



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 000 227 A1** 2009.08.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 000 227.5**

(22) Anmeldetag: **04.02.2008**

(43) Offenlegungstag: **06.08.2009**

(51) Int Cl.⁸: **D21F 5/20** (2006.01)

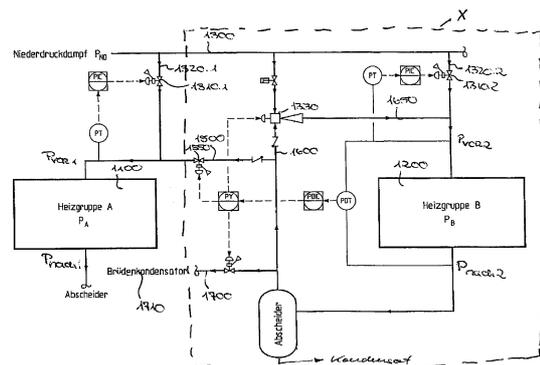
(71) Anmelder:
Voith Patent GmbH, 89522 Heidenheim, DE

(72) Erfinder:
Dauner, Martin, 89542 Herbrechtingen, DE; Funk, Holger, 89077 Ulm, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Versorgung von mindestens einer Heizgruppe einer Einrichtung zur Herstellung von Faserstoffbahnen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Versorgung von mindestens einer Heizgruppe, die mindestens einen Druckraum aufweist mit Niederdruckdampf eines Druckes, wobei die Vorrichtung einen Thermokompressor aufweist, der als Treibmedium Niederdruckdampf mit einem Druck verwendet, wobei der Thermokompressor den Druck eines im Druckraum entspannten Dampfes mit einem Druck auf den Druck erhöht, derart, dass dieser Dampf dem Druckraum erneut zugeführt werden kann.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Versorgung von mindestens einer Heizgruppe, bevorzugt für eine Vorrichtung zur Herstellung einer endlosen Faserstoffbahn.

Stand der Technik

[0002] In einer Papiermaschine wird die Papierbahn aus einer sehr nassen Faserstoffsuspension gebildet, die zunächst über einen Stoffauflauf in eine Siebpartie gelangt, in der ein Teil des Wassers entfernt wird. Danach wird sie in einer Pressenpartie weiter entwässert, bevor sie einer Trockenpartie zugeführt wird. Eine solche Trockenpartie einer Papiermaschine umfasst typischerweise eine Anzahl von hohlen metallenen Trockenzylindern denen unter Druck stehender Dampf zugeführt wird, um die Umfangsflächen der Zylinder zu erhitzen. In dieser Anmeldung werden derartige Trockenzylinder zu Heizgruppen zusammengefasst, die einen Trockenzylinder oder mehrere Trockenzylinder umfassen können. Das zu trocknende Papier wird auf einen Weg geführt, der es mit der Umfangsfläche jedes Trockenzylinders der Reihe nach in Kontakt bringt. Die der Papierbahn mittels der Trockenzylinder zugeführte Wärme in Form von Dampf erhitzt die Papierbahn und fördert auf diese Weise die Verdunstung des Wassers aus der Papierbahn. Letztendlich soll ein sehr hoher Trockengehalt der Papierbahn erreicht werden. So besitzt die Papierbahn beispielsweise beim Eintritt in die Trockenpartie einen Trockengehalt von 45 Prozent und verlässt die Trockenpartie mit einem Trockengehalt von etwa 92 Prozent bis 98 Prozent. Die der Papierbahn zugeführte Wärmemenge beim Passieren jedes Trockenzylinders ist eine Funktion der Temperatur der Umfangsfläche des entsprechenden Trockenzylinders. Die Temperatur wiederum ist eine Funktion des Dampfdruckes im Trockenzylinder. So ist beispielsweise ein Trockenzylinder mit höherem Dampfdruck heißer als ein Trockenzylinder mit geringerem Dampfdruck.

[0003] Sämtliche Trockenzylinder in einer Trockenpartie werden mit Dampf beschickt, der beispielsweise aus einer gemeinsamen Dampfquelle, einer sogenannten Dampfbereitstellungseinrichtung, stammt. Der in den verschiedenen Trockenzylindern herrschende Druck wird auf unterschiedliche Werte eingestellt, so dass unterschiedliche Trockenzylinder-Temperaturen vorhanden sind. Beispielsweise kann der Dampfdruck dadurch gesteuert werden, dass die Dampfzuführungsmenge zu den Trockenzylindern mittels Ventilen als Drosseln einstellbar ist. Wenn die Papierbahn in fortschreitendem Maß trockener wird, führen unterschiedliche Zylindertemperaturen zu einer optimal getrockneten Papierbahn.

[0004] Um den Dampf der Dampfquelle innerhalb einer Papiermaschine möglichst effizient nutzen zu können, sind verschiedene Lösungen zur Kopplung von Heizgruppen, die aus einem oder mehreren Trockenzylindern bestehen können, im Stand der Technik vorgeschlagen worden.

[0005] So beschreibt die AT 384254 beispielsweise ein Heizsystem einer Papiermaschine, das als Kaskadensystem betrieben wird, das heißt, dass eine Heizgruppe Niederdruckdampf mit einem Druck $P_{A\text{vor}}$ zugeführt wird. Wenn der zugeführte Niederdruckdampf mit dem Druck $P_{A\text{vor}}$ durch den Trockenzylinder hindurchströmt, nimmt der Druck des Dampfes ab, um das Kondensat aus dem Trockenzylinder abzuführen. Am Ausgang der Heizgruppe beziehungsweise des Trockenzylinders liegt somit entspannender Dampf eines niedrigeren Druckniveaus $P_{A\text{nach}}$ vor. Der Dampf dieses niedrigeren Druckniveaus kann nunmehr dazu benutzt werden, einer zweiten Heizgruppe, die mit einem niedrigeren Druckniveau am Eingang der Heizgruppe arbeitet, zur Verfügung gestellt zu werden. Auf diese Art und Weise wird der Dampf in mehreren Heizgruppen mehrfach genutzt. Nachteil einer derartigen Einrichtung ist jedoch, dass bei Unterschreitung einer Mindestdruckdifferenz zwischen unterschiedlichen Heizgruppen eine Rückführung des entspannten Dampfes von einer zur anderen Heizgruppe nicht mehr möglich ist und der entspannende Dampf dann über einen Kondensator abgeblasen werden muss, womit die im entspannten Dampf nach der ersten Gruppe erhaltene Energie verloren geht.

[0006] In einer alternativen Ausgestaltung schlägt die US 5,200,958 vor, dass der entspannende Dampf, der auch als Brühdampf bezeichnet wird, nicht an eine andere Heizgruppe übermittelt wird, sondern auf das Eingangsdruckniveau $P_{A\text{vor}}$ derselben Heizgruppe komprimiert wird. Dies geschieht gemäß der US 5,210,958 mit Hilfe eines Thermokompressors, wobei der Dampf, den der Thermokompressor nutzt, Hochdruckdampf ist, der über eine separate Leitung zur Verfügung gestellt wird. Der entscheidende Nachteil des Einsatzes von Hochdruckdampf ist darin zu sehen, dass der zur Dampfverdichtung notwendige Hochdruckdampf nicht zur Stromerzeugung an einer Turbine verwendet werden kann.

Beschreibung der Erfindung

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es somit, ein System zur Verfügung zu stellen, dass die Nachteile des Standes der Technik vermeidet und insbesondere mit einem geringen Energieverbrauch auskommt und zudem es ermöglicht, den Betriebsbereich der Trockenpartie zu erweitern.

[0008] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass bei einer Vorrichtung zur Versorgung von min-

destens einer Heizgruppe die mindestens einen Druckraum aufweist mit Niederdruckdampf eines Druckes P_{Avor} , diese Vorrichtung einen Thermokompressor aufweist, wobei als Treibmedium des Thermokompressors Niederdruckdampf mit einem Druck P_{ND} verwendet wird und der Thermokompressor den Druck eines im Druckraum entspannten Dampfes mit einem Druck P_{Anach} auf dem Druck P_{Avor} erhöht, derart, dass dieser Dampf dem Druckraum erneut zugeführt werden kann. Durch die Verwendung von Niederdruckdampf ist es möglich, den Thermokompressor sehr energieeffizient über die Niederdruckleitung versorgen zu können. Eine separate Dampfleitung wie im Fall der US 5,210,958 ist nicht erforderlich.

[0009] Der weitere Vorteil besteht darin, dass der entspannte Dampf, der den Druckraum verlässt, nicht in die Umwelt entweicht, sondern erneut genutzt werden kann, indem er der Heizgruppe wieder zugeführt wird.

[0010] In einer weitergebildeten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Drosselvorrichtung in einer Verbindungsleitung von einer Niederdruckdampfleitung zum Druckraum angeordnet ist, um den Druck von P_{ND} in der Niederdruckdampfleitung auf einen Druck P_{Avor} am Eingang der Heizgruppe abzusenken. Durch eine derartige Drossel ist es möglich, den Dampfdruck vor dem Einbringen in die Heizgruppe immer entsprechend zu regeln beziehungsweise die Trocknungsleistung, die in dieser Heizgruppe zur Verfügung gestellt werden soll, anzupassen.

[0011] Bevorzugt ist es, dass die Rückführleitung des mit dem des Thermokompressor auf den Druck P_{Avor} erhöhten Niederdruckdampfes zum Druckraum nach der Drosselvorrichtung zur Verbindungsleitung geführt wird, das heißt, nachdem der Druck durch die Drosselvorrichtung von dem in der Niederdruckbereitstellungseinrichtung herrschenden Druck P_{ND} auf den in der Heizgruppe verwendeten Druck P_{Avor} abgesenkt wurde. Dies hat zur Folge, dass mittels des Thermokompressors das Druckniveau lediglich auf einen niedrigeren Wert als P_{Avor} erhöht werden muss. Um den Betriebsbereich noch weiter ausdehnen zu können bis auf Maximalproduktion kann auch vorgesehen sein, den Thermokompressor schaltbar auszugestalten und zwar derart, dass dieser für einen derartigen Betriebsbereich mit Hochdruckdampf über die Hochdruckdampfvorrichtung versorgt wird.

[0012] Bevorzugt wird das System gemäß der Erfindung in einem Kaskadensystem mit mindestens zwei Heizgruppen, nämlich einer ersten und einer zweiten Heizgruppe, eingesetzt. Hierbei werden die erste und die zweite Heizgruppe mit Niederdruckdampf versorgt und der Druck in der ersten Heizgruppe beträgt P_{Avor1} und der Druck an der zweiten Heizgruppe P_{Avor2} . Da ein Druckgefälle zwischen ersten und zweiter

Heizgruppe besteht, wobei die erste Heizgruppe bevorzugt der zweiten Heizgruppe in einem Produktionsverfahren für eine Faserstoffbahn in einer Papiermaschine vorgeschaltet ist, gilt allgemein, dass der Druck in der ersten Heizgruppe P_{Avor1} geringer ist als der Druck in der zweiten Heizgruppe P_{Avor2} . Gleichbedeutend damit, dass der Dampfdruck der ersten Heizgruppe geringer ist als jener in der zweiten Heizgruppe ist, dass die Trocknungstemperatur in der ersten Heizgruppe geringer ist als an der zweiten Heizgruppe. Nun ist es im Normalbetrieb der Papiermaschine so, dass der Druck des entspannten Dampfes an der zweiten Heizgruppe P_{nach2} stets größer ist, als der Druck des zugeführten Dampfes an der ersten Heizgruppe P_{Avor1} . In einem derartigen Fall kann der Entspannungsdampf der zweiten Heizgruppe der ersten Heizgruppe zugeführt werden wie in einem Kaskadensystem und die Energie des entspannten Dampfes der zweiten Heizgruppe zum Heizen der ersten Heizgruppe verwendet werden. Dies ist sehr energieeffizient. Der den Trockenzyklindern zugeführte Dampf ist erforderlich, um den Trockenzyklinder zu erwärmen. Der kondensierte Dampf gibt seine Wärme über den Druckraum an den Trockenzyklindermantel und über den Trockenzyklindermantel dann wiederum an die Papierbahn ab. Der Druckabfall im Trockenzyklinder sorgt dafür, dass das Kondensat im Trockenzyklinder zuverlässig aus dem Trockenzyklinder abgeführt wird.

[0013] In einer weitergebildeten Ausführungsform der Erfindung ist nun vorgesehen, dass eine Steuervorrichtung vorgesehen ist, mit dem der entspannte Niederdruckdampf der zweiten Heizgruppe mit einem Druck P_{Anach2} nicht nur an die erste Heizgruppe zugeführt werden kann, sondern auch nachdem der Druck auf P_{Avor2} angehoben wurde, beispielsweise mittels eines Thermokompressors, an den Eingang der zweiten Heizgruppe.

[0014] Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der Druck an der zweiten Heizgruppe, beispielsweise, weil eine andere Papiersorte hergestellt werden soll, abgesenkt werden muss, so dass auch P_{nach2} absinkt und somit die notwendige Druckdifferenz $P_{nach2} - P_{vor1}$ nicht mehr gegeben ist. In einem solchen Fall muss der entspannte Dampf aus der zweiten Heizgruppe nicht mehr an die Umwelt abgegeben werden, sondern kann, nachdem mit der Steuereinrichtung dies erkannt wurde, an die erste Heizgruppe rückgeführt werden.

[0015] Um eine sichere Wirkung des Treibstrahls des Thermokompressors sicherzustellen, ist es vorteilhaft, wenn der von der Niederdruckdampfstrahlbereitstellungseinrichtung zur Verfügung gestellte Niederdruckdampf einen Druck $P_{ND} \geq (0,5 \text{ bar} + P_{vor1})$ aufweist, insbesondere $P_{ND} \geq (1 \text{ bar} + P_{vor1})$.

[0016] Der Niederdruck des Niederdruckdampfes P_{ND}

soll grundsätzlich kleiner dem Auslegedruck der Trockenzyylinder gegen mechanisches Versagen sein, das heißt $P_{ND} \leq P_S$, wobei P_S der Auslegedruck des Trockenzyinders ist. Der Niederdruckdampfdruck liegt bei Tissue- oder Karton- und Verpackungsmaschinen unterhalb von 15 bar. Für graphische Papiersorten kann es erforderlich sein, dass der Druck $P_{ND} \leq 10$ bar oder sogar ≤ 6 bar ist. Eine Heizgruppe kann wie oben beschrieben eine oder mehrere Trockenzyylinder einer Trockenpartie einer Papiermaschine umfassen. Ganz allgemein ist es so, dass eine Heizgruppe nicht unbedingt identisch mit einer Trockenzyylindergruppe übereinstimmen muss, sondern das Heizgruppen Trockenzyylindergruppen übergreifend sind und die Trockenzyylinder mit Niederdruckdampf versorgen. Diesbezüglich wird auch auf die EP 0657580 A1 verwiesen, deren Offenbarungsgehalt vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung mit aufgenommen wird.

[0017] Um auch ein Stillsitzen der Maschine ermöglichen zu können, ist es vorteilhaft, wenn ein Kondensator vorgesehen ist, über den entspannter Dampf aus den Heizgruppen an die Umwelt abgegeben werden kann. Da dies stets mit einem Energieverlust einhergeht, wird der Dampf nur im Falle von einer Abschaltung der Maschine über einen Kondensator an die Umwelt abgegeben.

[0018] Neben der Vorrichtung stellt die Erfindung auch ein Verfahren zur Versorgung von mindestens einer Heizgruppe zur Verfügung, bei dem ein Thermokompressor den Druck eines in einem Druckraum entspannten Dampfes mit einem Druck P_{Anach} auf einen Druck P_{Avor} erhöht und als Treibmedium Niederdruckdampf mit einem Druck P_{ND} hierfür eingesetzt wird.

[0019] Bevorzugt wird der Niederdruckdampf bei dem erfindungsgemäßen Verfahren von einer Niederdruckdampfbereitstellungseinrichtung zur Verfügung gestellt. Neben dem Treibmedium Niederdruckdampf für den Thermokompressor kann auch vorgesehen sein, dass beim Thermokompressor Hochdruckdampf eingespeist wird. Besonders bevorzugt ist es, wenn bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wenigstens zwei Heizgruppen in Kaskadenform niederdruckdampfversorgt werden und zwar derart, dass der entspannte Dampf einer zweiten Heizgruppe als Heizmedium für eine erste Heizgruppe zur Verfügung gestellt wird.

[0020] Die Erfindung soll nachfolgend ohne Beschränkung anhand der Ausführungsbeispiele beschreiben werden.

Detaillierte Beschreibung

[0021] Es zeigen:

[0022] [Fig. 1](#) den Aufbau eines Systems, umfassend zwei Heizgruppen als Thermokompressorsystems;

[0023] [Fig. 2](#) den Aufbau eines Systems, bestehend aus zwei Heizgruppen als Kaskadensystem;

[0024] [Fig. 3](#) eine erste Variante eines erfindungsgemäßen Systems;

[0025] [Fig. 4](#) eine zweite Variante eines erfindungsgemäßen Systems.

[0026] [Fig. 5](#) Symbolerklärung gemäß DIN 2481

[0027] In [Fig. 1](#) ist ein System zur Versorgung von Heizgruppen einer Papiermaschine mit dampfförmigem Medium gemäß dem Stand der Technik dargestellt, wie es beispielsweise in der US 5,210,958 dargestellt ist.

[0028] Das System gemäß [Fig. 1](#) umfasst zwei Heizgruppen, eine erste Heizgruppe **100**, die sogenannte Heizgruppe A und eine zweite Heizgruppe **200**, die sogenannte Heizgruppe B. Jede der Heizgruppen umfasst einen oder mehrere nicht dargestellte Trockenzyylinder, wobei das Innere des Trockenzyinders einen Druckraum (nicht dargestellt) umfasst.

[0029] Die erste Heizgruppe **100** und die zweite Heizgruppe **200** werden über Niederdruckdampf über eine Niederdruckdampfleitung **300** versorgt. Der Niederdruckdampf in der Niederdruckdampfleitung **300** hat einen Druck P_{ND} . Von der Niederdruckdampfleitung **300** zweigen Versorgungsleitungen **320.1**, **320.2** zur ersten Heizgruppe **100** und zur zweiten Heizgruppe **200** ab. In die Versorgungsleitungen sind ansteuerbare Drosselventile **310.1**, **310.2** eingebracht, in denen der Druck vom in der Hauptleitung anliegenden Niederdruckdampfdruck von P_{ND} auf die Drücke P_{vor1} für die erste Heizgruppe und P_{vor2} für die zweite Heizgruppe abgesenkt werden können. Der über die Versorgungsleitungen der ersten Heizgruppe zugeführte Dampf wird in den Druckräumen, das heißt im Inneren der Trockenzyylinder, der ersten Heizgruppe entspannt und verlässt diese mit einem Druck P_{nach1} . Der die erste Heizgruppe verlassende Dampf wird über einen Kondensator (nicht dargestellt) abgeschieden und nicht weiter verwandt. Bei der zweiten Heizgruppe ist eine Rückführung des die zweite Heizgruppe verlassenden Dampfes mit einem Druck P_{nach2} über eine Rückführleitung **340** und einen in die Rückführleitung eingebrachten Thermokompressor **330**, in dem der Druck vom Druck P_{nach2} auf den Druck P_{vor2} erhöht wird, zurück zur Versorgungsleitung **320.2** für die zweite Heizgruppe **200** vorgesehen. Der Thermokompressor **330** wird mit Hochdruckdampf über eine eigenständige Hochdruckdampfversorgungsleitung **350** ver-

sorgt. Der Druck am Thermokompressor wird mit einer Drossel **360** eingestellt.

[0030] Ein derartiges System ist wie die Darstellung zeigt sehr aufwendig und hat des Weiteren den Nachteil, dass die Zuführung von Hochdruckdampf alleine zum Betreiben des Thermokompressors notwendig ist.

[0031] Ein alternatives System zu dem System gemäß [Fig. 1](#) aus dem Stand der Technik zeigt [Fig. 2](#). Bei dem System gemäß [Fig. 2](#) handelt es sich um ein sogenanntes Kaskadensystem wie beispielsweise in der AT 384254 offenbart. Gleiche Bauteile wie in [Fig. 1](#) sind mit denselben Bezugsziffern belegt. Im Gegensatz zu dem System gemäß [Fig. 1](#) verwendet das System gemäß [Fig. 2](#) lediglich Niederdruckdampf zur Versorgung der beiden Heizgruppen. Wie im System gemäß [Fig. 1](#) zweigt von der Hauptleitung **300**, in dem der Niederdruckdampf mit einem Druck P_{ND} zugeführt wird, je eine Versorgungsleitung **320.1**, **320.2** zur ersten und zur zweiten Heizgruppe ab. In die Versorgungsleitung **320.1** zur ersten Heizgruppe **100** wie auch zur zweiten Heizgruppe **200** sind jeweils Drosseln **310.1**, **310.2** eingebracht, um den Druck vom Wert P_{ND} in der Niederdruckdampfleitung auf die Drücke P_{vor1} für die erste Heizgruppe und P_{vor2} für die zweite Heizgruppe abzusenken. Der entspannte Dampf aus der zweiten Heizgruppe mit einem Druck P_{nach2} wird über die Rückföhrleitung **210** der Zuföhrleitung **320.1** der ersten Heizgruppe **100** zugeführt und in diese eingespeist.

[0032] Eine Rückföhrung des in der zweiten Heizgruppe entspannten Dampfes mit dem Druck P_{nach2} als Dampf für die erste Heizgruppe ist nur möglich, wenn zwischen erster und zweiter Heizgruppe ein Druckunterschied besteht und $P_{vor1} < P_{vor21}$ ist.

[0033] Liegt eine derartige Druckdifferenz nicht vor, so muss der entspannte Dampf der Heizgruppe 2 mit einem Druck P_{nach2} über einen Kondensator **220** abgeschieden werden und geht somit dem System verloren. Die Energie des Dampfes wird somit bei einem System gemäß [Fig. 2](#) nicht optimal genutzt.

[0034] [Fig. 3](#) zeigt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems. Als Bezugsziffern werden um 1000 erhöhte Bezugsziffern für gleiche Bauteile wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) verwandt. Das System gemäß [Fig. 3](#) besteht wieder aus zwei Heizgruppen, einer ersten Heizgruppe **1100** und einer zweiten Heizgruppe **1200**.

[0035] Die Versorgung mit Niederdruckdampf eines Druckes P_{ND} übernimmt wiederum die gemeinsame Versorgungsleitung **1300**. Von der gemeinsamen Versorgungsleitung **1300** zweigen Zuföhrleitungen **1320.1**, **1320.2** zu den einzelnen Heizgruppen **1100**, **1200** ab. In den Zuföhrleitungen **1320.1**, **1320.2** zu

den einzelnen Heizgruppen sind Drosselventile **1310.1**, **1310.2** vorgesehen, um den Druck vom Druck in der gemeinsamen Zuföhrleitung P_{ND} auf den Druck P_{vor1} für die erste Heizgruppe **1100** und P_{vor2} für die zweite Heizgruppe **1200** einzustellen. Die erste Heizgruppe ist der zweiten Heizgruppe in Produktionsrichtung des Papiers gesehen vorgeschaltet. Die erste Heizgruppe besitzt einen kleineren Dampfdruck P_{Avor} als die zweite Heizgruppe, das bedeutet $P_{Avor1} < P_{Avor2}$. Dies ist gleichbedeutend, dass die Trocknungstemperatur im Bereich der Heizgruppe **1100** niedriger als im Bereich der zweiten Heizgruppe **1200** ist. Um die der Heizgruppe zugeordneten Trockenzylinder beziehungsweise den Trockenzylinder mit Wärme zu versorgen, kondensiert ein Teil des Dampfes und gibt Wärme an den Trockenzylindermantel zur Trocknung der Papierbahn ab. Der nach der Heizgruppe beziehungsweise nach dem Trockenzylinder herrschende Druck P_{nach1} beziehungsweise P_{nach2} ist jeweils kleiner als der Vordruck beziehungsweise der Druck im Trockenzylinder. Dieser Druckabfall ist notwendig, um das Kondensat zuverlässig aus dem Trockenzylinder abzuführen. Im Normalbetrieb der Papiermaschine ist der Druck $P_{nach2} > P_{nach1}$, so dass der Entspannungsdampf der zweiten Heizgruppe über die Rückföhrleitung **1500** der ersten Heizgruppe **1100** zugeführt werden kann und dessen Energie verwendet. Möchte man nun einen anderen Trocknungsgrad an der zweiten Heizgruppe **1200** einstellen, beispielsweise weil die Papiersorte auf eine Papiersorte mit leichterem Gewicht gewechselt wird, so muss in der Regel auch der Druck P_{vor2} geändert, beispielsweise mittels der Drossel **1310.2** abgesenkt werden. Wird der Druck P_{vor2} abgesenkt, so reicht die Druckdifferenz $P_{nach2} - P_{vor1}$ oft nicht mehr aus beziehungsweise ist nicht mehr gegeben. In einem solchen Fall wäre eine Rückföhrung und eine Weiterverwendung in der ersten Heizgruppe nicht mehr möglich. Bei Systemen gemäß dem Stand der Technik wird der Dampf kondensiert und über einen Kondensator an die Umwelt abgegeben. Die Energie kann dann nicht mehr genutzt werden. Im erfindungsgemäßen Fall ist aber neben der Rückföhrung des entspannten Dampfes der zweiten Heizgruppe zur ersten Heizgruppe über Rückföhrleitung **1500** vorgesehen, diesen Dampf mit Hilfe eines Thermokompressors **1330** den Druck so zu erhöhen, dass er wiederum der zweiten Heizgruppe als Dampf mit einem Druck P_{vor2} zugeführt werden kann. Hierfür ist ein Sparventil **1550** in der Rückföhrleitung **1500** vorgesehen die Leitung zur ersten Heizgruppe **1100** sperrt. Über Leitung **1600** wird der entspannte Dampf dem Thermokompressor **1330** zugeführt und nach Druckerhöhung auf P_{vor2} über Leitung **1650** der Zuföhrleitung **1320.2** für die zweite Heizgruppe **1200** zugeführt. Zwar ist auch noch eine Leitung **1700** zu einem Kondensator **1710** vorgesehen, dieser ist jedoch nur für den Notfall einzusetzen, beispielsweise bei einem Papierbahnabriss, um die Dampfzuföhr zum Trockenzylinder schnell zu unterbrechen. Selbstver-

ständig können der ersten Heizgruppe **1100** noch weitere Heizgruppen vorgeschaltet werden, was nicht dargestellt ist. Dadurch, dass die Heizleistung der zweiten Heizgruppe **1200** abgesenkt werden kann, ohne dass der entspannte Dampf nicht mehr an die erste Heizgruppe zurückgeführt werden kann und verworfen werden muss, sondern über einen Thermokompressor **1330** auf ein höheres Druckniveau gebracht werden kann, ist es möglich, wie bei einem System in [Fig. 3](#) gezeigt, die Trocknungstemperaturen in den Heizgruppen in einem sehr weiten Bereich zu variieren, ohne dass ein Energieverlust eintritt, weil der entspannte Dampf beispielsweise der zweiten Heizgruppe weitgehend immer genutzt werden kann. Das in [Fig. 3](#) gezeigte System deckt somit den gesamten Betriebsbereich einer Papiermaschine hinsichtlich erforderlicher Trocknungsleistungen ab, wobei die Energie größtmöglich ausgenutzt wird.

[0036] Um das System auch bei einer maximalen Papierproduktion betreiben zu können, ist in einer Variante der erfindungsgemäßen Lösung gemäß [Fig. 3](#), die in [Fig. 4](#) dargestellt ist, vorgesehen, neben der gemeinsamen Niederdruckdampfleitung auch eine Hochdruckdampfleitung **2000** vorzusehen, die über Drosseln bzw. Ventile **2100.1**, **2100.2** dem Thermokompressor **1330** zugeschaltet werden kann. Der Thermokompressor kann somit optional entweder mit Niederdruckdampf oder bei maximaler Papierproduktion mit Hochdruckdampf betrieben werden. Gleiche Bauteile wie in [Fig. 3](#) sind mit denselben Bezugsziffern belegt. Wie beim System in [Fig. 3](#) ist auch beim System in [Fig. 4](#) vorgesehen, den entspannten Dampf der zweiten Heizgruppe **1200** entweder der ersten Heizgruppe **1100** zuzuführen oder aber, nachdem der Druck mit Hilfe eines Thermokompressor **1330**, der bevorzugt mit Niederdruckdampf betrieben wird, angehoben wurde, der zweiten Heizgruppe **1200** erneut zuzuführen.

[0037] Mit der Vorrichtung gemäß [Fig. 4](#) kann eine Papiermaschine auch hochgefahren werden, wenn eine Papiermaschine mit Niederdruckdampf betrieben wird und ein Hochverfahren durch den Dampfdruck in der Niederdruckschiene begrenzt wird. Dies ist möglich, da der Dampfdruck in der Niederdruckschiene in der Regel niedriger ist als der maximal zulässige Betriebsdruck der Trockenzylinder. Wird eine Papiermaschine also hochgefahren und es stellt sich heraus, dass ein weiteres Hochverfahren durch den Dampfdruck in der Niederdruckschiene begrenzt wird, so kann bei einer Vorrichtung gemäß [Fig. 4](#) mittels eines mit Hochdruckdampf betriebenen Thermokompressors der Druck bis zum maximal zulässigen Betriebsüberdruck angehoben werden und somit die Papiermaschine auf die maximale Papierproduktion hochgefahren werden. Beträgt z. B. der Dampfdruck in der Niederdruckschiene 300 kPa und der maximal zulässige Betriebsüberdruck der Trockenzylinder 500 kPa, so kann der Druck in den Trockenzylindern mit-

tels einem mit Hochdruckdampf betriebenen Thermokompressors auf 500 kPa angehoben werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass entsprechende Sicherheitsvorrichtungen wie bei der Vorrichtung gemäß [Fig. 4](#) gegen eine unzulässige Drucküberschreitung installiert werden.

[0038] In [Fig. 5](#) sind Symbolerklärungen für sämtliche Zeichnungen von [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) gemäß DIN 2481-Wärmekraftanlagen angegeben.

[0039] Mit der Erfindung wird somit erstmals ein System angegeben, dass die Vorteile des Kaskadens als auch des Thermokompressorsystems miteinander kombinieren. Im Normalbetrieb wird die Heizgruppe als Kaskadensystem betrieben, was aus energetischer Sicht besonders günstig ist. Wird eine Mindestdruckdifferenz zwischen erster und zweiter Heizgruppe unterschritten, wird der Dampf nicht über einen Kondensator an die Umwelt abgegeben, sondern über eine Dampfstrahlpumpe bzw. einen Thermokompressor mittels Niederdruckdampf verdichtet und in die gleiche Heizgruppe eingespeist. Dies hat den Vorteil der Betriebsbereichserweiterung des Minimalbetriebs. Ein weiterer Vorteil ist, dass der Thermokompressor als Treibmedium Niederdruckdampf verwenden. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform besteht die Möglichkeit einer Umschaltung des Thermokompressors auf Hochdruckdampf, wodurch der Betriebsbereich bei Maximalproduktion erhöht werden kann.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- AT 384254 [0005, 0031]
- US 5200958 [0006]
- US 5210958 [0006, 0008, 0027]
- EP 0657580 A1 [0016]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- DIN 2481 [0026]
- DIN 2481 [0038]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Versorgung von mindestens einer Heizgruppe (**1100**, **1200**), die mindestens einen Druckraum aufweist mit Niederdruckdampf eines Druckes $P_{A\text{vor}1}$, wobei die Vorrichtung einen Thermokompressor (**1330**) aufweist, der als Treibmedium Niederdruckdampf mit einem Druck P_{ND} verwendet, wobei der Thermokompressor (**1330**) den Druck eines im Druckraum entspannten Dampfes mit einem Druck P_{Anach} auf den Druck $P_{A\text{vor}}$ erhöht, derart, dass dieser Dampf dem Druckraum erneut zugeführt werden kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung eine Niederdruckdampfbereitstellungseinrichtung umfasst, die Niederdruckdampf mit einem Druck P_{ND} bereitstellt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei eine Drosselvorrichtung (**1310.1**, **1310.2**) zwischen Niederdruckdampfbereitstellungseinrichtung und dem Druckraum angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei eine Rückführleitung (**1650**) für den mittels des Thermokompressors auf den Druck P_{ND} erhöhten Niederdruckdampf zum Druckraum nach der Drosselvorrichtung vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei als Treibmedium des Thermokompressors (**1330**) neben Niederdruckdampf Hochdruckdampf verwendet werden kann.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei eine Umschaltvorrichtung in der Zufuhrleitung für das Treibmedium des Thermokompressors von Niederdruckdampf auf Hochdruckdampf vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 6, wobei eine Hochdruckdampfbereitstellungsvorrichtung mit einem Druck P_{HD} vorgesehen ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei mindestens eine erste (**1100**) und eine zweite Heizgruppe (**1200**) vorgesehen ist, wobei die erste und die zweite Heizgruppe mit Niederdruckdampf versorgt werden, wobei der Druck an der ersten Heizgruppe $P_{A\text{vor}1}$, und der Druck an der zweiten Heizgruppe $P_{A\text{vor}2}$ ist und der Druck $P_{A\text{vor}1}$ kleiner $P_{A\text{vor}2}$ ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die erste Heizgruppe (**1100**) der zweiten Heizgruppe (**1200**) in einer Herstellungsvorrichtung für eine Faserstoffbahn vorgeschaltet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 9, wobei eine Verbindungsleitung (**1500**) zwischen

der ersten und der zweiten Heizgruppe vorgesehen ist und über die Verbindungsleitung (**1500**) entspannter Niederdruckdampf mit einem Druck $P_{\text{nach}2}$ der zweiten Heizgruppe (**1200**) an die erste Heizgruppe (**1100**) überführt wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, mit der der entspannte Niederdruckdampf der zweiten Heizgruppe mit einem Druck $P_{\text{nach}2}$ vollständig oder teilweise der ersten Heizgruppe zugeführt wird und/oder vollständig oder teilweise nach Anheben des Druckes mit Hilfe des Thermokompressors (**1330**) auf einen Druck $P_{\text{vor}2}$ an die zweite Heizgruppe rückgeführt wird.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei für den Druck gilt $P_{\text{ND}} \geq (0,5 \text{ bar} + P_{A\text{vor}1})$

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Druckraum ein Innenraum eines Trockenzyllinders ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei der Trockenzyllinder einen Mantel umfasst, an die Wärme des zugeführten Dampfes zur Trocknung einer Faserstoffbahn abgegeben wird.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kondensvorrichtung (**1710**) vorgesehen ist, über die entspannter Dampf aus den Heizgruppen an die Umwelt abgegeben werden kann.

16. Verfahren zur Versorgung von mindestens einer Heizgruppe, die mindestens einen Druckraum aufweist mit Niederdruckdampf eines Druckes $P_{A\text{vor}}$, wobei die Vorrichtung einen Thermokompressor aufweist, mit folgenden Schritten:
– es wird als Treibmedium des Thermokompressors Niederdruckdampf mit einem Druck P_{ND} zur Verfügung gestellt, und mit Hilfe des Thermokompressors der Druck eines im Druckraum entspannten Dampfes mit einem Druck P_{Anach} auf den Druck $P_{A\text{vor}}$ erhöht;
– der Dampf mit dem erhöhten Druck auf $P_{A\text{vor}}$ wird erneut dem Druckraum zugeführt.

17. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Niederdruckdampf mit einem Druck P_{ND} in einer Niederdruckdampfbereitstellungseinrichtung zur Verfügung gestellt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, wobei als Treibmedium des Thermokompressors neben Niederdruckdampf auch Hochdruckdampf zur Verfügung gestellt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste und eine zweite Heizgruppe vorgesehen ist und die erste

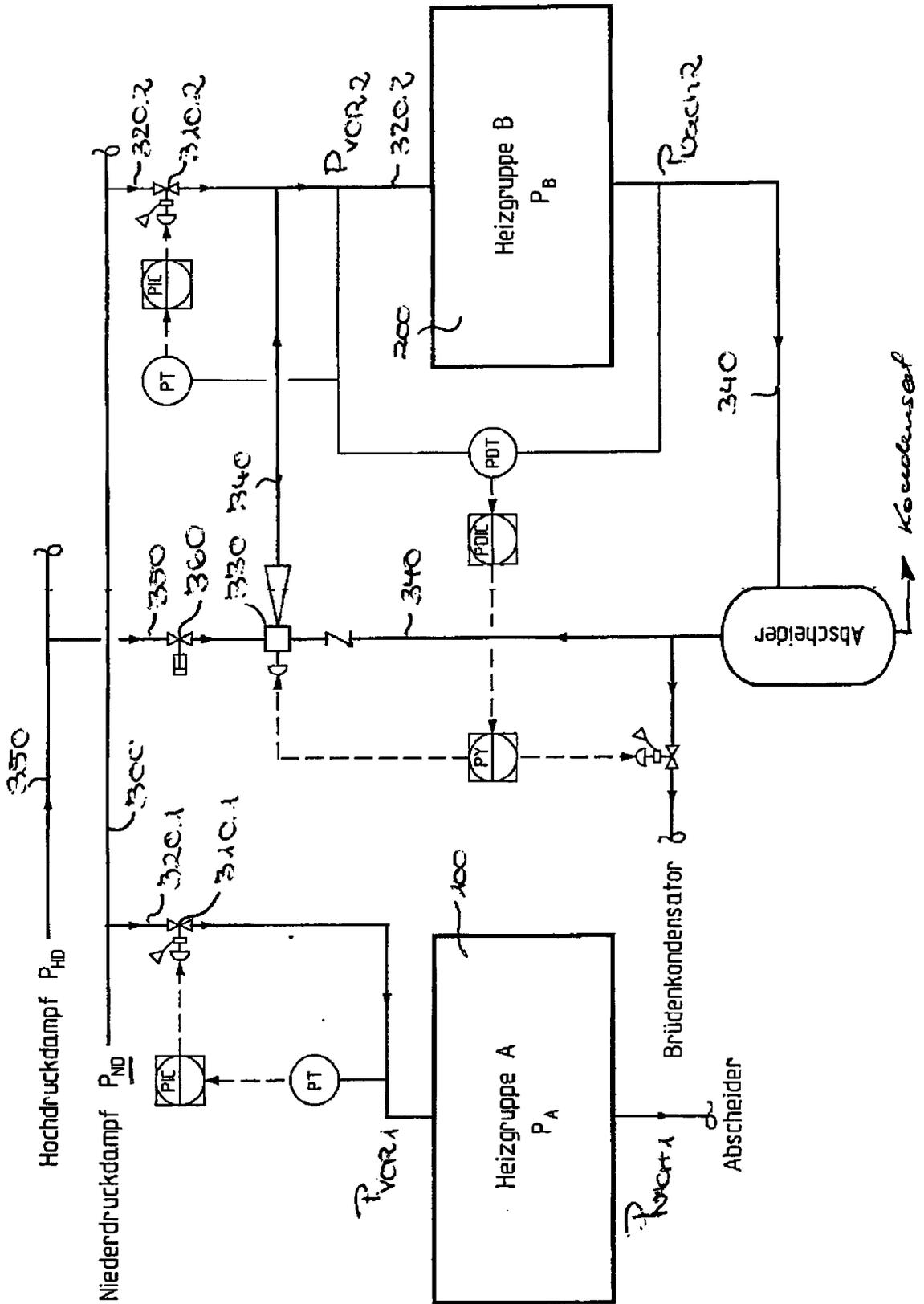
und die zweite Heizgruppe mit Niederdruckdampf versorgt werden, wobei an der ersten Heizgruppe Niederdruckdampf mit einem Druck P_{Avor1} und an der zweiten Heizgruppe Niederdruckdampf mit dem Druck P_{Avor2} zur Verfügung gestellt wird, und der Druck $P_{\text{Avor1}} < P_{\text{Avor2}}$ ist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei entspannter Niederdruckdampf mit einem Druck P_{nach2} der zweiten Heizgruppe der ersten Heizgruppe zugeführt wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Stand der Technik: Thermokompressorsystem Fig 1



Variante 1: Erweiterung des Minimalbetriebs unter Vermeidung Abblasen von Brüden
 Fig 3

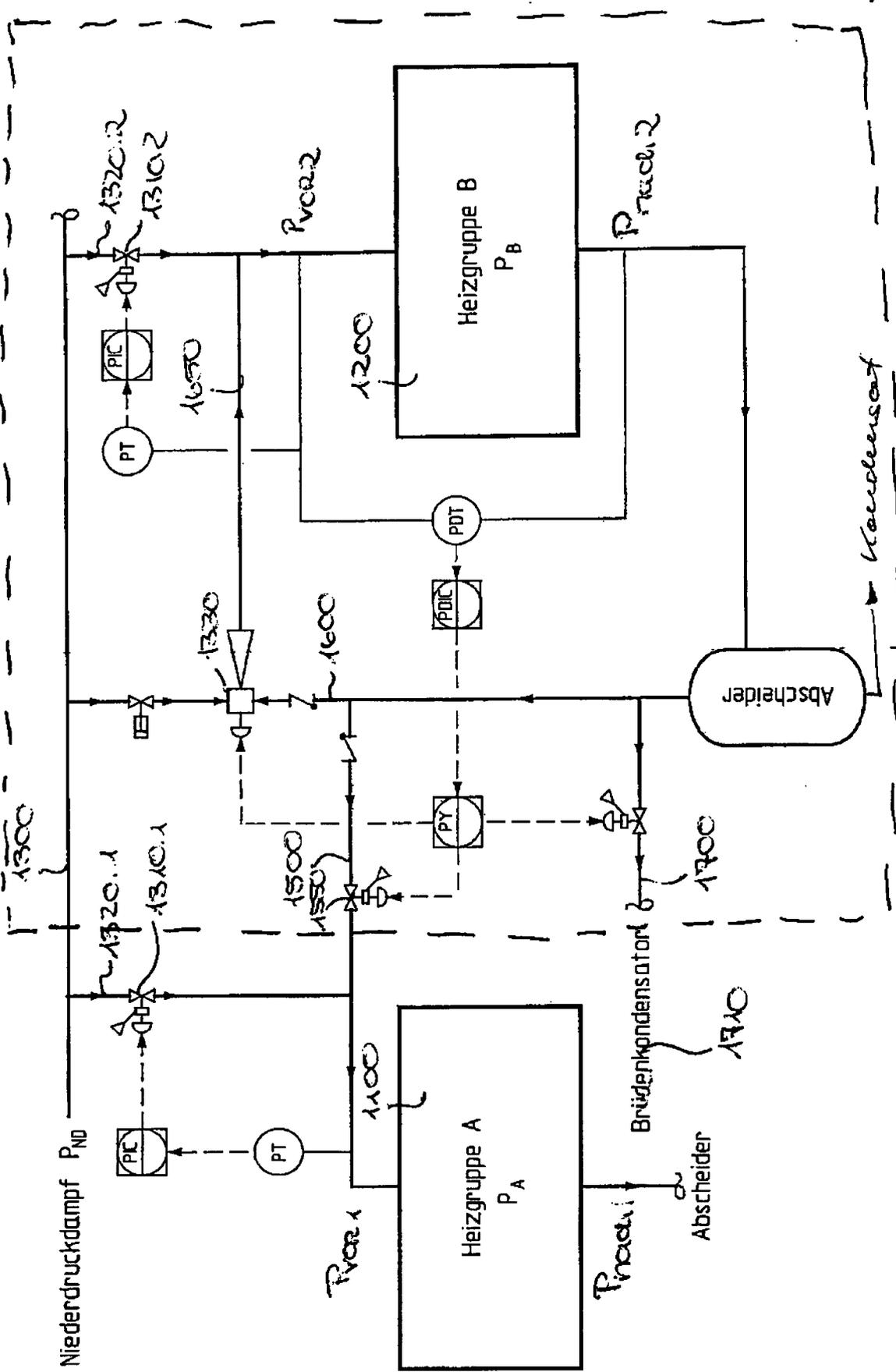


Fig 4 Variante 2: Mögliche Umschaltung zur Erweiterung Minimal- oder Maximalbetrieb

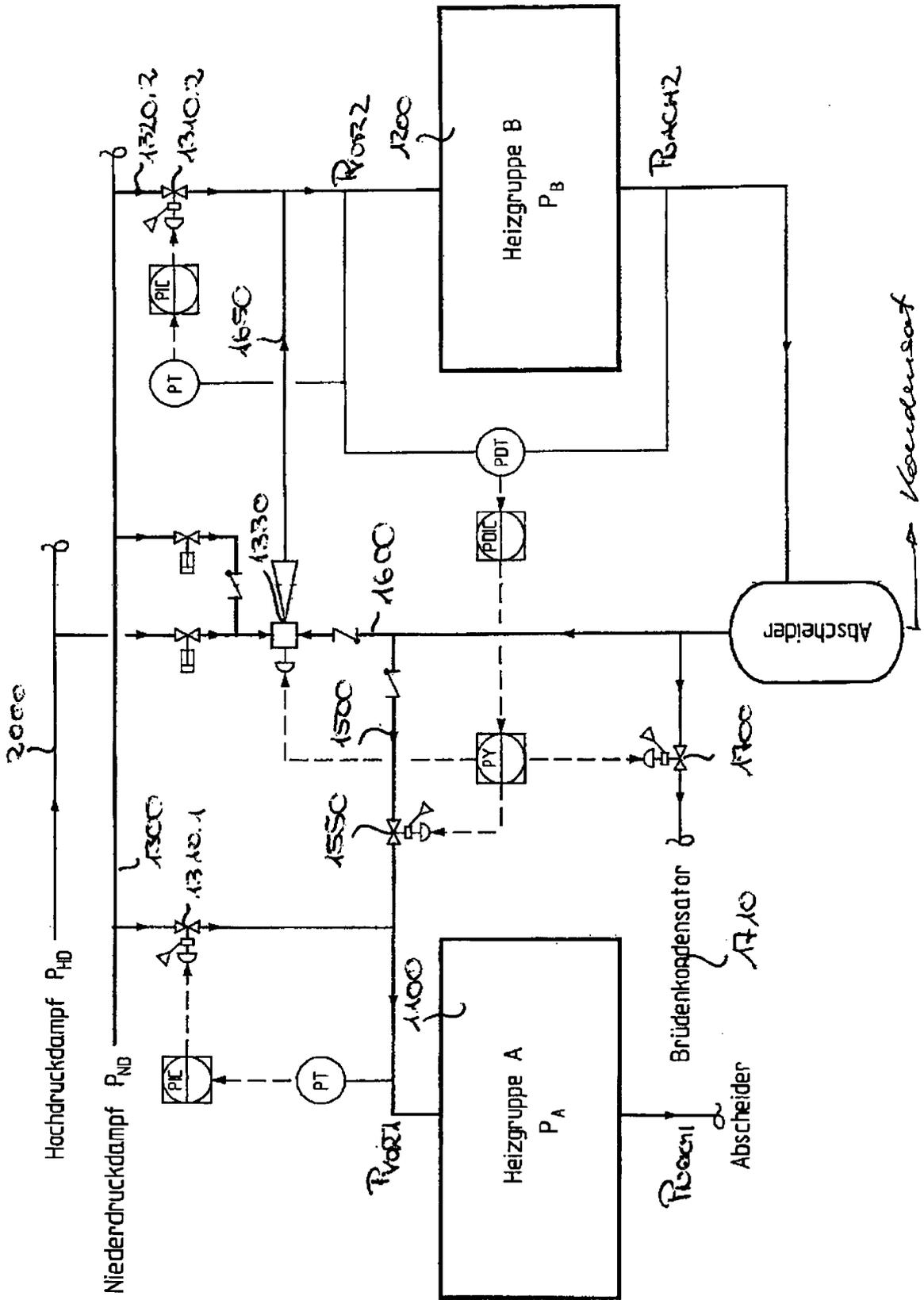


Fig. 5:
 Symbolerklärung
 Alle Symbole nach DIN 2481 - Wärmekraftanlagen

| | |
|---|--|
|  | Dampf- / Kondensatleitungen |
|  | Impuls- / Kapillarleitungen |
|  | Signalleitungen (elektrisch / Software) |
|  | Strahlpumpe (Thermokompressor) |
|  | Regelarmatur |
|  | Auf / Zu-Armatur |
|  | Rückflussverhinderer |
|  | Drucktransmitter |
|  | Differenzdrucktransmitter |
|  | Druckregler |
|  | Differenzdruckregler |
|  | Funktionsglied (Split Range, Minimalauswahl, etc.) |