



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.12.2010 Patentblatt 2010/48

(51) Int Cl.:
F22D 3/06 (2006.01) **F22B 33/18** (2006.01)
F01K 3/00 (2006.01) **F01K 3/18** (2006.01)
F01K 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09405103.4**

(22) Anmeldetag: **18.06.2009**

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

(72) Erfinder: **Baumann, Heinz**
8932 Mettmensstetten (CH)

(74) Vertreter: **Bremi, Tobias Hans et al**
Isler & Pedrazzini AG
Gotthardstrasse 53
Postfach 1772
8027 Zürich (CH)

(30) Priorität: **20.06.2008 CH 9532008**

(71) Anmelder: **Dr. W. Kolb AG**
8908 Hedingen (CH)

(54) **Verfahren zur Verwendung der Abwärme einer chemischen Reaktion**

(57) Verfahren zur Verwendung von Reaktionswärme einer in einem Reaktionsgefäß (2) diskontinuierlich geführten, exothermen, chemischen Reaktion, wobei die Reaktionswärme zugeführtes Wasser (5, 15) einer er-

sten, niedrigeren Temperatur (T_1) in einem Wärmetauscher (19) wenigstens mittelbar auf eine zweite, höhere Temperatur (T_2) erwärmt, und dieses einem Dampfspeicher (1) zugeführt wird.

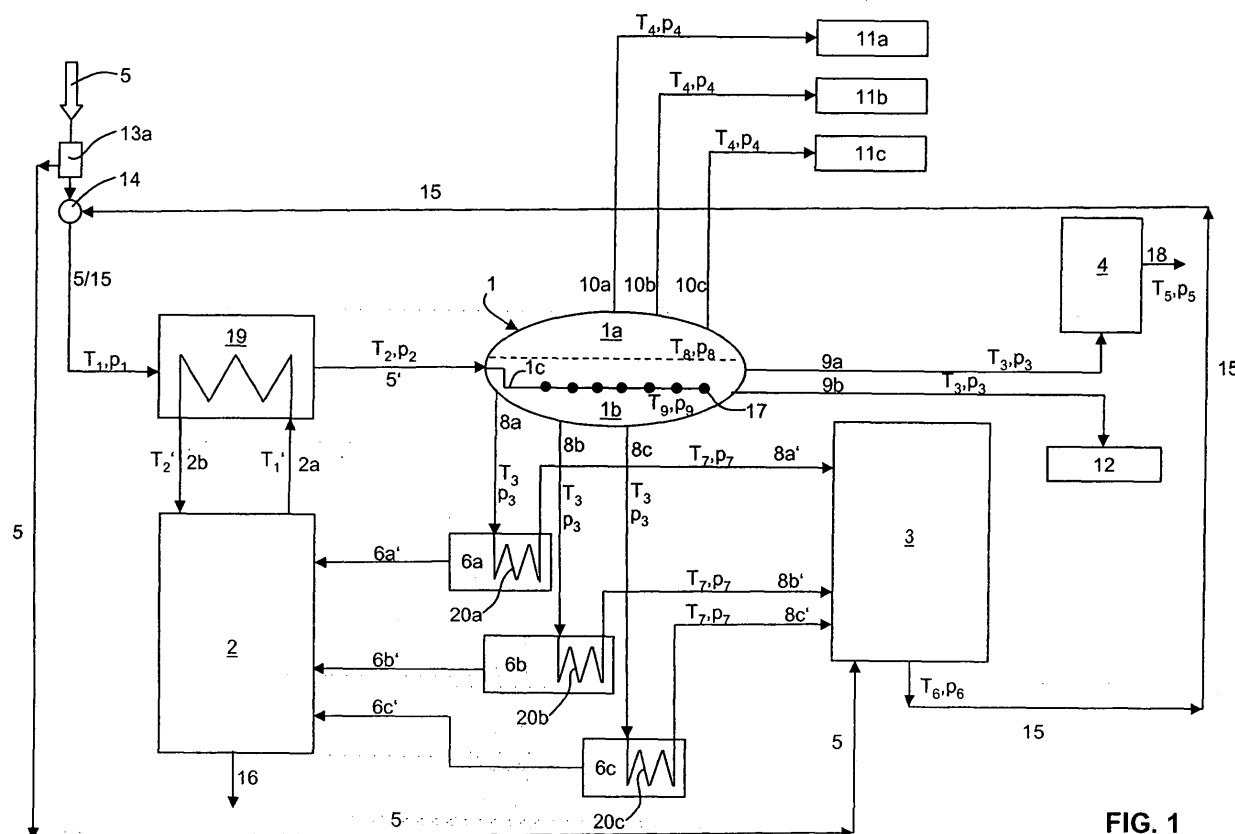


FIG. 1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verwendung von Abwärme einer exothermen chemischen Reaktion bzw. zur Wärmerückgewinnung.

STAND DER TECHNIK

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, die Abwärme einer chemischen Reaktion aus einem Reaktor einem Wasserdampfspeicher zuzuführen.

[0003] Die EP 0 158 747 A1 beschreibt ein Verfahren zur Verwendung von Abwärme einer kontinuierlichen chemischen Reaktion, nämlich der Produktion von Phtalsäureanhydrid, bzw. Maleinsäureanhydrid, wobei die Abwärme der Reaktion zunächst in Dampf von hohem Druck umgewandelt wird und in dieser Form dann an einen Dampfspeicher abgegeben wird. Durch die Verwendung des Dampfspeichers kann der aus dem Reaktor abgeführte Wasserdampf relativ konstant gehalten werden. Auch bei der JP 2003097800 wird ein Dampfspeicher mit Dampf aus einem Boiler gespeist, der in fluktuierender Weise Dampf erzeugt. Aus dem Dampfspeicher wird dann Dampf anderen Einrichtungen zur weiteren Verwendung zur Verfügung gestellt.

[0004] Bei Kombinationen von Dampfspeicher und Boiler aus dem Stand der Technik wird unter Druck stehendes Wasser in einem Dampfspeicher gespeichert. Eine Reduktion des Drucks von bei seinem Sättigungspunkt gespeichertem Wasser resultiert in einem Überschuss an Energie im Wasser, was dazu führt, dass ein Anteil des Wassers sich in Dampf umwandelt (sogenanntes "flashing"). Im Dampfspeicher wird Wasser als gesättigte Flüssigkeit bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur gehalten. Durch Abgabe von Dampf aus dem Boiler an weitere Verwendungen wird Nachschub aus dem Dampfspeicher an den Boiler geliefert, wodurch sich die Wassermenge im Dampfspeicher verringert. Mit anderen Worten, wenn ein übermässiger Dampfbedarf besteht, der durch den Boiler alleine nicht mehr gedeckt werden kann, wird ein Druckabfall im Dampfspeicher bewirkt, wodurch das Wasser im Dampfspeicher im Vergleich zum erniedrigten Druck überhitzt und somit ein Anteil davon zu Dampf umgewandelt wird und aus dem Dampfspeicher abgegeben wird (siehe z.B. US 1,867,143). Die Umwandlungsrate von Wasser zu Dampf ist eine Funktion des Speicherdrucks und der Rate des Dampfbedarfs.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0005] Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, ein System zur effizienten Nutzung von Reaktionswärme einer exothermen, chemischen Reaktion zur Verfügung zu stellen, bei welchem die Nachteile aus dem Stand der Technik überwunden sind.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe wird dadurch erreicht, dass ein Verfahren zur Verwendung der Reaktionswärme einer in einem Reaktionsgefäss diskontinuierlich geführten, exothermen, chemischen Reaktion vorgestellt wird, bei der die Reaktionswärme zugeführtes Wasser einer ersten, niedrigeren Temperatur in einem Wärmetauscher wenigstens mittelbar auf eine zweite, höhere Temperatur erwärmt, und dieses Wasser der zweiten, höheren Temperatur einem Dampfspeicher zugeführt wird.

[0007] Bei der chemischen Reaktion handelt es sich vorteilhafterweise um eine Polymerisationsreaktion, eine Additionsreaktion, oder generell um eine exotherme Reaktion. Diese ist gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine Alkoxylierungsreaktion, vorzugsweise eine Ethoxylierungsreaktion oder eine Propoxylierungsreaktion oder eine Butoxylierungsreaktion oder eine Mischform solcher Reaktionen. Vorzugsweise handelt es sich dabei um sogenannte "Batch-Reaktionen" bzw. "Batch-Prozesse", d.h. mindestens teilweise diskontinuierlich geführte Reaktionen. Unter einem Batch-Prozess ist im Zusammenhang mit dieser Erfindung ein Prozess zu verstehen, bei dem (im Vergleich zu rein kontinuierlich geführten Reaktionen, bei denen alle Reagenzien kontinuierlich, d.h. sukzessive beigegeben werden) wenigstens ein Reagens (Edukt bzw. Rohmaterial) batchmässig bzw. in einem Schub vorgelegt wird. Somit können auch sogenannte "Semi-Batch-Prozesse", bei denen mindestens ein Edukt (z.B. Alkohol) als Batch vorgelegt wird und mindestens ein weiteres Edukt (z.B. Epoxid) sukzessive in das Reaktionsgefäss hinein dosiert wird, von diesem Begriff umfasst sein. Beim diskontinuierlichen Betrieb wird das Reaktionsgefäss mit wenigstens einem Ausgangsstoff und bei gewissen Reaktionen auch mit den gegebenenfalls notwendigen Lösemitteln etc. batchmässig befüllt und die chemische Reaktion läuft an, wobei mindestens ein weiteres Reagens, falls erforderlich, (kontinuierlich) zugegeben wird. Nach Abschluss der Reaktion wird der Inhalt mit den Produkten und den übriggebliebenen Edukten entnommen. Bei typischen Alkoxylierungsreaktionen mit Reaktionsenthalpien von (-100) - (-200) kJ/mol entstehen im 25t Massstab 2000-4000 kWh zur Wiederverwertung.

[0008] Die Reaktionswärme bzw. Abwärme solcher diskontinuierlichen Reaktionen wird somit auch diskontinuierlich, bzw. nicht konstant, d.h. variabel abgegeben. Um dennoch einen konstanten Wärmeoutput bzw. die Nutzung einer konstanten Wärmemenge zu ermöglichen, ist ein Speicher, vorzugsweise ein Dampfspeicher (auf Englisch "steam accumulator" genannt) vorgesehen, der vor die Vorrichtung, in welcher der Dampf verwendet wird, wie z.B. einen Boiler, oder andere mögliche Verwendungen, geschaltet wird.

[0009] In diesem Zusammenhang, d.h. insbesondere in Bezug auf Anspruch 1, wird der Begriff "Wasser" als chemische Verbindung (H₂O) verstanden. Ggf. können dem Wasser Additive beigemischt sein, und es können

z.B. geringe Anteile an Salzen etc. gelöst vorliegen. Zur Unterscheidung zwischen dem flüssigen und dem gasförmigen Aggregatzustand von "Wasser" im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wird die Bezeichnung Wasser hier stets für den flüssigen Aggregatzustand verwendet. Im gasförmigen Zustand wird das "Wasser" beispielsweise im Zusammenhang mit dem Dampfbereich im Dampfspeicher stets als "Dampf" bezeichnet.

[0010] Vorzugsweise wird die Reaktionswärme also dem Dampfspeicher als Wasser im flüssigen Aggregatzustand, namentlich als Wasser der zweiten, höheren Temperatur zugeführt.

[0011] In den Anwendungen im Stand der Technik wird der Dampfspeicher mit Dampf gespiesen. Wenn es sich dabei nicht um Dampf aus einem Boiler, sondern um die Verwertung von Abwärme aus einer chemischen Reaktion handelt, so muss zwischen dem Wärmetauscher und dem Dampfspeicher noch ein Verdampfungsschritt zwischengeschaltet sein, was hier nicht nötig ist. Im Vergleich zu den Verfahren nach dem Stand der Technik wird bei der vorliegenden Erfindung das aus dem Wärmetauscher austretende Medium, nämlich warmes/heisses Wasser, direkt zur Speisung des Dampfspeichers verwendet, ohne dass dazwischen noch eine Verdampfung stattfindet.

[0012] Bei dem Wärmetauscher zugeführten Wasser der ersten, niedrigeren Temperatur handelt es sich um Wasser in flüssigem Aggregatzustand, welches ggf. aufbereitet, d.h. z.B. entkalkt, deionisiert, oder entgast wurde. Vorzugsweise stammt das dem Wärmetauscher zugeführte Wasser der ersten, niedrigeren Temperatur wenigstens teilweise, möglicherweise aber auch vollständig, aus einem Kondensattank, d.h. es handelt sich vorzugsweise wenigstens teilweise um im Kreislauf befindliches, d.h. rezykliertes bzw. wiederverwertetes Wasser. Vorzugsweise wird der Kondensattank durch diejenige Menge Wasser, welche dem Kondensattank entnommen wird und nicht mehr dorthin zurückgeführt wird, in Form von ggf. aufbereitetem Frischwasser direkt wieder aufgefüllt. Es ist aber auch möglich, dass der Wärmetauscher wenigstens teilweise direkt mit Frischwasser, welches ggf. aufbereitet, d.h. z.B. entkalkt, deionisiert, oder entgast wurde, gespiesen wird und so der Kondensattank indirekt über den Dampfspeicher-Weg wieder aufgefüllt wird.

[0013] Das vom Wärmetauscher an den Dampfspeicher abgegebene Wasser weist gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung einen Druck von im Bereich von 2-6 bar, vorzugsweise ca. 4-5 bar und eine Temperatur von ca. 130-160 Grad Celsius, vorzugsweise ca. 140-150 Grad Celsius auf.

[0014] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform wird die Reaktionswärme über die Reaktionslösung bzw. das Reaktionsgemisch auf das zugeführte Wasser der ersten Temperatur übertragen. Mit anderen Worten wird die Abwärme der chemischen Reaktion vorzugsweise auf das Wasser übertragen, indem wenigstens ein Teil

des Reaktionsgemisches bzw. der Reaktionslösung als Wärmeträger-Flüssigkeit für die Wärmeübertragung vom Reaktionsgefäss zu einem Wärmetauscher verwendet wird. Dabei kann ein Teil der Reaktionslösung aus dem Reaktionsgefäss abgeführt und in den Wärmetauscher geleitet werden. Das Reaktionsgemisch bzw. die Reaktionslösung oder gar das Reaktionsprodukt wird im Wärmetauscher gekühlt und fliesst zurück zum Reaktionsgefäss, weiter zu reagieren, und wieder Wärme abzutransportieren. Vorzugsweise wird die Reaktionslösung durch eine Pumpe aus dem Reaktionsgefäss in den Wärmetauscher und/oder von dort wieder zurück ins Reaktionsgefäss befördert bzw. zirkuliert. Das Reaktionsgemisch, bzw. mindestens ein Teil davon, überträgt somit die Reaktionswärme an das zugeführte Wasser im Wärmetauscher. Durch diese Zirkulation der Reaktionslösung zwischen Reaktionsgefäss und Wärmetauscher, wird die im Reaktionsgefäss entstandene Abwärme an das Wasser übertragen, wodurch das Wasser erwärmt wird. Das erwärmte Wasser tritt dann aus dem Wärmetauscher aus und wird in den Dampfspeicher geleitet. Als Alternative zu diesen "Reaktor mit externem Loop" ist es auch möglich, dass das Wasser einer ersten Temperatur, welches entweder als aufbereitetes Frischwasser zugeführt wird oder aus dem Kondensattank stammt, auf dem Weg zum Dampfspeicher durch einen im Reaktionsgefäss angeordneten Wärmetauscher, bzw. z.B. durch eine Art "Kühlspirale" hindurchgeführt wird, wobei das Wasser dort Reaktionswärme aufnimmt, und somit gleichzeitig die Reaktion bzw. die Reaktionslösung im Reaktionsgefäss gekühlt wird. Das erwärmte Wasser der zweiten Temperatur tritt dann wieder aus dem Wärmetauscher aus und wird in erwärmter Form dem Dampfspeicher zugeführt.

[0015] Als weitere Alternative zur Wärmeübertragung kann beispielsweise auch ein Sekundärkreislauf, wie z.B. ein Salzsäure-Kreislauf, zwischen Wärmetauscher und Reaktionsgefäss zwischengeschaltet sein.

[0016] Das in den Dampfspeicher eintretende Wasser hat einen Druck von vorzugsweise ca. 4-5 bar und eine Temperatur von vorzugsweise ca. 140-150°C. Die Temperatur im Dampfspeicher beträgt vorzugsweise ca. 120-135°C bei einem Druck von ca. 2-3 bar, und nach dem Beladen des Dampfkakus mit Wasser ca. 150-155°C bei einem Druck von ca. 5-6 bar. Der Dampfspeicher weist einen oberen Bereich, in welchem sich heisser Dampf befindet, und einen unteren Bereich, in dem sich heisses Wasser befindet, auf. Bei Phasengleichgewicht im Dampfspeicher entspricht die Temperatur des Dampfes der Temperatur des Wassers und der Druck des Dampfes dem Druck des Wassers.

[0017] Gemäss einer weiteren Ausführungsform wird der Dampfspeicher bei der anfänglichen Inbetriebnahme für die Anfangsbeladung mit rezykliertem Wasser aus dem Kondensattank befüllt, welches eine Temperatur von ca. 100 Grad Celsius aufweist. Somit kann der Kondensattank entweder direkt, d.h. unabhängig vom Betriebszustand der Wärmerückgewinnungsanlage mit ggf.

aufbereitetem Frischwasser aufgefüllt werden, oder indirekt während des Betriebs der Wärmerückgewinnungsanlage mit Frischwasser oder rezykliertem Wasser nach Durchlaufen des Wärmetauschers und des Dampfspeichers.

[0018] Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird aus dem Dampfspeicher sowohl Dampf, d.h. "Wasser" im gasförmigen Aggregatzustand, wie auch Wasser im flüssigen Aggregatzustand weiteren Verwendungen zugeführt. Somit ist ein weiterer Vorteil der Erfindung im Vergleich zum Stand der Technik, dass dem Dampfspeicher nicht nur Dampf entnommen wird, sondern auch heisses Wasser, welches für verschiedene Zwecke weiterverwendet werden kann.

[0019] Mindestens ein Teil des aus dem Dampfspeicher abgegebenen Wassers wird nach einer nächsten bevorzugten Ausführungsform zur Erhitzung von Rohmaterialien, d.h. Edukten für die chemische Reaktion verwendet.

[0020] Zusätzlich oder alternativ dazu wird mindestens ein Teil des aus dem Dampfspeicher abgegebenen Wassers zur Speisung eines Boilers verwendet. Im Boiler wird vorzugsweise sogenannter "hochwertiger" Dampf erzeugt, der einen Druck von ca. 5-9 bar, vorzugsweise ca. 6-8 bar, und eine Temperatur von ca. 160-170 Grad Celsius aufweist. (ca. 25-30 m³ pro 24 h, durchschnittlich ca. 1.2 m³ pro h).

[0021] Gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird aus dem Dampfspeicher Dampf abgegeben, der einen Druck von ca. 2-5 bar, vorzugsweise ca. 2-4 bar und eine Temperatur von ca. 120-150 Grad Celsius, vorzugsweise ca. 130-140 Grad Celsius aufweist. Dabei wird vorteilhafterweise wenigstens ein Teil des aus dem Dampfspeicher abgegebenen Dampfes für die Beheizung mindestens eines mobilen Behälters, vorzugsweise eines Wechselaufgabenbehälters, verwendet (sogenanntes "WAB-Heating").

[0022] Moderne Boiler bzw. Wassertanks sind sehr effizient, wenn sie korrekt beladen werden, und sie reagieren schnell auf Ladungsschwankungen. Gewöhnliche "shell boilers" können jedoch grosse Spitzenbedarfe nur ungenügend decken und sollten von grossen Ladungsschwankungen geschützt werden. Die vorliegende Methode ermöglicht ein stabiles Beladungsmuster für Boiler oder andere Verwendungen, um die negativen Effekte von grossen Ladungsschwankungen zu vermeiden. Durch die Verwendung eines Dampfspeichers kann Dampf aus dem Boiler unmittelbar zur Verfügung gestellt werden, um einen Spitzenbedarf zu decken. Der Dampfspeicher ist somit gewissermassen eine "Ausdehnung" der Energiespeicherkapazität des Boilers. In der vorliegenden Erfindung wird Wasser, das vom Dampfspeicher an den Boiler bzw. an andere Verwendungen abgegeben wurde, durch Zufuhr von Warmwasser aus dem Wärmetauscher, bzw. durch das von der Abwärme der chemischen Reaktion aufgewärmte Wasser diskontinuierlich wieder ersetzt. Der Arbeitszyklus ("duty cycle") der diskontinuierlichen Reaktion bzw. der Rückgewinnungsvor-

richtung gemäss der Erfindung ist vorzugsweise **dadurch gekennzeichnet, dass** während vorzugsweise ca. 30-60 min Reaktionswärme abgegeben und auf das Wasser übertragen wird, gefolgt von einer Zeitspanne von vorzugsweise ca. 2 h, in der keine Wärmeabgabe stattfindet. Durch den Abzug von Wasser bzw. Dampf am Ende des Zyklus aus dem Dampfspeicher kann es sein, dass im Dampfspeicher ein Temperatur- und/oder Druckabfall stattfindet, typischerweise von ca. 150°C auf ca. 133°C bzw. 120°C und von ca. 5 bar auf ca. 2 bar.

[0023] Alternativ oder zusätzlich dazu wird weiterer Dampf für weitere chemische Reaktionen, z.B. zur Vorwärmung anderer Rohmaterialien aus dem Dampfspeicher abgeleitet.

[0024] Durch die Eigenschaften der vorliegenden Erfindung wird der Energiebedarf der Produktionsanlage verringert. Gleichzeitig können der CO₂- bzw. GHG-Ausstoss ("greenhouse gas") und somit die Umwelt- und Energiekosten verringert werden.

[0025] Des Weiteren ist es möglich, dass das System zur Nutzung der Abwärme der chemischen Reaktion mindestens einen Kontroll- und/oder Steuerungsmechanismus aufweist.

[0026] Weitere bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0027] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Figuren näher erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines erfindungsgemässen Systems zur Verwendung von Abwärme aus einer exothermen chemischen Reaktion gemäss einer ersten bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 2: eine schematische Darstellung eines erfindungsgemässen Systems zur Verwendung von Abwärme aus einer exothermen chemischen Reaktion gemäss einer weiteren bevorzugten Ausführungsform.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0028] In Figuren 1 und 2 ist je ein Schema gemäss einem ersten bzw. einem zweiten Ausführungsbeispiel eines Systems zur Verwendung von Reaktionswärme aus einer exothermen chemischen Reaktion dargestellt.

[0029] Das System zur Verwendung der Reaktionswärme weist ein Reaktionsgefäss 2 auf, in welchem eine exotherme chemische Reaktion abläuft. Es handelt sich bei der chemischen Reaktion um eine diskontinuierlich geführte Reaktion, vorzugsweise einen sogenannten "Batch- Prozess". Beim (mindestens teilweise) diskontinuierlichen Betrieb wird der leere Reaktor mit den Ausgangsstoffen und den gegebenenfalls notwendigen Lösungsmitteln befüllt und die chemische Reaktion läuft an.

Nach Abschluss der Reaktion wird der Inhalt mit den Produkten und den ggf. übriggebliebenen Edukten entnommen. Vorzugsweise handelt es sich bei der chemischen Reaktion um exotherme Reaktion, wie z.B. eine Polymerisations- bzw. Kettenverlängerungsreaktion, insbesondere bevorzugt um eine Alkoxylierungsreaktion, beispielsweise eine Ethoxylierungs-, Propoxylierungs- oder Butoxylierungsreaktion. Beispielsweise reagieren dabei ein Fettalkohol und ein Epoxid miteinander zu mindestens einem Reaktionsprodukt 16, welches aus dem Reaktionsgefäß 2 entnommen werden kann. In Figur 1 sind drei Rohmaterialien 6a-c dargestellt, wobei auch weniger, oder noch mehr Edukte möglich sind.

[0030] Das Reaktionsgefäß 2 weist vorzugsweise ein typisches Volumen im Bereich von ca. 10 m³ bis 50 m³ auf.

[0031] Beim Ablauf der Reaktion wird Energie in Form von Reaktionswärme bzw. Abwärme freigesetzt. Die Abgaberate beträgt vorzugsweise ca. 2000-4000 kWh pro Batch, d.h. pro 25 t.

[0032] Die Reaktionswärme wird im Wärmetauscher 19 auf zugeführtes Wasser 5 bzw. 15 übertragen. Dieses weist eine erste, niedrige Temperatur T1 von im Bereich von ca. 100 Grad Celsius und einen ersten Druck p1 von im Bereich von ca. 0 bar auf.

[0033] Das dem Wärmetauscher 19 zugeführte Wasser 5, 15 kann entweder kaltes Frischwasser 5 sein, welches gegebenenfalls vorher in einem Aufbereiter 13, z.B. einem Deionisierer oder einem Entkalker oder einem Entgaser behandelt wurde. Es kann aber auch ganz oder teilweise rezykliertes, d.h. wiederverwertetes Wasser 15 aus einem Kondensattank 3, d.h. Kondensat, sein, welches gegebenenfalls ebenfalls aufbereitet wurde. Optional ist eine Schaltstelle 14 im System angeordnet, an der von Frischwasserzufuhr auf den Wasserkreislauf, und/oder umgekehrt, umgeschaltet werden kann. Möglich ist auch, dass eine Mischung aus Frischwasser 5 und rezykliertem Wasser 15 dem Wärmetauscher 19 zugeführt wird.

[0034] Im Wärmetauscher 19 wird das Wasser 5/15 dann auf eine zweite Temperatur T2 von im Bereich von ca. 140 bis 160 Grad Celsius bei einem zweiten Druck p2 von im Bereich von ca. 3 bar bis 5 bar erwärmt. Gemäss dem in Fig. 1 dargestellten, ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel wird mindestens ein Teil der im Reaktionsgefäß 2 entstandenen Reaktionswärme über das Reaktionsgemisch bzw. die Reaktionslösung 2a einer ersten Temperatur T1' auf das zugeführte Wasser 5/15 einer ersten Temperatur T1 übertragen. Dazu wird mindestens ein Teil der Reaktionslösung 2a aus dem Reaktionsgefäß 2 hinaus abgezweigt und in einen ausserhalb des Reaktionsgefässes 2 angeordneten Wärmetauscher 19 hinein geleitet, und dann durch den Wärmetauscher 19 hindurch geleitet, bevor die Reaktionslösung 2a wieder in das Reaktionsgefäß 2 zurückbefördert wird. Diese Zirkulation wird vorzugsweise durch eine Pumpe erreicht (nicht dargestellt). Die den Wärmetauscher 19 wieder verlassende Reaktionslösung 2b weist eine zwei-

te, niedrigere Temperatur T2' auf als die vom Reaktionsgefäß 2 zum Wärmetauscher 19 hin geführte Reaktionslösung 2a., da das Wasser 5/15 die Reaktionslösung 2a im Wärmetauscher 19 "abkühlt".

[0035] In dem in Figur 2 dargestellten weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Verfahrens wird alternativ zum obigen Wärmeaustausch durch Zirkulation der Reaktionslösung die Reaktionswärme auf das zugeführte Wasser 5/15 einer ersten Temperatur T1 übertragen, indem das zugeführte Wasser 5/15 durch einen im Reaktionsgefäß 2 angeordneten "Wärmetauscher" 19, z.B. eine Kühltspirale oder eine im Reaktionsgefäß 2 angeordnete andere Kühleinrichtung hindurch geführt wird. Das den Wärmetauscher 19 verlassende Wasser 5' weist auch hier eine zweite Temperatur T2 von ca. 140 bis ca. 160 Grad Celsius und einen zweiten Druck p2 von ca. 3-5 bar auf.

[0036] Vorzugsweise wird das aus dem Wärmetauscher 19 austretende Wasser 5' im flüssigen Aggregatzustand einem Dampfspeicher 1 zugeführt. Der Dampfspeicher 1 besteht in der Regel aus einem zylindrischen Druckbehälter, der teilweise mit Wasser gefüllt ist, vorzugsweise zu 50%-90%. Er weist typischerweise ein Volumen im Bereich von ca. 50 m³ bis 200 m³ auf.

[0037] Der Dampfspeicher 1 weist in seinem Inneren einen oberen Dampfbereich 1a und einen unteren Wasserbereich 1b auf, wobei die Wasseroberfläche des Wasserbereichs 1b die Grenzfläche zum Dampfbereich 1a darstellt, d.h. dass diese beiden Bereiche 1a, 1b nicht durch eine Wand getrennt sind, wobei die beiden Aggregatzustände im Wesentlichen in einem Phasengleichgewicht vorliegen. Das Wasser tritt vorzugsweise und gemäss der Darstellung in Fig. 1 und 2 über eine Wasserleitung 1c mit Eintrittsöffnungen bzw.

[0038] Düsen in den Wasserbereich 1b des Dampfspeichers 1 ein. Im Phasengleichgewicht liegt die im Dampfspeicher herrschende Temperatur T8, T9 vorzugsweise im Bereich von ca. 120 Grad Celsius bis 150 Grad Celsius, bei einem Druck p8, p9 von im Bereich von ca. 2 bar bis 5 bar.

[0039] Aus dem Dampfspeicher 1 wird gemäss den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen sowohl Dampf 10a-10c aus dem Dampfbereich 1a, als auch Wasser 8a-8c aus dem Wasserbereich 1b abgegeben und verschiedenen Verwendungen 11a-11c bzw. 6a-6c, 4, 12 zugeführt.

[0040] Aus dem Dampfbereich 1a kann Dampf 10a-10c einer Temperatur T4 von Bereich von ca. 120 bis 150 Grad Celsius bei einem Druck p4 im Bereich von ca. 2 bis 5 bar, also vorzugsweise sogenannter "niedrigwertiger Dampf" abgezogen werden. Dieser Dampf 10a-10c kann mehreren Verwendungen 11a-11c zugeführt werden, wie z.B. der Beheizung eines mobilen Behälters 11a, vorzugsweise eines Wechselaufgabenbehälters, und/oder der Dampf 10b kann anderen chemischen Reaktionen 11b z.B. zur Vorwärmung von Rohmaterialien zugeführt werden. Andere Verwendungen 11c sind alternativ oder zusätzlich dazu möglich.

[0041] Aus dem Wasserbereich 1b kann Wasser 8a-8c, 9a-9b einer Temperatur T3 von im Bereich von ca. 120 Grad Celsius bis ca. 150 Grad Celsius und einem Druck von im Bereich von ca. 2 bis 5 bar abgezogen und diversen Verwendungen 6a-6c, 4, 12 zugeführt werden. Beispielsweise können mit dem Wasser 8a-8c, vorzugsweise über Wärmetauscher 20a-20c Rohmaterialien 6a-6c für die besagte chemische Reaktion vorgewärmt werden, sodass diese dem Reaktionsgefäß 2 als vorgewärmte Edukte 6a'-6c' zugeführt werden können bzw. zur Verfügung stehen. Es ist auch möglich, dass die Vorwärmung der Edukte 6a-6c über geschlossene Kreisläufe in Kombination mit je einem Wärmetauscher erfolgt (nicht dargestellt).

[0042] Gemäss den in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen kann das zur Erwärmung der Rohmaterialien 6a-6c verwendete und damit abgekühlte Wasser 8a-8c vom Wärmetauscher 20a-20c mit einer Temperatur T7 von im Bereich von ca. 100 Grad Celsius und einem Druck p7 von im Bereich von ca. 0 bar einem Kondensattank 3 zugeführt werden. Dieser weist vorzugsweise ein Volumen von im Bereich von 50 m³ bis 200 m³ auf. Dieser Kondensattank 3 kann, wie bereits oben erwähnt, Wasser 15 zur Rezyklierung abgeben, welches eine Temperatur T6 von im Bereich von ca. 100 Grad Celsius und einen Druck p6 von im Bereich von ca. 0 bar aufweist. Dieses Wasser 15 steht dann gemäss den Ausführungsbeispielen in Fig. 1 und 2 erneut zur Ableitung der Abwärme aus der chemischen Reaktion, d.h. zur Zuführung in den Wärmetauscher 19 zur Verfügung. Gegebenenfalls kann auch gegebenenfalls in einem Aufbereiter 13 aufbereitetes Frischwasser 5 direkt dem Kondensattank 3 zugeführt werden, um die Menge an Wasser 15, welche daraus abgezogen wird, und nicht wieder dorthin zurückfliesst, zu ersetzen.

[0043] Alternativ oder zusätzlich zu der Verwendung von heissem Wasser 8a-8c aus dem Wasserbereich 1b des Dampfspeichers 1 kann heisses Wasser 9a, 9b auch anderen Verwendungen zugeführt werden. Beispielsweise kann ein Anteil 9a des Wassers, welches vorzugsweise eine Temperatur T3 von im Bereich von ca. 120 bis 150 Grad Celsius und einen Druck p3 von im Bereich von ca. 2 bis 5 bar aufweist, einem Boiler 4 zugeführt werden, in welchem das Wasser 9a weiter erhitzt wird und in Dampf umgewandelt wird. Der Boiler stellt diesen sogenannten "hochwertigen" Dampf 18 anderen Verwendungen zur Verfügung, vorzugsweise bei einer Temperatur T5 von im Bereich von ca. 160 Grad Celsius bis 180 Grad Celsius und einem Druck p5 von im Bereich von ca. 6 bar bis ca. 10 bar.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0044]

1 Dampfspeicher

1a Dampfbereich von 1

1b Wasserbereich von 1

1c Wasserleitung mit Eintrittsöffnungen bzw. Düsen in 1b

5

2 Reaktionsgefäß

2a dem Wärmetauscher 19 zugeführte Reaktionslösung

10

2b aus dem Wärmetauscher 19 abgeführte Reaktionslösung

3 Kondensattank

15

4 Boiler

5 Frischwasser-Zufuhr

20

5' Wasser nach Durchlaufen von 19

6a erstes Edukt bzw. Rohmaterial, z.B. Fettalkohol

6b zweites Edukt bzw. Rohmaterial, z.B. Fettamin

25

6c drittes Edukt bzw. Rohmaterial, z.B. Fettsäure

6a' Zufuhr von 6a in 2

30

6b' Zufuhr von 6b in 2

6c' Zufuhr von 6c in 2

35

8a Wasser zur ersten Verwendung aus 1b für 6a

8b Wasser zur zweiten Verwendung aus 1b für 6b

8c Wasser zur dritten Verwendung aus 1b für 6c

40

9a Wasser zur vierten Verwendung aus 1b für 4

9b Wasser zur fünften Verwendung aus 1b für 12

45

10a Dampf zur ersten Verwendung aus 1a für 11a

10b Dampf zur zweiten Verwendung aus 1a für 11b

10c Dampf zur dritten Verwendung aus 1a für 11c

50

11a mobiler Behälter

11b chemische Reaktionen

11c Dampf zur weiteren Verwendung aus 1a

55

12 Wasser zur weiteren Verwendung aus 1b

13 Aufbereiter für Frischwasser, z.B. Entgaser,

	Deionisierer, ...		p5	Druck des aus 4 abgeführten Dampfes 18
14	Schaltstelle		p6	Druck des aus 3 abgeführten Wassers 15
15	rezykliertes Wasser aus 3	5	p7	Druck des aus 6a-c abgeführten Wassers 8a'-8c'
16	Abzug des Reaktionsproduktes		p8	Druck in 1a
17	Eintrittsöffnungen für Wasser in 1		p9	Druck in 1b
18	Verwendung bzw. Abzug von hochwertigem Dampf aus 4	10		
19	Wärmetauscher für 5 bzw. 15			
20a	Wärmetauscher für 6a	15		
20b	Wärmetauscher für 6b			
20c	Wärmetauscher für 6c	20		
T1	erste, niedrigere Temperatur des zugeführten Wassers 5 bzw. 15			
T1'	erste, höhere Temperatur des Reaktionsgemischs bzw. der Reaktionslösung 2a	25		
T2	zweite, höhere Temperatur des aus dem Wärmetauscher 19 abgeführten Wassers 5'			
T2'	zweite, niedrigere Temperatur des Reaktionsgemischs bzw. der Reaktionslösung 2b	30		
T3	Temperatur des aus 1b abgeführten Wassers 8a-c, 9a-b	35		
T4	Temperatur des aus 1a abgeführten Dampfes 10a-10c			
T5	Temperatur des aus 4 abgeführten Dampfes 18	40		
T6	Temperatur des aus 3 abgeführten Wassers 15			
T7	Temperatur des aus 6a-c abgeführten Wassers 8a'-8c'	45		
T8	Temperatur in 1a			
T9	Temperatur in 1b	50		
p1	erster Druck des zugeführten Wassers 5 bzw. 15			
p2	zweiter Druck des zugeführten Wassers 5 bzw. 15			
p3	Druck des aus 1b abgeführten Wassers 8a-c, 9a-b	55		
p4	Druck des aus 1a abgeführten Dampfes 10a-10c			

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verwendung von Reaktionswärme einer in einem Reaktionsgefäß (2) diskontinuierlich geführten, exothermen, chemischen Reaktion, wobei die Reaktionswärme zugeführtes Wasser (5, 15) einer ersten, niedrigeren Temperatur (T1) in einem Wärmetauscher (19) wenigstens mittelbar auf eine zweite, höhere Temperatur (T2) erwärmt, und dieses einem Dampfspeicher (1) zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reaktionswärme dem Dampfspeicher (1) als Wasser (5') im flüssigen Aggregatzustand, vorzugsweise als Wasser der zweiten, höheren Temperatur (T2) zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das vom Wärmetauscher (19) an den Dampfspeicher (1) abgegebene Wasser (5') einen Druck (p2) von im Bereich von 2-6 bar, vorzugsweise ca. 4-5 bar aufweist, und eine Temperatur von ca. 130-160 Grad Celsius, vorzugsweise ca. 140-150 Grad Celsius.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Teil der Reaktionslösung (2a) aus dem Reaktionsgefäß (2) abgezweigt wird und zwischen dem Reaktionsgefäß (2) und einem ausserhalb des Reaktionsgefäßes (2) angeordneten Wärmetauscher (19) zirkuliert wird, wobei die Zirkulation vorzugsweise durch eine Pumpe getrieben wird..
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zugeführte Wasser (5, 15) durch einen im Reaktionsgefäß (2) angeordneten Wärmetauscher (19) hindurch geführt wird, bevor es dem Dampfspeicher zugeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Dampfspeicher (1) sowohl Dampf (10a-10c), der einen Druck (p4) von im Bereich von ca. 2 bis 5 bar, vorzugsweise ca. 2 bis 4 bar und eine Temperatur (T4) von im Bereich von ca. 120 bis 150 Grad Celsius, vorzugsweise im Bereich von ca. 130 bis 140

Grad Celsius aufweist, wie auch Wasser (8a-8c, 9a-9b) im flüssigen Aggregatzustand, das einen Druck (p3) von ca. 2 bis 5 bar, vorzugsweise im Bereich von ca. 2 bis 4 bar, und eine Temperatur (T3) von im Bereich von ca. 120 bis 150 Grad Celsius, vorzugsweise ca. 130 bis 140 Grad Celsius aufweist, weiteren Verwendungen (4, 6a-6c, 11a-11c, 12) zugeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Teil des aus dem Dampfspeicher (1) abgegebenen Wassers (8a-8c) zur Erhitzung von Rohmaterialien (6a-6c) für die chemische Reaktion verwendet wird. 10
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Teil des aus dem Dampfspeicher (1) abgegebenen Wassers (9a) zur Speisung eines Boilers (4) verwendet wird, wobei im Boiler (4) hochwertiger Dampf (18) erzeugt wird, der einen Druck (p5) von ca. 5-9 bar, vorzugsweise ca. 6-10 bar, und eine Temperatur (T5) von ca. 160 bis 180 Grad Celsius aufweist. 15
20
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Dampfspeicher (1) Dampf (10a-10c) abgegeben wird, wobei wenigstens ein Teil des aus dem Dampfspeicher (1) abgegebenen Dampfes (10a) für die Beheizung mindestens eines mobilen Behälters (11a), vorzugsweise eines Wechselaufgabenbehälters, verwendet wird. 25
30
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zugeführte Wasser (5) der ersten, niedrigeren Temperatur (T1) wenigstens teilweise, vorzugsweise vollständig Frischwasser in flüssigem Aggregatzustand ist, welches ggf. aufbereitet wurde. 35
40
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zugeführte Wasser (15) der ersten, niedrigeren Temperatur (T1) wenigstens teilweise aus einem Kondensattank (3) stammt. 45
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die chemische Reaktion eine Polymerisationsreaktion ist. 50
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die chemische Reaktion eine Alkoxylierungsreaktion, vorzugsweise eine Ethoxylierungsreaktion oder eine Propoxylierungsreaktion oder eine Butoxylierungsreaktion oder eine Mischform solcher Reaktionen ist. 55
14. Verwendung eines Dampfspeichers (1) für ein Ver-

fahren nach einem der vorangehenden Ansprüche.

15. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-13, mindestens aufweisend ein Reaktionsgefäß (2), einen Wärmetauscher (19) und einen Dampfspeicher (1).

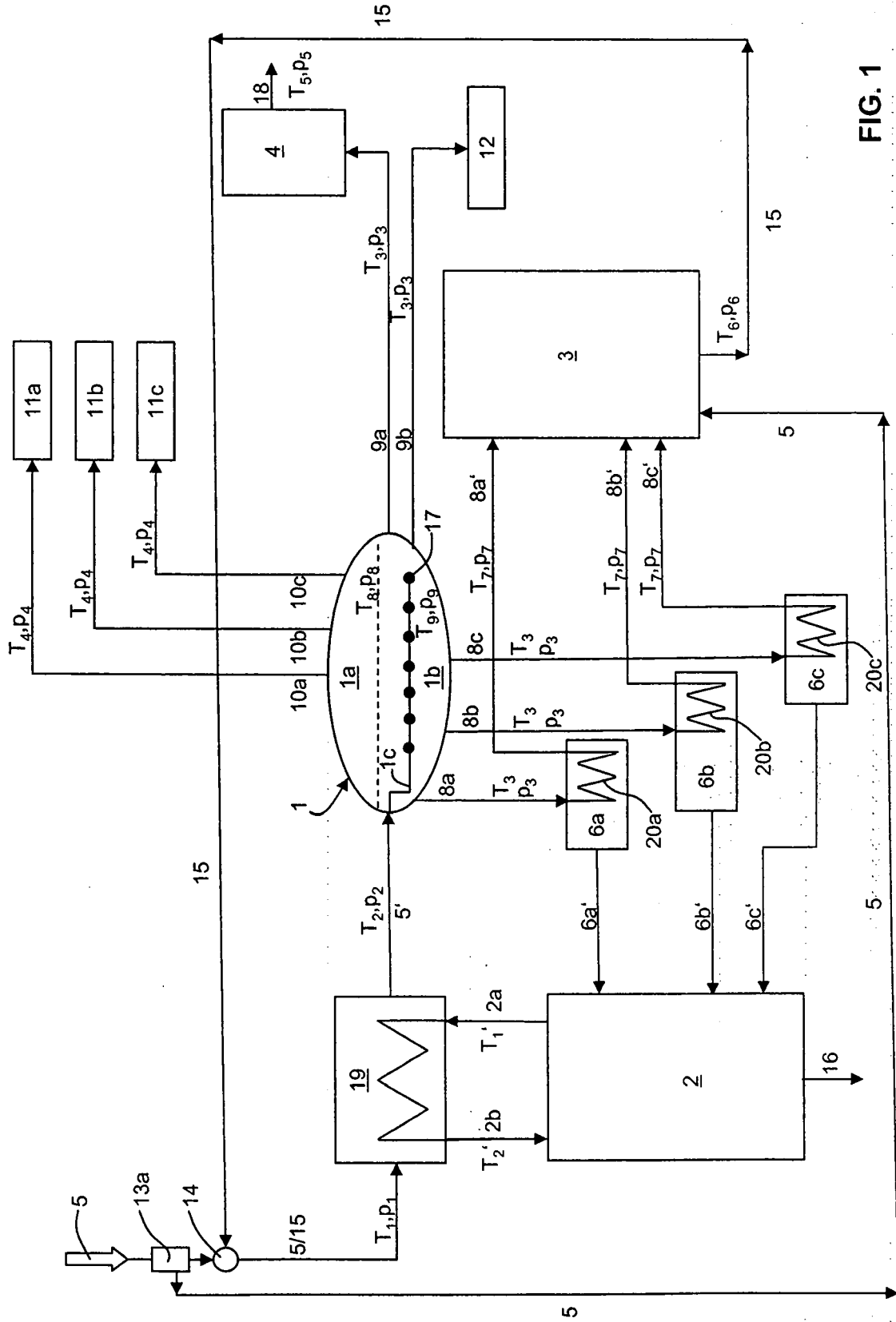


FIG. 1

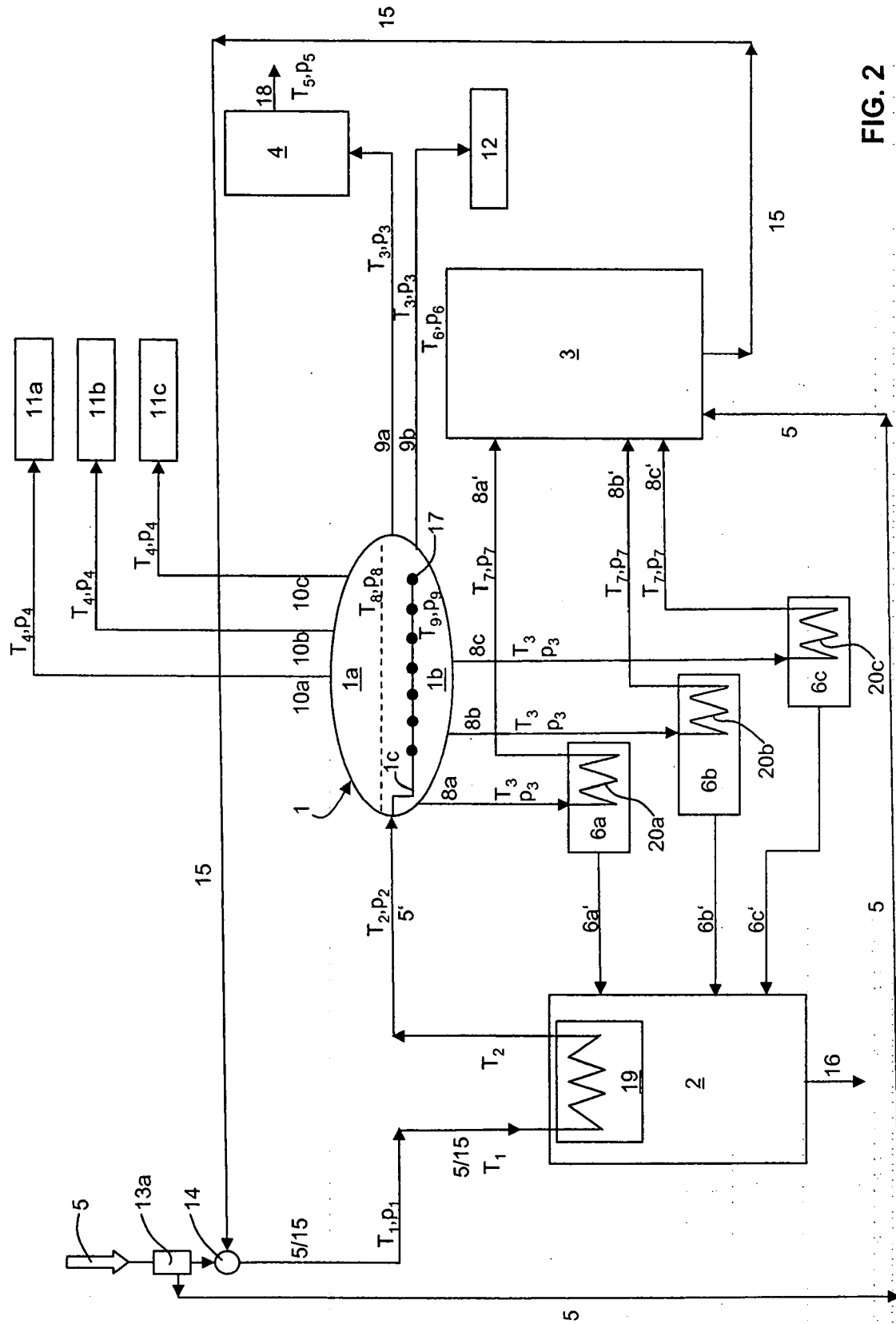


FIG. 2

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 0158747 A1 [0003]
- JP 2003097800 B [0003]
- US 1867143 A [0004]