



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.11.2016 Patentblatt 2016/45

(51) Int Cl.:
D21C 11/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15166997.5**

(22) Anmeldetag: **08.05.2015**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

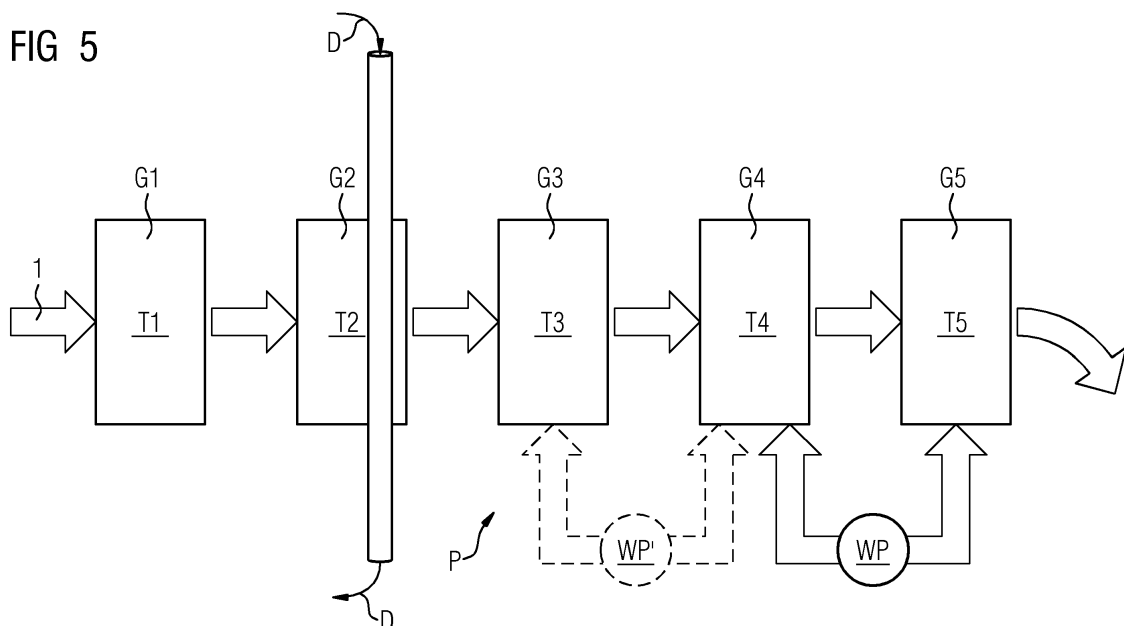
(72) Erfinder:
• **Mielke, Jürgen**
96049 Bamberg (DE)
• **Schwarz, Hermann**
97084 Würzburg (DE)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERHÖHUNG EINES FESTSTOFFGEHALTS BEI EINEM GRUNDSTOFF, STEUEREINRICHTUNG, ANLAGE ZUR BEARBEITUNG EINES GRUNDSTOFFS UND PAPIERFABRIK**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren, eine Vorrichtung und eine Anlage zur Erhöhung eines Feststoffgehalts bei einem Grundstoff (1), insbesondere zur Erhöhung des Feststoffgehalts einer Schwarzlauge (1) bei der Herstellung von Zellstoff für die Papierherstellung, vorzugsweise eine Eindampfvorrichtung von Schwarzlauge, ein Steuergerät sowie eine Papiermaschine, aufweisend mehrere Gefäße (G1, G2, G3, G4, G5) und zumindest eine Wärmepumpe (WP, WP'), wobei zur Erhöhung des Feststoffgehalts Wärmeenergie (ΔQ) zur Einwirkung auf den Grundstoff (1) vorgesehen ist. Dabei er-

folgt ein Durchlauf des Grundstoffs (1) von einem ersten Gefäß (G1) zu zumindest einem weiteren Gefäß (G2, G3, G4) zu einem letzten Gefäß (G5). Zumindest eine Wärmepumpe (WP, WP') dient vorteilhaft zum Transport von Wärmeenergie (ΔQ) in zumindest ein Gefäß (G1, G2, G3, G4, G5) und die zumindest eine Wärmepumpe (WP, WP') entnimmt die Wärmeenergie (ΔQ) aus einem Reservoir (R) und/oder aus einem der Gefäße (G1, G2, G3, G4, G5). Somit kann vorteilhaft ein höherer Feststoffgehalt des Grundstoffs erreicht werden.

FIG 5



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erhöhung eines Feststoffgehalts bei einem Grundstoff, insbesondere zur Erhöhung des Feststoffgehalts einer Schwarzlauge, vorzugsweise eine Eindampfvorrichtung von Schwarzlauge, aufweisend mehrere Gefäße, wobei zur Erhöhung des Feststoffgehalts Wärmeenergie zur Einwirkung auf den Grundstoff vorgesehen ist, wobei ein Durchlauf des Grundstoffs von einem ersten Gefäß über wenigstens ein weiteres Gefäß zu einem letzten Gefäß vorgesehen ist.

[0002] Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erhöhung eines Feststoffgehalts bei einem Grundstoff, insbesondere zur Erhöhung eines Feststoffgehalts einer Schwarzlauge bei der Herstellung von Zellstoff, vorzugsweise ein Verfahren zur Eindampfung von Schwarzlauge, wobei ein Grundstoff ein erstes Gefäß, dann wenigstens ein weiteres Gefäß und dann ein letztes Gefäß durchläuft, wobei zur Erhöhung des Feststoffgehalts Wärmeenergie auf den Grundstoff einwirkt.

[0003] Weiter betrifft die Erfindung eine Steuereinrichtung, eine Anlage zur Bearbeitung eines Grundstoffs und eine Papierfabrik.

[0004] Ein solcher Grundstoff ist beispielsweise Schwarzlauge. Schwarzlauge fällt bei der Herstellung von Zellstoff an. Zellstoff ist ein Ausgangsprodukt bei der Herstellung von Papier. Als Schwarzlauge bezeichnet man eine, durch den Aufschluss von Holz gewonnene, große Menge von ligninhaltigem Wasser. Schwarzlauge enthält zudem gelöste anorganische Salze, wie Natriumsulfid und Magnesiumoxid. Schwarzlauge wird vorteilhaft zur Energiegewinnung von einem Großteil des Wassers befreit (eingedampft) und im Anschluss werden die (festen) organischen Bestandteile (insbesondere Lignin und dessen Derivate) der Schwarzlauge verbrannt.

[0005] Gemäß dem derzeitigen Stand der Technik wird die Schwarzlauge mit Hilfe von (Wasser-) Dampf eingedampft, wobei die Schwarzlauge nacheinander Gefäße durchläuft, in denen der Feststoffgehalt sukzessive erhöht wird. Die dem Aufschlussverfahren entstammende Schwarzlauge wird auch als Dünnlauge bezeichnet und weist einen Feststoffgehalt von 10 % bis 15 % auf. Ziel ist es, den Feststoffgehalt der Schwarzlauge nach Durchlauf einer Vorrichtung zur Erhöhung des Feststoffgehalts auf etwa 80 % zu steigern.

[0006] DE 695 20 366 T2 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur abschließenden Eindampfung von Schwarzlauge.

[0007] US 5,509,977 beschreibt eine Umwandlung der Schwarzlauge in einen gasförmigen Stoff, welcher anschließend in einem Recoveryboiler verbrannt wird und dabei große Mengen Wärmeenergie bereitgestellt werden.

[0008] Schließlich beschreibt EP 0 334 398 A2 ein Verfahren zur Verminderung von Ablagerungen in Anlagen zum Eindampfen von Sulfidlaugen, wobei die Temperatur in einzelnen Stufen der Eindampfung vermindert wird.

[0009] Nachteilig am Stand der Technik ist die noch immer nicht ausreichend hohe Feststoffkonzentration der eingedampften Schwarzlauge zur effizienten und schadstoffarmen Verbrennung.

5 **[0010]** Daher ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung bereitzustellen, welche den Feststoffgehalt des Grundstoffs weiter erhöhen kann.

10 **[0011]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren gemäß Anspruch 8 gelöst. Weiter wird die Aufgabe durch eine Steuereinrichtung gemäß Anspruch 10, durch eine Anlage nach Anspruch 11 und durch eine Papierfabrik nach Anspruch 12 gelöst.

15 **[0012]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung und des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0013] Unter einem Grundstoff wird hier eine Suspension oder Lösung eines Stoffes in einer Flüssigkeit verstanden, beispielsweise Schwarzlauge.

20 **[0014]** Unter dem Grundstoff sind hier jedoch weiter auch sonstige wasserhaltige Rückstände zu verstehen, welche organische Verbindungen aufweisen, die nach dem Entfernen der Flüssigkeit zur Energiegewinnung effizienter verbrannt werden können.

25 **[0015]** Beispielhaft können organische Bestandteile von Abwasser (z.B. Klärschlamm) ebenfalls mit dieser Erfindung zur Energiegewinnung genutzt werden. Weiter können mit Hilfe dieser Erfindung anorganische Bestandteile aus dem Grundstoff zurückgewonnen werden.

30 **[0016]** Unter einer Wärmepumpe wird eine Vorrichtung verstanden, die aus einem Reservoir oder einem Gefäß Wärmeenergie in ein weiteres Gefäß oder Reservoir überträgt, wobei die Temperatur des Reservoirs oder Gefäßes, in das die Wärmeenergie übertragen wird, höher sein kann als die Temperatur in dem Gefäß oder dem Reservoir, aus dem die Wärmeenergie stammt.

35 **[0017]** Anstelle der Wärmepumpen können auch Wärmetauscher eingesetzt werden. Ein Wärmetauscher dient dazu, Wärmeenergie von einem Gefäß/Reservoir/Stoff einer höheren Temperatur in ein Gefäß bzw. einem Stoff mit niedriger Temperatur zu übertragen.

40 **[0018]** Unter einem Gefäß wird in diesem Zusammenhang ein Reaktionsgefäß, ein Kessel, ein Kurzrohrverdampfer, ein Langrohrverdampfer, ein Fallfilmverdampfer oder ein Druckkessel verstanden. Das Gefäß weist vorzugsweise einen Einlass und einen Auslass auf, wobei der Grundstoff durch den Einlass in das Gefäß eingeführt wird und durch den Auslass wieder aus dem Gefäß entfernt wird. Die einzelnen Gefäße sind durch Leitungen miteinander verbunden, wobei die Gefäße auch weitere Einlass- und Auslassöffnungen für einen Wärmeträger aufweisen.

45 **[0019]** Unter einem ersten Gefäß wird hier das Gefäß verstanden, welches zuerst von dem Grundstoff durchlaufen wird. Der Grundstoff durchläuft dann die weiteren Gefäße. Schließlich durchläuft der Grundstoff das letzte Gefäß.

[0020] Der Wärmeträger, insbesondere Wasser-

dampf, durchläuft die Gefäße in derselben Richtung wie der Grundstoff. Der Wärmeträger kann auch die Gefäße in paralleler Weise durchlaufen, d.h. jeweils ein Teil des Wärmeträgers wird je einem Gefäß zugeordnet. Dabei wird in jedem der Gefäße Wärmeenergie von dem Wärmeträger auf den Grundstoff übertragen. Durch die übertragene Wärmeenergie wird der Grundstoff erwärmt und ein Teil der Flüssigkeit des Grundstoffes verdampft. Der verdampfte Teil des Grundstoffs kann von dem Grundstoff getrennt werden und der Feststoffgehalt ist somit nach einem durchlaufenen Gefäß höher.

[0021] Der Wärmeträger durchläuft vorteilhaft zuerst das erste Gefäß, dann die weiteren Gefäße und schließlich das letzte Gefäß. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung oder des Verfahrens durchläuft der Wärmeträger die Gefäße in der entgegengesetzten Richtung. Der Wärmeträger kann auch parallel durch die Gefäße geleitet werden.

[0022] In einer vorteilhaften Ausgestaltung dient ein Wärmeträger zur Zuführung der Wärmeenergie für den Grundstoff. Unter einem Wärmeträger versteht man im Allgemeinen eine Substanz, die eine hohe Temperatur aufweist, die dazu geeignet ist, Wärmeenergie einem Gefäß, insbesondere durch einen Wärmetauscher, zuzuführen.

[0023] Möglich ist auch ein anderer Durchlauf des Wärmeträgers und/oder des Grundstoffs durch die Gefäße. Beispielsweise dient der Wärmeträger mit der höchsten Temperatur zur Erwärmung des einen Gefäßes, das weder zuerst noch zuletzt von dem Grundstoff durchlaufen wird. Nach dem einen Gefäß werden die weiteren Gefäße in seriellen und/oder parallelen Durchflussrichtung mit dem Wärmeträger beaufschlagt.

[0024] Vorteilhaft durchläuft der Grundstoff zunächst ein erstes Gefäß, danach zumindest ein weiteres Gefäß bis hin zu einem letzten Gefäß. In jedem der durchlaufenen Gefäße wird der Feststoffgehalt des Grundstoffs erhöht. So wird der Feststoffgehalt von einer geringen Konzentration (etwa 10 % bis 20 %) durch die Eindampfung des überschüssigen Wassers oder einer anderen Flüssigkeit in jedem der Gefäße weiter erhöht, so dass nach Verlassen des letzten Gefäßes der Grundstoff einen Feststoffgehalt von über 70 % aufweist.

[0025] Die (zumindest eine) Wärmepumpe dient zur Erhöhung der Temperatur des Grundstoffs und/oder des Wärmeträgers zumindest in einem Gefäß, insbesondere über die Temperatur des Wärmeträgers und/oder des Grundstoffs hinaus.

[0026] Durch den Einsatz der Wärmepumpe ist es möglich, die Temperatur in einem Gefäß oder in mehreren Gefäßen soweit zu erhöhen, dass die Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs effizienter gestaltet werden kann.

[0027] Die Wärmeenergie für die weitere Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs in einem Gefäß wird dabei entweder einem anderen nachfolgenden Gefäß entnommen oder einem Reservoir, welches beispielsweise ein Reservoir von überschüssiger Wärmeenergie

aus einem weiteren Behandlungsschritt des Grundstoffs darstellt.

[0028] Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass Wärmeenergie mit Hilfe zumindest einer Wärmepumpe in zumindest ein Gefäß eingebracht wird und dass die zumindest eine Wärmepumpe die Wärmeenergie aus einem Reservoir und/oder einem der Gefäße entnimmt. Auch bei dem hier beschriebenen Verfahren dient die Einwirkung der Wärmeenergie auf den Grundstoff zur Erhöhung des Feststoffgehalts durch die Reduzierung des Anteils an Flüssigkeit bei dem Grundstoff.

[0029] Die Steuereinrichtung dient vorteilhaft zur Steuerung und/oder Regelung eines hier beschriebenen Verfahrens, wobei Sensoren zur Bestimmung von Temperaturen in den Gefäßen, der Temperatur des Wärmeträgers, einem Feststoffgehalt des Grundstoffs und/oder Druckwerten aus den einzelnen Gefäßen vorgesehen sind und wobei die Steuereinrichtung anhand von den Temperaturen, den Feststoffgehalt des Grundstoffs, der Druckwerten aus den einzelnen Gefäßen, zur Steuerung und/oder Regelung der zumindest einen Wärmepumpe vorgesehen ist.

[0030] Die Sensoren übertragen dabei die ermittelten Werte über eine technische Datenverbindung zur Steuereinrichtung. Die Steuereinrichtung regelt vorzugsweise die Zufuhr von Wärmeenergie für den Wärmeträger und/oder für den Grundstoff unter Berücksichtigung der ermittelten Werte anhand eines Algorithmus, der den Feststoffgehalt nach Durchlauf des Grundstoffs durch die Gefäße maximiert. Die Steuereinrichtung kann in die Steuerung der Anlage, insbesondere der Papierfabrik oder eines Teil derer, integriert sein.

[0031] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung ist das Reservoir die überschüssige Wärmeenergie, die bei der Herstellung oder Bearbeitung des Grundstoffs anfällt. Das Reservoir kann als Speicher für Wärmeenergie dienen.

[0032] Vorteilhaft wird durch die Erfindung sowohl Energie eingespart, als auch eine Möglichkeit zur Erhöhung des Feststoffgehalts bei der Eindampfung des Grundstoffs bereitgestellt.

[0033] Durch einen erhöhten Feststoffgehalt führt die Verbrennung der Schwarzlaugenrückstände zu weniger Schwefeldioxid in den Verbrennungsabgasen.

[0034] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung transportiert der Wärmetauscher und/oder die Wärmepumpe Wärmeenergie entgegen der Richtung des Durchlaufs des Grundstoffes durch die einzelnen Gefäße.

[0035] Die Wärmepumpe und/oder der Wärmetauscher transportieren einen Teil der Wärmeenergie beispielsweise vom letzten Gefäß in das vorletzte Gefäß. Dabei können die Wärmepumpe und/oder der Wärmetauscher einen Teil der Wärmeenergie von dem Wärmeträger und/oder einem Teil der Wärmeenergie dem Grundstoff entziehen.

[0036] Weiter kann eine Wärmepumpe und/oder eine weitere Wärmepumpe die Wärme von zumindest einem

Gefäß in zumindest ein weiteres Gefäß übertragen.

[0037] Durch diese Ausgestaltung kann die Temperatur in zumindest einem der Gefäße erhöht werden und so mit einer solchen Vorrichtung der Feststoffgehalt des Grundstoffes weiter erhöht werden.

[0038] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung sind die Gefäße zur schrittweisen Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs vorgesehen, wobei in dem ersten Gefäß die Temperatur des Grundstoffs und/oder des Wärmeträgers höher ist als die Temperatur im letzten Gefäß.

[0039] Die schrittweise Abnahme der Temperatur in den Gefäßen liegt an der Übertragung von Wärmeenergie (durch den Wärmeträger) an den Grundstoff in den Gefäßen. Bei der Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs in einem Gefäß wird dem Wärmeträger Wärmeenergie entzogen. Der Wärmeträger wird von dem ersten Gefäß in ein weiteres Gefäß überführt, wobei auch in dem weiteren Gefäß dem Wärmeträger Wärmeenergie entzogen wird und mit der entzogenen Wärmeenergie der Feststoffgehalt des Grundstoffs weiter erhöht wird.

[0040] Daher ist die Temperatur des Grundstoffs im letzten vom Grundstoff durchlaufenen Gefäß niedriger als im ersten Gefäß, in dem der Grundstoff mit dem "unverbrauchten" Wärmeträger erwärmt wird.

[0041] Es ist daher vorteilhaft, die Wärmeenergie so auf die einzelnen Gefäße zu übertragen, dass eine möglichst effiziente Erhöhung des Feststoffgehalts erfolgt.

[0042] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung ist die Wärmepumpe zum Transport von Wärmeenergie aus dem letzten Gefäß in ein weiteres Gefäß vorgesehen. Als weiteres Gefäß ist hier insbesondere das vor dem letzten Gefäß durchlaufene Gefäß vorgesehen. Durch diese Ausführungsform der Vorrichtung ist es möglich, in dem, vor dem letzten Gefäß durchlaufenen, Gefäß eine Erhöhung der Temperatur zu erreichen, indem man Wärmeenergie aus dem nachfolgenden bzw. vorfolgenden Gefäß entnimmt und an das jeweils andere Gefäß überträgt. Durch den Anstieg der Temperatur, in dem die Wärmeenergie transportiert wird, kann eine effizientere Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs erreicht werden.

[0043] Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist die Möglichkeit auch mit einer begrenzten Anzahl von Gefäßen, beispielsweise fünf, einen sehr hohen Feststoffgehalt eines Grundstoffs zu erlangen.

[0044] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung weist die Vorrichtung zumindest einen Sensor und eine Steuereinrichtung auf, wobei die Steuereinrichtung und/oder Sensoren zur Steuerung und/oder Regelung der Zuführung von Wärmeenergie in zumindest ein Gefäß vorgesehen sind.

[0045] Vorteilhaft wird mit Hilfe der Steuereinrichtung die zumindest eine Wärmepumpe gesteuert bzw. geregelt, so dass der Feststoffgehalt bei einer begrenzten Zuführung von Wärmeenergie erhöht wird. Die Sensoren dienen insbesondere zur Bestimmung des Feststoffge-

halts des Grundstoffs in dem Gefäß, zur Ermittlung der Temperatur des Grundstoffs und/oder des Wärmeträgers in einem der Gefäße, zur Ermittlung des Drucks des Grundstoffs und/oder des Wärmeträgers in dem Gefäß.

[0046] Durch die Möglichkeit der Steuerung anhand der vorstehend ausgeführten Parameter kann eine effiziente Nutzung der Wärmeenergie zur Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs eingesetzt werden. Insbesondere bei einem begrenzten Reservoir an Wärmeenergie ist eine Steuerung zu einem möglichst effizienten Einsatz der Wärmeenergie vorteilhaft.

[0047] Die Steuerung bzw. Regelung der zumindest einen Wärmepumpe mit Hilfe der Steuereinrichtung kann durch einen Vergleich der übertragenen Wärmeenergie mit einer Simulation erfolgen. Dabei wird beispielsweise das Verfahren zur Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs simuliert und die Ergebnisse der Simulation bilden die Grundlage der Steuerung bzw. der Regelung der Wärmepumpe.

[0048] Vorteilhaft kann mit dieser Ausführung eine gleichbleibend hohe Konzentration des Feststoffs gewährleistet werden.

[0049] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird die Wärmeenergie von einem letzten Gefäß in das vorletzte Gefäß übertragen. Unter dem vorletzten Gefäß wird das Gefäß verstanden, das der Grundstoff vor Eintritt in das letzte Gefäß durchläuft.

[0050] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens dienen eine Wärmepumpe und/oder ein Wärmetauscher zur Übertragung von Wärmeenergie von einem Reservoir in ein Gefäß, insbesondere das zuletzt vom Grundstoff durchlaufene Gefäß. Eine weitere Wärmepumpe kann optional Wärmeenergie von dem letzten Gefäß und/oder dem Reservoir in zumindest ein weiteres Gefäß, insbesondere das vorletzte Gefäß, übertragen. Diese vorteilhafte Ausführung ermöglicht die Temperatur in einem der Gefäße erheblich zu erhöhen und somit den Feststoffgehalt des Grundstoffs zu erhöhen.

[0051] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren beschrieben und erläutert. Die Figuren zeigen verschiedene Ausführungsformen der Erfindung. Es zeigen:

- FIG 1 ein Aufbauschema der Vorrichtung zur Erhöhung des Feststoffgehalts eines Grundstoffs,
- FIG 2 eine erste Abwandlung dieser ersten Vorrichtung,
- FIG 3 eine Darstellung der Temperaturen in den einzelnen Gefäßen gemäß dem ersten Aufbauschema,
- FIG 4 eine Darstellung der Temperaturen für eine Vorrichtung gemäß der ersten Abwandlung,
- FIG 5 eine zweite Abwandlung der Vorrichtung,
- FIG 6 eine dritte Abwandlung der Vorrichtung sowie
- FIG 7 sich ergebende Temperaturen in den einzelnen Gefäßen für die dritte Abwandlung der Vorrichtung.

[0052] Nachfolgend wird davon ausgegangen, dass der Wärmeträger D die Gefäße G1, G2, G3, G4, G5 in der gleichen Richtung wie der Grundstoff 1 durchläuft.

[0053] FIG 1 zeigt ein Aufbauschema einer Vorrichtung P zur Erhöhung des Feststoffgehalts eines Grundstoffs 1. Die hier gezeigte Vorrichtung P lehnt sich an den derzeitigen Stand der Technik an. Ein Grundstoff 1, insbesondere eine Schwarzlauge, wird in ein erstes Gefäß G1 überführt. Im ersten Gefäß G1 wird mit Hilfe eines Wärmeträgers D die Temperatur des Grundstoffs 1 erhöht. Im Gefäß G1 liegt eine Temperatur T1 vor. Durch die Erhöhung der Temperatur T1 des Grundstoffs 1 verdampft ein Teil der Flüssigkeit aus dem Grundstoff 1. Der Grundstoff 1 mit einem erhöhten Feststoffgehalt wird nachfolgend in das zweite Gefäß G2 überführt und von der verdampften Flüssigkeit getrennt. Im zweiten Gefäß G2 herrscht eine Temperatur T2. Auch im zweiten Gefäß G2 wird mit Hilfe des Wärmeträgers D die Temperatur T2 des Grundstoffs 1 erhöht. Auch im Gefäß G2 verdampft ein Teil der Flüssigkeit aus dem Grundstoff 1 und der Feststoffgehalt des Grundstoffs 1 wird weiter erhöht. Auch nachfolgende Gefäße G3, G4, G5 dienen demselben Zweck, nämlich der weiteren Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs 1. Zum effizienten Einsatz der Wärmeenergie, welche durch den Wärmeträger D in die Gefäße G1, G2, G3, G4, G5 übertragen wird, wird der Wärmeträger D z.B. in das erste Gefäß G1 eingeführt, wobei der Wärmeträger D anschließend aus dem ersten Gefäß G1 in das zweite Gefäß G2, danach in das dritte Gefäß G3, danach in das vierte Gefäß G4 usw. überführt wird. Die möglichen Durchlaufrichtungen des Wärmeträgers D durch die Gefäße G1, G2, G3, G4, G5 sind durch die unterbrochenen (Doppel-)Pfeile symbolisiert. So sind auch andere Durchlaufrichtungen des Wärmeträgers D durch die Gefäße G1, G2, G3, G4, G5 denkbar, die nicht zum Stand der Technik gehören. Die Wärmeenergie ΔQ wird beispielsweise durch einen Wärmetauscher (der in den Gefäßen angeordnet ist) vom Wärmeträger D zum Grundstoff 1 übertragen. Ein solcher Wärmetauscher zur Übertragung von Wärmeenergie ΔQ des Wärmeträgers zum Grundstoff liegt in jedem der Gefäße G1, G2, G3, G4, G5 vor, wird jedoch in dieser Figur und den nachfolgenden Figuren beim zweiten Gefäß G2 symbolisch gezeigt.

[0054] Eine Übertragung der Wärmeenergie ΔQ kann auch durch einen direkten Kontakt des Wärmeträgers D mit dem Grundstoff 1 erfolgen. Der Wärmetauscher ist symbolisch lediglich im zweiten Gefäß G2 gezeigt.

[0055] Beim Verdampfen der Flüssigkeit aus dem Grundstoff 1 wird ein Teil der Wärmeenergie ΔQ , die durch den Wärmeträger D in die Gefäße G1, G2, G3, G4, G5 gebracht wird, "verbraucht". Daher sinkt die Temperatur T1 des Wärmeträgers vom ersten Gefäß G1 über das zweite Gefäß G2 bis hin zum letzten Gefäß G5 sukzessive ab. Durch dieses Absinken der Temperatur von T1 über T2, T3, T4 bis zur Temperatur T5 im fünften Gefäß G5 erhöht sich zwar der Feststoffgehalt des Grundstoffs 1 nicht auf den optimalen Wert, jedoch wird

die Wärmeenergie des Wärmeträgers D effizient genutzt.

[0056] Je nach Durchlaufrichtung des Wärmeträgers D und/oder des Grundstoffs 1 kann der Wärmeträger D zuerst in das fünfte Gefäß G5, danach in das vierte Gefäß G4 usw. bis hin zum ersten Gefäß G1 überführt werden. In einem solchen Fall steigt die Temperatur vom ersten Gefäß G1 bis zum fünften Gefäß G5 an und somit auch die schrittweise Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs 1.

[0057] FIG 2 zeigt eine erste Abwandlung der Vorrichtung P, die in FIG 1 gezeigt wird. Auch in der Vorrichtung P der FIG 2 durchläuft der Grundstoff 1 nachfolgend ein erstes Gefäß G1, ein zweites Gefäß G2 bis hin zu einem fünften Gefäß G5 und in den einzelnen Gefäßen G1, G2, G3, G4, G5 liegt eine (dem jeweiligen Gefäß zugeordnete) Temperatur T1, T2, T3, T4, T5 vor, d.h. im ersten Gefäß G1 eine erste Temperatur T1, im zweiten Gefäß G2 eine zweite Temperatur T2 usw.. Je nach Durchlaufrichtung des Wärmeträgers D steigt die Temperatur des Grundstoffs 1 und/oder des Wärmeträgers D vom ersten Gefäß G1 bis zum letzten Gefäß G5 an oder sie nimmt vom ersten Gefäß G1 bis hin zum fünften Gefäß G5 ab.

[0058] Für einen effizienteren Einsatz des Wärmeträgers zur Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs 1 dient hier eine Wärmepumpe WP, welche Wärmeenergie ΔQ vom vierten Gefäß G4 in das fünfte Gefäß G5 oder vom fünften Gefäß G5 in das vierte Gefäß G4 überführt, je nach Durchlauf des Wärmeträgers D. Durch die Übertragung von Wärmeenergie ΔQ sinkt die Temperatur T4 im vierten Gefäß ab und die Temperatur T5 im fünften Gefäß G5 wird erhöht bzw. umgekehrt entsprechend der Richtung des Transports der Wärmeenergie ΔQ . Durch den Transport von Wärmeenergie ΔQ wird der Gehalt des Feststoffs im Grundstoff 1 erhöht, wobei in einem der Gefäße G4, G5 mehr Flüssigkeit aus dem Grundstoff 1 verdampft und somit der Feststoffgehalt des Grundstoffs 1 im Vergleich zum derzeitigen Stand der Technik mit der erweiterten Anlage deutlich erhöht werden kann.

[0059] Zur Steuerung der Wärmepumpe WP dient eine Steuereinrichtung SE, welche mit Sensoren S, insbesondere Temperatursensoren S, verbunden ist, die die Temperatur im vierten Gefäß G4 und die Temperatur T5 im fünften Gefäß G5 ermittelt.

[0060] FIG 3 zeigt den Verlauf der Temperatur des Grundstoffs 1 in den Gefäßen G1, G2, G3, G4, G5. Dabei liegt im ersten Gefäß G1 eine erste Temperatur T1 vor. Weiter liegt im zweiten Gefäß G2 eine zweite Temperatur T2 vor usw. Die FIG zeigt den Temperaturverlauf des Wärmeträgers D und/oder des Grundstoffes 1 ohne den Einsatz einer Wärmepumpe WP. Die Temperatur T1, T2, T3, T4, T5 nimmt dabei stetig von Gefäß zu Gefäß ab. Je nach Durchführung des Wärmeträgers D durch die Gefäße G1, G2, G3, G4, G5 kann sich auch ein entsprechendes anderes Muster der Temperaturen T1, T2, T3, T4, T5 ergeben.

[0061] FIG 4 zeigt eine Darstellung der Temperaturen T1, T2, T3, T4, T5 für eine Vorrichtung P gemäß der

ersten Abwandlung. Insbesondere zeigt FIG 4 den Einfluss der Wärmepumpe WP auf die Temperaturen im vierten Gefäß G4 und im fünften Gefäß G5. Die übertragene Wärmeenergie ΔQ vom fünften Gefäß G5 in das vierte Gefäß G4 bewirkt ein Absenken der Temperatur T5 im fünften Gefäß G5 bei einer gleichzeitigen Temperaturerhöhung der Temperatur T4 im vierten Gefäß G4.

[0062] Durch diesen Temperaturübertrag wird der Feststoffgehalt des Grundstoffs im Gefäß G4 erheblich erhöht, so dass auch der geringfügig kleinere Anstieg des Feststoffgehalts des Grundstoffs 1 im fünften Gefäß G5 überkompensiert wird. Der Übertrag von Wärmeenergie ΔQ wird durch den Pfeil vom letzten Balken (der die Temperatur T5 im fünften Gefäß G5 symbolisiert) zum vorletzten Balken (der die Temperatur T4 im vierten Gefäß G4 symbolisiert) dargestellt. Der Temperaturanstieg im vierten Gefäß G4 ist durch den schraffierten Bereich symbolisiert.

[0063] FIG 5 zeigt eine zweite Abwandlung der Vorrichtung P. Hierbei dient eine weitere Wärmepumpe WP' zum Übertrag von Wärmeenergie ΔQ aus dem vierten Gefäß G4 zum dritten Gefäß G3 oder umgekehrt. Analog der in FIG 2 gezeigten ersten Abwandlung ist in der zweiten Abwandlung ebenfalls eine Wärmepumpe WP zwischen dem vierten Gefäß G4 und dem fünften Gefäß G5 gezeigt. Durch die nach beiden Richtungen zeigenden Pfeile sind die beiden möglichen Übertragungsrichtungen der Wärmeenergie ΔQ angedeutet. Durch die unterschiedlichen Übertragungsrichtungen gibt es mehrere Möglichkeiten der Kombination einer Übertragung der Wärmeenergie ΔQ . Möglich ist ein Übertrag von Wärmeenergie ΔQ

- aus dem fünften Gefäß G5 und dem dritten Gefäß G3 in das vierte Gefäß G4,
- vom fünften Gefäß G5 über das vierte Gefäß G4 in das dritte Gefäß G3 oder
- vom dritten Gefäß G3 über das vierte Gefäß G4 in das fünfte Gefäß G5.

[0064] Auch hier kann eine Steuereinrichtung SE (nicht gezeigt) mit Hilfe von (Temperatur-)Sensoren S den Einsatz der Wärmepumpe WP sowie der weiteren Wärmepumpe WP' steuern bzw. regeln. Der verbesserten Übersicht halber ist hier auf die in FIG 2 gezeigte Steuereinrichtung verwiesen.

[0065] Durch die weitere Wärmepumpe kann der Feststoffgehalt des Grundstoffs 1 mit Hilfe der gezeigten Vorrichtung P noch weiter erhöht werden. Durch die Steuereinrichtung SE werden beide Wärmepumpen WP, WP' gesteuert bzw. geregelt. Auch die Richtung der Überführung der Wärmeenergie ΔQ kann durch die Steuereinrichtung SE gesteuert bzw. geregelt werden. Vorteilhaft, jedoch der Einfachheit nicht gezeigt, sind die Gefäße G1, G2, G3, G4, G5 mit Sensoren S ausgestattet oder zumindest die Gefäße G3, G4, G5, in/aus denen Wärmeenergie ΔQ übertragen wird.

[0066] FIG 6 zeigt eine dritte Abwandlung der Vorrich-

tung P. Die dritte Abwandlung der Vorrichtung P weist die Wärmepumpe WP sowie ggf. die weitere Wärmepumpe WP' auf, die zur Erhöhung der Temperatur T4, T5 im vierten Gefäß G4 und dem fünften Gefäß G5 dienen. Hierbei überträgt die Wärmepumpe WP bzw. die Wärmepumpen WP, WP' (oder auch Wärmetauscher) Wärmeenergie ΔQ aus einem Reservoir R in das jeweilige Gefäß G4, G5. Besonders vorteilhaft an dieser Ausgestaltung der Vorrichtung P ist eine einfache Steuerung der Temperaturen T4, T5 mit Hilfe der Steuereinrichtung SE, welche mit den Sensoren S zur Ermittlung der Temperatur T4, T5 verbunden ist. Als Reservoir R kann ein Dampfkessel bzw. eine Quelle von Abwärme, beispielsweise eine Papierfabrik, dienen. Sensoren S können auch in den weiteren Gefäßen zur Bestimmung der relevanten Größen (Temperatur, Druck, Feststoffgehalt, chem. Zusammensetzung) zugeordnet sein.

[0067] FIG 7 zeigt in Anlehnung an FIG 4 die Auswirkung der so eingesetzten Wärmepumpen (bzw. Wärmetauscher) WP, WP' auf den Temperaturverlauf des Grundstoffs 1 in den einzelnen Gefäßen G1 bis G5. Analog der FIG 4 sind die Temperaturen T1, T2, T3, T4, T5 in den einzelnen Gefäßen G1, G2, G3, G4, G5 in einem Schaubild gezeigt. Durch die Übertragung der Wärmeenergie ΔQ in das vierte Gefäß G4 und das fünfte Gefäß G5 wird der Anstieg der Temperatur T4, T5 in dem vorletzten Gefäß G4 und im letzten Gefäß G5 gezeigt. Der Temperaturanstieg des Wärmeträgers D und/oder des Grundstoffs 1 wird durch den jeweils schraffierten Teil symbolisiert. Symbolisch wird die, aus dem Reservoir R zugeführte, Wärmeenergie ΔQ , welche den Temperaturanstieg begründet, durch die schraffierten Pfeile symbolisiert.

[0068] Es ist für den Fachmann klar, dass die in FIG 6 gezeigte Ausführung mit der Ausführung aus FIG 2 und/oder mit der Ausführung aus FIG 5 kombiniert werden kann. Weiter kann eine Wärmepumpe/Wärmetauscher Wärmeenergie aus einem Reservoir R auch den anderen Gefäßen G1, G2, G3 zuführen. Insbesondere zum Übertrag von Wärmeenergie aus einem Reservoir R in das vorletzte Gefäß G4 oder das letzte Gefäß G5 ist ein Wärmetauscher sehr gut geeignet.

[0069] Zusammenfassend betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung P zur Erhöhung eines Feststoffgehalts bei einem Grundstoff 1, insbesondere zur Erhöhung des Feststoffgehalts einer Schwarzlauge 1 bei der Herstellung von Zellstoff für die Papierherstellung, vorzugsweise eine Eindampfvorrichtung von Schwarzlauge, aufweisend mehrere Gefäße G1, G2, G3, G4, G5 und zumindest eine Wärmepumpe WP, WP', wobei zur Erhöhung des Feststoffgehalts Wärmeenergie ΔQ zur Einwirkung auf den Grundstoff 1 vorgesehen ist. Dabei erfolgt ein Durchlauf des Grundstoffs 1 von einem ersten Gefäß G1 zu zumindest einem weiteren Gefäß G2, G3, G4 zu einem letzten Gefäß G5. Zumindest eine Wärmepumpe WP, WP' dient vorteilhaft zum Transport von Wärmeenergie ΔQ in zumindest ein Gefäß G1, G2, G3, G4, G5 und die zumindest eine Wärmepumpe WP,

WP' entnimmt die Wärmeenergie ΔQ aus einem Reservoir R und/oder aus einem der Gefäße G1, G2, G3, G4, G5. Somit kann vorteilhaft ein höherer Feststoffgehalt des Grundstoffs 1 erreicht werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (P) zur Erhöhung eines Feststoffgehalts bei einem Grundstoff (1), insbesondere zur Erhöhung des Feststoffgehalts einer Schwarzlauge bei der Herstellung von Zellstoff für die Papierherstellung, vorzugsweise eine Eindampfvorrichtung von Schwarzlauge, aufweisend mehrere Gefäße (G1, G2, G3, G4, G5), wobei zur Erhöhung des Feststoffgehalts Wärmeenergie (ΔQ) zur Einwirkung auf den Grundstoff (1) vorgesehen ist, wobei ein Durchlauf des Grundstoffs (1) von einem ersten Gefäß (G1) über wenigstens ein weiteres Gefäß (G2, G3, G4) zu einem letzten Gefäß (G5) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Wärmepumpe (WP, WP') oder ein Wärmetauscher zum Transport von Wärmeenergie (ΔQ) in zumindest ein Gefäß (G1, G2, G3, G4, G5) vorgesehen ist und dass die zumindest eine Wärmepumpe (WP, WP') die Wärmeenergie (ΔQ) aus einem Reservoir (R) und/oder aus einem der Gefäße (G1, G2, G3, G4, G5) entnimmt.
2. Vorrichtung (P) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reservoir (R) überschüssige Wärmeenergie (ΔQ) einer benachbarten Anlage ist.
3. Vorrichtung (P) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher oder die Wärmepumpe (WP, WP') Wärmeenergie (ΔQ) entgegen einer Richtung des Durchlaufs des Grundstoffes (1) transportiert.
4. Vorrichtung (P) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Gefäßen (G1, G2, G3, G4, G5) eine schrittweise Erhöhung des Feststoffgehalts des Grundstoffs (1) mit Hilfe von Wärmeenergie vorgesehen ist, und dass die Temperatur (T1) des Grundstoffs (1) in dem ersten Gefäß (G1) höher ist als in dem letzten Gefäß (G5).
5. Vorrichtung (P) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmepumpe (WP) zum Transport von Wärmeenergie (ΔQ) aus dem letzten Gefäß (G5) in zumindest ein weiteres Gefäß (G1, G2, G3, G4) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung (P) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Zuführung von Wärmeenergie (ΔQ) für den Grundstoff ein Wärmeträger (D) vorgesehen ist.
7. Vorrichtung (P) nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiter aufweisend zumindest einen Sensor (S) und eine Steuereinrichtung (SE), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (SE) und/oder die Sensoren (S) zur Steuerung und/oder Regelung der Zuführung von Wärmeenergie (ΔQ) in zumindest eines der Gefäße (G1, G2, G3, G4, G5) vorgesehen sind.
8. Verfahren zur Erhöhung eines Feststoffgehalts bei einem Grundstoff (1), insbesondere zur Erhöhung des Feststoffgehalts einer Schwarzlauge bei der Herstellung von Zellstoff für die Papierherstellung, vorzugsweise ein Verfahren zur Eindampfung von Schwarzlauge, wobei der Grundstoff (1) zuerst ein erstes Gefäß (G1) dann über wenigstens ein weiteres Gefäß (G2, G3, G4) schließlich ein letztes Gefäß (G5) durchläuft, wobei zur Erhöhung des Feststoffgehalts Wärmeenergie (ΔQ) auf den Grundstoff (1) einwirkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** Wärmeenergie (ΔQ) mit Hilfe zumindest einer Wärmepumpe (WP, WP') in zumindest ein Gefäß (G1, G2, G3, G4, G5) eingebracht wird und dass die zumindest eine Wärmepumpe (WP, WP') die Wärmeenergie (ΔQ) aus einem Reservoir (R) und/oder aus einem der anderen Gefäße (G1, G2, G3, G4, G5) entnimmt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Wärmeenergie (ΔQ) aus dem letzten Gefäß (G5) in eines der weiteren Gefäße (G1, G2, G3, G4) transportiert wird.
10. Steuereinrichtung (SE) zur Steuerung und/oder Regelung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sensoren (S) zur Bestimmung von Temperaturen (T1, T2, T3, T4, T5) in den Gefäßen (G1, G2, G3, G4, G5), der Temperatur des Wärmeträgers (D), eines Feststoffgehalts des Grundstoffs (1), und/oder Druckwerten aus den einzelnen Gefäßen (G1, G2, G3, G4, G5) vorgesehen sind und dass die Steuereinrichtung (SE) zur Steuerung und/oder Regelung der zumindest einen Wärmepumpe (WP, WP') in Abhängigkeit von den Temperaturen (T1, T2, T3, T4, T5), dem Feststoffgehalt des Grundstoffes (1) und der Druckwerte aus den einzelnen Gefäßen (G1, G2, G3, G4, G5) vorgesehen ist.
11. Anlage zur Bearbeitung eines Grundstoffs, insbesondere eine Anlage zur Eindampfung von Schwarzlauge, aufweisend eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder eine Steuereinrichtung gemäß Anspruch 10.
12. Papierfabrik, insbesondere eine integrierte Zellstoff- und Papierfabrik, aufweisend eine Anlage gemäß Anspruch 11.

FIG 1

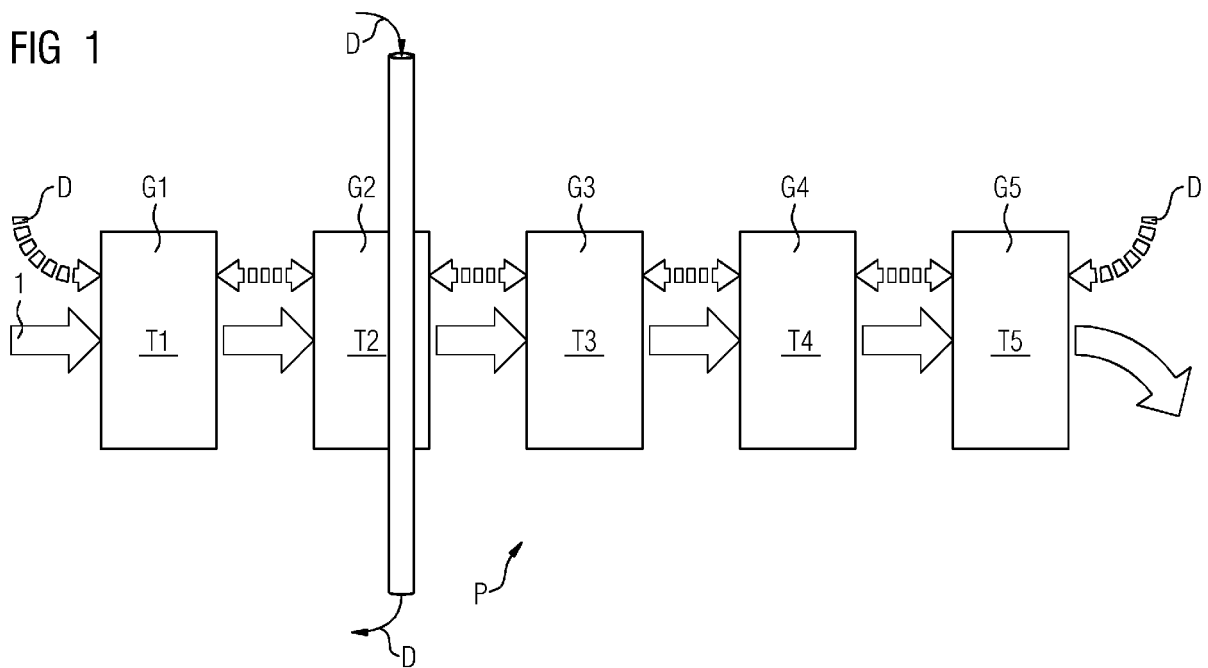


FIG 2

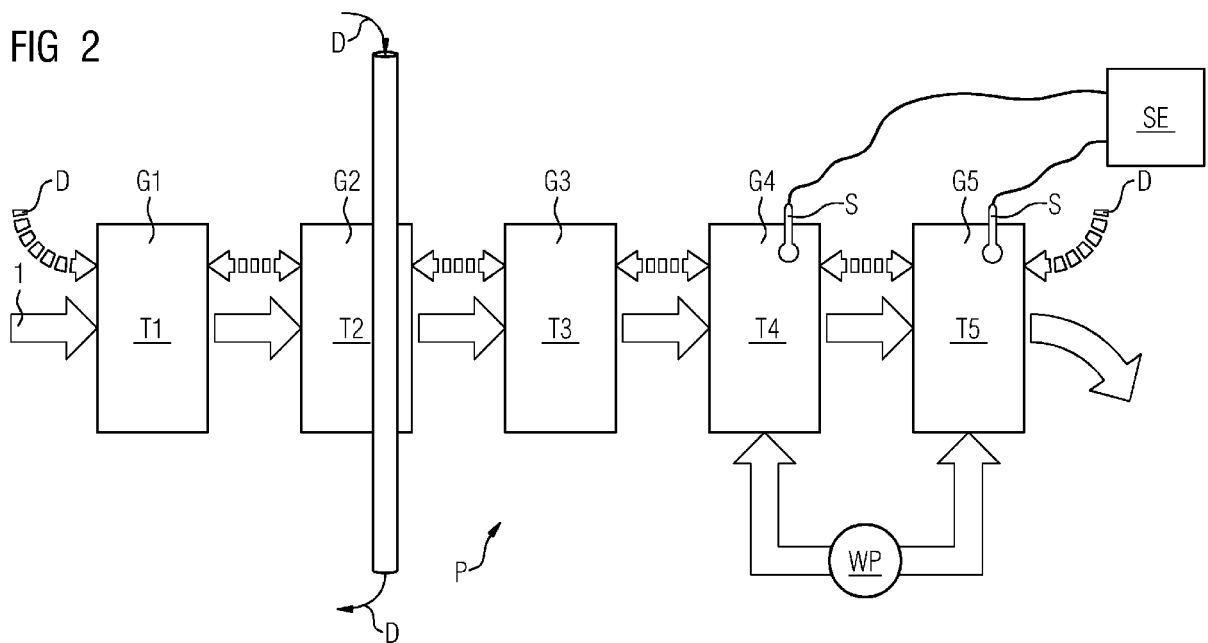


FIG 3

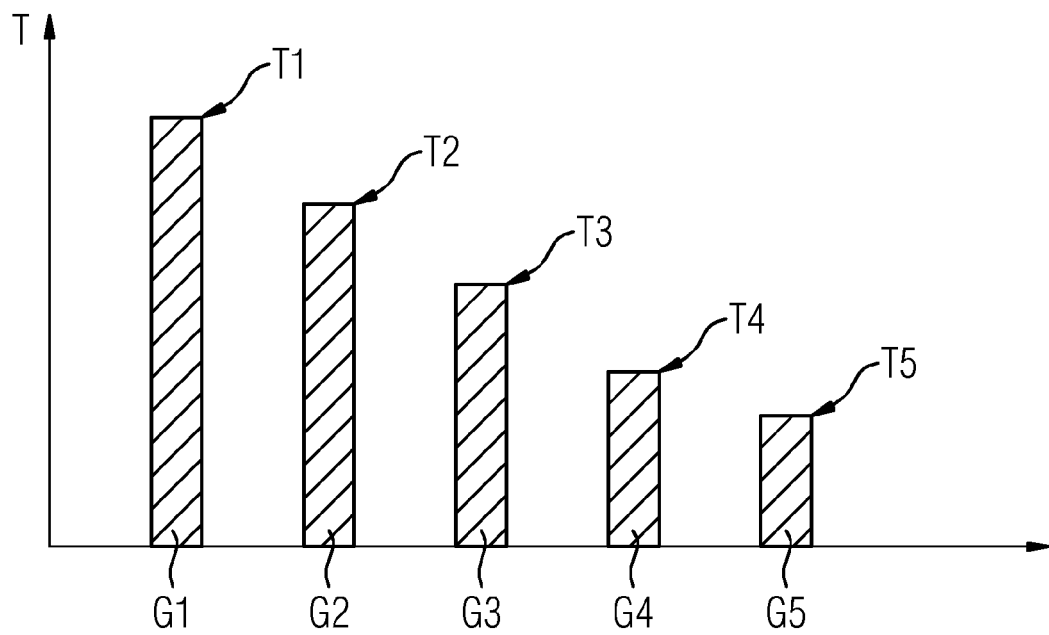


FIG 4

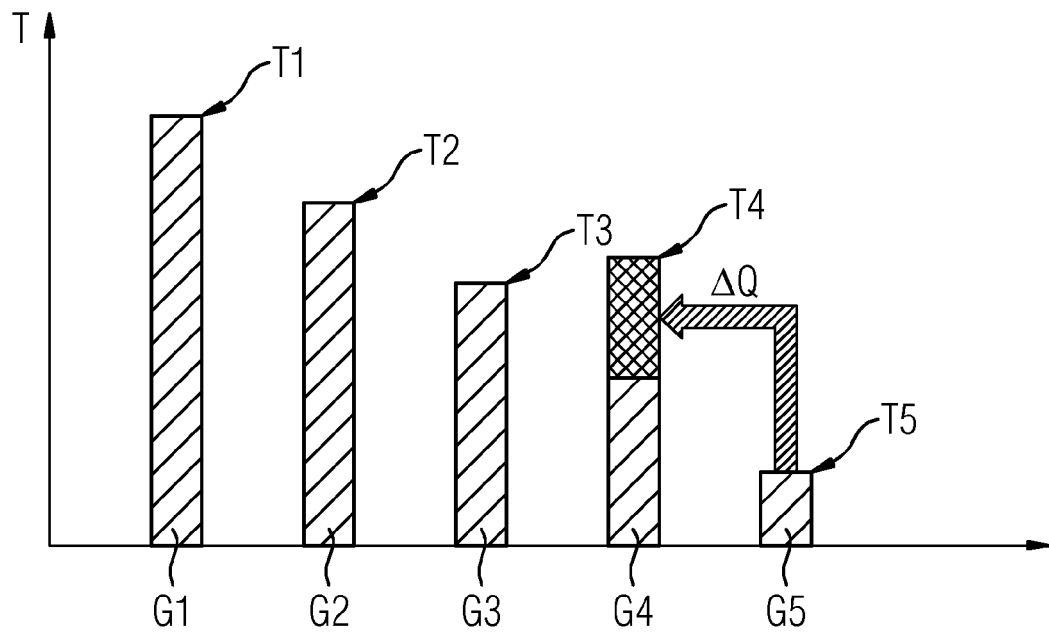


FIG 5

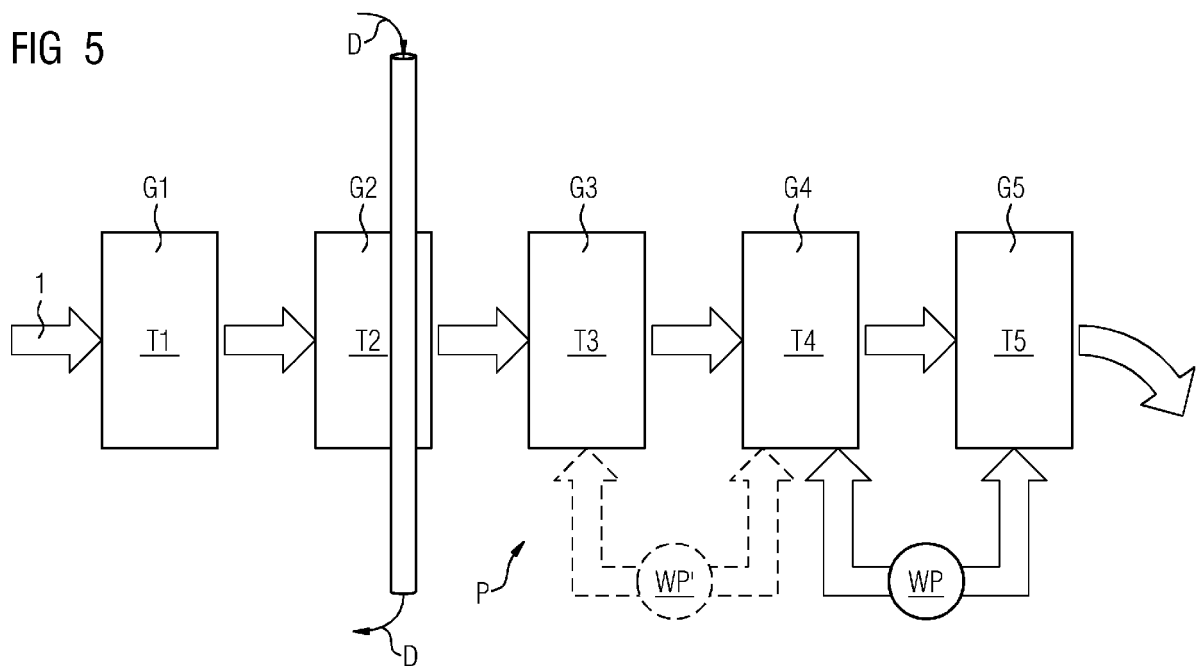


FIG 6

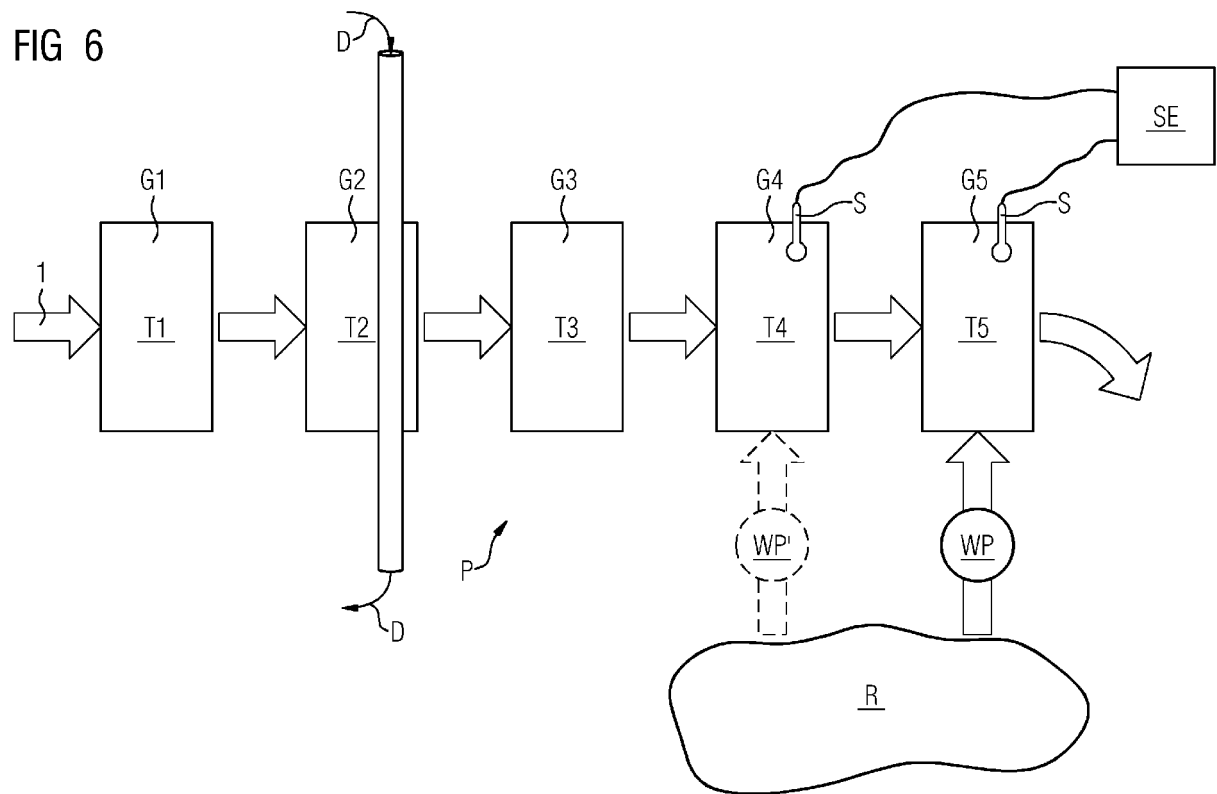
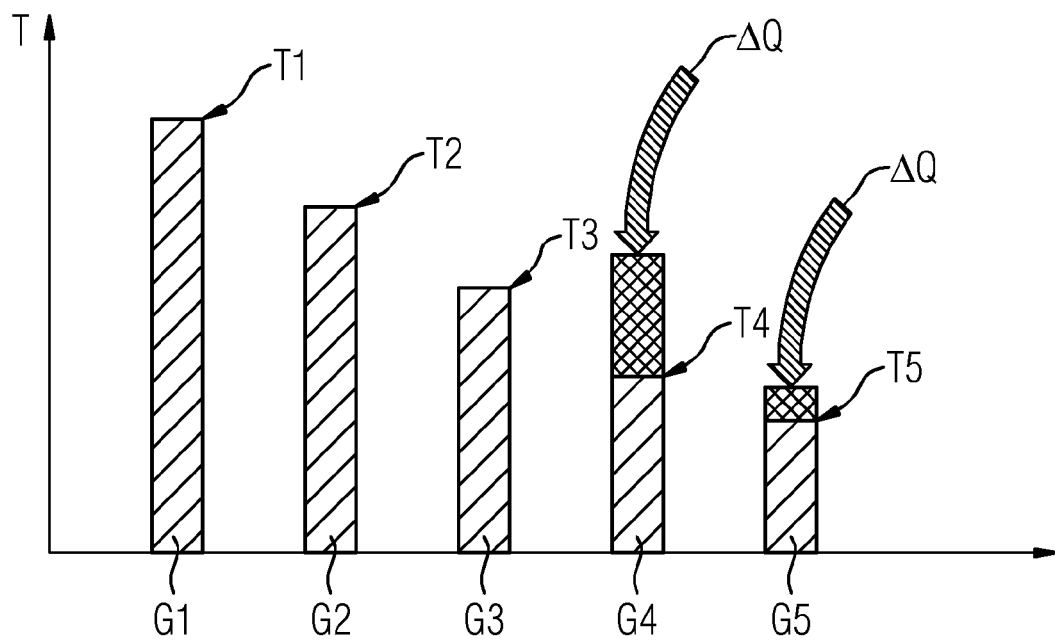


FIG 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 16 6997

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 277 759 A (SANNHOLM KRISTER [FI]) 11. Januar 1994 (1994-01-11)	1,8,11,12	INV. D21C11/10
Y	* Spalte 3, Zeile 6 - Zeile 65 * * Abbildung 1 *	1-9,11,12	

X	US 3 176 756 A (DUKELOW SAMUEL G) 6. April 1965 (1965-04-06)	1,8,10-12	
Y	* Abbildung 1 * * Ansprüche 1-9 * * Spalte 5, Zeile 43 - Spalte 6, Zeile 4 *	1-9,11,12	

X	US 4 619 732 A (CLAY DAVID T [US] ET AL) 28. Oktober 1986 (1986-10-28)	1,8,11,12	
Y	* Abbildung 1 * * Spalte 9, Zeile 61 - Spalte 10, Zeile 29 *	1-9,11,12	

X	US 2 800 955 A (PIETER HONIG ET AL) 30. Juli 1957 (1957-07-30)	1,8	
Y	* Abbildung 1 * * Spalte 3, Zeile 38 - Zeile 66 *	1-9,11,12	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			D21C
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		11. September 2015	Ponsaud, Philippe
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 15 16 6997

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

11-09-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5277759 A	11-01-1994	CA 2046545 A1	10-01-1992
		FI 903454 A	10-01-1992
		JP H0663191 B2	17-08-1994
		JP H04241185 A	28-08-1992
		US 5277759 A	11-01-1994

US 3176756 A	06-04-1965	KEINE	

US 4619732 A	28-10-1986	KEINE	

US 2800955 A	30-07-1957	NL 72241 C	11-09-2015
		US 2800955 A	30-07-1957

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

- DE 69520366 T2 [0006]
- US 5509977 A [0007]
- EP 0334398 A2 [0008]