



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 479 817 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

(51) Int Cl.7: **D21F 1/36**

(21) Anmeldenummer: **04101976.1**

(22) Anmeldetag: **07.05.2004**

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

(30) Priorität: **19.05.2003 DE 10322525**

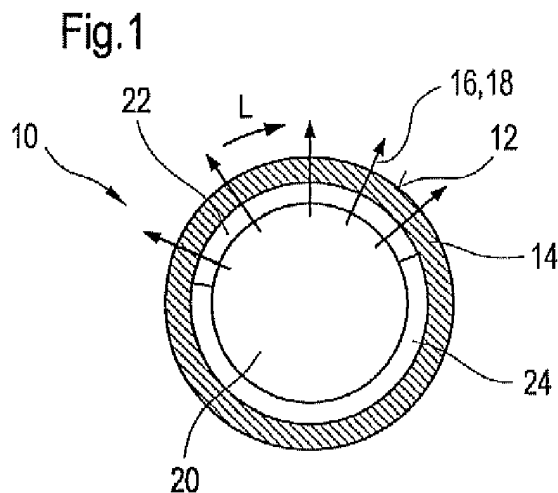
(71) Anmelder: **Voith Paper Patent GmbH
89522 Heidenheim (DE)**

(72) Erfinder:
• **Schmidtke, Werner
89174 Altheim (DE)**
• **Oechsle, Markus
73566 Bartholomae (DE)**
• **Mayer, Roland
89522 Heidenheim (DE)**
• **Kahl, Peter
89547 Gerstetten (DE)**

(54) **Bahnführungseinrichtung**

(57) Eine Bahnführungseinrichtung umfasst wenigstens ein Leitelement (10) zur berührungslosen Bahnführung in einer der Herstellung und/oder Behandlung einer Materialbahn (28), insbesondere Papier- oder Kartonbahn, dienenden Maschine. Das Leitelement

(10) besitzt eine Leitfläche (12), die zumindest teilweise aus luftdurchlässigem porösen Material (14) besteht, das mit Druckluft beaufschlagbar ist, um über die durch dieses poröse Material (14) hindurchströmende Luft (16) zwischen der Leitfläche (10) und der bewegten Materialbahn (28) ein Luftpolster (18) zu bilden.



EP 1 479 817 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Bahnführungseinrichtung mit wenigstens einem Leitelement zur berührungslosen Bahnführung in einer der Herstellung und/oder Behandlung einer Materialbahn, insbesondere Papieroder Kartonbahn, dienenden Maschine. Sie betrifft ferner eine Maschine zur Herstellung und/oder Behandlung einer Materialbahn, insbesondere Papier- oder Kartonbahn, mit wenigstens einer solchen Bahnführungseinrichtung.

[0002] Bisher wird die Materialbahn mittels Leitwalzen geführt, bei denen ein Kontakt zur Oberfläche sowie ein Antrieb zwingend erforderlich sind. Eine solche Bahnführung ist nun aber relativ aufwendig und teuer. Die Bahn muss von der Oberfläche solcher Leitwalzen abgezogen werden, wozu entsprechende Abziehkräfte aufzubringen sind.

[0003] Überdies wird die Materialbahn bisher über einen Airturn geführt. In diesem Fall ist zwar eine kontaktlose Führung bei stehendem Führungselement möglich, im Luftpolster herrscht aber in der Regel ein ungleichmäßiger Druck. Bei Löchern oder Teilabrissen kann die Bahn also trotzdem das Führungselement berühren. Zudem ist keine zuverlässige, ebene und faltenfreie Bahnführung gewährleistet. So kann es insbesondere zu sogenannten Omega-Falten kommen. Eine entsprechende Bahnführung ist wieder relativ teuer. Es sind große Luftmengen und große Abmessungen erforderlich.

[0004] Ein so genannter Airturn besitzt meistens Schlitzdüsen mit einem gegenseitigen Schlitzdüsenabstand von etwa 20 bis etwa 200 mm und einer jeweiligen Schlitzweite, die größer als 1 mm ist. Sind Lochdüsenreihen vorgesehen, so ist der Lochdüsendurchmesser in der Regel größer als 2 mm. Der Bahnabstand zur Oberfläche ist in der Regel größer als 5 mm, wobei er meistens in einem Bereich von 7 bis 20 mm liegt. Der Vordruck im Airturn liegt in der Regel in einem Bereich von 1 bis 6 kPa (= 0,06 bar). Der spezifische Volumenstrom liegt in der Regel in einem Bereich von 1000 bis 30000 Nm³/h · m².

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Bahnführungseinrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der die zuvor genannten Nachteile beseitigt sind. Dabei soll insbesondere eine stabile faltenfreie und zuverlässige, berührungslose Bahnführung erreicht werden. Es soll insbesondere ein Einsatz in Papiermaschinen, Streichmaschinen, Kalandern, Rollenschneidmaschinen usw. möglich sein.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Leitelement eine Leitfläche besitzt, die zumindest teilweise aus luftdurchlässigem porösen Material besteht, das mit Druckluft beaufschlagbar ist, um über die durch dieses poröse Material hindurchströmende Luft zwischen der Leitfläche und der bewegten Materialbahn ein Luftpolster zu bilden.

[0007] Der hohe Druckverlust an dem porösen Mate-

rial erzeugt ein sehr gleichmäßiges Luftpolster, so dass die Materialbahn in einem relativ kleinen Abstand zur Oberfläche zuverlässig geführt wird. Dies bringt insbesondere einen faltenfreien Lauf mit sich. Der relativ hohe Innendruck verhindert jeglichen Bahnkontakt zur Oberfläche.

[0008] Die Bahnführungseinrichtung kann also insbesondere wenigstens ein Leitelement umfassen, das mit Druckluft versorgt wird und eine offene Oberfläche, jedoch mit hohem Druckverlust, besitzt, durch die von innen Luft durchgedrückt wird. Damit wird sowohl zeitlich als auch räumlich ein stabiles gleichmäßiges Luftpolster erzeugt, das die Bahn zum Beispiel in einer Papiermaschine, einer Streichmaschine, einem Kalandr, einer Rollenschneidmaschine usw. ohne Kontakt zum Leitelement führt.

[0009] Bevorzugt umfasst das Leitelement wenigstens eine Druckkammer, über die das poröse Material mit Druckluft beaufschlagbar ist. Dabei kann das poröse Material zumindest teilweise auf einem die Druckkammer enthaltenden, mit Luftdurchtrittsöffnungen versehenen Träger aufgebracht sein. Es sind jedoch beispielsweise insbesondere auch solche Ausführungen denkbar, bei denen das poröse Material zumindest einen Teil der Druckkammerwandung bildet.

[0010] Der Druck in der Druckkammer kann insbesondere größer als 0,5 bar sein, wobei er vorzugsweise größer als 1 bar ist.

[0011] Der spezifische Volumenstrom im porösen Material liegt zweckmäßigerweise in einem Bereich von etwa 10 bis etwa 5000 Nm³/h · m².

[0012] Der Loch- oder Porenabstand bzw. der Abstand der Austrittsöffnungen des luftdurchlässigen porösen Materials ist bevorzugt kleiner als 1 mm.

[0013] Das poröse Material ist insbesondere so beschaffen, dass keine Einzelstrahlen, sondern statt dessen ein sehr gleichmäßiges Luftpolster erzeugt wird, wodurch eine sehr gute Bahnführung sichergestellt ist, die insbesondere auch bei Löchern, Rissen oder Bündeln in jedem Fall kontaktfrei bleibt. Bei einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bahnführungseinrichtung ist die mittlere Größe der Austrittsöffnungen, Poren und/oder Löcher des porösen Materials kleiner als 0,2 mm und vorzugsweise kleiner als 0,1 mm.

[0014] Bevorzugt ist das poröse Material so gewählt, dass sich ein hoher Druckverlust von Innen zur Umgebung ergibt, wodurch ein sehr gleichmäßiges Luftpolster erzeugt wird. Bei einer zweckmäßigen praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bahnführungseinrichtung ist der Druckverlust insbesondere von der von der bewegten Materialbahn abgewandten Seite zur der Materialbahn zugewandten Seite des porösen Materials größer als 0,2 bar und vorzugsweise größer als 0,8 bar.

[0015] Die Dicke des zwischen der Leitfläche und der bewegten Materialbahn gebildeten Luftpolsters und damit der Bahnabstand zur Oberfläche ist zweckmäßiger-

weise geringer als 5 mm und vorzugsweise geringer als 3 mm.

[0016] Das Leitelement kann insbesondere als Walze ausgeführt sein. Dabei kann diese als stehende bzw. nicht rotierende Walze oder als rotierende, vorzugsweise angetriebene Walze ausgeführt sein.

[0017] Insbesondere in dem Fall, dass das Leitelement als stehende oder nicht rotierende Walze ausgeführt ist, wird das Luftpolster vorteilhafterweise nur auf einem Teil des Walzenumfangs erzeugt.

[0018] Die Walze kann beispielsweise einen Durchmesser in einem Bereich von etwa 50 mm bis etwa 1500 mm besitzen.

[0019] Bei einer zweckmäßigen praktischen Ausführungsform ist das Leitelement nur von der Materialbahn umschlungen. Grundsätzlich sind jedoch auch solche Ausführungen denkbar, bei denen das Leitelement außer von der Materialbahn auch von zumindest einem bewegten Band, insbesondere einem Siebband umschlungen ist. Im letzteren Fall kann das bewegte Band, insbesondere Siebband, zwischen dem Leitelement und der Materialbahn oder auf der vom Leitelement abgewandten Seite der Materialbahn geführt sein, d.h. außen liegen.

[0020] Die Materialbahn bzw. das bewegte Band kann das Leitelement beispielsweise entsprechend einem Umschlingungswinkel umschlingen, deren Bereich von etwa 5 bis etwa 260° liegt.

[0021] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn das Leitelement als Bogen-Segment ausgeführt ist. Dabei kann es einen in Maschinenlaufrichtung konstanten Krümmungsradius oder einen sich in Maschinenlaufrichtung ändernden Krümmungsradius besitzen. Im letzteren Fall kann das Leitelement einen sich in Maschinenlaufrichtung kontinuierlich ändernden Krümmungsradius oder einen sich in Maschinenlaufrichtung in diskreten Stufen ändernden Krümmungsradius besitzen.

[0022] Um einen Breitstreckeffekt zu erzeugen, kann das Leitelement bzw. dessen Leitfläche insbesondere auch einen in Querrichtung gekrümmten Verlauf besitzen. Dabei kann sich der Krümmungsradius des Leitelements bzw. der Leitfläche über die sich in Querrichtung erstreckende Breite ändern.

[0023] Ist das Leitelement als Bogen-Segment ausgeführt, so besitzt es zweckmäßigerweise eine Segmenthöhe in einem Bereich von etwa 30 bis etwa 500 mm.

[0024] Der Krümmungsradius der Leitfläche liegt zweckmäßigerweise in einem Bereich von etwa 5 bis etwa 3000 mm.

[0025] Bei einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bahnführungseinrichtung ist das Leitelement in Querrichtung und/oder in Maschinenlaufrichtung aus mehreren einzelnen Segmenten zusammengesetzt.

[0026] Dabei kann zumindest einem Teil der Segmente eine gemeinsame Druckluftversorgung zugeordnet

sein. Die Segmenten können jedoch auch zumindest teilweise über getrennte Druckluftversorgungen versorgt werden.

[0027] Bei einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bahnführungseinrichtung ist über einzelne getrennte Segmente und/oder Segmentgruppen in Maschinenlaufrichtung und/oder in Querrichtung eine zonenweise getrennte Druckluftbeaufschlagung vorgesehen. In Maschinenlaufrichtung bzw. Querrichtung kann also eine spezielle zonenweise Druckabstufung erfolgen.

[0028] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bahnführungseinrichtung ist die Leitfläche des Leitelements durch wenigstens zwei jeweils zumindest teilweise aus luftdurchlässigem porösen Material bestehenden Schichten mit vorzugsweise unterschiedlichen Eigenschaften gebildet.

[0029] Dabei kann beispielsweise der Druckverlust an der von der Materialbahn abgewandten inneren Schicht kleiner sein als an der äußeren Schicht. Alternativ oder zusätzlich kann die Porosität der von der Materialbahn abgewandten inneren Schicht höher bzw. deren Lochabstand größer sein als bei der äußeren Schicht. Alternativ oder zusätzlich kann der Lochdurchmesser an der von der Materialbahn abgewandten inneren Schicht größer sein als an der äußeren Schicht. Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn die Schichten zumindest teilweise aus unterschiedlichem Material bestehen.

[0030] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bahnführungseinrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die von der Materialbahn abgewandte innere Schicht lediglich in einem Teilbereich aus luftdurchlässigem porösen Material besteht bzw. mit Luftdurchtrittsöffnungen versehen ist und im übrigen luftundurchlässig ist, so dass lediglich in einem Teilbereich des Leitelements ein Luftpolster erzeugt wird.

[0031] Die von der Materialbahn abgewandte innere Schicht kann zumindest teilweise insbesondere aus Metall, GFK und/oder CFK bestehen.

[0032] Die von der Materialbahn abgewandte innere Schicht liefert vorzugsweise die mechanische Tragfähigkeit des Leitelements bzw. der Leitfläche.

[0033] Die der Materialbahn zugewandte äußerste Oberfläche des Leitelements kann insbesondere aus fein-porösem Material bestehen. Sie kann also insbesondere einen feineren Porositätsgrad besitzen als die innere Schicht.

[0034] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn die der Materialbahn zugewandte äußerste Oberfläche des Leitelements gesintert ist.

[0035] Diese der Materialbahn zugewandte äußerste Oberfläche des Leitelements kann jedoch beispielsweise auch aus keramischem Material bestehen.

[0036] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn die der Materialbahn zugewandte äußerste Oberfläche des Leitelements leicht zu reinigen ist, also beispielsweise aus einem leicht zu reinigendem Material besteht.

Vorteilhafterweise ist die Leitfläche des Leitelements mit vorzugsweise direkt beim Herstellen der äußersten Oberfläche erzeugten Luftaustrittsöffnungen versehen. Die betreffenden Luftaustrittsöffnungen müssen also nicht durch eine nachträgliche Bearbeitung in die äußerste Oberfläche eingebracht werden.

[0037] Wie bereits erwähnt, kann die erfindungsgemäße Bahnführungseinrichtung insbesondere in einer Maschine zur Herstellung und/oder Behandlung einer Materialbahn, insbesondere Papier- oder Kartonbahn, eingesetzt werden.

[0038] So kann beispielsweise nach der Pressenpartie, vorzugsweise unmittelbar danach, wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen sein. Eine entsprechende Bahnführungseinrichtung kann also beispielsweise als Ersatz für eine herkömmliche Papierleitwalze nach der Presse, d.h. in einem Bereich noch sehr feuchter, empfindlicher Bahn vorgesehen sein. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Bahn nicht mehr abgezogen werden muss und ein Antrieb entfällt.

[0039] Das Leitelement kann beispielsweise nur von der Materialbahn umschlungen oder außer von der Materialbahn zum Beispiel auch von zumindest einem Siebband umschlungen sein.

[0040] Von Vorteil ist auch, wenn wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung in einem Maschinenabschnitt vorgesehen ist, in dem eine bereits weitgehend trockene Materialbahn vorliegt. Eine erfindungsgemäße Bahnführungseinrichtung kann also beispielsweise als Ersatz einer herkömmlichen Papierleitwalze bei weitgehend trockener Bahn vorgesehen sein. Auch dies bringt wieder den Vorteil mit sich, dass kein Antrieb erforderlich ist, d.h. nicht mehr sämtliche Leitwalzen angetrieben werden müssen, sondern nur noch die, die für die Bahnspannung wesentlich sind.

[0041] Vorteilhafterweise ist unmittelbar nach dem letzten Trockenzylinder wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen.

[0042] Es kann insbesondere auch vor und/oder in einem Kalandr jeweils wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen sein. Dabei kann eine jeweilige Bahnführungseinrichtung insbesondere auch wieder unmittelbar vor bzw. unmittelbar nach dem Kalandr angeordnet sein.

[0043] Überdies ist beispielsweise auch ein Einsatz vor einer Auf- und/oder vor einer Abrollung denkbar. Dabei kann die jeweilige Bahnführungseinrichtung beispielsweise wieder unmittelbar vor der Auf- bzw. Abrollung angeordnet sein.

[0044] Grundsätzlich kann beispielsweise auch in einer Streichmaschine und/oder in einem Rollenschneider jeweils wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen sein.

[0045] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn nach einer Oberflächenbeschichtung, insbesondere als Ersatz für einen Airtum, wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist. Durch den

geringen Bahnabstand und das gleichmäßige Luftpolster ist auch hier eine faltenfreie Führung sichergestellt. Weitere Vorteile ergeben sich aus der geringeren Luftmenge und dem kleineren Bauvolumen.

[0046] Bei einer vorteilhaften praktischen Ausführungsform ist wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung als Ersatz für eine jeweilige Breitstreckwalze vorgesehen.

[0047] Von Vorteil ist u.a. auch, wenn direkt vor und/oder nach einem Lufttrockner wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist. Dabei kann beispielsweise direkt vor und/oder nach einem Impingement-Trockner in einer Trockenpartie und/oder in einer Streichmaschine bzw. Nachtrocknpartie jeweils wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen sein.

[0048] Von Vorteil ist insbesondere auch, wenn wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung als Stützelement in einer zweireihigen Trockengruppe im freien Zug zwischen den Zylindern vorgesehen ist. Dabei können selbstverständlich auch in mehreren solchen zweireihigen Trockengruppen entsprechende Bahnführungseinrichtungen vorgesehen sein.

[0049] Vorteilhafterweise kann wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen sein, deren Leitelement zusätzlich von wenigstens einem Siebband umschlungen ist.

[0050] Ist das betreffende Leitelement als drehbar gelagerte Walze vorgesehen, so ergeben sich überdies gute Notlaufeigenschaften, nachdem es auch bei einem Ausfall der Druckversorgung nicht zu einer Reibung zwischen der Materialbahn bzw. einem bewegten Band, z. B. Siebband und der rotierenden Walze kommen kann.

[0051] Im Fall eines mehrschichtigen Aufbaus der Leitfläche kann der Druckverlust der Schichten von innen nach außen zunehmen. Die Porosität kann von innen nach außen abnehmen. Der Lochabstand kann von innen nach außen abnehmen. Auch der Lochdurchmesser kann von innen nach außen abnehmen.

[0052] Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

Figur 1 eine schematische Querschnittsdarstellung eines der berührungslosen Bahnführung dienenden Leitelements mit einer zumindest teilweise aus porösem Material bestehenden Leitfläche,

Figur 2 eine schematische Querschnittsdarstellung einer weiteren Ausführungsform des Leitelements, das beispielsweise in Form eines Bogen-Segments ausgeführt ist,

Figur 3 eine schematische Längsschnittsdarstellung einer weiteren Ausführungsform des Leitelements, das in Querrichtung in zumindest zwei Zonen oder Segmente unterteilt

- ist, wobei im vorliegenden Fall die verschiedenen Segmente mit gleichem Druck beaufschlagt sind,
- Figur 4 eine mit der Ausführung gemäß Figur 3 vergleichbare Ausführungsform des Leitelements, wobei im vorliegenden Fall die verschiedenen Segmente jedoch mit unterschiedlichem Druck beaufschlagt sind,
- Figur 5 eine schematische Darstellung eines in Querrichtung durchgebogenen, beispielsweise zum Breitrecken einsetzbaren Leitelements,
- Figur 6 eine schematische Darstellung eines unmittelbar nach einer Presse bzw. Pressenpartie vorgesehenen Leitelements,
- Figur 7 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform mit einem unmittelbar nach einer Presse bzw. Pressenpartie vorgesehenen Leitelements, wobei das Leitelement nur von der Materialbahn oder zusätzlich von einem Siebband umschlungen sein kann,
- Figur 8 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform, bei der ein Leitelement unmittelbar nach dem letzten Trockenzylinder einer einreihigen Trockengruppe einer Trockenpartie angeordnet ist,
- Figur 9 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform, bei der ein Leitelement unmittelbar nach dem letzten Trockenzylinder einer zweireihigen Trockengruppe einer Trockenpartie angeordnet ist,
- Figur 10 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform, bei der ein Leitelement nach der Trockenpartie und vor einem Oberflächenauftrag, ein Leitelement zwischen dem Oberflächenauftrag und einem Impingement-Trockner und ein Leitelement nach dem Impingement-Trockner angeordnet ist,
- Figur 11 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform, bei der zwei in einer zweireihigen Trockengruppe einer Trockenpartie angeordnete Leitelemente zu erkennen sind,
- Figur 12 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform mit vor, im und nach einem Kalandervorgesehenen Leitelementen und
- Figur 13 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform, bei der ein z.B. vor einem Impingement-Trockner angeordnetes Leitelement zusätzlich von einem Sieb umschlungen ist.
- [0053]** Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine erste Ausführungsform eines der berührungslosen Bahnführung dienenden Leitelements 10 einer Bahnführungseinrichtung, die insbesondere in einer der Herstellung und/oder Behandlung einer Materialbahn, insbesondere Papier- oder Kartonbahn, dienenden Maschine einsetzbar ist.
- [0054]** Das im vorliegenden Fall beispielsweise in Form einer Walze ausgeführte Leitelement 10 besitzt eine Leitfläche 12, die aus luftdurchlässigem porösen Material 14 besteht, das von innen her mit Druckluft beaufschlagbar ist, um über die durch das poröse Material 14 hindurchströmende Luft 16 und der bewegten Materialbahn ein Luftpolster 18 zu bilden.
- [0055]** Das Leitelement 10 umfasst wenigstens eine Druckkammer 20, über die das poröse Material 14 mit Druckluft beaufschlagbar ist.
- [0056]** Das Leitelement 10 kann, wie dargestellt, beispielsweise einen die Druckkammer 20 enthaltenden, mit zumindest einer und vorzugsweise mehreren Luftdurchtrittsöffnungen 22 versehenen Träger 24 umfassen, auf dem das poröse Material 14 aufgebracht ist. Im vorliegenden Fall ist dieser hier z.B. walzenförmige Träger 24 in Umfangsrichtung vollständig von porösem Material 14 umgeben. Die Wandung der Druckkammer 20 ist jedoch lediglich über einen Teil ihres Umfangs mit Luftdurchtrittsöffnungen 22 versehen, so dass das Luftpolster 18 nur über einem Teil des Umfangs des Leitelements 10 erzeugt wird. Zweckmäßigerweise wird das Luftpolster 18 zumindest in dem Bereich erzeugt, in dem die Materialbahn das Leitelement 10 umschlingt.
- [0057]** Aufgrund der walzenförmigen Ausführung besitzt das Leitelement 10 insbesondere auch im Umschlingungsbereich in Maschinenlaufrichtung L einen Krümmungsradius.
- [0058]** Figur 2 zeigt in schematischer Querschnittsdarstellung eine weitere Ausführungsform des Leitelements 10, das hier beispielsweise in Form eines Bogen-Segments ausgeführt ist. Über eine Druckkammer 20 wird das betreffende Segment wieder mit Druckluft beaufschlagt, so dass Luft 16 von innen nach außen durch das poröse Material 14 strömt. Auch im vorliegenden Fall ist das poröse Material 14 wieder außen auf einem die Druckkammer 20 enthaltenden Träger 24 aufgebracht. Die Wandung des Trägers 24 bzw. der Druckkammer 20 ist wieder mit Luftdurchtrittsöffnungen 22 versehen, über die das poröse Material 14 von innen her mit Druckluft beaufschlagt wird.
- [0059]** Wie anhand der Figur 2 zu erkennen ist, ist das Leitelement 10 bzw. dessen Leitfläche 12 auch im vorliegenden Fall wieder in Maschinenlaufrichtung L gekrümmt. Ebenso wie bei der Ausführungsform gemäß

Figur 1 ist auch hier der Krümmungsradius über den Umschlingungsbereich beispielsweise konstant.

[0060] Figur 3 zeigt in schematischer Längsschnittdarstellung eine weitere Ausführungsform des Leitelements 10. In diesem Fall ist das Leitelement 10 bzw. dessen Druckkammer in Querrichtung in zumindest zwei Zonen oder Segmente 20', 20" unterteilt, über die das poröse Material 14 in Querrichtung ggf. getrennt mit Druckluft beaufschlagbar ist. In der in der Figur 3 wiedergegebenen Phase sind die Zonen 20', 20" zumindest zeitweise mit gleichem Druck beaufschlagt. Dagegen zeigt die Figur 4 das gleiche Leitelement 10 in einer Phase, in der die Zonen oder Segmente 20', 20" gerade mit unterschiedlichem Druck beaufschlagt werden.

[0061] Der Druck kann also je nach den jeweiligen Anforderungen über die Breite, d.h. in Querrichtung in der gewünschten Weise variiert werden.

[0062] Im übrigen kann das Leitelement 10 zumindest im Wesentlichen insbesondere wieder einen solchen Aufbau besitzen, wie dies im Zusammenhang mit den anderen Ausführungen beschrieben wurde. Einander entsprechenden Teilen sind gleiche Bezugszeichen zugeordnet.

[0063] Figur 5 zeigt in schematischer Darstellung ein in Querrichtung durchgebogenes, beispielsweise zum Breitstrecken einsetzbares Leitelement 10. Das Leitelement besitzt wieder einen zumindest eine Druckkammer 20 aufweisenden Träger 24, auf dem das poröse Material 14 angebracht ist und über dessen Druckkammer 20 das poröse Material 14 von innen her mit Druckluft beaufschlagt wird.

[0064] Mit einer entsprechenden Drehung des Leitelements 10 kann beispielsweise der effektive Durchbiegungsradius geändert werden.

[0065] Im übrigen kann diese Ausführungsform zumindest im Wesentlichen wieder den gleichen Aufbau wie die zuvor beschriebenen Ausführungen besitzen. Einander entsprechenden Teilen sind gleiche Bezugszeichen zugeordnet.

[0066] Während bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen das poröse Material 14 jeweils auf einem mit Luftdurchtrittsöffnungen 22 versehenen Träger 24 angebracht ist, kann grundsätzlich auch zumindest ein Teil einer Trägerwand bzw. zumindest ein Teil der Wandung der Druckkammer 20 durch das poröse Material 14 gebildet sein.

[0067] Figur 6 zeigt in schematischer Darstellung ein unmittelbar nach einer Presse bzw. Pressenpartie 26 vorgesehenes Leitelement 10. Dabei kann dieses Leitelement insbesondere wieder so ausgeführt sein, wie dies z.B. anhand der vorangehenden Ausführungen beschrieben wurde. Im vorliegenden Fall ist das Leitelement 10 beispielsweise nur von der Materialbahn 28 umschlungen.

[0068] Figur 7 zeigt in schematischer Darstellung ein weiteres, ebenfalls wieder unmittelbar nach einer Presse bzw. Pressenpartie 26 angeordnetes Leitelement 10. Im Anschluss daran sind die ersten Zylinder 30 einer

Trockenpartie 32 zu erkennen, über die die Materialbahn 28 schließlich zusammen mit einem Siebband 33 geführt wird.

[0069] In dieser Figur 7 sind zwei Ausführungsbeispiele dargestellt, wonach das Leitelement 10 nur von der Materialbahn 8 oder zusätzlich auch von dem Siebband 33 umschlungen sein kann.

[0070] Figur 8 zeigt in schematischer Darstellung ein Leitelement 10, das unmittelbar hinter dem letzten Trockenzylinder 30 einer einreihigen Trockengruppe einer Trockenpartie 32 angeordnet ist. Die dargestellte Trockengruppe kann insbesondere am Ende der Trockenpartie 32 vorgesehen sein, so dass das Leitelement 10 hier z.B. unmittelbar nach der Trockenpartie 30 vorgesehen sein kann.

[0071] Das Leitelement 10 ist im vorliegenden Fall lediglich von der Materialbahn 28 umschlungen.

[0072] Das Leitelement 10 kann z.B. wieder einen solchen Aufbau besitzen, wie dies zuvor u.a. im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 5 beschrieben wurde, d.h. es sind auch hier wieder beliebige Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Leitelements 10 denkbar.

[0073] Figur 9 zeigt in schematischer Darstellung ein Leitelement 10, das unmittelbar nach dem letzten Trockenzylinder 30 einer zweireihigen Trockengruppe einer Trockenpartie 32 angeordnet ist. Auch im vorliegenden Fall kann es sich bei der dargestellten Trockengruppe insbesondere wieder um die letzte Trockengruppe der Trockenpartie 32 handeln, so dass das Leitelement 10 auch hier wieder unmittelbar nach der Trockenpartie 32 angeordnet ist.

[0074] Auch im vorliegenden Fall ist das Leitelement lediglich von der Materialbahn 28 umschlungen.

[0075] Das Leitelement 10 kann insbesondere wieder so ausgeführt sein, wie dies zuvor beispielsweise anhand der Figuren 1 bis 5 beschrieben wurde, d.h. es sind auch hier wieder beliebige Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Leitelements 10 denkbar.

[0076] In der Darstellung gemäß Figur 10 ist ein Leitelement 10₁ nach der Trockenpartie 32 und vor einem Oberflächenauftrag 33, ein Leitelement 10₂ zwischen dem Oberflächenauftrag 33 mit beispielsweise einem Impingement-Trockner 36 und ein Leitelement 10₃ nach dem Impingement-Trockner 36 angeordnet. Die Leitelemente 10 können insbesondere wieder so ausgeführt sein, wie dies zuvor beispielsweise anhand der Figuren 1 bis 5 beschrieben wurde.

[0077] Es kann beispielsweise auch wenigstens ein Leitelement 10 in einer Streichmaschine, vor einem Aufroller und/oder nach einem Abroller vorgesehen sein.

[0078] Figur 11 zeigt in schematischer Darstellung eine weitere Ausführungsform, bei der zwei in einer zweireihigen Trockengruppe 42 einer Trockenpartie 32 angeordnete Leitelemente 10 zu erkennen sind, die, wie dargestellt, jeweils z.B. die Form eines Bogen-Sements aufweisen können.

[0079] Figur 12 zeigt in schematischer Darstellung eine weiteren Ausführungsform mit vor, im und nach ei-

nem Kalandar 44 vorgesehenen Leitelementen 10, die hier beispielsweise wieder einen walzenförmigen Aufbau besitzen.

[0080] Figur 13 zeigt in schematischer Darstellung ein z.B. vor einem Impingement-Trockner 38 angeordnetes Leitelement 10, das zusätzlich von einem Siebband 40 umschlungen ist, das anschließend zusammen mit der Materialbahn 28 durch den Trockner 38 geführt wird.

[0081] Im vorliegenden Fall besitzt das Leitelement 10 beispielsweise wieder einen walzenförmigen Aufbau. Grundsätzlich sind jedoch auch hier wieder beliebige Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Leitelements 10 denkbar.

Bezugszeichenliste

[0082]

10	Leitelement
12	Leitfläche
14	poröses Material
16	durchströmende Luft
18	Luftpolster
20	Druckkammer
22	Luftdurchtrittsöffnung
24	Träger
26	Presse, Pressenpartie
28	Materialbahn
30	Trockenzylinder
32	Trockenpartie
33	Siebband
34	Oberflächenauftrag
36	Impingement-Trockner
38	Impingement-Trockner
40	Siebband
42	zweireihige Trockengruppe

Patentansprüche

1. Bahnführungseinrichtung mit wenigstens einem Leitelement (10) zur berührungslosen Bahnführung in einer der Herstellung und/oder Behandlung einer Materialbahn (28), insbesondere Papieroder Kartonbahn, dienenden Maschine,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) eine Leitfläche (12) besitzt, die zumindest teilweise aus luftdurchlässigem porösen Material (14) besteht, das mit Druckluft beaufschlagbar ist, um über die durch dieses poröse Material (14) hindurchströmende Luft (16) zwischen der Leitfläche (12) und der bewegten Materialbahn (28) ein Luftpolster (18) zu bilden.
2. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) wenigstens eine Druckkammer (20) umfasst, über die das poröse Material

(14) mit Druckluft beaufschlagbar ist.

3. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das poröse Material (14) zumindest teilweise auf einem die Druckkammer (20) enthaltenden, mit Luftdurchtrittsöffnungen (22) versehenen Träger (24) aufgebracht ist.
4. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das poröse Material (14) zumindest einen Teil der Druckkammerwandung bildet.
5. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druck in der Druckkammer (20) größer als 0,5 bar und vorzugsweise größer als 1 bar ist.
6. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der spezifische Volumenstrom im porösen Material in einem Bereich von etwa 10 bis etwa 5000 Nm³/h m² liegt.
7. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Loch- oder Porenabstand bzw. der Abstand der Austrittsöffnungen des luftdurchlässigen porösen Materials (14) kleiner als 1 mm ist.
8. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mittlere Größe der Austrittsöffnungen, Poren und/oder Löcher des porösen Materials (14) kleiner als 0,2 mm und vorzugsweise kleiner als 0,1 mm ist.
9. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druckverlust von der von der bewegten Materialbahn (28) abgewandten Seite zur der Materialbahn (28) zugewandten Seite des porösen Materials (14) größer als 0,2 bar und vorzugsweise größer als 0,8 bar beträgt.
10. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dicke des zwischen der Leitfläche (12) und der bewegten Materialbahn (28) gebildeten Luftpolsters (18) geringer als 5 mm und vorzugsweise geringer als 3 mm ist.

11. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) als Walze ausgeführt ist.
12. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) als stehende oder nicht rotierende Walze ausgeführt ist.
13. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Luftpolster (18) nur auf einem Teil des Walzenumfangs erzeugt ist.
14. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) als rotierende, vorzugsweise angetriebene Walze ausgeführt ist.
15. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Walze einen Durchmesser in einem Bereich von etwa 50 mm bis etwa 1500 mm besitzt.
16. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) nur von der Materialbahn (28) umschlungen ist.
17. Bahnführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) außer von der Materialbahn (28) auch von zumindest einem bewegten Band (33, 40), insbesondere einem Siebband, umschlungen ist.
18. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass das bewegte Band (33, 40), insbesondere Siebband, zwischen dem Leitelement (10) und der Materialbahn (28) geführt ist.
19. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass das bewegte Band (33, 40), insbesondere Siebband, auf der vom Leitelement (10) abgewandten Seite der Materialbahn (28) geführt ist.
20. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Materialbahn (28) bzw. das bewegte Band (33, 40) das Leitelement entsprechend einem Umschlingungswinkel umschlingt, der im Bereich von etwa 5 bis etwa 260° liegt.
21. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) als Bogen-Segment ausgeführt ist.
22. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) einen in Maschinenlaufrichtung (L) konstanten Krümmungsradius besitzt.
23. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) einen sich in Maschinenlaufrichtung (L) ändernden Krümmungsradius besitzt.
24. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) einen sich in Maschinenlaufrichtung (L) kontinuierlich ändernden Krümmungsradius besitzt.
25. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) einen sich in Maschinenlaufrichtung (L) in diskreten Stufen ändernden Krümmungsradius besitzt.
26. Bahnführungseinrichtung nach einer der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) bzw. dessen Leitfläche (12) einen in Querrichtung gekrümmten Verlauf besitzt.
27. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 26,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich der Krümmungsradius des Leitelements (10) bzw. der Leitfläche (12) über die sich in Querrichtung erstreckende Breite ändert.
28. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das als Bogen-Segment ausgeführte Leitelement (10) eine Segmenthöhe in einem Bereich von etwa 30 bis etwa 500 mm besitzt.
29. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Krümmungsradius der Leitfläche (12) in einem Bereich von etwa 5 bis etwa 3000 mm liegt.
30. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorher-

gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Leitelement (10) in Querrichtung und/oder in Maschinenlaufrichtung (L) aus mehreren einzelnen Segmenten (20', 20'') zusammengesetzt ist.

31. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 30,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest einem Teil der Segmente (20', 20'') eine gemeinsame Druckluftversorgung zugeordnet ist. 10
32. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 30 oder 31,
dadurch gekennzeichnet,
dass den Segmenten (20', 20'') zumindest teilweise getrennte Druckluftversorgungen zugeordnet sind. 15
33. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass über einzelne getrennte Segmente (20', 20'') und/oder Segmentgruppen in Maschinenlaufrichtung (L) und/oder in Querrichtung eine zonenweise getrennte Druckluftbeaufschlagung vorgesehen ist. 20 25
34. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leitfläche (12) des Leitelements (10) durch wenigstens zwei jeweils zumindest teilweise aus luftdurchlässigem porösen Material (14) bestehenden Schichten mit vorzugsweise unterschiedlichen Eigenschaften gebildet ist. 30 35
35. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 34,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druckverlust an der von der Materialbahn (28) abgewandten inneren Schicht kleiner ist als an der äußeren Schicht. 40
36. Bahnführungseinrichtung nach Anspruch 34 oder 35,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Porosität der von der Materialbahn (28) abgewandten inneren Schicht höher bzw. deren Lochabstand größer ist als bei der äußeren Schicht. 45
37. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Lochdurchmesser an der von der Materialbahn (28) abgewandten inneren Schicht größer ist als an der äußeren Schicht. 50 55
38. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Schichten zumindest teilweise aus unterschiedlichem Material bestehen.

39. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die von der Materialbahn (28) abgewandte innere Schicht lediglich in einem Teilbereich aus luftdurchlässigem porösen Material (14) besteht bzw. mit Luftdurchtrittsöffnungen (22) versehen ist und im übrigen luftundurchlässig ist, so dass lediglich in einem Teilbereich des Leitelements (10) ein Luftpolster (18) entsteht.
40. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die von der Materialbahn (28) abgewandte innere Schicht zumindest teilweise aus Metall, GFK und/oder CFK besteht.
41. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die von der Materialbahn (28) abgewandte innere Schicht die mechanische Tragfähigkeit des Leitelements (10) bzw. der Leitfläche (12) liefert.
42. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die der Materialbahn (28) zugewandte äußerste Oberfläche des Leitelements (10) aus feinporösem Material besteht.
43. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die der Materialbahn (28) zugewandte äußerste Oberfläche des Leitelements (10) gesintert ist.
44. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die der Materialbahn (28) zugewandte äußerste Oberfläche des Leitelements (10) aus keramischem Material besteht.
45. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die der Materialbahn (28) zugewandte äußerste Oberfläche des Leitelements (10) aus einem leicht zu reinigenden Material besteht.
46. Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Leitfläche (12) des Leitelements (10) mit vorzugsweise direkt beim Herstellen der äußersten Oberfläche erzeugten Luftaustrittsöffnungen (22) versehen ist.

47. Maschine zur Herstellung und/oder Behandlung einer Materialbahn (28), insbesondere Papier- oder Kartonbahn, mit wenigstens einer Bahnführungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

48. Maschine nach Anspruch 47, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach der Pressenpartie (26), vorzugsweise unmittelbar danach, wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist.

49. Maschine nach Anspruch 48, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitelement (10) nur von der Materialbahn (28) umschlungen ist.

50. Maschine nach Anspruch 48, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Leitelement (10) außer von der Materialbahn (28) auch von zumindest einem Siebband (33, 40) umschlungen ist.

51. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung in einem Maschinenabschnitt vorgesehen ist, in dem eine bereits weitgehend trockene Materialbahn (28) vorliegt.

52. Maschine nach Anspruch 51, **dadurch gekennzeichnet, dass** unmittelbar nach dem letzten Trockenzylinder (30) wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist.

53. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor und/oder in einem Kalandr jeweils wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist.

54. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor einer Auf- und/oder vor einer Abrollung jeweils wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist.

55. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass in einer Streichmaschine wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist.

56. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Rollenschneider wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist.

57. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einer Oberflächenbeschichtung (34), insbesondere als Ersatz für einen Airtum, wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist.

58. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung als Ersatz für eine jeweilige Breitstreckwalze vorgesehen ist.

59. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** direkt vor und/oder nach einem Lufttrockner wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist.

60. Maschine nach Anspruch 59, **dadurch gekennzeichnet, dass** direkt vor und/oder nach einem Impingement-Trockner (36, 38) in einer Trockenpartie (32) und/oder in einer Streichmaschine bzw. Nachtrockenpartie jeweils wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist.

61. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung als Stützelement in einer zweireihigen Trockengruppe im freien Zug zwischen den Zylindern (30) vorgesehen ist.

62. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine entsprechende Bahnführungseinrichtung vorgesehen ist, deren Leitelement (10) zusätzlich von wenigstens einem Siebband (33, 40) umschlungen ist.

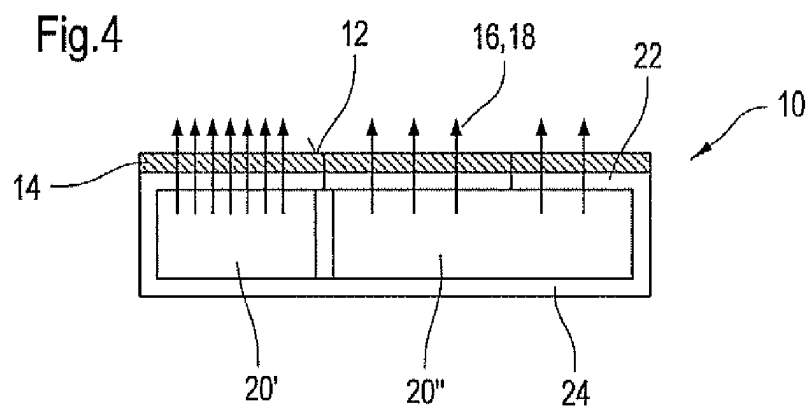
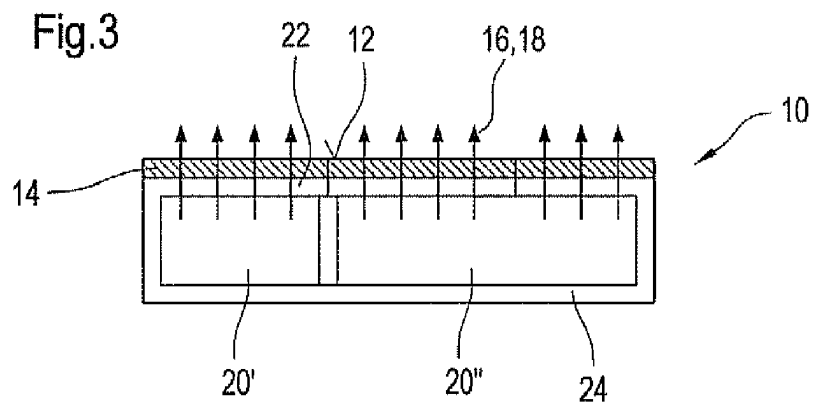
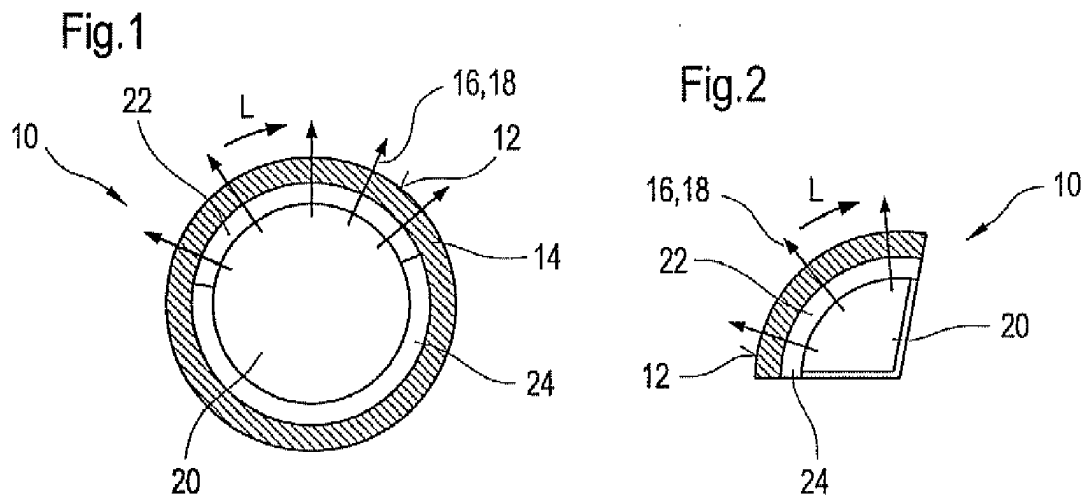


Fig.5

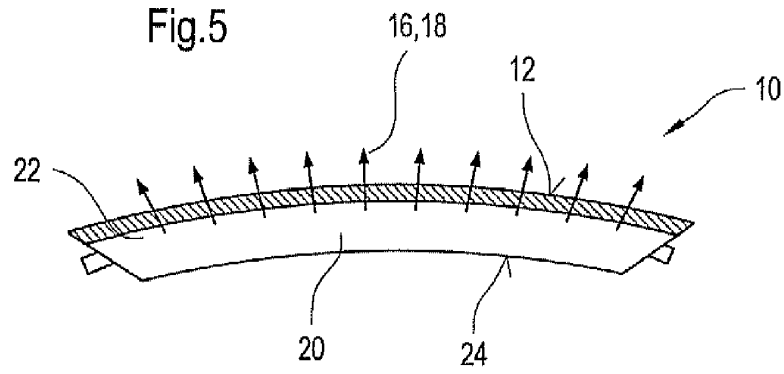


Fig.6

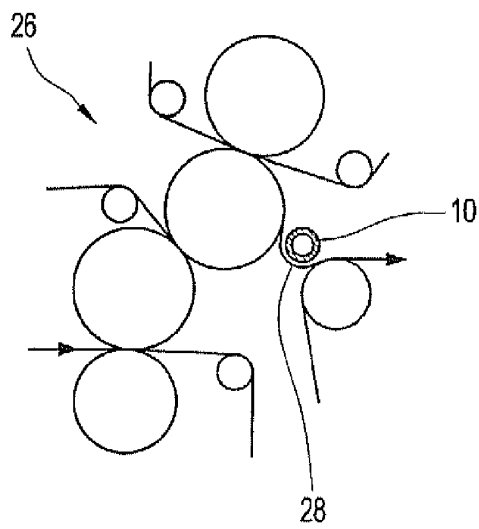


Fig.7

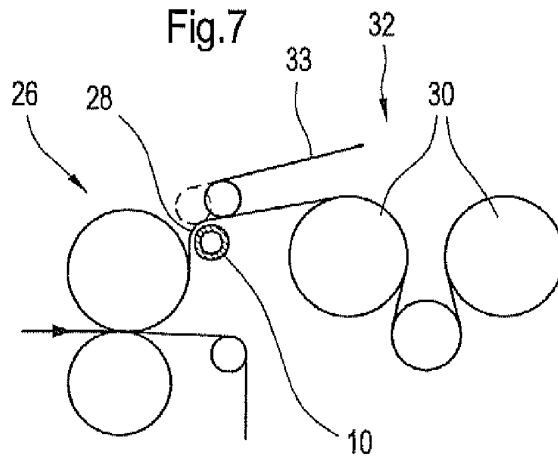


Fig.8

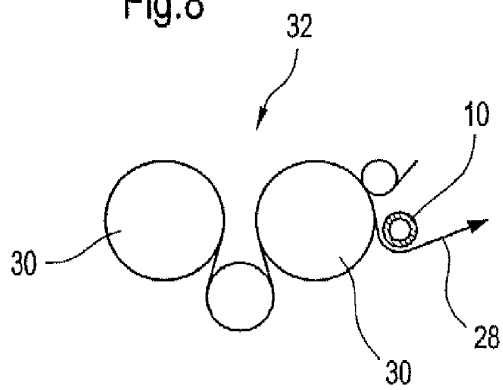


Fig.9

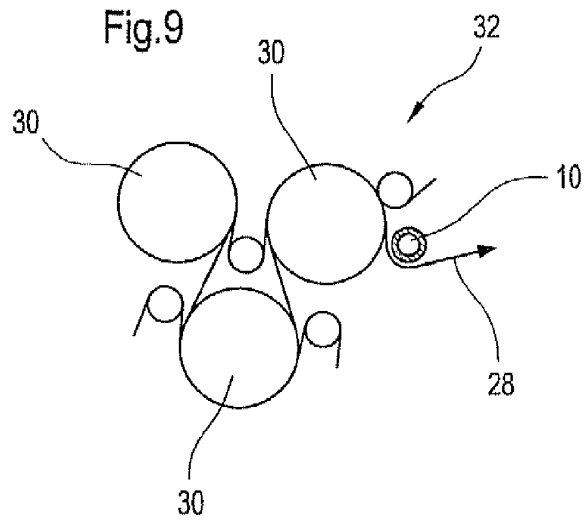


Fig.10

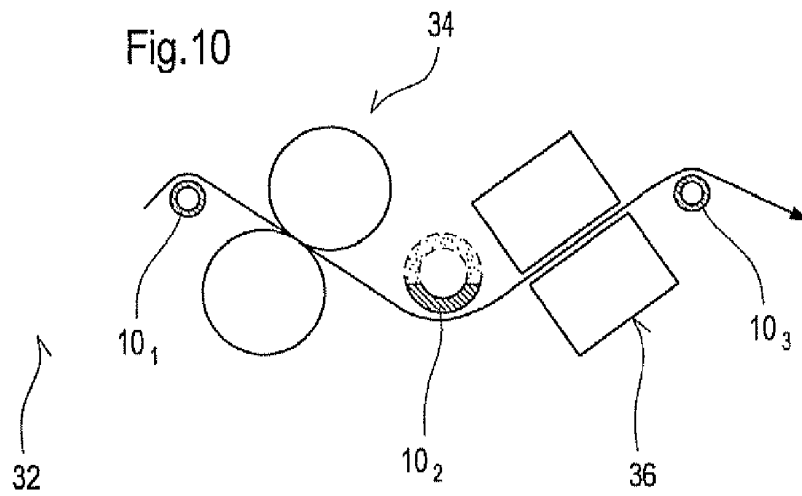


Fig.11

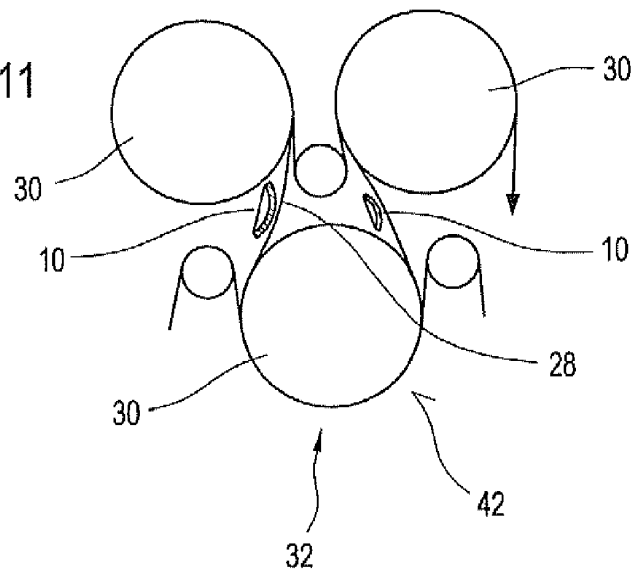


Fig.12

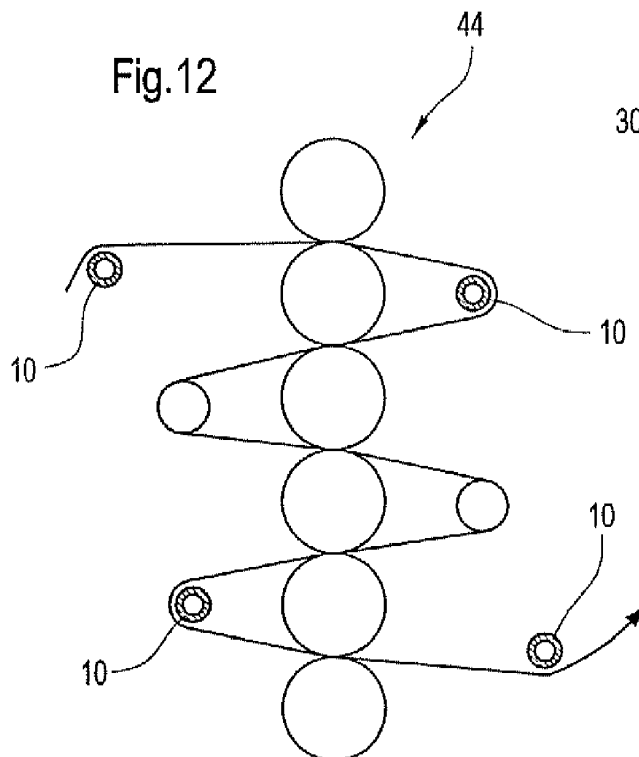


Fig.13

