



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.11.2002 Patentblatt 2002/47**

(51) Int Cl.7: **B41F 23/04, F26B 13/18**

(21) Anmeldenummer: **02007335.9**

(22) Anmeldetag: **05.04.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Heidelberger Druckmaschinen  
Aktiengesellschaft  
69115 Heidelberg (DE)**

(72) Erfinder: **de Vroome, Clemens Johannes Maria  
5835 BB Beugen (NL)**

(30) Priorität: **15.05.2001 DE 10123489**

(54) **Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn**

(57) Eine Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn (14), insbesondere einer bedruckten und in einem Heißlufttrockner erhitzten Papierbahn (14) in einer Rollenrotationsdruckmaschine, wobei die Vorrichtung Abwärme einer Heizeinrichtung (2, 10) zur Verdampfungsabkühlung eines Kühlmediums (52) nutzt, welches zur Kühlung der Materialbahn (14) durch eine Kühleinrichtung (12) geleitet wird, und wobei ein erster Anteil des Kühlmediums (52) verdampft und ein zweiter Anteil des Kühlmediums (52) durch Entzug von Verdampfungswärme abgekühlt wird, zeichnet sich durch mindestens Dampfgenerator (26), in welchem, zumindest zum Teil mittels der Abwärme der Heizeinrichtung (2, 10), Dampf erzeugt wird, mindestens eine Dampfstrahlvakuumdüse (34, 36), welche mit dem Dampf betrieben wird und welche einen Unterdruck erzeugt, sowie eine Unterdruckkammer (50), in welcher das Kühlmedium (52) mit dem Unterdruck zum zumindest teilweisen Verdampfen und zum Abkühlen beaufschlagt wird, aus.

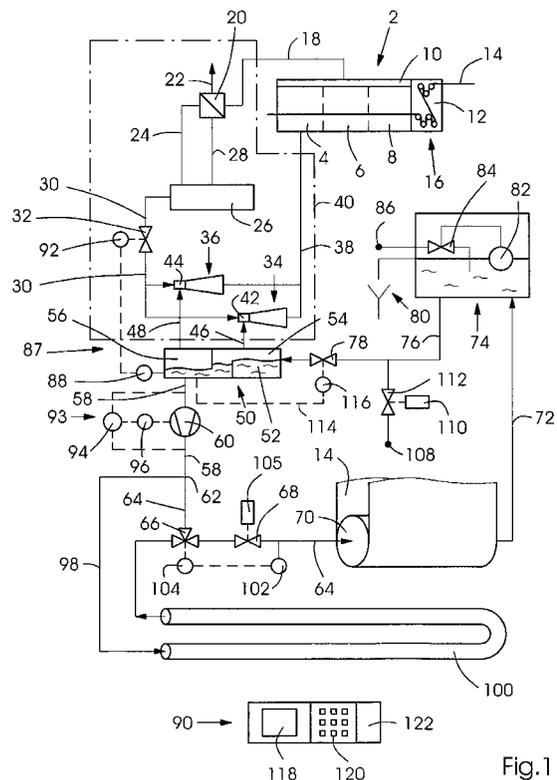


Fig.1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Kühlen einer Materialbahn, insbesondere einer bedruckten und in einem Heißlufttrockner erhitzten Papierbahn in einer Rollenrotationsdruckmaschine, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 und Anspruch 11.

**[0002]** Beim Bedrucken von Materialbahnen, zum Beispiel von Papierbahnen, in Rollenrotationsdruckmaschinen ist es bekannt, eine mit Heatset-Farben bedruckte Bahn nach dem Verlassen des letzten Druckwerkes durch einen Trockner, zum Beispiel einen Heißlufttrockner, zu führen, in welchem die Bahn durch Beaufschlagung mit Heißluft von zum Beispiel etwa 300°C beim Durchlaufen des Trockners getrocknet wird. Nach Verlassen des Trockners weist die Materialbahn eine Temperatur von zum Beispiel etwa 100°C auf und wird, bevor sie einem nachgeordneten Falzapparat zugeführt wird, durch eine Kühleinrichtung, zum Beispiel einen Kühlwalzenstand geführt, in welchem sie um mit einer Kühlflüssigkeit durchströmten Kühlwalzen geführt und dabei auf zum Beispiel etwa 20°C abgekühlt wird. Hierdurch kommt es zu einem vollständigen Aushärten der Druckfarbe auf der Materialbahn, sodass diese in dem nachgeordneten Falzapparat ohne abzuschmieren und somit ohne Beschädigungen an dem Druckbild in der gewünschten Weise gefalzt werden kann.

**[0003]** In dem Heißlufttrockner wird die notwendige Temperaturerhöhung zum Beispiel durch das Verbrennen eines Brenngases in einer Brennkammer und/oder das Nachverbrennen der aus der Materialbahn ausgedampften Lösungsmittel bewirkt, wobei stets ein Teil der erwärmten und nachverbrannten Luft energetisch ungenutzt als Abwärme einem Kamin zugeführt wird. Gleichzeitig wird zum Betrieb der Kühleinrichtung, das heißt zum Betrieb einer der Kühleinrichtung zugeordneten Kältemaschine, zum Beispiel einer Kompressionskältemaschine, eine Kühlleistung in der Größenordnung von zum Beispiel 100kW benötigt.

**[0004]** Aus der EP-A 0 997 697 ist eine Vorrichtung zum Trocknen und Kühlen frisch bedruckter Papierbahnen bekannt, in welcher die erforderliche Wärme-Energie für den Betrieb einer Absorptionskälteanlage durch das heiße Abgas einer Nachbrennkammer zugeführt wird. Hierzu wird das heiße Abgas zunächst einem Wärmetauscher zugeführt, in welchem ein Teil der Wärme auf ein Heizmedium in einem ersten Kreislauf übertragen wird, wobei das Heißmedium eine Heizschlange in einem Kocher durchströmt. In dem Kocher wird aus einer Kältemittellösung, zum Beispiel einer Ammoniaklösung, gasförmiges Kältemittel bei erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck ausgetrieben, welches in einem zweiten Kreislauf einem Verflüssiger zugeführt wird, in welchem eine mit einem Rückkühler in Verbindung stehende Kühlschlange eines dritten Kreislaufes angeordnet ist. In dem Verflüssiger wird das gasförmige Kühl-

mittel durch Wärmeaustausch mit dem umgepumpten Kühlwasser des dritten Kreislaufes verflüssigt und in dem zweiten Kreislauf über ein Entspannungsventil einem Verdampfer zugeführt, in welchem wiederum eine Heizschlange angeordnet ist, die mit den Kühlregistern einer Kühleinrichtung über einen vierten Kreislauf verbunden ist. Über die Heizschlange in dem Verdampfer wird Wärme an das Kältemittel abgegeben und somit ein Wärmeträger in dem vierten Kreislauf abkühlt. Von dem Verdampfer gelangt der Kältemitteldampf mit niedrigem Druck über den zweiten Kreislauf zu einem Absorber, wo er in niedrig konzentrierter Kältemittellösung absorbiert wird. In dem Absorber ist eine Kühlschlange eines fünften Kreislaufes angeordnet, welche die in dem Absorber freiwerdende Absorptionswärme abführt. Die nunmehr angereicherte Kältemittellösung wird innerhalb des zweiten Kreislaufes durch eine Pumpe unter erhöhtem Druck zurück in den Kocher gepumpt, während gleichzeitig aus dem Kocher über ein Regelventil kältemittellarme Lösung dem Absorber zugeführt wird.

**[0005]** Diese Vorrichtung weist den Nachteil auf, dass sie einen sehr aufwendigen Aufbau besitzt, insbesondere fünf voneinander getrennte Heiz- und Kühlmittelkreisläufe umfasst und hierdurch zum einen hohe Investitions- sowie Betriebskosten erzeugt und zum anderen sehr große Abmessungen aufweist, sodass unter Kostenaufwand eine entsprechend große Stellfläche bereitgestellt werden muss. Des Weiteren ist es von Nachteil, dass die Vorrichtung zum Betrieb ein leicht flüchtiges Kältemittel benötigt, welches bei Leckagen des in der Regel geschlossenen zweiten Kreislaufes in dem Druckraum austreten und zu Umwelt- und Gesundheitsschädigungen führen kann.

**[0006]** Darüber hinaus sind aus dem Stand der Technik Dampfstrahlvakuumpumpen bekannt, zum Beispiel solche, wie sie von Schutte & Koerting verkauft werden, welche mit Hilfe eines unter hohem Druck stehenden Dampfes ein Vakuum erzeugen. Hierzu wird der unter hohem Druck stehende Dampf zunächst einer Düse zugeführt, aus welcher er unter Verringerung des Druckes und gleichzeitiger Erhöhung der Geschwindigkeit des Dampfes in einen der Düse nachgeordneten sich verjüngenden Abschnitt der Dampfstrahlvakuumdüse strömt. Dabei wird, zum Beispiel an einer seitlichen Öffnung, welche mit dem mittleren Abschnitt in Verbindung steht, ein Vakuum erzeugt. Anschließend strömt der Dampf durch einen sich erweiternden Abschnitt der Dampfstrahlvakuumdüse, wobei sich die Geschwindigkeit wieder verringert und der Druck des Dampfes wieder zunimmt, sodass dieser gegen einen äußeren Druck aus der Dampfstrahlvakuumdüse entweichen kann.

**[0007]** Der Erfindung liegt demgemäß die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, welche durch einen einfachen Aufbau, und hierdurch unter Kosteneinsparung bei gleichzeitiger hoher Zuverlässigkeit die Kühlung einer Materialbahn bewirkt. Weiterhin ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn zu schaffen, wel-

che nur sehr wenige bewegliche Teile umfasst und ohne Chemikalien arbeitet, welche besondere Anforderungen an den Aufbau sowie das Bedienen der Vorrichtung stellen.

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn, insbesondere einer bedruckten und in einem Heißlufttrockner erhitzten Papierbahn in einer Rollenrotationsdruckmaschine, wobei die Vorrichtung Abwärme einer Heizeinrichtung zur Verdampfungsabkühlung eines Kühlmediums nutzt, welches zur Kühlung der Materialbahn durch eine Kühleinheit geleitet wird, und wobei ein erster Anteil des Kühlmediums verdampft und ein zweiter Anteil des Kühlmediums durch Entzug von Verdampfungswärme abgekühlt wird, zeichnet sich durch mindestens einen Dampfgenerator, in welchem, zumindest zum Teil mittels der Abwärme der Heizeinrichtung, Dampf erzeugt wird, mindestens eine Dampfstrahlvakuumdüse, welche mit dem Dampf betrieben wird und welche einen Unterdruck erzeugt, und eine Unterdruckkammer, in welcher das Kühlmedium mit dem Unterdruck zum zumindest teilweisen Verdampfen und Abkühlen beaufschlagt wird, aus.

**[0010]** Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn nur sehr wenige und leicht zu bedienende Komponenten auf, sodass zum einen der Kauf sowie der Betrieb der Vorrichtung nur geringe Kosten verursacht, während zum andern der Betrieb der Vorrichtung ebenfalls nur mit geringen Kosten und gleichzeitig mit sehr hoher Zuverlässigkeit durchführbar ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Dampfstrahlvakuumdüse auf, welche im Vergleich zu der von ihr erbrachten Leistung ein sehr geringes Bauvolumen aufweist, sodass diese in vorteilhafter Weise, ohne größere Umbaumaßnahmen, in der Nähe oder in der Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn angeordnet werden kann. Eine solche Dampfstrahlvakuumdüse weist des Weiteren in vorteilhafter Weise keine bewegten Teile auf, sodass während des Betriebes nur sehr geringer oder sogar kein nennenswerter Verschleiß auftritt, wodurch wiederum Kosten und Arbeitswand für Reparaturen eingespart werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung nutzt des Weiteren zumindest zum Teil die Abwärme einer Heizeinrichtung, und bewirkt somit in vorteilhafter Weise eine hohe Energie- und Kosteneinsparung.

**[0011]** In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, kann die Vorrichtung sowohl eine erste Dampfstrahlvakuumdüse aufweisen, welche einen ersten Unterdruck erzeugt, mit welchem das Kühlmedium beaufschlagt wird, als auch mindestens eine zweite Dampfstrahlvakuumdüse aufweisen, welche einen zweiten Unterdruck erzeugt, welcher größer als der erste Unterdruck ist und mit welchem das Kühlmedium beaufschlagt wird.

**[0012]** Durch den Einsatz mehrerer Dampfstrahlva-

kuumdüsen ist es in vorteilhafter Weise möglich, schrittweise das gewünschte Vakuum über dem Kühlmedium in der Unterdruckkammer zu erzeugen. Hierzu kann die erste Dampfstrahlvakuumdüse ein Vorvakuum erzeugen, von welchem ausgehend wenigstens eine weitere Dampfstrahlvakuumdüse entweder das gewünschte Vakuum erzeugt oder wiederum nur ein Zwischenvakuum erzeugt, welches schrittweise durch weitere Dampfstrahlvakuumdüsen verringert werden kann. Hierdurch ist es zum Beispiel auch in vorteilhafter Weise möglich, statt einer extrem leistungsstarken Dampfstrahlvakuumdüse mehrere, eine geringere Leistung aufweisende Dampfstrahlvakuumdüsen zur Erzeugung eines gewünschten Vakuums zu betreiben. Da die Dampfstrahlvakuumdüsen, wie bereits erwähnt, vorteilhaft geringe Abmessungen aufweisen, ergibt sich weiterhin der Vorteil, dass selbst beim Einsatz mehrerer Dampfstrahlvakuumdüsen in der Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn insgesamt nur ein verhältnismäßig geringer Raumbedarf besteht.

**[0013]** Des Weiteren ist es auch möglich, dass die Unterdruckkammer mindestens zwei Abschnitte oder mindestens zwei Teilkammern aufweist, welche zum Austauschen von Kühlmedium miteinander verbunden sind, wobei die Abschnitte oder die Teilkammern mit unterschiedlich großen Unterdrücken beaufschlagt werden.

**[0014]** So ist es zum Beispiel möglich, jeden der Abschnitte oder der Teilkammern durch eine eigene ihm zugeordnete Dampfstrahlvakuumdüse auf ein jeweiliges gewünschtes Vakuum zu evakuieren und hierdurch in einem letzten der miteinander verbundenen Abschnitte oder Teilkammern das gewünschte Endvakuum aufzubauen.

**[0015]** Ferner ist es möglich, die Vorrichtung mit einer Temperaturmesseinheit und einer Steuer- oder Regelungseinheit auszustatten, wobei die Temperaturmesseinheit die Temperatur des Kühlmediums vor der Durchleitung des Kühlmediums durch die Kühleinrichtung bestimmt und die Steuer- oder Regelungseinheit in Abhängigkeit von der Temperatur den Dampfdruck durch die Dampfstrahlvakuumdüse steuert oder regelt.

**[0016]** Bei Erhöhung des Dampfdruckes durch die Dampfstrahlvakuumdüse erzeugt diese ein höheres Vakuum, wodurch die Menge des verdampften Kühlmediums zunimmt und gleichzeitig das in der Unterdruckkammer zurückgebliebene Kühlmedium stärker abgekühlt wird. Eine Verringerung des Dampfdruckes bewirkt in gleicher Weise eine geringere Abkühlung des Kühlmediums in der Unterdruckkammer. Zur Steuerung oder zur Regelung der Temperatur des Kühlmediums kann somit in vorteilhaft einfacher Weise aufgrund der gemessenen Temperatur des Kühlmediums vor der Durchleitung durch die Kühleinrichtung der Dampfdruck, zum Beispiel durch Ansteuerung eines Ventils, in der gewünschten Weise beeinflusst werden. Das Einstellen oder Regeln zum Beispiel einer vorgegebenen Temperatur des Kühlmediums kann somit auf einfache Weise und reaktionsschnell durchgeführt werden.

Zur Regelung der Temperatur kann die Steuer- oder Regeleinrichtung eine in bekannter Weise ausgestaltete Regeleinrichtung aufweisen, welche den gemessenen Temperaturwert als Ist-Wert mit einem vorgegebenen Temperaturwert als Soll-Wert vergleicht und in Abhängigkeit von der Abweichung beider Werte die Regelung durchführt.

**[0017]** Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann eine Pumpe, eine Druckmessseinheit und eine Steuer- oder Regeleinheit aufweisen, wobei die Pumpe in eine Zuleitung von der Vakuumkammer zur der Kühleinrichtung eingebaut sein kann, wobei die Druckmessseinheit die Druckdifferenz des Kühlmediums vor und nach der Pumpe bestimmen kann und wobei die Steuer- oder Regeleinheit in Abhängigkeit von der Druckdifferenz die Förderleistung der Pumpe in bekannter Weise steuert oder regelt.

**[0018]** Hierdurch kann in vorteilhafter Weise der Druck des Kühlmediums vor der Durchleitung des Kühlmediums durch die Kühleinrichtung in gewünschter Weise eingestellt werden.

**[0019]** Eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung kann sich dadurch auszeichnen, dass die Temperatur des Kühlmediums auf etwa 10°C und der Druck des Kühlmediums auf etwa 1,7 bar geregelt wird.

**[0020]** Es ist weiterhin auch möglich, dass die Heizeinrichtung, deren Abwärme zur Dampferzeugung benutzt wird, ein Heißlufttrockner, insbesondere eine Brennkammer oder eine Nachverbrennungseinrichtung eines Heißlufttrockners, ist.

**[0021]** Da insbesondere beim Betrieb von Rollenrotationsdruckmaschinen Heißlufttrockner zum Trocknen der bedruckten Materialbahn eingesetzt werden, deren Abwärme die zum Betrieb einer Vorrichtung zum Kühlen der Materialbahn erforderliche Energiemenge aufweist, ist es von Vorteil, den Betrieb der Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn mit dem Betrieb der Heizeinrichtung in der Weise zu kombinieren, dass die Abwärme, also die Verlustenergie des Heißlufttrockners zumindest teilweise direkt als Nutzenergie in die Vorrichtung zur Kühlung einfließt. Dies ist insbesondere deshalb von Vorteil, da Trockner und Kühleinrichtung in räumlicher Nähe zueinander angeordnet sind, sodass auf lange Zuleitungen, welche insbesondere wärmeisoliert sein müssen, verzichtet werden kann. Auch beim Betrieb eines Heißlufttrockners mit integrierter Kühleinrichtung, zum Beispiel mit integriertem Kühlwalzenstand ist es von besonderem Vorteil, diesen mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn auszurüsten. Dabei kann in vorteilhafter Weise unter Einsparung von Stellfläche zum Beispiel die gesamte Vorrichtung zum Kühlen der Materialbahn mit in den Trockner integriert sein, es ist jedoch auch denkbar, dass zum Beispiel nur die Dampfstrahlvakuumdüsen in den Trockner integriert sind. Da die Dampfstrahlvakuumdüsen aufgrund ihres Funktionsprinzips eine längliche Bauweise aufweisen, bietet es sich in vorteilhafter Weise an, diese in die ebenfalls längliche Bauform eines Trock-

ners, insbesondere eines Heißlufttrockners zu integrieren.

**[0022]** Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann sich dadurch auszeichnen, dass die Kühleinrichtung mindestens eine Kühlwalze umfasst, durch welche das Kühlmedium geführt wird, und welche insbesondere einen Durchmesser im Bereich von 150 mm bis 250 mm aufweist.

**[0023]** Der Betrieb einer Kühleinrichtung mit mindestens einer Kühlwalze in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung führt ferner zu dem Vorteil, dass das mittels der Vorrichtung abgekühlte Kühlmedium direkt durch die Kühlwalzen hindurchgeführt werden kann, sodass in vorteilhafter Weise auf weitere Wärmetauscher und Kühlmedien verzichtet werden kann. Durch die Wahl des Durchmessers der Kühlwalzen im Bereich von 150 mm bis 250 mm, also durch die Wahl eines relativ geringen Durchmessers der Kühlwalzen, ist es weiterhin von Vorteil, dass die Kühlwalzen, welche zum Beispiel einen hohlen Innenraum aufweisen, mit einer relativ geringen Menge an Kühlmittel durchflossen werden können, um den gewünschten Kühleffekt herbeizuführen. Somit führt die Verbindung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, welche einen geringen Platzbedarf aufweist, mit einem Kühlwalzenstand, welcher Kühlwalzen mit geringen Durchmessern aufweist, insgesamt zu einer Kühleinrichtung, welche die Stellfläche der gesamten Rollenrotationsdruckmaschine beträchtlich verringert.

**[0024]** Des Weiteren ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Kühlen einer Materialbahn zu schaffen, welches mit geringem Kosten- und Arbeitsaufwand bei gleichzeitiger hoher Zuverlässigkeit die gewünschte Kühlung einer Materialbahn bewirkt.

**[0025]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale von Anspruch 11 gelöst.

**[0026]** Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Kühlen einer Materialbahn, insbesondere einer bedruckten und in einem Heißlufttrockner erhitzten Papierbahn in einer Rollenrotationsdruckmaschine, wobei Abwärme einer Heizeinrichtung zur Verdampfungsabkühlung eines Kühlmediums genutzt wird, welches zur Kühlung der Materialbahn durch eine Kühleinrichtung geleitet wird, und wobei ein erster Anteil des Kühlmediums verdampft und ein zweiter Anteil des Kühlmediums durch Entzug von Verdampfungswärme abgekühlt wird, zeichnet sich durch die Verfahrensschritte

- Erzeugen von Dampf, zumindest zum Teil mittels der Abwärme der Heizeinrichtung,
- Betreiben einer Dampfstrahlvakuumdüse mit dem Dampf und Erzeugen eines Unterdrucks mittels der Dampfstrahlvakuumdüse, und
- Beaufschlagen des Kühlmediums mit dem Unterdruck, zum zumindest teilweisen Verdampfen und zum Abkühlen des Kühlmediums

aus.

**[0027]** Bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Abkühlung eines Kühlmediums in vorteilhafter Weise mit geringen Kosten und geringem Arbeitsaufwand bewirkt, wobei aufgrund der geringen Anzahl der Verfahrensschritte und deren jeweilige einfache Durchführbarkeit, das Verfahren insgesamt auch auf Dauer sehr zuverlässig ist. Das Erzeugen eines Unterdrucks mittels der Dampfstrahlvakuumdüse geschieht ohne bewegliche Teile und ohne Einsatz spezieller Chemikalien, sodass keinerlei Verschleißerscheinungen zu erwarten sind, und auf besondere Sicherheitsmaßnahmen verzichtet werden kann.

**[0028]** Die Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die Zeichnung anhand einer bevorzugten Ausführungsform beschrieben.

Es zeigt:

**[0029]** Fig. 1 den schematischen Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0030]** Fig. 1 zeigt ein Heißlufttrockner 2, welcher drei Sektionen 4, 6 und 8, eine Brennkammer 10 sowie einen integrierten Kühlwalzenstand 12 aufweist, und durch den eine bedruckte Papierbahn 14 um Kühlwalzen 16 geführt wird. Die von dem Heißlufttrockner 2 erzeugte warme Abluft wird über eine Leitung 18 einem Wärmetauscher 20 zugeführt und von diesem über einen Kamin 22 ausgestoßen. In dem Wärmetauscher 20 wird ein Heizmedium erwärmt, welches über eine Zuleitung 24 einem Dampfgenerator 26 zugeführt wird und von diesem über eine Rückleitung 28 zum Wärmetauscher geführt wird. Es ist jedoch auch möglich, den Dampfgenerator 26 direkt mit den heißen Abgasen des Heißlufttrockners über die Leitung 18 zu betreiben und auf einen Wärmetauscher 20 zu verzichten. Der in dem Dampfgenerator 26 erzeugte Dampf, zum Beispiel Wasserdampf, wird über eine Leitung 30, in welche ein steuerbares Ventil 32 eingebaut ist, zu einer ersten Dampfstrahldüse 34 und einer zweiten Dampfstrahldüse 36 geführt, von wo aus der Dampf wiederum über eine Leitung 38 zurück zu einer der Sektionen des Heißlufttrockners 2 geführt werden kann. Dabei können zum Beispiel die innerhalb des durch die Linie 40 begrenzten Bereiches der Figur 1 gezeigten Komponenten auch innerhalb des Heißlufttrockners 2 angeordnet sein. Beim Durchströmen des Dampfes durch die erste und die zweite Dampfstrahlvakuumdüse 34 und 36 wird an den Stellen 42 und 44, welche einen verengten Querschnitt aufweisen, ein jeweiliges Vakuum erzeugt, mit welchem über seitlich angebrachte Leitungen 46 und 48 eine Vakuumkammer 50 beaufschlagt wird, in welcher sich ein Kühlmedium 52 befindet. Durch das erzeugte Vakuum über dem Kühlmedium 52 in der Vakuumkammer 50 verdampft dieses teilweise, wobei der Dampf über die Leitungen 46 und 48 in den Dampfstrahl gezogen und über die Leitung 38 entfernt wird. Die Vakuumkammer 50 weist einen ersten Abschnitt 54 auf, in welchem mit-

tels der Dampfstrahlvakuumdüse 34 ein erstes Vakuum über dem Kühlmedium 52 erzeugt wird und weist des Weiteren einen zweiten Abschnitt 56 auf, in welchem mittels der Dampfstrahlvakuumdüse 36 ein zweites Vakuum erzeugt wird, das höher als das erste Vakuum in dem ersten Abschnitt 54 ist. Durch das Verdampfen des Kühlmediums 52 in der Vakuumkammer 50 wird dieses durch Entzug der Verdampfungswärme abgekühlt und kann über eine Leitung 58, in welcher eine Pumpe 60 eingebaut ist, aus dem zweiten Abschnitt 56 der Vakuumkammer 50 abgepumpt werden. Das Kühlmedium wird nun mit einer gewissen Temperatur und einem gewissen Druck von einem Verzweigungspunkt 62 aus über eine Leitung 64, über ein Mischventil 66 und ein Absperrventil 68 zu einer Kühlwalze 70 des Kühlwalzenstandes 12 geführt, und durch diese hindurch geleitet. Die Kühlwalze 70 ist aus Darstellungsgründen vergrößert und außerhalb des Kühlwalzenstandes 12 gezeichnet. Durch das Durchspülen der Kühlwalze 70 mit dem gekühlten Kühlmedium wird die Oberfläche der Kühlwalze auf einem niedrigen Temperaturniveau gehalten, sodass eine über die Oberfläche geführte Papierbahn 14 durch Kontakt mit der Oberfläche abgekühlt wird. Nach dem Durchströmen der Kühlwalze 70 wird das Kühlmedium über eine Leitung 72 einem Reservoir 74 zugeführt, in welchem das Kühlmedium bevorratet ist und von welchem dieses über eine Leitung 76 und über ein Ventil 78 zurück in die Vakuumkammer 50 geführt werden kann. Um ein gleichbleibend hohes Niveau des Kühlmediums in dem Reservoir 74 zu gewährleisten, weist dieses zum einen einen Überlauf 80 auf, und zum anderen ein mit einem Schwimmer 82 betätigbares Ventil 84 auf, über welches bei absinkendem Niveau des Kühlmediums in dem Reservoir 74 von einem Zulauf 86 Kühlmedium dem Reservoir zugeführt werden kann. Zur Steuerung bzw. zur Regelung auf vorgegebene Werte kann die erfindungsgemäße Vorrichtung weitere Komponenten umfassen. So kann zum Beispiel die Vakuumkammer 50 mit einer Temperaturmesseinrichtung 88 versehen sein, welche die Temperatur des Kühlmediums in der Vakuumkammer bestimmt, wobei die gemessenen Temperaturwerte zum Beispiel einer Steuer- oder Regeleinrichtung 90 zugeführt werden, welche in Abhängigkeit der gemessenen und eventuell vorgegebenen Temperaturwerte mittels eines Motors 92 das Regelventil 32 in der Leitung 30 betätigt. Je nach Öffnungszustand des Ventils 32 ist der Druck des den Dampfstrahlvakuumdüsen 34 und 36 zugeführten Dampfes einstellbar, wodurch in Folge das an den Stellen 42 und 44 erzeugte Vakuum beeinflussbar ist. Da dieses Vakuum wiederum die Menge des verdampften Kühlmediums in der Vakuumkammer 50 beeinflusst, und somit die Menge der entzogenen Verdampfungswärme, kann auf diese Weise die Temperatur des Kühlmediums exakt eingestellt werden. Des Weiteren kann mit Hilfe einer Druckmesseinrichtung 94 die Druckdifferenz zwischen Messstellen vor und nach der Pumpe 60 bestimmt werden, wobei der gemessene Wert ebenfalls der Steuer-

oder Regeleinrichtung 90 zugeführt werden kann, welche in Abhängigkeit von dem gemessenen Wert und eventuell vorgegebenen Druckdifferenzwerten über einen Motor 96 die Förderleistung der Pumpe 60 erhöht oder erniedrigt, sodass der Druck, mit welchem das Kühlmedium durch die Kühlwalze 70 geführt wird, in gewünschter Weise, das heißt auf einen gewünschten Wert, eingestellt werden kann. Darüber hinaus ist es möglich, von dem Verzweigungspunkt 62 aus über eine Leitung 98 das Kühlmedium durch einen Heizbereich 100 zu führen, in welchem das Kühlmedium erwärmt wird. Durch eine weitere Temperaturmesseinrichtung 102 kann die Temperatur des Kühlmediums vor dem Durchleiten des Kühlmediums durch die Kühlwalze 70 gemessen werden, wobei die gemessenen Werte wiederum der Steuer- oder Regeleinrichtung zugeführt werden können, welche zum Beispiel in Abhängigkeit vom Betriebszustands der Rollenrotationsdruckmaschine über einen Motor 104 das Mischventil 66 betätigen kann, wodurch gekühltes Kühlmedium von der Vakuumkammer mit erwärmtem Kühlmedium aus dem Heizbereich 100 vermischt wird und der Kühlwalze 70 zugeführt wird. So kann zum Beispiel beim Stillstand der Maschine das Temperaturniveau des Kühlmediums von einer Betriebstemperatur von etwa 10°C durch Betätigung des Mischventils auf etwa 20°C erhöht werden, sodass es beim Stillstand der Maschine nicht zu Kondensation auf den Kühlwalzen kommt. Des Weiteren kann in der Leitung 64 ein Absperrventil 68 vorgesehen sein, mit welchem der Zufluss von Kühlmedium zu den Kühlwalzen verhindert werden kann, wobei das Absperrventil 68 zum Beispiel über eine elektromagnetisch arbeitende Betätigungseinrichtung 106 betätigt werden kann. Zum Befühlen der Vakuumkammer 50 mit Kühlmedium ist die Leitung 76 mit einem Zulauf 108 über ein ebenfalls mit einer Betätigungseinrichtung 110 betätigbares Absperrventil 112 verbunden. Zusätzlich kann der Füllstand des Kühlmediums in der Vakuumkammer 50 über eine nicht dargestellte Füllstandsmesseinrichtung bestimmt werden, wobei diese über eine Leitung 114 mit einem Motor 116 und dessen Steuerung verbunden sein kann, der ein Ventil 78 betätigt, mit welchem der Zulauf von Kühlmedium zur Vakuumkammer 50 eingestellt werden kann.

**[0031]** Eine solche wie in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn kann zum Beispiel durch folgende Werte charakterisiert sein: Bei einer Geschwindigkeit der Papierbahn von 15 m/s und einer Breite von 1460 mm sowie einem Gewicht der Papierbahn von 90 g/m<sup>2</sup> kann die Temperatur der Papierbahn von einer Eingangstemperaturbahn von 80°C vor dem Kühlwalzenstand 12 auf eine Ausgangstemperatur von 35°C nach dem Kühlwalzenstand 12 verringert werden, wobei die gezeigte Vorrichtung eine Leistung von etwa 115 kWh aufweisen muss. Hierzu wird von dem Dampfgenerator Wasserdampf mit etwa 10 bar Druck und etwa 180°C Temperatur erzeugt, welcher durch die beiden Dampfstrahlvakuumdüsen geleitet der Vakuumkammer

50 etwa 2,8 l/min Wasserdampf entzieht. Hierdurch wird ein Unterdruck von etwa 12 mbar in der Vakuumkammer 50 erzeugt und das Kühlmedium auf etwa 10°C bis 20°C abgekühlt. Durch die Temperaturregeleinrichtung 87 sowie die Druckregeleinrichtung 93 wird das Kühlmedium vor dem Durchströmen der Kühlwalze 70 auf 1,7 bar Druck und 10°C Temperatur gebracht. Nach dem Durchströmen des Kühlmediums durch den Kühlwalzenstand 12 und dessen Kühlwalzen 16, 70 weist das Kühlmedium nur noch einen Druck von etwa 1,2 bar und eine erhöhte Temperatur von 14°C auf. Durch die Kühlwalzen 16, 70 des Kühlwalzenstandes 12 werden dabei 25 m<sup>3</sup> Kühlmedium pro Stunde geführt. Für eine ausreichende Dimensionierung der Vorrichtung können die Vakuumkammer 50 sowie das Reservoir 74 jeweils ein Volumen von etwa 40 l aufweisen. Beim Betrieb einer solchen Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn reicht die Nutzung der Abwärme aus der Nachverbrennung des Trockners 2 aus, sodass auf weitere Energieeinspeisung in die Vorrichtung verzichtet werden kann.

**[0032]** Die Steuer- oder Regeleinrichtung 90 kann eine Anzeige 118, eine Eingabeeinheit 120 sowie eine Speichereinheit 122 umfassen, in welcher Messwerte, Vorgabewerte, als auch komplette Steuerprofile für vordefinierte Betriebszustände der Rollenrotationsdruckmaschine gespeichert sein können. Die Steuer- oder Regeleinrichtung 90 kann hierzu über nicht dargestellte Leitungen mit den einzelnen Messeinrichtungen 88, 94, 102 sowie den verschiedenen Ventilen oder deren Betätigungsmotoren in der Weise verbunden sein, dass eine gezielte Ansteuerung oder auch Regelung dieser Komponenten durch selbsttätig ablaufende Programme in der Steuer- oder Regeleinrichtung 90 oder auch durch manuelle Eingaben durch einen Bediener durchgeführt werden können.

## BEZUGSZEICHENLISTE

### [0033]

2	Heißlufttrockner
4, 6, 8	Sektionen des Heißlufttrockners
10	Brennkammer
12	Kühlwalzenstand
14	Papierbahn
16	Kühlwalzen
18	Leitung
20	Wärmetauscher
22	Kamin
24	Zuleitung
26	Dampfgenerator
28	Rückleitung
30	Leitung
32	Ventil
34, 36	Dampfstrahlvakuumdüsen
38	Leitung
40	Linie
42	Stellen mit verengtem Querschnitt

44	Stellen mit verengtem Querschnitt	
46, 48	Leitung	
50	Vakuumkammer	
52	Kühlmedium	
54	erster Abschnitt	5
56	zweiter Abschnitt	
58	Leitung	
60	Pumpe	
62	Verzweigungspunkt	
64	Leitung	10
66	Mischventil	
68	Absperrventil	
70	Kühlwalze	
72	Leitung	
74	Reservoir	15
76	Leitung	
78	Ventil	
80	Überlauf	
82	Schwimmer	
84	Ventil	20
86	Zulauf	
87	Temperaturregeleinrichtung	
88	Temperaturmesseinrichtung	
90	Steuer- oder Regeleinrichtung	
92	Motor	25
93	Druckregeleinrichtung	
94	Druckmesseinrichtung	
96	Motor	
98	Leitung	
100	Heizbereich	30
102	Temperaturmesseinrichtung	
104	Motor	
106	Betätigungseinrichtung	
108	Zulauf	
110	Betätigungseinrichtung	35
112	Absperrventil	
114	Leitung	
116	Motor	
118	Anzeige	
120	Eingabeeinheit	40
122	Speichereinheit	

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Kühlen einer Materialbahn (14), insbesondere einer bedruckten und in einem Heißlufttrockner erhitzten Papierbahn (14) in einer Rollenrotationsdruckmaschine, wobei die Vorrichtung Abwärme einer Heizeinrichtung (2, 10) zur Verdampfungsabkühlung eines Kühlmediums (52) nutzt, welches zur Kühlung der Materialbahn (14) durch eine Kühleinrichtung (12) geleitet wird, und wobei ein erster Anteil des Kühlmediums (52) verdampft und ein zweiter Anteil des Kühlmediums (52) durch Entzug von Verdampfungswärme abgekühlt wird, **gekennzeichnet durch** mindestens einen Dampfgenerator (26), in wel-

chem, zumindest zum Teil mittels der Abwärme der Heizeinrichtung (10), Dampf erzeugt wird, mindestens eine Dampfstrahlvakuumdüse (34, 36), welche mit dem Dampf betrieben wird und welche einen Unterdruck erzeugt, eine Unterdruckkammer (50), in welcher das Kühlmedium (52) mit dem Unterdruck zum zumindest teilweisen Verdampfen und zum Abkühlen beaufschlagt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine erste Dampfstrahlvakuumdüse (34), welche einen ersten Unterdruck erzeugt, mit welchem das Kühlmedium (52) beaufschlagt wird, und mindestens eine zweite Dampfstrahlvakuumdüse (36), welche einen zweiten Unterdruck erzeugt, welcher größer als der erste Unterdruck ist und mit welchem das Kühlmedium (52) beaufschlagt wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Unterdruckkammer (50) mindestens zwei Abschnitte (54, 56) oder mindestens zwei Teilkammern (54, 56) aufweist, welche zum Austauschen von Kühlmedium (52) miteinander verbunden sind, wobei die Abschnitte oder die Teilkammern (54, 56) mit unterschiedlich großen Unterdrücken beaufschlagt werden.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** eine Temperaturmesseinheit (88), welche die Temperatur des Kühlmediums (52) vor der Durchleitung des Kühlmediums durch die Kühleinrichtung (12) bestimmt, und eine Steuer- oder Regeleinheit (90), welche in Abhängigkeit von der Temperatur den Dampfdruck durch die Dampfstrahlvakuumdüse (34, 36) steuert oder regelt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** eine Pumpe (60), welche in eine Zuleitung (58) von der Vakuumkammer (50) zu der Kühleinheit (12) eingebaut ist, eine Druckmesseinheit (94), welche die Druckdifferenz des Kühlmediums (52) vor und nach der Pumpe (60) bestimmt, und eine Steuer- oder Regeleinheit (90), welche in Abhängigkeit von der Druckdifferenz die Förderleistung der Pumpe (60) steuert oder regelt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des Kühlmediums (52) in der Vakuumkammer (50) auf etwa 10°C bis 20°C und der Druck des Kühlmediums (52) auf etwa 12 mbar

geregelt wird.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,** 5  
**dass** die Heizeinrichtung (2) ein Heißlufttrockner (2), insbesondere eine Brennkammer (10) oder eine Nachverbrennungseinrichtung (10) des Heißlufttrockners, ist. 10
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kühleinrichtung (12) mindestens eine Kühlwalze (16, 70) umfasst, durch welche das Kühlmedium (52) geführt wird, und welche insbesondere einen Durchmesser im Bereich von 150 mm bis 250 mm aufweist. 15
9. Trockner, insbesondere Heißlufttrockner, 20  
**gekennzeichnet durch**  
eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei insbesondere wenigstens die Dampfstrahlvakuumdüsen (34, 36) in den Trockner (2) integriert sind. 25
10. Druckmaschine, insbesondere Rollenrotationsdruckmaschine,  
**gekennzeichnet durch**  
eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder einen Trockner nach Anspruch 9. 30
11. Verfahren zum Kühlen einer Materialbahn (14), insbesondere einer bedruckten und in einem Heißlufttrockner erhitzten Papierbahn (14) in einer Rollenrotationsdruckmaschine, wobei Abwärme einer Heizeinrichtung (2, 10) zur Verdampfungsabkühlung eines Kühlmediums (52) genutzt wird, welches zur Kühlung der Materialbahn (14) durch eine Kühleinrichtung (12) geleitet wird, und wobei ein erster Anteil des Kühlmediums (52) verdampft und ein zweiter Anteil des Kühlmedium (52) durch Entzug von Verdampfungswärme abgekühlt wird, **gekennzeichnet durch** die folgenden Verfahrensschritte: 35  
40  
45  
Erzeugen von Dampf, zumindest zum Teil mittels der Abwärme der Heizeinrichtung (2, 10),  
Betreiben einer Dampfstrahlvakuumdüse (34, 36) mit dem Dampf und Erzeugen eines Unterdrucks mittels der Dampfstrahlvakuumdüse, 50  
und  
Beaufschlagen des Kühlmediums (52) mit dem Unterdruck, zum zumindest teilweisen Verdampfen und zum Abkühlen des Kühlmediums (52). 55





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 00 7335

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7)
D, A	EP 0 997 697 A (VITS MASCHINENBAU GMBH) 3. Mai 2000 (2000-05-03) * das ganze Dokument *	1, 9-11	B41F23/04 F26B13/18
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)
			B41F F26B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>3. September 2002</b>	Prüfer <b>Madsen, P</b>
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 : nichtschriftliche 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 02 (P04003)

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

EP 02 00 7335

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.

03-09-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0997697 A	03-05-2000	DE 29819202 U1 EP 0997697 A2	11-02-1999 03-05-2000
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82