

(19)



(11)

**EP 2 396 469 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.12.2012 Patentblatt 2012/50**

(51) Int Cl.:  
**D21F 5/02 (2006.01) D21F 5/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09801211.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2009/067753**

(22) Anmeldetag: **22.12.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2010/091765 (19.08.2010 Gazette 2010/33)**

**(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM TROCKNEN EINER TISSUEPAPIERBAHN MIT DAMPFRÜCKGEWINNUNG**

DEVICE AND METHOD FOR DRYING A TISSUE PAPER WEB USING STEAM RECAPTURE

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE SÉCHAGE D'UNE BANDE CONTINUE DE PAPIER TISSU PAR RÉCUPÉRATION DE VAPEUR

(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 SM TR**

- **DEXLER, Bruno**  
**68642 Bürstadt (DE)**
- **HIEKE, Jan**  
**69469 Weinheim (DE)**
- **HEINTZ, Josef**  
**67489 Kirrweiler (DE)**

(30) Priorität: **11.02.2009 DE 102009000756**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.12.2011 Patentblatt 2011/51**

(74) Vertreter: **HOFFMANN EITLE**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Arabellastrasse 4**  
**81925 München (DE)**

(73) Patentinhaber: **SCA Hygiene Products AB**  
**405 03 Göteborg (SE)**

(72) Erfinder:  
• **WIENS, Martin**  
**69115 Heidelberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 3 501 584**

**EP 2 396 469 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft die Tissuepapierherstellung und im Besonderen eine Vorrichtung zum Trocknen einer Tissuepapierbahn mit einem beheizbaren Zylinder, dem sog. Yankee- oder Krepp-Zylinder, welchem zu dessen Beheizung aus einem Frischdampfnetz Dampf zugeführt wird, sowie einer Heißlufthaube am Außenumfang des Zylinders um Heißluft auf die Tissuepapierbahn zu blasen und abzusaugen, wobei die Tissuepapierbahn durch sowohl die heiße Außenfläche des Zylinders als auch die Heißluft getrocknet wird. Das dabei verdampfte Wasser wird abgesaugt und über die Abluft der Heißlufthaube entsorgt. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Dampfrückgewinnung beim Trocknen einer Tissuepapierbahn mit einer solchen Vorrichtung.

**[0002]** Unter einem Tissuepapier soll dabei ein weiches absorbierendes Papier mit einem niedrigen Flächengewicht verstanden werden. Im Allgemeinen wird ein Flächengewicht von 8 bis 40 g/m<sup>2</sup>, insbesondere 10 bis 25 g/m<sup>2</sup> pro Lage gewählt. Das gesamte Basisgewicht eines mehrlagigen Tissueprodukts beträgt vorzugsweise bis zu maximal 120 g/m<sup>2</sup>, besonders bevorzugt bis maximal 60 g/m<sup>2</sup>. Seine Dichte liegt typischerweise unterhalb von 0,6 g/cm<sup>3</sup>, vorzugsweise unterhalb von 0,30 g/cm<sup>3</sup> und mehr bevorzugt zwischen 0,08 und 0,20 g/cm<sup>3</sup>.

**[0003]** Die Herstellung von Tissuepapier unterscheidet sich von der Papierherstellung durch das extrem niedrige Flächengewicht und die viel höhere Zugzerreißarbeitskennzahl (siehe DIN EN 12625-4 und DIN EN 12625-5). Papier und Tissuepapier unterscheiden sich ferner im Allgemeinen in Bezug auf den Elastizitätsmodul, der die Spannungsdehnungseigenschaften dieser planaren Produkte als Materialparameter charakterisiert.

**[0004]** Die hohe Zugzerreißarbeitskennzahl kommt vom äußeren oder inneren Kreppen des Tissues. Das erstgenannte Kreppen wird durch Kompression der Papierbahn an einem trockenen Zylinder als Folge der Wirkung eines Kreppschabers oder im Falle des letztgenannten Kreppen als eine Folge eines Geschwindigkeitsunterschiedes zwischen zwei Sieben ("Stoffen") durchgeführt. Dies verursacht, dass die noch immer feuchte, plastisch verformbare Papierbahn intern durch Kompression und Scheren aufgebrochen wird, wodurch sie unter Last dehnbarer wird als ein ungekrepptes Papier.

**[0005]** Feuchte Tissuepapierbahnen werden üblicherweise durch das sog. Yankee-Trocknen, das Durchlufttrocknen (TAD) oder das Impulstrocknenverfahren getrocknet.

**[0006]** Die in dem Tissuepapier enthaltenen Fasern sind hauptsächlich Zellulosefasern, wie beispielsweise Faserstofffasern aus chemischem Faserstoff (z. B. Kraftsulfat und Sulfatzellstoffe), mechanischem Faserstoff (z. B. gemahlenem Holz), thermomechanischem Faserstoff, chemomechanischem Faserstoff und/oder chemo-

thermomechanischem Faserstoff (CTMP). Faserstoffe, die sowohl aus Laubholz (Hartholz), aus Nadelholz (Weichholz) oder aus Einjahrespflanzen gebildet sind, können verwendet werden. Die Fasern können auch recycelte Fasern sein oder diese enthalten. Die Fasern können mit Zusatzstoffen - beispielsweise Füllmitteln, Weichmachern, wie beispielsweise quaternären Ammoniumverbindungen und Bindemitteln, wie beispielsweise herkömmlichen Trockenverfestigungsmitteln oder Nassverfestigungsmitteln, die verwendet werden, um das ursprüngliche Papierbild zu erleichtern und zum Einstellen der Eigenschaften davon verwendet werden - behandelt werden. Das Tissuepapier kann auch andere Fasertypen, z. B. regenerierte Zellulosefasern oder Kunstfasern beinhalten, die unter anderem die Festigkeit, die Absorptionsfähigkeit, die Glattheit oder die Weichheit des Tissuepapiers erhöhen.

**[0007]** Die Verwendung eines Dampf beheizten Zylinders sowie einer Heißlufthaube mittels der heiße Luft auf die um den beheizten Zylinder laufende Tissuebahn geblasen wird, ist im Stand der Technik z. B. aus der DE 10 2007 006 960 A1, der EP 294 982 B1 oder der EP 1 027 495 B1 bekannt.

**[0008]** Aufgrund der zunehmenden Energiekosten, die sich auch in den Kosten für die Dampfentnahme aus dem Frischdampfnetz niederschlagen, bestehen Bestrebungen dahingehend die erforderliche Dampfmenge und damit die Energiekosten, die zur Papierherstellung notwendig sind, zu reduzieren.

**[0009]** Eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren mit den Merkmalen im Oberbegriff der Ansprüche 1 bzw. 9 ist aus der DE-A-35 01 584 bekannt.

**[0010]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht folglich darin eine Vorrichtung zum Trocknen einer Tissuepapierbahn sowie ein Verfahren zur Dampfdruckrückgewinnung beim Trocknen einer Tissuepapierbahn zu schaffen, die es ermöglichen die erforderliche Dampfmenge zum Trocknen der Tissuepapierbahn aus einem Frischdampfnetz in einem stabilen Regelkreis zu reduzieren, insbesondere um die bei der Papierherstellung und insbesondere der Trocknung anfallenden Kosten zu vermindern.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst.

**[0012]** Der Erfindung liegt der Gedanke zu Grunde die Abluft aus der Heißlufthaube, welche bereits zur Trocknung der Tissuepapierbahn genutzt wurde, aber einen hohen Restenergieinhalt aufweist, zu nutzen, um Kondensat aus dem beheizbaren Zylinder wieder zu verdampfen sowie den dabei erzeugten Dampf auf einem höherem Druckniveau in das Frischdampfnetz zurückzuspeisen. Dadurch wird im Endeffekt weniger Dampf aus dem Frischdampfnetz benötigt, wodurch die Energiekosten und somit die Herstellungskosten für die Tissuepapierbahn reduziert werden können. Darüber hinaus ist ein Frischdampfnetz ein großer Puffer, so dass ein stabiler Regelkreis mit der damit verbundenen stabi-

len Trocknung und somit stabilen Papierqualität erzielt werden können.

**[0013]** Dementsprechend umfasst die Vorrichtung zum Trocknen einer Tissuepapierbahn einen beheizbaren Zylinder, den sog. Yankee- oder Krepp-Zylinder. Der Zylinder ist zur Beheizung mit Dampf mit einer Versorgungsleitung verbunden, die den Dampf zuführt und die mit einem Frischdampfnetz verbindbar ist. Unter einem Frischdampfnetz ist im Sinne der vorliegenden Erfindung jegliches Frischdampf zur Verfügung stellendes Netz, das wenigstens zwei Verbraucher mit Frischdampf auf einem ersten Druckniveau versorgt, zu verstehen. Einer der Verbraucher ist dabei der beheizbare Zylinder einer Tissuepapiermaschine. Der andere Verbraucher kann z. B. ebenfalls ein beheizbarer Zylinder jedoch einer anderen Tissuepapiermaschine sein. Es sind aber auch andere Verbraucher denkbar. Das beim Trocknen entstehende Kondensat in dem Zylinder wird über eine Kondensatleitung aus dem Zylinder abgeführt. Darüber hinaus umfasst die Vorrichtung eine Heißlufthaube am Außenumfang des Zylinders, um Heißluft in Richtung des Außenumfangs und damit im Betrieb auf die um den beheizbaren Zylinder laufende Tissuepapierbahn zu blasen. Damit wird die Tissuepapierbahn einerseits durch den heißen Außenumfang des beheizbaren Zylinders und andererseits durch die auf die Tissuepapierbahn geblasene Heißluft der Heißlufthaube getrocknet. Nachdem die Heißluft der Heißlufthaube zum Trocknen des Tissuepapiers genutzt wurde, wird sie mit dem verdampften Wasser über eine Abluftleitung aus der Heißlufthaube abgeführt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst ferner eine erste Druckstufe, die ausgestaltet ist, um Kondensat aus dem Zylinder auf das erste Druckniveau des Yankeezyinders zu verdichten. Dabei kann das dort erreichte Druckniveau von dem ersten Druckniveau um  $\pm 2-7$  bar abweichen. Ferner ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Verdampfungseinrichtung zum wenigstens teilweisen Verdampfen des Kondensats mit einer Energietransfereinrichtung vorgesehen. Die Energietransfereinrichtung ist ausgestaltet, um Energie der Abluft in der Abluftleitung auf das Kondensat zu transferieren. Der Energieübergang kann durch das Vorkommen von Dampfblasen im Kondensat nachteilig beeinflusst werden, so dass der Energietransfer erfindungsgemäß der ersten Druckstufen nachgeschaltet stattfindet. Durch die Druckerhöhung wird die Siedetemperatur des Kondensats (Wasser) erhöht und damit das Vorkommen von Dampfblasen im Wärmetauscher vermieden. Schließlich umfasst die Vorrichtung der vorliegenden Erfindung eine Rückspeiseleitung, die mit dem Frischdampfnetz verbindbar ist, um aus dem Kondensat erzeugten Dampf in das Frischdampfnetz zurückzuspeisen. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung wird die Abluft aus der Heißlufthaube bzw. deren Energie zur Dampferzeugung aus dem aus dem Zylinder abgeführten Kondensat genutzt, so dass weniger Frischdampf aus einem Frischdampfnetz benötigt wird, wodurch die Energie bzw. Frischdampfkosten gesenkt werden können.

nen. Des Weiteren bildet das Frischdampfnetz einen ausreichend großen Puffer, um einen stabilen Regelkreis zu schaffen, der notwendig ist, um eine konstante Temperatur des beheizbaren Zylinders mit der damit verbundenen konstante Trockenqualität und Papierqualität zu erzielen.

**[0014]** Um den Wärmeübergang zwischen der Abluft aus der Heißlufthaube und dem Kondensat (Wasser) weiter zu verbessern und das Vorkommen von Dampfblasen im Kondensat weiter zu reduzieren, ist es bevorzugt eine zweite Druckstufe vorzusehen, die ausgestaltet ist, um das Kondensat von dem im Wesentlichen ersten Druckniveau auf ein zweites höheres Druckniveau zu verdichten. Dabei wird die Siedetemperatur weiter heraufgesetzt, wodurch mögliche Dampfblasen im Kondensat kondensieren und das Auftreten von Dampfblasen im Wesentlichen ausgeschlossen wird. Die Energietransfereinrichtung ist folglich der zweiten Druckstufe nachgeschaltet und bevorzugterweise durch einen in der Abluft angeordneten Wärmetauscher, insbesondere einen Röhrenwärmetauscher gebildet. Über den Wärmetauscher wird das auf das zweite Druckniveau verdichtete Kondensat erwärmt.

**[0015]** Schließlich ist es weiter bevorzugt eine dritte Druckstufe vorzusehen, die ausgestaltet ist, um das erwärmte Kondensat plötzlich und schlagartig zu verdampfen, wozu das Kondensat von dem zweiten Druckniveau auf das erste Druckniveau expandiert wird, d. h. die Verdampfung findet primär dadurch statt, dass das Druckniveau des zuvor erwärmten Kondensats so reduziert wird, dass die Siedetemperatur schlagartig abnimmt und somit überschritten wird und ein Phasenübergang von flüssig zu gasförmig stattfindet. Darüber hinaus ist die Expansion dazu vorgesehen, den erzeugten Dampf auf das Druckniveau des Frischdampfnetzes zu bringen, um eine Rückspeisung über die Rückspeiseleitung zu ermöglichen.

**[0016]** Ferner ist es erfindungsgemäß bevorzugt, insbesondere um eine optimale Trennung von Dampf/Kondensat zu erzielen und um einen Regelkreis aufbauen zu können, dass die Vorrichtung des Weiteren einen ersten Kondensatabscheider umfasst, der mit der Kondensatleitung in Verbindung steht sowie eine mit dem ersten Kondensatabscheider verbundene erste Rückführleitung. Dabei ist die erste Druckstufe durch eine erste Pumpe in der ersten Rückführleitung gebildet. Des Weiteren ist ein zweiter Kondensatabscheider vorgesehen, der mit der ersten Rückführleitung in Verbindung steht. Wie es nachfolgend deutlich wird, ist die Temperatur im zweiten Kondensatabscheider deutlich höher als die Temperatur im ersten Kondensatabscheider und damit das Kondensat, das über die erste Rückführleitung in den zweiten Kondensatabscheider eingebracht wird. Um diesen Temperaturunterschied auszugleichen, wird das Kondensat vorzugsweise über einen Diffusor in den zweiten Kondensatabscheider eingebracht. Des Weiteren ist eine zweite Rückführleitung vorgesehen, die mit dem zweiten Kondensatabscheider verbunden ist. Die

zweite Druckstufe wird hierbei durch eine zweite Pumpe in der zweiten Rückföhrleitung gebildet und der Wärmetauscher ist der zweiten Pumpe nachgeschaltet in die zweite Rückföhrleitung integriert. Die dritte Druckstufe wird gemäß dieser Ausführungsform, vorzugsweise durch eine dem Wärmetauscher nachgeschaltet angeordnete Expansionseinrichtung, in Form eines Expansionsventils oder eine Kapillare bzw. Drossel in der zweiten Rückföhrleitung gebildet. Ferner steht die zweite Rückföhrleitung der Expansionseinrichtung nachgeschaltet mit dem zweiten Kondensatabscheider in Verbindung. Die Rückspeisung des erzeugten Dampfes erfolgt gleichfalls aus dem zweiten Kondensatabscheider, wozu die Rückspeiseleitung mit diesem verbunden ist.

**[0017]** In Abhängigkeit von der Ausgangstemperatur des Kondensats und der Ablufttemperatur, die den Wärmetauscher durchströmt, liegt das zweite Druckniveau vorzugsweise in einem Bereich von 23-27 bar, vorzugsweise in einem Bereich von 24-26 bar und am meisten bevorzugt 25 bar. Dieser Druckbereich wird gewählt, so dass beim Durchgang durch den Wärmetauscher in Abhängigkeit von der übertragenen Wärme auf das Kondensat die Siedetemperatur nicht überschritten wird und damit noch kein Dampf erzeugt wird. Dieser soll gemäß der bevorzugten Ausführungsform erst durch die Expansion in der dritten Druckstufe generiert werden.

**[0018]** Das erste Druckniveau liegt in Abhängigkeit vom Druck des Frischdampfnetzes in einem Bereich von 10-15 bar, vorzugsweise 13-14 bar und am meisten bevorzugt 13 bar.

**[0019]** Alternativ zur Ausgestaltung der Energietransfereinrichtung in Form eines in die zweite Rückföhrleitung integrierten Wärmetauschers ist es auch denkbar, dass die Energietransfereinrichtung einen Kondensatabscheider umfasst, durch den die Abluftleitung vorzugsweise mit einer großen Oberfläche verläuft, so dass der Wärmeübergang von der Abluft auf das Kondensat im Kondensatabscheider übertragen wird, wodurch das Kondensat im Kondensatabscheider verdampft. Bei dieser Ausführungsform wird der im Kondensatabscheider erzeugte Dampf gleichfalls über die Rückspeiseleitung ins Frischdampfnetz zurückgeführt. Problematisch ist hierbei jedoch, dass in diesem Fall der Kondensatabscheider mit seinen großen Dimensionen und seinem hohen Gewicht in einer hohen Position, d. h. über der Papiermaschine angeordnet werden muss. Dies kann konstruktiv und bautechnisch zu Problemen führen. Vorteil dieser Ausgestaltung ist jedoch das auf Pumpen und Ventile verzichtet werden kann.

**[0020]** Um einen ausreichend großen Wärmeübergang zur Verdampfung zu erzielen und damit ein effektives System zu schaffen, ist es besonders bevorzugt Hochtemperaturhauben als Heißlufthauben zu verwenden, wie sie beispielsweise in der EP 0 905 311 A2 beschrieben sind. Solche Heißlufthauben sind ausgestaltet, um Heißluft mit einer Temperatur von mehr als 530°C auf die Tissuepapierbahn zu blasen. Maximal werden derzeit ca. 650°C erzielt. Die Abluft einer solchen Hoch-

temperaturhaube hat je nach Anwendungsfall eine Temperatur von etwa 150°C weniger als die Heißluft und liegt damit bei maximal 500°C.

**[0021]** Neben der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird auch ein Verfahren zur Dampfückgewinnung beim Trocknen einer Tissuepapierbahn mit einem aus einem Frischdampfnetz gespeisten Zylinder und einer Heißlufthaube, die Heißluft auf die Tissuepapierbahn strömt, vorgeschlagen. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte Entnehmen von Kondensat aus dem Zylinder, Verdichten des Kondensats auf ein erstes Druckniveau entsprechend dem des Frischdampfnetzes, Erwärmen des Kondensats durch Wärmetausch mit der Abluft aus der Heißlufthaube, Verdampfen des Kondensats und Einspeisen des erzeugten Dampfes in das Frischdampfnetz.

**[0022]** In Entsprechung mit der Vorrichtung ist es bevorzugt das Kondensat nach der Verdichtung auf das Druckniveau und vor der Erwärmung des Kondensats mit Abluft aus der Heißlufthaube auf ein zweites höheres Druckniveau zu verdichten, wodurch die Siedetemperatur des Kondensats (Wasser) angehoben wird und damit das Vorkommen von Dampfblasen verringert wird. Dadurch wird ein besserer Wärmeübergang möglich. Ferner ist es bevorzugt, dass das Kondensat beim Wärmeübergang von der Abluft auf das Kondensat nicht verdampft, d. h. das Druckniveau ausreichend hoch gewählt wird und die Verdampfung erst nach der Erwärmung des Kondensats mit Abluft aus der Heißlufthaube durch Entspannung auf das erste Druckniveau stattfindet.

**[0023]** Die Druckbereiche des zweiten und ersten Druckniveaus entsprechen den oben erwähnten Druckbereichen ebenso wie die Abluft bevorzugterweise eine Temperatur von mehr als 350°C aufweist.

**[0024]** Neben den oben erwähnten Merkmalen, die, es sei denn sie stehen im Widerspruch zueinander, einzeln und unabhängig voneinander oder in einer beliebigen Kombination zum Einsatz kommen können, sind weitere Einzelmerkmale, die mit einem oder mehreren der obigen Merkmale kombinierbar sind, aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform ersichtlich. Diese Beschreibung erfolgt unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen, in denen:

Fig. 1 einen Schemaplan einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer ersten Ausführungsform zeigt; und

Fig. 2 einen Schemaplan einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer zweiten Ausführungsform zeigt.

**[0025]** In Fig. 1 sind die Elemente der Tissuepapiermaschine mit Ausnahme des dampfheizebaren Yankee-Zylinders 10 und der zugehörigen Heißlufthochtemperaturhaube 11 nicht dargestellt. Bei der Heißlufthaube 11 kann es sich beispielsweise um eine Heißlufthaube gemäß der EP 0 905 311 A2 handeln. Des Weiteren ist eine Frischdampfnetzleitung 12 gezeigt, die das Frisch-

dampfnetz darstellen soll, aus dem der Yankee-Zylinder 10 mit Dampf versorgt wird. Das Frischdampfnetz 12 stellt dabei Frischdampf mit einem Druck von ungefähr 13 bar zur Verfügung. Das Frischdampfnetz 12 und der Yankee-Zylinder 10 sind über eine Versorgungsleitung 13 miteinander verbunden. In der Versorgungsleitung 13 findet eine Druckreduzierung über eine Expansionseinrichtung 14 statt. Der mit einem Druck von 6-8 bar dem Yankee-Zylinder 10 zugeführte Dampf beheizt den Yankee-Zylinder 10, so dass die um die Außenfläche bzw. einen Teil der Außenfläche des Yankee-Zylinders 10 geführte (nicht dargestellte) Tissuepapierbahn durch Wärmeleitung getrocknet wird.

**[0026]** Entlang eines Teilbereichs der Außenfläche des Yankee-Zylinders 10 ist darüber hinaus eine sog. Hochtemperaturheißlufthaube 11 angeordnet, die bei der dargestellten Ausführungsform heiße Luft in einem Temperaturbereich von derzeit maximal 650°C auf die der Außenfläche des Yankee-Zylinders 10 entgegengesetzte Seite auf die Tissuepapierbahn bläst, wodurch diese mittels Konvektion getrocknet wird. Nach dem Auftreffen auf die Tissuepapierbahn wird die heiße Luft über (nicht dargestellte) Abluftkanäle der Heißlufthaube 11 abgeführt, wozu am Ende einer Abluftleitung 15 ein Gebläse 16 angeordnet ist. Die Abluft wird über eine Abluftleitung 15 über einen Bypass 40 mit einer Klappe 42, um den Bypass zu öffnen oder zu schließen, über das Gebläse 16 zur Warmwassererzeugung, zum Beheizen der Maschinenhalle, in der die Papiermaschine steht, zur Frischluftvorwärmung oder zu weiteren Wärmerückgewinnungsmaßnahmen durch das Gebläse 16 abgeleitet. Alternativ und gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Abluft über die Abluftleitung 15 bei geöffneter Klappe 43 über die Leitung 41 durch einen in die Abluftleitung 15 integrierten Wärmetauscher 38 strömen bevor sie über das Gebläse 16 den erwähnten Wärmerückgewinnungsmaßnahmen zugeführt wird. Bei dem Wärmetauscher 38 kann es sich um einen herkömmlichen Röhrenwärmetauscher handeln.

**[0027]** Beim Beheizen des Yankee-Zylinders 10 kondensiert der Dampf und Kondensat, welches sich im Bereich der Satttdampf temperatur befindet, wird in einem Druckbereich zwischen ungefähr 5-6 bar aus dem Yankee-Zylinder 10 abgeführt. Hierfür ist eine Kondensatleitung 17 vorgesehen. Die Kondensatleitung 17 mündet in einen ersten Kondensatabscheider 18, in dem Kondensat von Dampf getrennt wird. Der obere Bereich des Kondensatabscheiders 18 ist ferner über eine Leitung 19 mit einem Thermokompressor 20 (Strahlpumpe) verbunden, die über eine Leitung 21 und ein Ventil 23 mit der Frischdampfnetzleitung 12 in Fluidverbindung gebracht werden kann. Dadurch wird der Dampf, der sich in dem ersten Kondensatabscheider 18 in einem Druckbereich zwischen 5-6 bar und bei einer Temperatur von ca. 150°C bis 160°C befindet, über den Thermokompressor 20 angesaugt und über die Versorgungsleitung 13 wieder dem Yankee-Zylinder 10 zugeführt. Im unteren Bereich des ersten Kondensatabscheiders 18 sammelt sich das Kon-

densat 22 (Brüdenwasser), d. h. Wasser, das sich im Wesentlichen in der Nähe der Satttdampf temperatur befindet. Das Kondensat wird über eine Expansionseinrichtung (26) einem Sammelbehälter (nicht dargestellt) zugeführt. Darüber hinaus ist der untere Bereich des ersten Kondensatabscheiders 18 zur Abfuhr des Kondensats 22 mit einer ersten Rückführleitung 25 verbunden. Über ein Ventil 27 kann das Kondensat 22 im ersten Kondensatabscheider 18 in die erste Rückführleitung 25 einströmen. Dem Ventil 27 nachgeschaltet ist eine erste Pumpe 28 angeordnet (erste Druckstufe). Die Pumpe 28 führt zu einer Verdichtung des Kondensats 22 auf einen Druck von ungefähr 13,5 bar und fördert das Kondensat zu einem zweiten Kondensatabscheider 29. Am Eintritt des zweiten Kondensatabscheiders 29 hat das Kondensat etwa einen Druck von 13 bar und eine Temperatur zwischen ungefähr 150°C und 160°C. Im zweiten Kondensatabscheider 29 herrscht jedoch (wie später beschrieben) eine Temperatur von ca. 180 bis 190°C. Aufgrund des Temperaturunterschiedes zwischen dem eingebrachten Kondensat und dem Medium im zweiten Kondensatabscheider 29 wird das Kondensat aus der Rückführleitung 25 über einen Diffusor 30 in den zweiten Kondensatabscheider 29 eingebracht. Im unteren Abschnitt des zweiten Kondensatabscheiders 29 sammelt sich im Wesentlichen flüssiges Kondensat 31. Der untere Bereich des zweiten Kondensatabscheiders 29 ist mit einer zweiten Rückführleitung 33 verbunden. Dem Kondensatabscheider 29 nachgeschaltet ist eine zweite Pumpe 34 (zweite Druckstufe) angeordnet. Die zweite Pumpe 34 komprimiert das Kondensat 31 aus dem zweiten Kondensatabscheider 29 auf einen Druck von ca. 25 bar.

**[0028]** Das komprimierte Kondensat, das sich der Pumpe 34 nachgeschaltet etwa in einem Temperaturbereich von ungefähr 180°C bis 190°C befindet, strömt durch den Wärmetauscher 38. Dabei wird Energie von der Abluft in der Abluftleitung 15 auf das Kondensat in der Rückführleitung 33 übertragen und das Kondensat erwärmt. Dabei ist der Druck des Kondensats derart hoch gewählt, dass bei der Erwärmung des Kondensats keine Verdampfung des Kondensats und insbesondere keine Dampfblasen entstehen. Dem Wärmetauscher 38 nachgeschaltet, hat das Kondensat etwa eine Temperatur von 209°C bei einem Druck von 25 bar. Des Weiteren ist in der Rückführleitung 33, dem Wärmetauscher 38 nachgeschaltet ein Expansionsventil 35 vorgesehen. An dem Expansionsventil 35 wird ein Teil des Kondensats von 25 bar auf ca. 13,5 bar expandiert, wodurch das Kondensat schlagartig verdampft und eine Temperaturreduzierung auf Satttdampf temperatur stattfindet. Im Anschluss an das Expansionsventil 35 (Expansionseinrichtung) mündet die zweite Rückführleitung 33 in den zweiten Kondensatabscheider 29 bevorzugterweise in einen oberen Bereich davon. Im Bereich des zweiten Kondensatabscheiders 29 befindet sich folglich aus dem Kondensat erzeugter Dampf in einem Druckbereich zwischen 13-14 bar und bei einer Temperatur von ca. 180-190°C.

**[0029]** Mit dem oberen Bereich des zweiten Kondensatabscheiders 36 ist eine Rückspeiseleitung verbunden, die über ein Ventil 37 mit der Frischdampfnetzleitung 12 in Fluidverbindung bringbar bzw. verbunden ist. Bei geöffnetem Ventil 37 wird der erzeugte Dampf aus dem zweiten Kondensatabscheider 29 in das Frischdampfnetz bzw. die Frischdampfnetzleitung zurückgespeist, wobei der Druck des Dampfes in etwa dem Druck des Frischdampfnetzes entspricht.

**[0030]** Die Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung und damit das erfindungsgemäße Verfahren wird im Folgenden erläutert.

**[0031]** Der zur Trocknung der (nicht dargestellten) Tissuepapierbahn genutzte, im Yankee-Zylinder 10 kondensierte Wasserdampf wird in Form von, um die Satttdampf-temperatur vorliegendem Brüdenwasser (Kondensat) über die Kondensatleitung 17 aus dem Yankee-Zylinder 10 und in einem Druckbereich zwischen 5-6 bar abgeführt. Das Kondensat wird einem ersten Kondensatabscheider 18 zugeführt. Dort findet eine erste Trennung zwischen Dampf- und Flüssigphase statt. Das flüssige Wasser (Kondensat) 22 sammelt sich im unteren Bereich des ersten Kondensatbehälters 18 und wird bei geöffnetem Ventil 27 über die erste Rückführleitung 25 durch die erste Pumpe 28 (erste Druckstufe) auf ungefähr 13,5 bar komprimiert und zu dem zweiten Kondensatabscheider 29 gefördert. Das Kondensat wird dann über einen Diffusor 30 in den zweiten Kondensatabscheider 29 eingespeist, wo erneut eine Trennung zwischen Dampf- und Flüssigphase stattfindet. Das flüssige Kondensat 31, das sich im unteren Bereich des zweiten Kondensatabscheiders 29 sammelt, wird über das Ventil 32 durch die zweite Pumpe 34 in der zweiten Rückführleitung 33 von dem im zweiten Kondensatabscheider 29 herrschenden Druck zwischen 13-14 bar auf 25 bar komprimiert und mit einer Temperatur von ca. 180°C in den Wärmetauscher 38 geführt. Am Austritt des Wärmetauschers 38 weist das Kondensat noch immer einen Druck von 25 bar jedoch eine deutlich höhere Temperatur von ca. 209°C auf. Dabei strömt Abluft der Heißlufthaube mit einer Temperatur von maximal 500°C durch den Wärmetauscher 38 und erwärmt dabei das Kondensat von der Ausgangstemperatur von 180°C auf ca. 209°C. Durch die Expansioneinrichtung in Form des Expansionsventils 35 wird das Druckniveau des erwärmten Kondensats schlagartig von 25 bar auf 13,5 bar reduziert, wodurch sich gleichfalls eine Temperaturabsenkung auf Satttdampf-temperatur ergibt. Durch diese Druckreduzierung verdampft das Kondensat schlagartig, so dass das Kondensat in die Dampfphase übergeht. Der Dampf wird über die Rückführleitung 33 in den zweiten Kondensatabscheider 29 abgeführt und kann von dort über die Rückspeiseleitung 36 bei geöffnetem Ventil 37 in das Frischdampfnetz zurückgespeist werden. Durch die zwei Druckstufen insbesondere die zweite Druckstufe mit einer Druckerhöhung auf 25 bar wird die Siedetemperatur des Kondensats merklich heraufgesetzt, so dass ansonsten etwaig in dem Kondensat enthaltene Dampfblasen

vermieden werden. Dadurch kann der Wärmeübergang von der Abluft auf das Kondensat im Wärmetauscher 38 effizienter gestaltet werden. Dadurch kann eine effizientere Ausnutzung des Energiegehalts der Abluft erzielt werden.

**[0032]** Durch das erfindungsgemäße System ist es bei einer Papiermaschine mit einem Dampfverbrauch zwischen 7-9 Tonnen pro Stunde möglich 1-3 Tonnen Dampf pro Stunde in das Frischdampfnetz 12 zurückzuführen. Dadurch ist der tatsächliche Frischdampfbedarf aus dem Netz um 1-3 Tonnen reduziert, wodurch die Kosten für den Frischdampf erheblich (bis zu 1/3) gesenkt werden können. Darüber hinaus ist die Rückspeisung in das Frischdampfnetz aus regelungstechnischen Gesichtspunkten besonders vorteilhaft, da es zu keinen Bedarfsschwankungen kommt. Das Frischdampfnetz, das Frischdampf in einer Menge von mindestens 20 Tonnen zur Verfügung stellt, bildet einen großen Puffer und kann die rückgespeisten 1-3 Tonnen ohne regelungstechnische Probleme abpuffern. Damit kann es zu keiner Überversorgung des Yankee-Zylinders mit Dampf und damit zu einer zu großen Temperaturerhöhung bzw. Schwankungen kommen. Ist die Außenfläche des Yankee-Zylinders zu heiß, ergibt sich die Problematik, dass aufgrund der Feuchtigkeit der Tissuepapierbahn Dampfblasen entstehen und das Papier vom Yankee-Zylinder abhebt. Variiert das Temperaturprofil am Yankeezylinder um mehr als 10°C, ist mit erheblichen Produktionsproblemen zu rechnen. Daraus resultieren Qualitätsschwankungen in der Papierbahn, die unerwünscht sind, jedoch durch eine instabile Trocknung entstehen. Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das entsprechende Verfahren kann eine "Überhitzung bzw. Temperaturschwankungen" des Yankee-Zylinders mit den damit erwähnten verbundenen Problemen vermieden werden. Die vorhandene Energie wird ins Netz zurückgespeist und ist damit aus dem Regelkreis zunächst entfernt.

**[0033]** Als weiterer Vorteil kann durch die Kondensatrückführ- und Dampfgewinnung die Menge an Kondensat, die über die Leitung 24 und 26 in den Kondensatsammelbehälter abzuführen ist, ebenfalls um 1-3 Tonnen reduziert werden. Die reduzierte Kühlwassermenge führt ebenso zu einer Reduzierung der Produktionskosten.

**[0034]** Damit stellt das vorliegende System einen erheblichen Vorteil gegenüber dem Stand der Technik dar.

**[0035]** Alternativ zu der in Bezug auf Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform ist es jedoch auch denkbar die Vorrichtung gemäß der Ausgestaltung in Fig. 2 vorzunehmen. Hierbei sind gleiche Teile oder vergleichbare Elemente mit den gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet und auf eine erneute Beschreibung wird verzichtet.

**[0036]** Im Wesentlichen unterscheidet sich die Ausgestaltung in Fig. 2 von der in Fig. 1 dadurch, dass die zweite Druckstufe mit der zweiten Rückführleitung 33 dem Ventil 32 und der Pumpe 34 sowie dem Expansionsventil 35 und dem Wärmetauscher 38 entfällt.

**[0037]** Stattdessen wird das Kondensat 22 im ersten

Kondensatabscheider 18 über die Pumpe 28 und die erste Rückführleitung 25 auf 13 bar verdichtet und über den Diffusor 30 in den zweiten Kondensatabscheider 29 eingespeist. Dort sammelt sich das flüssige Kondensat im unteren Bereich des zweiten Kondensatabscheiders 29. Vorzugsweise durch diesen Bereich ist die Abluftleitung 15 in Form eines Röhrenwärmetauschers (Luft - Wasser) 39 geführt, so dass die Wärme der Abluft in der Abluftleitung 15, die über das Ventil 43 und die Leitung 41 in die Wendel 39 strömt direkt auf das im zweiten Kondensatabscheider 29 enthaltene Kondensat 31 übertragen wird und dieses im zweiten Kondensatabscheider verdampft. Nachfolgend wird die kühlere Abluft über das Gebläse 16 den bereits oben erwähnten anderen Wärmerückgewinnungsmaßnahmen zugeführt. Der im zweiten Kondensatabscheider 29 erzeugte Dampf wird wiederum über die Rückspeiseleitung 36 bei geöffnetem Ventil 37 in die Frischdampfnetzleitung 12 und damit in das Frischdampfnetz zurückgespeist.

**[0038]** Der Vorteil dieser Ausgestaltung ist, dass auf die zweite Druckstufe und deren Element verzichtet werden kann, wodurch sich die Investitionskosten ggf. vermindern lassen. Der Aufbau der Vorrichtung ist damit konstruktiv deutlich einfacher. Nachteilig an dieser Ausgestaltung gegenüber der Ausgestaltung in Fig. 1 ist jedoch, dass der zweite Kondensatabscheider 29 an oberster Position, sprich direkt unter oder auf dem Hallendach der Maschinenhalle, die die Papiermaschine aufnimmt, vorzusehen ist. Ein derartiger Behälter hat jedoch große Außendimensionen und ein Gewicht zwischen ungefähr 30-50 Tonnen, wodurch sich bautechnische Probleme ergeben können.

**[0039]** Ansonsten bietet die zweite Ausführungsform die gleichen Vorteile wie die unter Bezugnahme auf Fig. 1 erläuterten.

**[0040]** Neben den oben beschriebenen Ausführungsformen sind selbstverständlich auch andere Ausgestaltungen und/oder Kombinationen der Ausführungsformen denkbar. So könnte beispielsweise die Abluft aus Fig. 1, die den Wärmetauscher 38 verlässt, nachfolgend durch den zweiten Kondensatabscheider 29 geführt werden, um dort das Kondensat bereits vorzuwärmen. Auch könnten andere Abwärmequellen aus der Papiermaschine beispielsweise dazu genutzt werden das Kondensat an der einen oder anderen Stelle (erster oder zweiter Kondensatabscheider oder einer anderen Stelle) vorzuwärmen. Der Fachmann erkennt angesichts der obigen Ausführungen, dass verschiedenartige Abwandlungen und Modifikationen der dargestellten Ausführungsformen denkbar und umsetzbar sind, ohne vom Grundgedanken der vorliegenden Erfindung abzuweichen, wie er in den folgenden Patentansprüchen definiert ist.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Trocknen einer Tissuepapierbahn, umfassend

einen beheizbaren Zylinder (10);  
 eine Versorgungsleitung (13), die zur Beheizung des Zylinders mit Dampf mit dem Zylinder verbunden und mit einem Frischdampfnetz (12) verbindbar ist;  
 eine Kondensatleitung (17) zur Entnahme von Kondensat aus dem Zylinder;  
 eine Heißlufthaube (11) am Außenumfang des Zylinders, um Heißluft in Richtung des Außenumfangs zu strömen;  
 eine mit der Heißlufthaube verbundene Abluftleitung (15) zum Abführen der Abluft aus der Heißlufthaube; und  
 eine Verdampfungseinrichtung zur wenigstens teilweisen Verdampfung des Kondensats mit einer Energietransfereinrichtung (38 oder 39), um Energie der Abluft in der Abluftleitung, der ersten Druckstufe nachgeschaltet, auf das Kondensat zu transferieren;  
**gekennzeichnet durch**  
 eine erste Druckstufe (28), die ausgestaltet ist, um Kondensat aus dem Zylinder auf im Wesentlichen ein erstes Druckniveau zu verdichten, wobei das Frischdampfnetz wenigstens zwei Verbraucher mit Frischdampf auf dem ersten Druckniveau versorgt; und  
 eine Rückspeiseleitung (36), die mit dem Frischdampfnetz verbindbar ist, um aus dem Kondensat erzeugten Dampf in das Frischdampfnetz zurückzuspeisen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Verdampfungseinrichtung ferner umfasst:

eine zweite Druckstufe (34), die ausgestaltet ist, um das Kondensat von dem ersten Druckniveau auf ein zweites Druckniveau zu verdichten, wobei die Energietransfereinrichtung durch einen in der Abluftleitung angeordneten Wärmetauscher (38) gebildet ist, der der zweiten Druckstufe nachgeschaltet ist, um das auf das zweite Druckniveau verdichtete Kondensat zu erwärmen; und  
 eine dritte Druckstufe (35), die ausgestaltet ist, um das erwärmte Kondensat von dem zweiten Druckniveau auf im Wesentlichen das erste Druckniveau zu expandieren und zu verdampfen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, ferner umfassend:

einen ersten Kondensatabscheider (18), der mit der Kondensatleitung (17) in Verbindung steht, eine mit dem ersten Kondensatabscheider verbundene, erste Rückführleitung (25), wobei die erste Druckstufe durch eine erste Pumpe (28) in der ersten Rückführleitung gebildet ist, einen zweiten Kondensatabscheider (29), der, vorzugsweise über einen Diffusor (30), mit der ersten Rückführleitung in Verbindung steht und

- über einen Röhrentauscher (39) mit der heißen Abluft beheizt wird, wobei der im Kondensatabscheider entstehende Dampf über das Regelventil (37) an das Dampfnetz (12) abgegeben wird.
- 5
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, ferner umfassend:
- eine mit dem zweiten Kondensatabscheider verbundene, zweite Rückführleitung (33), wobei die zweite Druckstufe durch eine zweite Pumpe (34) in der zweiten Rückführleitung gebildet ist und der Wärmetauscher (38) in der zweiten Rückführleitung der zweiten Pumpe nachgeschaltet integriert ist,
- wobei die dritte Druckstufe durch eine dem Wärmetauscher nachgeschaltet angeordnete Expansionseinrichtung (35), insbesondere ein Expansionsventil, in der zweiten Rückführleitung gebildet ist, die zweite Rückführleitung der Expansionseinrichtung nachgeschaltet mit dem zweiten Kondensatabscheider in Verbindung steht, wobei die Rückspeiseleitung mit dem zweiten Kondensatabscheider in Verbindung steht.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei der das zweite Druckniveau in einem Bereich von 23-27 bar, vorzugsweise 24-26 bar, am meisten bevorzugt 25 bar liegt.
- 35
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der das erste Druckniveau in einem Bereich von 10-15 bar, vorzugsweise 13-14 bar, am meisten bevorzugt 13 bar liegt.
- 40
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 6, bei der die Energietransfereinrichtung einen Kondensatabscheider (29) umfasst, durch den die Abluftleitung (39) verläuft.
- 45
8. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Heißlufthaube ausgestaltet ist, um Heißluft mit einer Temperatur von mehr als 530°C in Richtung des Außenumfangs zu strömen.
- 50
9. Verfahren zur Dampfrückgewinnung beim Trocknen einer Tissuepapierbahn mit einem aus einem Frischdampfnetz (12) gespeisten Zylinder (10) und einer Heißlufthaube (11), die Heißluft auf die Tissuepapierbahn strömt, umfassend die Schritte:
- Entnehmen von Kondensat aus dem Zylinder; Erwärmen des Kondensats durch Wärmetausch mit der Abluft aus der Heißlufthaube; und Verdampfen des Kondensats; **gekennzeichnet durch**
- 55
- Verdichten des Kondensats auf ein erstes Druckniveau im Wesentlichen entsprechend dem des Frischdampfnetzes; und Einspeisen des erzeugten Dampfes in das Frischdampfnetz.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Kondensat nach der Verdichtung auf das erste Druckniveau und vor der Erwärmung des Kondensats mit Abluft aus der Heißlufthaube auf ein zweites Druckniveau verdichtet wird und bei dem das Kondensat zur Verdampfung nach der Erwärmung des Kondensats mit Abluft aus der Heißlufthaube auf im Wesentlichen das erste Druckniveau entspannt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem das zweite Druckniveau in einem Bereich von 23-27 bar, vorzugsweise 24-26 bar, am meisten bevorzugt 25 bar liegt.
12. Verfahren nach einem Ansprüche 9 bis 11, bei dem das erste Druckniveau in einem Bereich von 10-15 bar, vorzugsweise 13-14 bar, am meisten bevorzugt 13 bar liegt.
13. Verfahren nach einem Ansprüche 9 bis 12, bei dem die Abluft eine Temperatur von mehr als 350°C aufweist.

#### Claims

1. Apparatus for drying a web of tissue paper, comprising
- a heatable cylinder (10);
- a supply pipe (13) which is connected to the cylinder for heating the cylinder with steam and can be connected to a fresh steam network (12);
- a condensate pipe (17) for the removal of condensate from the cylinder;
- a hot air hood (11) at the outer circumference of the cylinder to let hot air flow in the direction of the outer circumference;
- a waste air pipe (15) connected to the hot air hood for conducting the waste air out of the hot air hood; and
- an evaporation device for at least partial evaporation of the condensate, having an energy transfer device (38 or 39) for transferring energy from the waste air in the waste air pipe, mounted behind the first pressure stage, to the condensate; **characterised by**
- a first pressure stage (28) which is designed to compress condensate from the cylinder to substantially a first pressure level, wherein the fresh steam network supplies at least two loads with fresh steam at the first pressure level; and
- a feedback pipe (36) which can be connected to the fresh steam network for feeding steam generated

from the condensate back to the fresh steam network.

2. Apparatus according to claim 1, in which the evaporation device further comprises:

a second pressure level (34) which is designed to compress the condensate from the first pressure level to a second pressure level, wherein the energy transfer device is formed by a heat exchanger (38) which is arranged in the waste air pipe and which is mounted behind the second pressure stage for heating the condensate which has been compressed to the second pressure level; and

a third pressure stage (35) which is designed to expand the heated condensate from the second pressure level to substantially the first pressure level and evaporate it.

3. Apparatus according to claim 2, further comprising:

a first condensate separator (18) which is connected to the condensate pipe (17),

a first return pipe (25) connected to the first condensate separator, wherein the first pressure stage is formed by a first pump (28) in the first return pipe,

a second condensate separator (29) which is connected to the first return pipe, preferably via a diffuser (30), and heated with the hot waste air via a tube-type exchanger (39), wherein the steam produced in the condensate separator is discharged via the regulating valve (37) to the steam network (12).

4. Apparatus according to claim 2 or 3, further comprising:

a second return pipe (33) connected to the second condensate separator, wherein the second pressure stage is formed by a second pump (34) in the second return pipe and the heat exchanger (38) is integrated in the second return pipe, mounted behind the second pump, wherein the third pressure stage is formed by an expansion device (35), in particular an expansion valve, behind the heat exchanger in the second return pipe, the second return pipe is connected to the second condensate separator, behind the expansion device, wherein the feedback pipe is connected to the second condensate separator.

5. Apparatus according to any of claims 2 to 4, in which the second pressure level is within a range of 23-27 bars, preferably 24-26 bars, most preferably 25 bars.

6. Apparatus according to any of the preceding claims, in which the first pressure level is within a range of 10-15 bars, preferably 13-14 bars, most preferably 13 bars.

7. Apparatus according to either of claims 1 or 6, in which the energy transfer device comprises a condensate separator (29) through which passes the waste air pipe (39).

8. Apparatus according to any of the preceding claims, in which the hot air hood is designed to let hot air flow at a temperature of more than 530°C in the direction of the outer circumference.

9. Method for steam recovery during the drying of a web of tissue paper with a cylinder (10) supplied from a fresh steam network (12) and a hot air hood (11) which lets hot air flow onto the web of tissue paper, comprising the steps of:

removing condensate from the cylinder; heating the condensate by heat exchange with the waste air from the hot air hood; and evaporating the condensate; **characterised by** compressing the condensate to a first pressure level substantially corresponding to that of the fresh steam network; and feeding the steam generated to the fresh steam network.

10. Method according to claim 9, in which the condensate, after compression to the first pressure level and before heating of the condensate with waste air from the hot air hood, is compressed to a second pressure level and in which, after heating of the condensate with waste air from the hot air hood, the condensate is relieved of pressure to substantially the first pressure level for evaporation.

11. Method according to claim 10, in which the second pressure level is within a range of 23-27 bars, preferably 24-26 bars, most preferably 25 bars.

12. Method according to any of claims 9 to 11, in which the first pressure level is within a range of 10-15 bars, preferably 13-14 bars, most preferably 13 bars.

13. Method according to any of claims 9 to 12, in which the waste air has a temperature of more than 350°C.

## Revendications

1. Dispositif de séchage d'une bande continue de papier tissu ; comprenant :

un cylindre chauffable (10),

un conduit d'alimentation (13) qui est connecté au cylindre en vue du chauffage du cylindre au moyen de vapeur et qui peut être relié à un circuit de vapeur fraîche (12),

un conduit de condensat (17) destiné au prélèvement de condensat à partir du cylindre,

un capotage d'air chaud (11) disposé sur le pourtour extérieur du cylindre destiné à faire s'écouler de l'air chaud en direction du pourtour extérieur,

un conduit d'évacuation (15) connecté au capotage d'air chaud, destiné à évacuer l'air du capotage d'air chaud, et

un dispositif de vaporisation destiné à la vaporisation au moins partielle du condensat au moyen d'un dispositif (38 ou 39) de transfert d'énergie, destiné à transférer au condensat de l'énergie provenant de l'air évacué dans le conduit d'évacuation d'air, monté en aval du premier étage de pression, **caractérisé par**

un premier étage de pression (28) qui est configuré en vue de comprimer du condensat provenant du cylindre jusqu'à essentiellement un premier niveau de pression, le réseau de vapeur fraîche alimentant au moins deux dispositifs utilisateurs en vapeur fraîche au premier niveau de pression ; et

un conduit de recyclage (36) qui peut être connecté au réseau de vapeur fraîche en vue de recycler dans le réseau de vapeur fraîche la vapeur produite à partir du condensat.

2. Dispositif selon la revendication 1 dans lequel le dispositif de vaporisation comprend en outre :

un deuxième étage de pression (34) qui est configuré en vue de comprimer le condensat du premier niveau de pression jusqu'à un deuxième niveau de pression, le dispositif de transfert d'énergie étant constitué d'un échangeur de chaleur (38) disposé dans le conduit d'évacuation d'air qui est monté en aval du deuxième étage de pression, en vue de réchauffer le condensat comprimé jusqu'au deuxième étage de pression, et

une troisième étage de pression (35) qui est configuré en vue de faire s'expanser le condensat réchauffé depuis le deuxième niveau de pression jusqu'à essentiellement le premier niveau de pression et de provoquer sa vaporisation.

3. Dispositif selon la revendication 2 comprenant en outre :

un premier séparateur de condensat (18) qui est connecté au conduit de condensat (17),

un premier conduit de recyclage (25) connecté au premier séparateur de condensat, le premier

étage de pression étant constitué d'une première pompe (28) installée dans le premier conduit de recyclage,

un deuxième séparateur de condensat (29) qui est connecté au premier conduit de recyclage de préférence par l'intermédiaire d'un diffuseur (30) et qui est chauffé au moyen d'air chaud par l'intermédiaire d'un échangeur à tubes (39), la vapeur qui se forme dans le séparateur de condensat étant délivrée au réseau de vapeur (12) par l'intermédiaire de la valve de régulation (37).

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, comprenant en outre :

un deuxième conduit de recyclage (33) connecté au deuxième séparateur de condensat, le deuxième étage de pression étant constitué d'une deuxième pompe (34) montée dans le deuxième conduit de recyclage et l'échangeur de chaleur (38) étant intégré en étant monté en aval dans le deuxième conduit de recyclage de la deuxième pompe,

le troisième étage de pression étant constitué d'un dispositif d'expansion (35), en particulier une soupape d'expansion, disposée en aval de l'échangeur de chaleur, dans le deuxième conduit de recyclage, le deuxième conduit de recyclage du dispositif d'expansion étant connecté en aval au deuxième séparateur de condensat, le conduit de recyclage étant connecté au deuxième séparateur de condensat.

5. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 4 dans lequel le deuxième niveau de pression se situe dans une plage comprise entre 23 et 27 bars, de préférence entre 24 et 26 bars, le plus préférablement à 25 bars.

6. Dispositif selon l'une des revendications qui précèdent dans lequel le premier niveau de pression se situe dans une plage comprise entre 10 et 15 bars, de préférence entre 13 et 14 bars, le plus préférablement à 13 bars.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 6 dans lequel le dispositif de transfert d'énergie comprend un séparateur de condensat (29) dans lequel passe le conduit d'évacuation d'air (39).

8. Dispositif selon l'une des revendications qui précèdent dans lequel le capotage pour air chaud est configuré de manière à faire s'écouler de l'air chaud à une température supérieure à 530°C en direction du pourtour extérieur.

9. Procédé de récupération de vapeur lors du séchage d'une bande continue de papier tissu au moyen d'un

cylindre (10) alimenté à partir d'un réseau de vapeur fraîche (12) et d'un capotage (11) pour air chaud qui fait s'écouler de l'air chaud sur la bande continue de papier tissu, comprenant les opérations suivantes :

5

Prélèvement du condensat à partir du cylindre.  
Réchauffage du condensat par échange de chaleur au moyen d'air d'évacuation provenant du capotage pour air chaud, et

Vaporisation du condensat ; **caractérisé par** :

10

la compression du condensat à un premier niveau de pression correspondant essentiellement à celui du réseau de vapeur fraîche ; et

15

l'introduction de la vapeur produite dans le réseau de vapeur fraîche.

- 10.** Procédé selon la revendication 9 dans lequel le condensat, après la compression au premier niveau de pression et avant le réchauffement du condensat au moyen d'air évacué du capotage pour air chaud, est comprimé à un deuxième niveau de pression et dans lequel le condensat, en vue de la vaporisation, après le réchauffement du condensat au moyen d'air évacué provenant du capotage pour air chaud est détendu sensiblement jusqu'au premier niveau de pression.
- 11.** Procédé selon la revendication 10 dans lequel le deuxième niveau de pression se situe dans une plage comprise entre 23 et 27 bars, de préférence entre 24 et 26 bars, le plus préférablement à 25 bars.
- 12.** Procédé selon une des revendications 9 à 11 dans lequel le premier niveau de pression se situe dans une plage comprise entre 10 et 15 bars, de préférence entre 13 et 14 bars, le plus préférablement à 13 bars.
- 13.** Procédé selon une des revendications 9 à 12, dans lequel l'air évacué présente une température supérieure à 350°C.

20

25

30

35

40

45

50

55

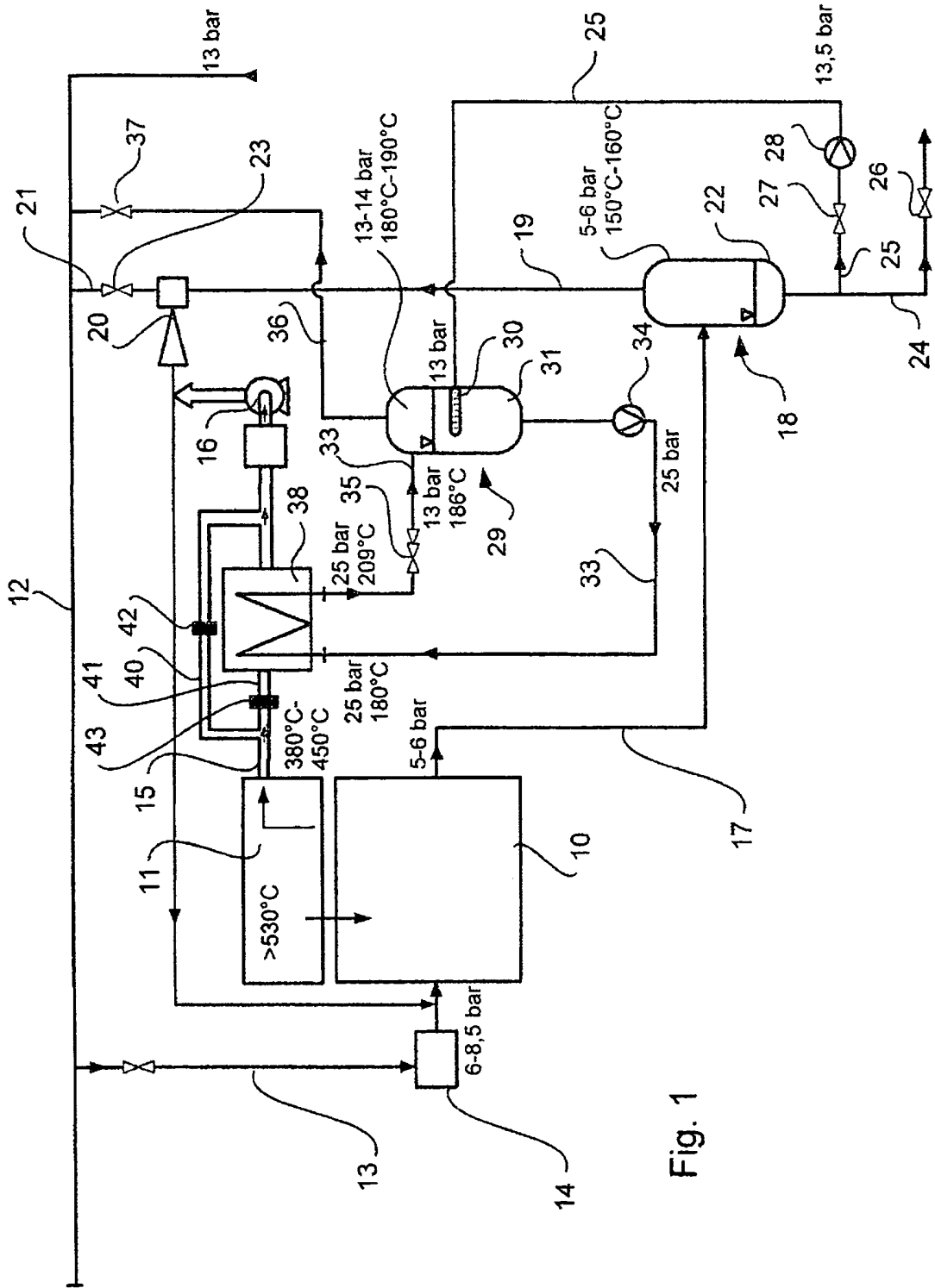


Fig. 1



**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 102007006960 A1 **[0007]**
- EP 294982 B1 **[0007]**
- EP 1027495 B1 **[0007]**
- DE 3501584 A **[0009]**
- EP 0905311 A2 **[0020] [0025]**