserdampf zugeführt. Durch das dosierte Zuführen des dehydrierten Hydrats und des Wassers und/oder Wasserdampfs kann die bei dem Verfahren frei werdende Wärmeleistung gesteuert werden.

[0009] Zweckmässigerweise wird eine dosierte Menge des dehydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form von Feststoffpartikeln zugeführt.

[0010] Vorzugsweise wird eine dosierte Menge des dehydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form eines Pulvers zugeführt.

[0011] Alternativ oder ergänzend kann die dosierte Menge des dehydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form von Pellets (Presslingen) zugeführt werden.

[0012] Zweckmässigerweise wird eine dosierte Menge Wasser dem Reaktionsraum in Form von Tröpfchen oder als Aerosol zugeführt. Dies kann mittels eines Luftstroms erfolgen.

[0013] Alternativ oder ergänzend kann die dosierte Menge Wasser dem Reaktionsraum in Form eines Wasserstrahles zugeführt werden.

[0014] Gemäss einer bevorzugten Variante (Nassverfahren) ist die dosierte Menge Wasser bezüglich der dosierten Menge Hydrat überstöchiometrisch. Je nach der Ausprägung des Überschusses an Wasser ist das Reaktionsprodukt, in welchem die Wärme entsteht, mehr oder weniger feucht bis hin zu pastös. Die Viskosität des Wassers mit den darin dispergierten Feststoffpartikeln (Paste) ist grösser als die Viskosität des Wassers.

[0015] Gemäss einer weiteren bevorzugten Variante (Trockenverfahren) ist die dosierte Menge Wasser bezüglich der dosierten Menge Hydrat unterstöchiometrisch. Je nach der Ausprägung des Unterschusses an Wasser ist das Reaktionsprodukt, in welchem die Wärme entsteht, mehr oder weniger trocken und mehr oder weniger rieselfähig. Die Rieselfähigkeit des trockenen Reaktionsproduktes ist meistens sehr gut. Der Überschuss an Hydrat in dem trockenen Reaktionsprodukt wirkt als Trockenmittel und beugt einem Feuchtwerden vor.

[0016] Das Verfahren kann kontinuierlich erfolgen.

[0017] Vorzugsweise werden dabei a1) die dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt und a2) die dosierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt.

[0018] Alternativ kann das Verfahren zumindest teilweise diskontinuierlich erfolgen.

[0019] Bei einer ersten Variante werden a1) vorab in einem ersten Schritt eine dosierte kumulierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) während eines Zeitraums zugeführt und a2) danach in einem zweiten Schritt eine dosierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt.

[0020] Bei einer zweiten Variante werden a2) vorab in einem ersten Schritt eine dosierte kumulierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) dem Reaktionsraum (R) zugeführt und a1) danach in einem zweiten Schritt eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) zugeführt, wobei das Zuführen bei a1) vorzugsweise kontinuierlich erfolgt.

[0021] Bei einer besonders bevorzugten Ausführung ist der Reaktionsraum ein Behälter, insbesondere eine Kartusche. Diese Kartusche kann als Heizkartusche HK in einem Heizbetrieb zum Abgeben von Wärme verwendet werden.

[0022] Zur Lösung der Aufgabe stellt die Erfindung gemäss einem zweiten Aspekt eine Vorrichtung zur Durchführung des weiter oben beschriebenen Verfahrens bereit, wobei die Vorrichtung eine den Reaktionsraum (R) bildende Reaktionskammer mit einem Mittel (WT) zum Abführen von Reaktionswärme sowie ein erstes Zufuhrmittel (SF; ZF) zum dosierten Zuführen eines Feststoffs und/oder einer ersten Flüssigkeit (1) in die Reaktionskammer (R) und ein zweites Zufuhrmittel (DP, ZD) zum dosierten Zuführen eines Gases und/oder einer zweiten Flüssigkeit (2) in die Reaktionskammer (R) aufweist.

[0023] Zweckmässigerweise enthält das Mittel zum Abführen von Reaktionswärme ein Wärmetauscher (WT).

[0024] Vorzugsweise enthält das erste Zufuhrmittel einen Schneckenförderer (SF).

[0025] Alternativ oder ergänzend kann das erste Zufuhrmittel einen Zahnriemenförderer (ZF) enthalten.

[0026] Vorzugsweise enthält das zweite Zufuhrmittel eine Dosierpumpe (DP) und/oder eine Düse, insbesondere eine Zerstäubungsdüse (ZD).

[0027] Alternativ oder ergänzend kann das zweite Zufuhrmittel einen Zufuhrkanal (Pumpe/Schwerkraft) (ZK) enthalten.

[0028] Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei der Vorrichtung der Reaktionsraum (R) einen Behälter aufweist mit einer Füllöffnung zum Zuführen des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) in den Behälter, einem Verschluss zum Schliessen der Füllöffnung und einem semipermeablen Wandbereich, welcher für den Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) undurchlässig und für das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit (2) durchlässig ist.

[0029] Vorzugsweise ist der Behälter eine Heizkartusche HK, welche formschlüssig und in thermischem Kontakt in eine zur Kartusche komplementäre Aussparung einer Heizzentrale eingeführt und aus dieser herausgeführt werden kann. Vorzugsweise wird der Formschluss und der thermische Kontakt mit der Heizzentrale mittels einer Schraubverbindung oder einer Bajonettverbindung hergestellt.

[0030] Alternativ kann bei der Vorrichtung der Reaktionsraum (R) einen Behälter aufweisen mit einer Füllöffnung zum Zuführen des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) in den Behälter und zum Zuführen des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) in den Behälter.

[0031] Zur Lösung der Aufgabe stellt die Erfindung gemäss einem dritten Aspekt ein Verfahren bereit zum Speichern von Wärme (W) durch Reaktion zwischen einerseits einem Feststoff und/oder einer ersten Flüssigkeit (1) und andererseits einem Gas und/oder einer zweiten Flüssigkeit (2), wobei zu speichernde Reaktionswärme (W) zugeführt wird. Erfindungsgemäss werden hierbei b1) einerseits eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) einem Reaktionsraum (R) zugeführt wird und b2) andererseits eine dosierte Menge Wärme (W) dem Reaktionsraum (R) zugeführt. Dazu werden in dem Reaktionsraum (R) b1) der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) und b2) die Wärme (W) mit-

einander in Kontakt gebracht, und das frei werdende Gas und/oder die frei werdende zweite Flüssigkeit (2) wird aus dem Reaktionsraum (R) abgeführt.

[0032] Der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit einerseits und das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit andererseits haben eine ausreichend hohe Affinität zueinander, dass bei der Reaktion eine grosse Menge Wärme zugeführt wird. Je nach Wahl des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit sind das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit z.B. Ammoniak, Wasser, ein Alkohol, ein Keton, etc.

[0033] Bei einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der in dem Verfahren verwendete Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) ein hydriertes Hydrat, wobei die Wärme durch Reaktion unter Beteiligung von hydriertem Hydrat einerseits und von Wasser und/oder Wasserdampf andererseits gespeichert wird. Dabei werden dem Reaktionsraum einerseits eine dosierte Menge des hydrierten Hydrats und andererseits eine dosierte Menge Wärme zugeführt. Durch das dosierte Zuführen des hydrierten Hydrats und der Wärme kann die bei dem Verfahren zugeführte Wärmeleistung gesteuert werden.

[0034] Zweckmässigerweise wird eine dosierte Menge des hydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form von Feststoffpartikeln zugeführt.

[0035] Vorzugsweise wird eine dosierte Menge des hydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form eines Pulvers zugeführt.

[0036] Alternativ oder ergänzend kann die dosierte Menge des hydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form von Pellets (Presslingen) zugeführt werden.

[0037] Zweckmässigerweise die dosierte Menge Wärme dem Reaktionsraum in Form von heisser Luft zugeführt.

[0038] Vorzugsweise wird die dosierte Menge Wärme dem Reaktionsraum mittels eines Wirbelbetts zugeführt.

[0039] Gemäss einer bevorzugten Variante (Trockenverfahren) ist die dosierte Menge Wärme bezüglich der dosierten Menge Hydrat überstöchiometrisch. Je nach der Ausprägung des Überschusses an Wärme ist das Reaktionsprodukt, in welchem die Wärme gespeichert ist, mehr oder weniger trocken und mehr oder weniger rieselfähig. Die Rieselfähigkeit des trockenen Reaktionsproduktes ist meistens sehr gut. Der Überschuss an Wärme in dem trockenen Reaktionsprodukt beseitigt nicht-gebundenes Restwasser und erhöht kurzzeitig bis zum Abkühlen die Temperatur des Reaktionsproduktes.

[0040] Gemäss einer weiteren bevorzugten Variante (Nassverfahren) ist die dosierte Menge Wärme bezüglich der dosierten Menge Hydrat unterstöchiometrisch. Je nach der Ausprägung des Unterschusses an Wärme ist das Reaktionsprodukt, in welchem die Wärme gespeichert ist, mehr oder weniger feucht bis hin zu pastös.

[0041] Das Verfahren kann kontinuierlich erfolgen.

[0042] Vorzugsweise werden dabei b1) die dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt und b2) die dosierte Menge Wärme (W) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt.

[0043] Alternativ kann das Verfahren zumindest teilweise diskontinuierlich erfolgen.

[0044] Bei einer ersten Variante werden b1) vorab in einem ersten Schritt eine dosierte kumulierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) während eines Zeitraums zugeführt wird und b2) danach in einem zweiten Schritt eine dosierte Menge Wärme (W) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt.

[0045] Bei einer zweiten Variante werden b2) vorab in einem ersten Schritt eine dosierte kumulierte Menge Wärme (W) dem Reaktionsraum (R) zugeführt b1) danach in einem zweiten Schritt eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) zugeführt, wobei das Zuführen bei b1) vorzugsweise kontinuierlich erfolgt.

[0046] Bei einer besonders bevorzugten Ausführung ist der Reaktionsraum ein Behälter, insbesondere eine Kartusche. Diese Kartusche kann als Ladekartusche LK in einem Ladebetrieb zum Speichern von Wärme verwendet werden.

[0047] Zur Lösung der Aufgabe stellt die Erfindung gemäss einem vierten Aspekt eine Vorrichtung zur Durchführung des weiter oben beschriebenen Verfahrens bereit, wobei die Vorrichtung eine den Reaktionsraum bildende Reaktionskammer mit einem Mittel (WT; WB) zum Zuführen von Reaktionswärme sowie ein erstes Mittel (SF; ZF) zum dosierten Zuführen eines Feststoffs oder einer ersten Flüssigkeit in die Reaktionskammer (R) aufweist und ein zweites Mittel (V; P) zum dosierten Abführen eines Gases oder einer zweiten Flüssigkeit (2) aus der Reaktionskammer (R) aufweist.

[0048] Zweckmässigerweise enthält das Mittel zum Zuführen von Reaktionswärme einen Wärmetauscher (WT).

[0049] Vorzugsweise enthält das Mittel zum Zuführen von Reaktionswärme ein Wirbelbett (WB).

[0050] Vorzugsweise enthält das erste Mittel einen Schneckenförderer (SF).

[0051] Alternativ oder ergänzend enthält das erste Mittel einen Zahnriemenförderer (ZF).

[0052] Vorzugsweise enthält das Mittel zum Zuführen von Reaktionswärme ein Gebläse (V).

[0053] Alternativ oder ergänzend enthält das Mittel zum Zuführen von Reaktionswärme eine Pumpe (P).

[0054] Besonders vorteilhaft ist es, wenn bei der Vorrichtung der Reaktionsraum (R) einen Behälter aufweist mit einer Füllöffnung zum Zuführen des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) in den Behälter, einem Verschluss zum Schliessen der Füllöffnung und einem semipermeablen Wandbereich, welcher für den Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) undurchlässig und für das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit (2) durchlässig ist.

[0055] Vorzugsweise ist der Behälter eine Ladekartusche LK, welche formschlüssig und in thermischem Kontakt in eine zur Kartusche komplementäre Aussparung einer Abwärmequelle eingeführt und aus dieser herausgeführt werden kann. Vorzugsweise wird der Formschluss und der thermische Kontakt mit der Abwärmequelle mittels einer Schraubverbindung oder einer Bajonettverbindung hergestellt.

[0056] Alternativ kann bei der Vorrichtung der Reaktionsraum (R) einen Behälter aufweisen mit einer Füllöffnung und/oder einem Wärmeeinleitungsbereich zum Zuführen der dosierten kumulierten Menge Wärme (W) und der dosierten Menge Feststoff und/oder der ersten Flüssigkeit (1) in den Behälter, einem Verschluss zum Schliessen der Füllöffnung und einem semipermeablen Wandbereich, welcher für den Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) undurchlässig und für das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit (2) durchlässig ist.

[0057] Die Erfindung eignet sich besonders gut zur Verwendung mit Salzhydraten.

[0058] Eine besonders bevorzugtes System ist $\text{CaO}/\text{Ca}(\text{OH})_2$

[0059] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nun folgenden, nicht einschränkend aufzufassenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung. Es zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemässen Verfahrens zum Erzeugen von Wärme gemäss dem Ausführungsbeispiel;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung des erfindungsgemässen Verfahrens zum Speichern von Wärme gemäss dem Ausführungsbeispiel;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung der erfindungsgemässen Vorrichtung zum Erzeugen von Wärme gemäss dem Ausführungsbeispiel; und
- Fig. 4 eine schematische Darstellung der erfindungsgemässen Vorrichtung zum Speichern von Wärme gemäss dem Ausführungsbeispiel.

[0060] In Fig. 1 ist ein Verfahren zum Erzeugen (Abgeben, Freisetzen) von Wärme W schematisch gezeigt. Die Freigabe von Wärme W erfolgt bei einer Reaktion zwischen einerseits einem Feststoff und/oder einer ersten Flüssigkeit 1 und andererseits einem Gas und/oder einer zweiten Flüssigkeit 2. Die dabei entstehende Reaktionswärme W wird abgeführt.

[0061] Es wird eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit 1 dem Reaktionsraum R zugeführt. Es wird ausserdem eine dosierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit 2 dem Reaktionsraum R zugeführt.

[0062] In dem Reaktionsraum R werden der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit 1 und das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit 2 miteinander in Kontakt gebracht. Die frei werdende Wärme W wird aus dem Reaktionsraum R abgeführt.

[0063] In Fig. 2 ist ein Verfahren zum Speichern von Wärme W schematisch gezeigt. Bei einer Reaktion zwischen einerseits einem Feststoff und/oder einer ersten Flüssigkeit 1 und andererseits einem Gas und/oder einer zweiten Flüssigkeit 2 wird die dabei zu speichernde Reaktionswärme W zugeführt.

[0064] Es wird eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit 1 einem Reaktionsraum R zugeführt. Es wird ausserdem eine dosierte Menge Wärme W dem Reaktionsraum R zugeführt.

[0065] In dem Reaktionsraum R werden der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit 1 und die Wärme W miteinander in Kontakt gebracht, d.h. der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit 1 und wird der Wärme W ausgesetzt. Das frei werdende Gas und/oder die frei werdende zweite Flüssigkeit 2 wird aus dem Reaktionsraum R abgeführt.

[0066] In Fig. 3 ist eine Vorrichtung bzw. Anlage zur Durchführung des Verfahrens zum Erzeugen von Wärme schematisch gezeigt.

[0067] Die Vorrichtung enthält eine den Reaktionsraum R bildende Reaktionskammer mit einem Mittel zum Abführen von Reaktionswärme in Form eines Wärmetauschers WT.

[0068] Die Vorrichtung enthält ausserdem ein erstes Zufuhrmittel in Form eines Schneckenförderers SF und/oder eines Zahnriemenförderers ZF zum dosierten Zuführen eines Feststoffs und/oder einer ersten Flüssigkeit 1 in die Reaktionskammer R.

[0069] Die Vorrichtung enthält ausserdem ein zweites Zufuhrmittel in Form einer Dosierpumpe DP und/oder einer Zerstäubungsdüse ZD zum dosierten Zuführen eines Gases und/oder einer zweiten Flüssigkeit 2 in die Reaktionskammer R.

[0070] In Fig. 4 ist eine Vorrichtung bzw. Anlage zur Durchführung des Verfahrens zum Speichern von Wärme schematisch gezeigt.

[0071] Die Vorrichtung enthält eine den Reaktionsraum bildende Reaktionskammer mit einem Mittel zum Zuführen von Reaktionswärme in Form eines Wärmetauschers WT und/oder eines Wirbelbetts WB.

[0072] Die Vorrichtung enthält ausserdem ein erstes Mittel in Form eines Schneckenförderers SF und/oder eines Zahnriemenförderers ZF zum dosierten Zuführen eines Feststoffs oder einer ersten Flüssigkeit 1 in die Reaktionskammer R.

[0073] Die Vorrichtung enthält ausserdem ein zweites Mittel in Form eines Gebläses bzw. Ventilators V und/oder einer Pumpe P zum Abführen eines Gases oder einer zweiten Flüssigkeit 2 aus der Reaktionskammer R.

Bemerkungen:

[0074] Wärmequelle:

Verbrennungs-Kraftmaschine → Schnittstelle(n) definieren

Thermisches Kraftwerk mit Dampfmaschine (Turbine) → Schnittstelle(n) definieren

Solarthermie-Kraftwerk

Schnittstelle = Kartusche/Aufnahmeformation

(komplementär)

Membran für Wasser/Dampf

an/in Kartuschenwand

oder

an/in Pelletkapselwand

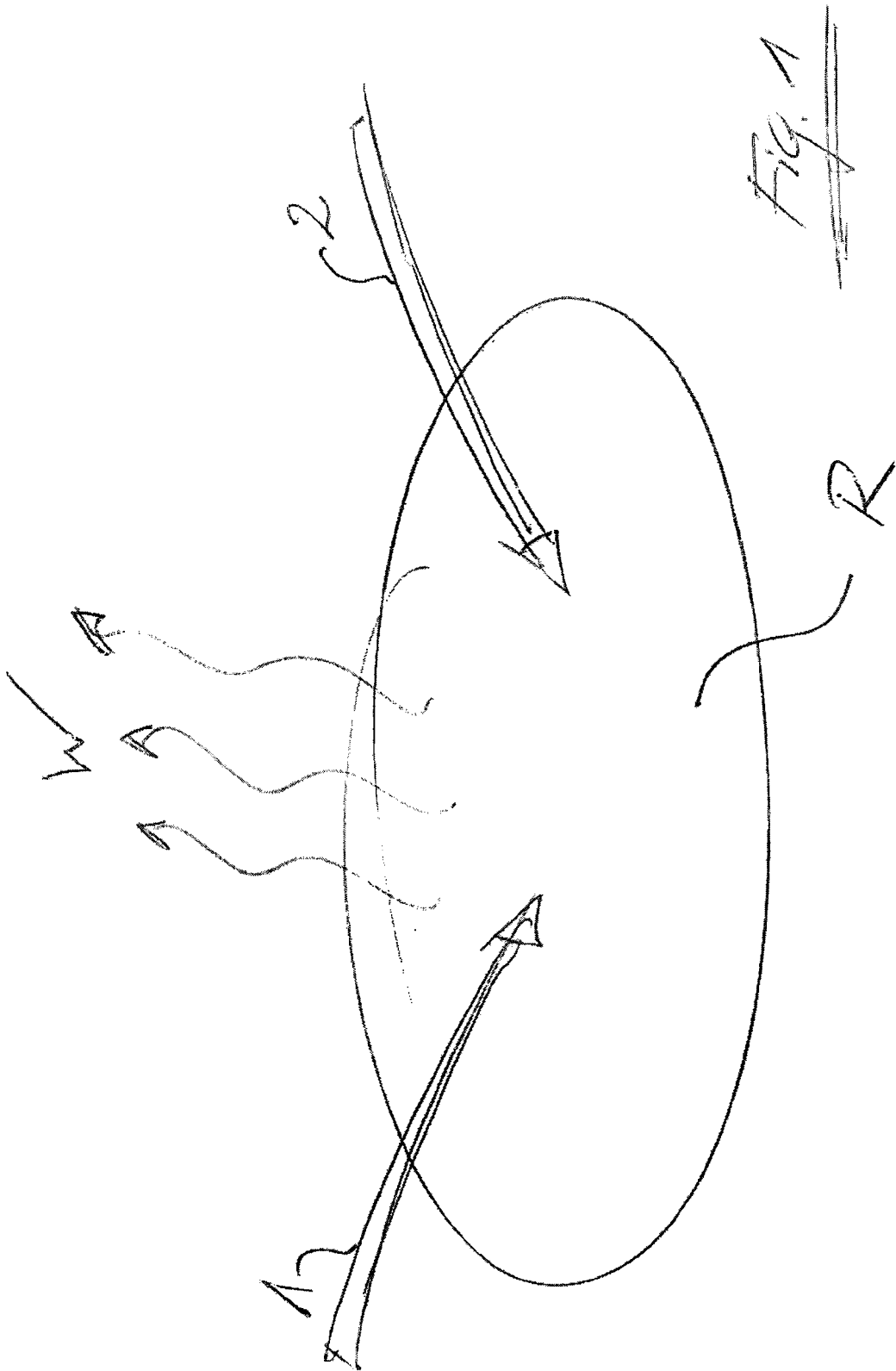
Patentansprüche

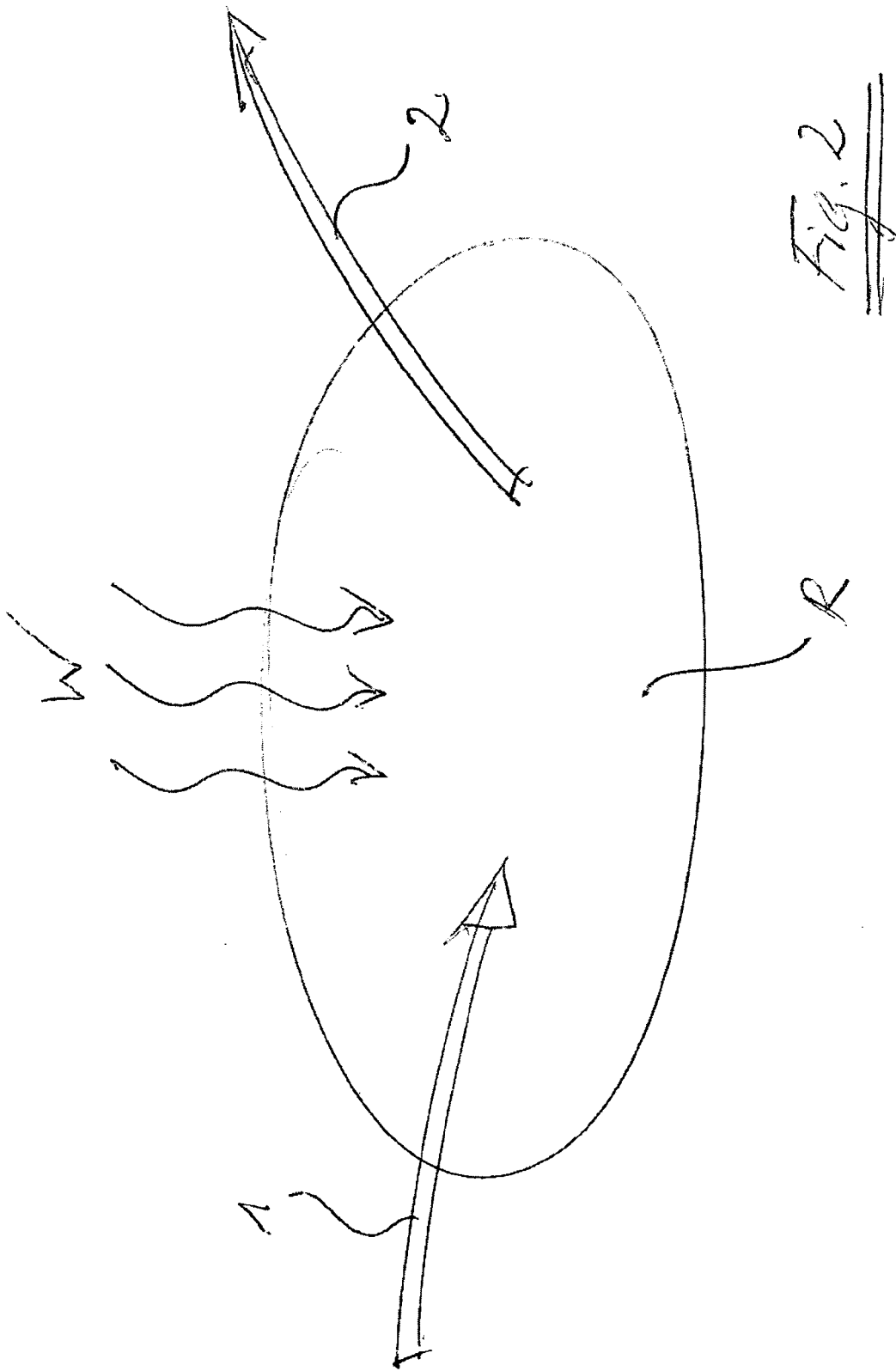
1. Verfahren zum Erzeugen (Abgeben, Freisetzen) von Wärme (W) durch Reaktion zwischen einerseits einem Feststoff und/oder einer ersten Flüssigkeit (1) und andererseits einem Gas und/oder einer zweiten Flüssigkeit (2) (Ammoniak, Wasser, Alkohol, Keton), wobei die dabei entstehende Reaktionswärme (W) abgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
 - a1) einerseits eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) einem Reaktionsraum (R) zugeführt wird und dass
 - a2) andererseits eine dosierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) dem Reaktionsraum (R) zugeführt wird,
 wobei in dem Reaktionsraum (R)
 - a1) der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) und
 - a2) das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit (2)
 miteinander in Kontakt gebracht werden und die frei werdende Wärme aus dem Reaktionsraum (R) abgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) ein dehydriertes Hydrat ist, wobei die Wärme durch Reaktion unter Beteiligung von dehydriertem Hydrat einerseits und von Wasser und/oder Wasserdampf andererseits erzeugt wird, wobei dem Reaktionsraum einerseits eine dosierte Menge des dehydrierten Hydrats und andererseits eine dosierte Menge Wasser und/oder Wasserdampf zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine dosierte Menge des dehydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form von Feststoffpartikeln zugeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine dosierte Menge des dehydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form eines Pulvers zugeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge des dehydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form von Pellets (Presslingen) zugeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge Wasser dem Reaktionsraum in Form von Tröpfchen oder als Aerosol zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge Wasser dem Reaktionsraum in Form eines Wasserstrahles zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge Wasser bezüglich der dosierten Menge Hydrat überstöchiometrisch ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge Wasser bezüglich der dosierten Menge Hydrat unterstöchiometrisch ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren kontinuierlich erfolgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass

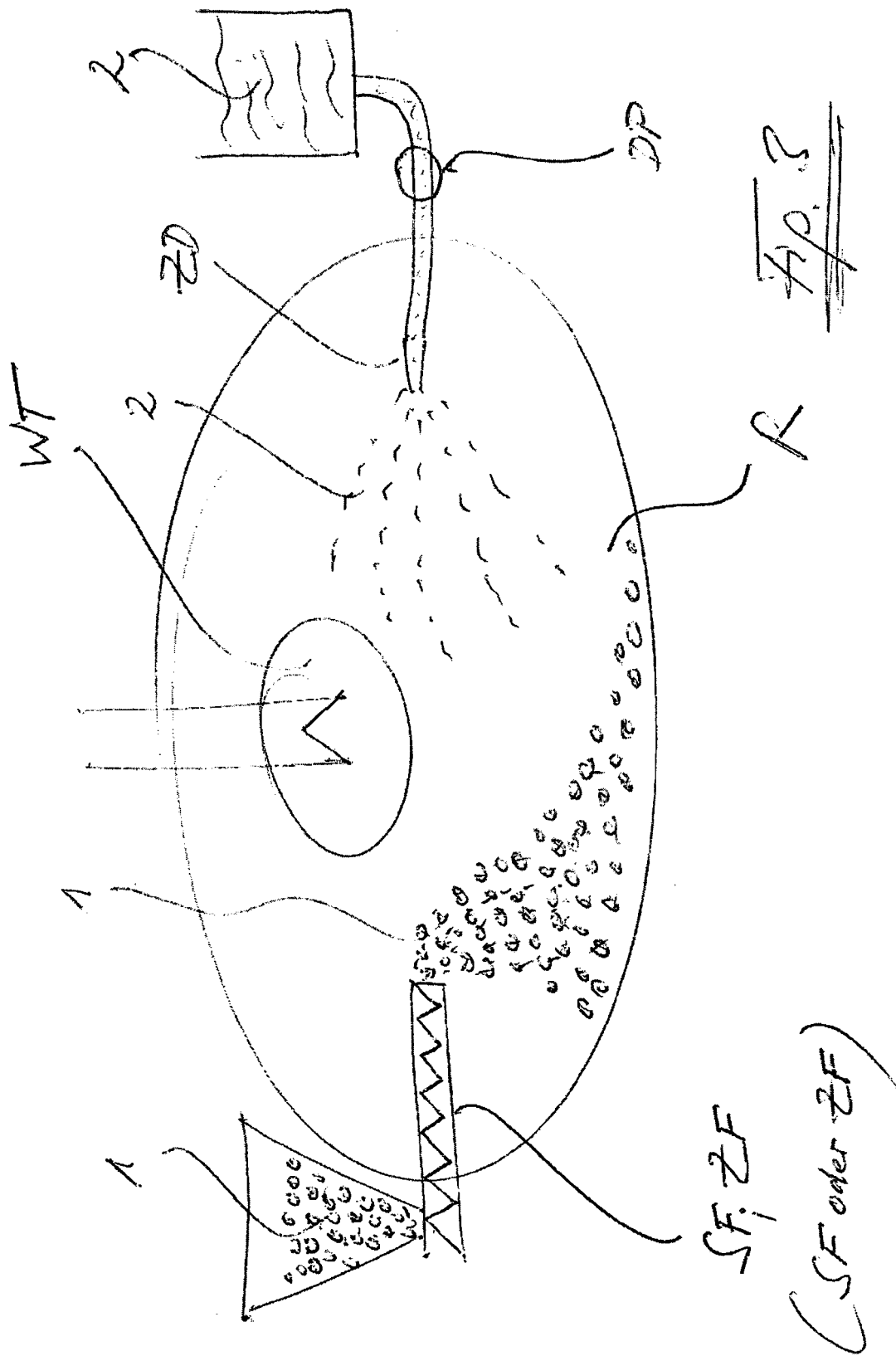
- a1) die dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt wird und dass
a2) die dosierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zumindest teilweise diskontinuierlich erfolgt,
 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass
a1) vorab in einem ersten Schritt eine dosierte kumulierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) während eines Zeitraums zugeführt wird und dass
a2) danach in einem zweiten Schritt eine dosierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt wird.
 14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass
a2) vorab in einem ersten Schritt eine dosierte kumulierte Menge des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) dem Reaktionsraum (R) zugeführt wird und dass
a1) danach in einem zweiten Schritt eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) zugeführt wird.
 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Zuführen bei a1) kontinuierlich erfolgt.
 16. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäss einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine den Reaktionsraum (R) bildende Reaktionskammer mit einem Mittel (WT) zum Abführen von Reaktionswärme sowie ein erstes Zufuhrmittel (SF; ZF) zum dosierten Zuführen eines Feststoffs und/oder einer ersten Flüssigkeit (1) in die Reaktionskammer (R) und ein zweites Zufuhrmittel (ZD) zum dosierten Zuführen eines Gases und/oder einer zweiten Flüssigkeit (2) (Ammoniak, Wasser, Alkohol, Keton) in die Reaktionskammer (R) aufweist.
 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Abführen von Reaktionswärme einen Wärmetauscher (WT) aufweist.
 18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Zufuhrmittel einen Schneckenförderer (SF) aufweist.
 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Zufuhrmittel einen Zahnriemenförderer (ZF) aufweist.
 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Zufuhrmittel eine Dosierpumpe (DP) und/oder eine Düse, insbesondere eine Zerstäubungsdüse (ZD) aufweist.
 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Zufuhrmittel einen Zufuhrkanal (Pumpe/Schwerkraft) (ZK) aufweist.
 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäss Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktionsraum (R) einen Behälter aufweist mit einer Füllöffnung zum Zuführen des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) in den Behälter, einem Verschluss zum Schliessen der Füllöffnung und einem semipermeablen Wandbereich, welcher für den Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) undurchlässig und für das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit (2) durchlässig ist.
 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäss Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktionsraum (R) einen Behälter aufweist mit einer Füllöffnung zum Zuführen des Gases und/oder der zweiten Flüssigkeit (2) in den Behälter und zum Zuführen des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) in den Behälter.
 24. Verfahren zum Speichern von Wärme (W) durch Reaktion zwischen einerseits einem Feststoff und/oder einer ersten Flüssigkeit (1) und andererseits einem Gas und/oder einer zweiten Flüssigkeit (2) (Ammoniak, Wasser, Alkohol, Keton), wobei die dabei zu speichernde Reaktionswärme (W) zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
b1) einerseits eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) einem Reaktionsraum (R) zugeführt wird und dass
b2) andererseits eine dosierte Menge Wärme (W) dem Reaktionsraum (R) zugeführt wird,
wobei in dem Reaktionsraum (R)
b1) der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) und
b2) die Wärme (W) miteinander in Kontakt gebracht werden und das frei werdende Gas und/oder die frei werdende zweite Flüssigkeit (2) aus dem Reaktionsraum (R) abgeführt wird bzw. werden.
 25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) ein hydriertes Hydrat ist, wobei die Wärme durch Reaktion unter Beteiligung von hydriertem Hydrat einerseits und von Wasser und/oder Wasserdampf andererseits gespeichert wird, wobei dem Reaktionsraum einerseits eine dosierte Menge des hydrierten Hydrats und andererseits eine dosierte Menge Wärme zugeführt wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass eine dosierte Menge des hydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form von Feststoffpartikeln zugeführt wird.
27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass eine dosierte Menge des hydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form eines Pulvers zugeführt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge des hydrierten Hydrats dem Reaktionsraum in Form von Pellets (Presslingen) zugeführt wird.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge Wärme dem Reaktionsraum in Form von heisser Luft zugeführt wird.
30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge Wärme dem Reaktionsraum in Form eines Wirbelbetts zugeführt wird.
31. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge Wärme bezüglich der dosierten Menge Hydrat überstöchiometrisch ist.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die dosierte Menge Wärme bezüglich der dosierten Menge Hydrat unterstöchiometrisch ist.
33. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren kontinuierlich erfolgt.
34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass
 - b1) die dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt wird und dass
 - b2) die dosierte Menge Wärme (W) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt wird.
35. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren zumindest teilweise diskontinuierlich erfolgt.
36. Verfahren nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass
 - b1) vorab in einem ersten Schritt eine dosierte kumulierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) während eines Zeitraums zugeführt wird und dass
 - b2) danach in einem zweiten Schritt eine dosierte Menge Wärme (W) dem Reaktionsraum (R) kontinuierlich zugeführt wird.
37. Verfahren nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass
 - b2) vorab in einem ersten Schritt eine dosierte kumulierte Menge Wärme (W) dem Reaktionsraum (R) zugeführt wird und dass
 - b1) danach in einem zweiten Schritt eine dosierte Menge des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) dem Reaktionsraum (R) zugeführt wird.
38. Verfahren nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass das Zuführen bei b1) kontinuierlich erfolgt.
39. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens gemäss einem der Ansprüche 24 bis 38 dadurch gekennzeichnet, dass sie eine den Reaktionsraum bildende Reaktionskammer mit einem Mittel (WT; WB) zum Zuführen von Reaktionswärme sowie ein erstes Mittel (SF; ZF) zum dosierten Zuführen eines Feststoffs oder einer ersten Flüssigkeit in die Reaktionskammer (R) aufweist und ein zweites Mittel (V; P) zum dosierten Abführen eines Gases oder einer zweiten Flüssigkeit (2) (Ammoniak, Wasser, Alkohol, Keton) aus der Reaktionskammer (R) aufweist.
40. Vorrichtung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Zuführen von Reaktionswärme einen Wärmetauscher (WT) aufweist.
41. Vorrichtung nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Zuführen von Reaktionswärme ein Wirbelbett (WB) aufweist.
42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mittel einen Schneckenförderer (SF) aufweist.
43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Mittel einen Zahnriemenförderer (ZF) aufweist.
44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Zuführen von Reaktionswärme ein Gebläse (V) aufweist.
45. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zum Zuführen von Reaktionswärme eine Pumpe (P) aufweist.
46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 45, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäss Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktionsraum (R) einen Behälter aufweist mit einer Füllöffnung zum Zuführen des Feststoffs und/oder der ersten Flüssigkeit (1) in den Behälter, einem Verschluss zum Schliessen der Füllöffnung und einem semipermeablen Wandbereich, welcher für den Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) undurchlässig und für das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit (2) durchlässig ist.

47. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 39 bis 45, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäss Anspruch 36 oder 37, dadurch gekennzeichnet, dass der Reaktionsraum (R) einen Behälter aufweist mit einer Füllöffnung und/oder einem Wärmeeinleitungsbereich zum Zuführen der dosierten kumulierten Menge Wärme (W) und der dosierten Menge Feststoff und/oder der ersten Flüssigkeit (1) in den Behälter, einem Verschluss zum Schliessen der Füllöffnung und einem semipermeablen Wandbereich, welcher für den Feststoff und/oder die erste Flüssigkeit (1) undurchlässig und für das Gas und/oder die zweite Flüssigkeit (2) durchlässig ist.







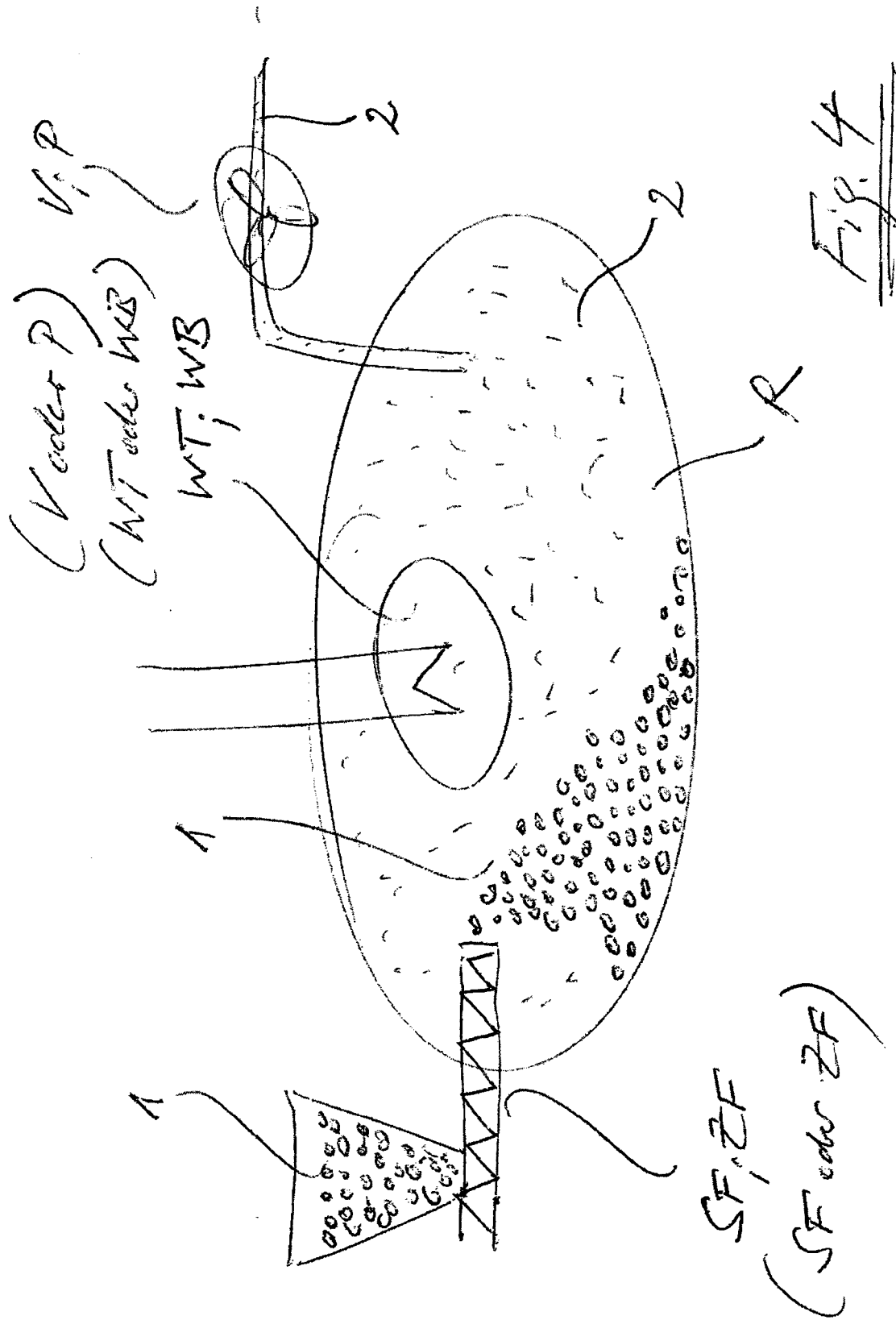


Fig. 4