

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **88115377.9**

51 Int. Cl.⁴: **D21F 5/04**

22 Anmeldetag: **20.09.88**

30 Priorität: **28.10.87 DE 3736520**
17.02.88 DE 3804882

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.05.89 Patentblatt 89/18

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

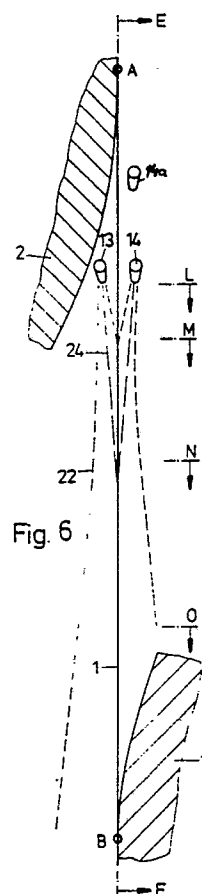
71 Anmelder: **Vits, Hilmar**
Hüschelrath 16
D-5653 Leichlingen 1(DE)

72 Erfinder: **Vits, Hilmar**
Hüschelrath 16
D-5653 Leichlingen 1(DE)

74 Vertreter: **Patentanwaltsbüro Cohausz & Florack**
Postfach 14 01 20
D-4000 Düsseldorf 1(DE)

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Stabilisieren der zum Flattern neigenden Kanten in freiem Zug über Walzen geführter Materialbahnen.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Stabilisieren der zum Flattern neigenden Kanten (15) in freiem Zug geführter Materialbahnen (1), insbesondere Papierbahnen in der Trockenpartie von Papiermaschinen. Mittels einer die Bahnkanten (15) einhüllenden Schutzströmung (21), die mit der Materialbahn (1) gleichgerichtet ist und die 1/2-bis 2-fache Geschwindigkeit der Materialbahngeschwindigkeit hat, wird die Materialbahnkante (15) vor einer Störströmung (18,19) um die Materialbahnkante (15) herum geschützt. Dadurch wird verhindert, daß die Materialbahnkante (15) im in freiem Zug geführten Abschnitt flattert.



EP 0 313 806 A1

Verfahren und Vorrichtung zum Stabilisieren der zum Flattern neigenden Kanten in freiem Zug über Walzen geführter Materialbahnen

In Maschinen zur Behandlung von Materialbahnen, insbesondere in Papiermaschinen, in denen die Materialbahn über Walzen geführt wird, zum Beispiel bei Papiermaschinen über die Walzen der Trockenpartie, ist die Materialbahn in den Strecken zwischen den Walzen nicht unerheblichen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt. In diesen Strecken wirken auf die Materialbahn verschiedene Kräfte, wie Unterdruck im Zwickel hinter der Ablöselinie der Materialbahn von der Walze, Staudruck in Zwickel vor der Auflauflinie der Materialbahn auf die Walze und weitere Kräfte, die aus der von der Materialbahn und/oder einem mitlaufenden Trägerband, insbesondere einem Filz, mitgerissenen Luft und der Differenzgeschwindigkeit der Materialbahn zur Umgebungsluft resultieren. Diese und andere Kräfte wirken destabilisierend auf die Führung der Materialbahn in diesen Strecken ein. Die Materialbahn ist deshalb in diesen Strecken besonders abrißgefährdet.

Diese Problematik ist seit langem bekannt.

In Fällen, in denen zur stabileren Führung der Materialbahn diese an einem sowohl die oberen als auch die unteren Trockenzyylinder umschlingenden, mitlaufenden Tragband abgestützt ist, hat sich gezeigt, daß sich mit einem solchen Tragband allein eine stabile Führung nicht erreichen läßt, weil durch Grenzschriftströmungen an dem luftdurchlässigen, mitlaufenden Tragband, insbesondere in den Zwickeln an der Ablöselinie und der Auflauflinie, sich eine Druckdifferenz einstellt, die bestrebt ist, die Materialbahn von dem Tragband abzuheben. Zur Beseitigung dieses Problems sind beim Stand der Technik blasluftgespeiste Kästen auf der materialabgewandten Seite des luftdurchlässigen Tragbandes angeordnet, mittels deren das Tragband mit Unterdruck beaufschlagt wird (DE 32 36 576 C2, DE 33 39 044 A1, DE 35 04 820 A1).

Solche Stabilisierungsmaßnahmen setzen ein luftdurchlässiges mitlaufendes Tragband voraus. Sie lassen sich deshalb nicht bei Materialbahnen verwirklichen, die bei zwei, für obere und untere Trockenzyylinder getrennt laufenden Tragbändern in freiem Zug über die Strecken zwischen den Walzen geführt sind. Um die Stabilität der Führung in diesen in freiem Zug geführten Strecken zu verbessern, ist es bekannt, im Zwickel vor der Auflauflinie der Materialbahn Blasluftdüsen anzuordnen, die entgegen der Laufrichtung der Materialbahn nach dem Prinzip der Injektorwirkung Luft aus dem Zwickel pumpen und damit den Überdruck in diesem Zwickel abbauen (Wochenblatt für Papierfabrikation 4 1986 Seiten 99 bis 104

"Bahnstabilisatoren in Trockenpartien schnellaufender Papiermaschinen").

Darüber hinaus ist es zur Stabilisierung der Materialbahn in den frei geführten Strecken bekannt, die Materialbahn entweder über Blaskästen zu führen, die mit Unterdruck auf die Materialbahn einwirken (DE 36 30 571 A1) oder über Tragflächen, zwischen denen und der Materialbahn ein Luftpolster aufgebaut wird (DE 37 31 541 A1).

Im ersten Fall der Stabilisierung der Materialbahn mit einer Unterdruckzone ist vorgesehen, daß ein Blaskasten an seinen beiden Längsrändern Blasdüsen aufweist, aus denen Luft in entgegengesetzter Richtung ausströmt. Durch diese Luft wird erreicht, daß zwischen der Materialbahn und einer zwischen den Düsen angeordneten Wand ein Unterdruckbereich entsteht.

Im zweiten Fall wird das Luftpolster zwischen der Materialbahn und der Tragfläche durch die von der Materialbahn mitgerissene Luft gebildet, die über eine Keilzone in den engeren Bereich zwischen der Materialbahn und der Tragfläche gelangt.

Für die angestrebte Wirkung ist in beiden Fällen ein beidseitig abgeschlossener Kanal, der auf der einen Seite durch die Materialbahn selbst und auf der anderen Seite durch die Wand beziehungsweise die Tragfläche begrenzt wird, notwendig, weil sich sonst kein Unterdruck oder Überdruck aufbauen kann. Das bedeutet, daß an den Rändern einer Materialbahn, wo weder ein Über- noch ein Unterdruck auf diese Art und Weise aufgebaut werden kann, die angestrebte Wirkung der stabileren Materialbahnführung mit diesen Mitteln nicht zu erreichen ist.

Ausgehend von diesem Stand der Technik betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Stabilisieren der zum Flattern neigenden Kanten in freiem Zug geführter Materialbahnen, insbesondere Papierbahnen in Papiermaschinen, mittels Blasluft sowie eine Vorrichtung zum Stabilisieren der zum Flattern neigenden Kanten in freiem Zug geführter Materialbahnen, insbesondere Papierbahnen zwischen den Trockenzyclindern von Papiermaschinen mit Blasluftdüsen.

Untersuchungen an Materialbahnen haben gezeigt, daß im mittleren Streckenabschnitt der frei geführten Materialbahn die Kanten zum Flattern neigen. Die an dieser Stelle auftretende Belastung der Materialbahn durch das Flattern ist für den Abriß der Materialbahn besonders bei Papierbahnen gefährlich, weil die durch Hochdruckwasserstrahl geschnittene Papierkante einen faserigen Verlauf hat und - mikroskopisch gesehen - im

Querschnitt eine stetige Verdünnung aufweist, die in Ansicht kleine Einbuchtungen hat. Dies sind "Keime" für einen Abriß der Materialbahn. Ein Abriß der Materialbahn führt zu einer Betriebsunterbrechung, die bei den hohen Betriebskosten einer Papiermaschine zu hohen Verlusten führt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung der vorgenannten Art vorzuschlagen, bei dem bzw. der das Kantenflattern unterdrückt oder bis zur Unschädlichkeit vermindert wird.

Diese Aufgabe wird verfahrensmäßig dadurch gelöst, daß jede Kante der Materialbahn im zum Flattern neigenden Bereich ihrer in freiem Zug geführten Strecke von einer Blasluftströmung eingehüllt wird, die im Mittel die gleiche, insbesondere die 2- bis 1/2-fache Geschwindigkeit und die gleiche Richtung wie die Materialbahn hat. Dabei wird die jeder Kante zugeordnete Blasluftströmung vorzugsweise durch zwei die Materialbahn unter flachem Winkel auf beiden Seiten anströmende Blasluftstrahlen erzeugt.

Vorrichtungsmäßig wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Blasdüsen an jeder Bahnkante derart ausgebildet und ausgerichtet sind, daß deren Blasluftstrahlen die Kanten in einer zur Bahnbewegungsrichtung gleichgerichteten Luftströmung mit Materialbahngeschwindigkeit einhüllen. Dabei sollte nach einer Ausgestaltung jeder Bahnkante auf jeder Seite der Materialbahn eine Blasluftdüse zugeordnet sein. Vorzugsweise wird das einer Bahnkante zugeordnete Paar Blasdüsen von einer gabelförmig ausgebildeten Luftzuführung getragen, die die Bahnkante und die Zugmittel einer gegebenenfalls vorgesehenen Einführeinrichtung für die Materialbahn umfassen.

Die Erfindung basiert auf der Erkenntnis, daß von dem Zwickel mit dem Staudruck eine Störströmung über die Materialbahnkante in den Zwickel mit dem Unterdruck sich ausbildet. Da an der Materialbahnkante die sonst auf beiden Materialbahnseiten vorhandene Grenzschicht aus mitgenommener Luft nicht vorhanden ist, ist die Materialbahnkante dieser Störströmung unmittelbar und darüber hinaus ihrem Strömungswiderstand ausgesetzt, so daß sie dadurch zum Flattern gebracht wird. Die erfindungsgemäßen Maßnahmen schaffen nun durch die künstlich erzeugte Luftströmung einen schützenden Mantel an der Materialbahnkante, so daß die Materialbahnkante nicht länger der nach wie vor vorhandenen Störströmung und ihrem Strömungswiderstand ausgesetzt ist. Auf diese Art und Weise wird dem Flattern wirksam entgegengewirkt. Das bedeutet, daß die Materialbahn weniger abrißgefährdet ist. Die Maschine kann deshalb mit höherer Materialbahngeschwindigkeit betrieben werden.

In der Praxis macht die konstruktive Ausfüh-

5 rung der Blasdüsen insofern Probleme, als die Ablösestelle der Materialbahn von dem Trockenzylinder nicht festliegt, sondern zum Beispiel infolge unterschiedlicher Haftung an dem Trockenzylinder wandert, so daß die Gefahr besteht, daß die im Zwickel von Materialbahn und Trockenzylinder liegenden Blasdüsen von der Papierbahn berührt werden, was einen Abriß zur Folge haben kann.

10 Eine Berührungsgefahr besteht auch bei großen frei geführten Strecken, auf denen zur Aufrechterhaltung der die Kante einhüllenden schützenden Strömung die Anordnung der Blasdüsen in unmittelbarer Nähe der Ablaufstelle nicht ausreicht, sondern auch im mittleren Bereich solche Blasdüsen angeordnet sein müssen. Da der Bahnverlauf der Materialbahn in diesem mittleren Bereich noch weniger festliegt als an der Ablaufstelle, ist hier die Berührungsgefahr besonders groß.

15 Diese Schwierigkeiten werden mit einer Blasdüse gelöst, die nicht nur die Bahnkante mit einer einhüllenden Strömung versorgt, sondern zunächst die Bahnkante aus einem möglichen, abgewichenen Verlauf auf ihre Sollage stabilisiert. Diese Blasdüse ist mit einer flachen Führungsfläche für das aus dem Düsen Schlitz austretende Blasmittel versehen, der einschließlich des an ihrem Anfang angeordneten Düsen Schlitzes eine konvex gekrümmte Führungsfläche vorgelagert ist, deren Krümmungsradius zwischen der in Blasrichtung gemessenen 1-fachen und 2-fachen Länge der beiden Führungsflächen liegt. Während das Prinzip herkömmlicher Tragflächendüsen allein darauf basiert, daß die Strömungsgeschwindigkeit des über die mehr oder weniger flache Führungsfläche strömenden Blasmittels mehrfach größer ist als die Bahngeschwindigkeit der Materialbahn, kommt es bei der Erfindung darauf an, daß diese hohe Blasmittelgeschwindigkeit nur im mittleren Bereich, nicht jedoch am Anfang und am Ende der Führungsfläche, wirksam ist. Eine das 2-fache der Bahngeschwindigkeit übersteigende Blasgeschwindigkeit an der Bahnkante würde dagegen diese auch wieder zum Flattern anregen. Im fernen Abstandsbereich der Materialbahn wirkt die Blasdüse ansaugend durch das über die flache Führungsfläche mit hoher Geschwindigkeit strömende Blasmittel, während ein bei Annäherung progressiv wirkendes Luftkissen sich in konvex gekrümmten Bereich der Führungsfläche vor dem Düsen Schlitz ausbildet, das eine Berührung der Materialbahn mit der Blasdüse verhindert. Der Aufbau eines progressiven Luftkissens im Bereich der konvex gekrümmten Führungsfläche ist besonders wirksam, wenn am Anfang der konvex gekrümmten Führungsfläche ein weiterer Düsen Schlitz vorgesehen ist, dessen Blasmittel in den Zwickel von konvex gekrümmter Führungsfläche und Materialbahn geblasen wird.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Er-

findung kann am Ende der flachen Führungsfläche ein derart ausgebildeter und ausgerichteter Düsen-schlitz vorgesehen sein, daß dessen Blasmittelstrahl die Kante der Materialbahn in einer gleichgerichteten Blasmittelströmung mit zunächst nicht mehr als 2-facher Materialbahngeschwindigkeit einhüllt. In diesem Fall ist der Schutz gegen Flattern auch dann noch wirksam, wenn sie auf 1/2-flache Bahngeschwindigkeit abgenommen hat.

Bei dieser bevorzugten Ausgestaltung kommt dem Düsen-schlitz mit der flachen Führungsfläche und der konvexen Führungsfläche die Bedeutung zu, die Materialbahn unabhängig von der Ablöse-stelle präzise zu führen, während die Blasluftströmung aus dem endseitigen Düsen-schlitz die Aufgabe hat, durch die umhüllende Strömung der Materialbahnkante diese auf ihrer weiteren Strecke vor Störströmungen zu schützen.

Die Speisung des endseitigen Düsen-schlitzes kann mit der Erzeugung eines Unterdruckes im Bereich der Perforation dadurch kombiniert werden, daß der perforierte Teil der flachen Führungsfläche an einen Unterdruckraum angrenzt, dessen an der Perforation anstehender Unterdruck nach dem Injektorprinzip durch eine blasmittelgespeiste Injektor-düse hervorgerufen wird und deren Strahl zu der am Ende der Führungsfläche angeordneten Schlitz-düse gerichtet ist. Bei dieser Ausgestaltung wird also das abzusaugende Blasmittel dem aus der Injektor-düse ausgeblasenem Blasmittel beige-mischt und zur Bildung des die Bahnkante einhüllenden Strahls, dessen Geschwindigkeit das 2-fache der Bahngeschwindigkeit nicht übersteigt, verwendet.

Die erfindungsgemäß blasluftgespeiste Blasdüse gewährleistet ein flatterfreies, stabiles Führen von Materialbahnen im Kantenbereich. Wegen der gleichzeitig abstoßenden und ansaugenden Wirkung im Bereich der konvex gekrümmten und flachen Führungsflächen wird die Materialbahn in eine definierte Lage gebracht, so daß sich unterschiedliches Haftverhalten der Materialbahn an dem Trocken-zylinder oder die Tendenz zum Auswandern nicht negativ hinsichtlich eines berührungsfreien Führens der Materialbahn auswirken können. Durch die definierte Führung der Materialbahn bei nur einseitiger Anordnung der Blasdüse ist die Voraussetzung dafür geschaffen, daß das Blasmittel die Materialbahnkante in eine Schutzströmung einhüllen kann. Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Blasdüse besteht in der großen Fernwirkung der am Ende der flachen Führungsfläche austretenden Schutzströmung, da durch die Injektorwirkung eine erhebliche Strahldicke erreicht wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 eine Trockenpartie einer Papiermaschine mit auf beiden Seiten der Materialbahn angeordneten, eine Schutzströmung an der Materialbahnkante erzeugenden Blasdüse in schematischer Darstellung in Seitenansicht,

Fig. 2 eine Materialbahnkante mit einem zum Flattern neigenden Bereich einer in freiem Zug geführten Materialbahn in Ansicht,

Fig. 3 eine Materialbahnkante mit auf beiden Seiten befindlicher Grenzschicht bei ungestörter Führung im Querschnitt,

Fig. 4 eine Materialbahnkante mit Grenzschichten auf beiden Seiten und wirksamer Störströmung im Querschnitt,

Fig. 5 die Materialbahnkante mit einer auf beiden Seiten befindlichen Grenzschicht und der an der Kante wirksamen Schutzströmung sowie einer Störströmung im Querschnitt,

Fig. 6 die Trockenpartie gemäß Fig. 1 in vergrößertem Ausschnitt im Bereich der in freiem Zug geführten Materialbahn in Seitenansicht,

Fig. 7 die Materialbahn im Bereich der Kante mit einer Blasluftdüse in Ansicht gemäß der Schnittlinie E-F der Fig. 6,

Fig. 8 die Blasluftdüsen gemäß Fig. 6 und 7 im Schnitt nach der Linie I-K der Fig. 7,

Fig. 9 eine Bahnkante im Querschnitt mit auf beiden Seiten der Materialbahn angeordneten Blasdüsen und den von diesen ausgehenden, die Schutzströmung erzeugenden Blasluftstrahlen im Querschnitt in verschiedenen Ebenen der Fig. 6,

Fig. 10 ein Diagramm für die Mittelgeschwindigkeit der Schutzströmung bei verschiedenen Turbulenzgraden in Abhängigkeit vom Abstand der Meße-bene in dimensionsloser Darstellung,

Fig. 11 ein Diagramm für die Mittelgeschwindigkeit, aufgetragen über die in freiem Zug geführte Strecke der Materialbahn gemäß Fig. 6,

Fig. 12 eine Trockenpartie einer Papiermaschine mit einer auf einer Seite der Materialbahn angeordneten, eine Schutzströmung an der Materialbahnkante erzeugenden Blasdüse in schematischer Darstellung in Seitenansicht,

Fig. 13 die Materialbahnkante mit einer auf beiden Seiten befindlichen Grenzschicht und der an der Kante wirksamen Schutzströmung sowie einer Störströmung im Querschnitt bei der Trockenpartie gemäß Fig. 12,

Fig. 14 die Trockenpartie gemäß Fig. 1 im Ausschnitt in vergrößertem Maßstab in Seitenansicht **und**

Fig. 15 die blasluftgespeiste Blasdüse der Trockenpartie gemäß Fig. 12 in etwa natürlicher Größe im Axialschnitt.

In Fig. 1 umläuft die Papierbahn 1 die Trocken-zylinder 2,3 und 4. Ein oberer Filz 5 hält die Papierbahn 1 auf den Zylindern 2 und 4 fest und

wird um die Walze 6 umgelenkt. Ein unterer Filz 7 läuft um die Walzen 8 und 9 und hält die Papierbahn 1 um den Trockenzylinder 3 fest. Die Papierbahn 1 läuft in den Punkt A von dem Trockenzylinder 2 ab und läuft an dem Punkt B auf den Trockenzylinder 3 auf. In dem ablaufenden Zwickel, der bei A beginnt, bewegen sich der Zylinderumfang als auch die Papierbahn in Pfeilrichtung, so daß Luft gemäß Pfeil 10 einströmt. In dem Zwickel der auf dem Zylinder 3 auflaufenden Bahn in Punkt B entsteht durch die Grenzschichtreibung von Bahn und Zylinderumfang in Pfeilrichtung ein Überdruck, so daß Luft aus diesem Zwickel gemäß Pfeil 11 ausströmt. Zwischen den Pfeilen 10 und 11 wird die Bahnkante gemäß Strömungspfeil 12 von einer Störströmung umströmt. In dem Zwickel hinter der Ablöselinie ist eine mit einem Punkt angedeutete erste blasluftgespeiste Blasdüse 13 und auf der anderen Bahnkantenseiten eine mit einem Punkt angedeutete zweite blasluftgespeiste Blasdüse 14 zur Bildung der Schutzströmung auf der in freiem Zug geführten Strecke zwischen A und B angeordnet. Zwischen dem Zylinder 3 und 4 herrschen die gleichen Verhältnisse, jedoch wegen der nach oben laufenden Papierbahn mit entsprechend umgekehrten Pfeilrichtungen.

Fig. 2 zeigt die in freiem Zug geführte Papierbahn 1 in der Strecke zwischen A und B in vergrößerter Ansicht. Es ist überraschend und typisch, daß das Flattern vorwiegend in dem mittleren Drittel der Strecke A-B, das heißt zwischen C und D, auftritt und etwa 3 bis 5 Schwingungsbäuche aufweist, von denen 4 gezeichnet sind.

Fig. 3 zeigt den Querschnitt der Papierbahn 1 mit ihrer Bahnkante 15 und ihrer beidseitigen Grenzschicht 16 beim ruhigen Lauf der Papierbahn 1. Die Abgrenzung der Grenzschicht 16 ist durch die gestrichelte Linie 17 dargestellt, die gerundet auf die Bahnkante 15 zuläuft, da die scharfe Bahnkante 15 nicht imstande ist, eine Grenzschicht zu bilden.

Fig. 4 zeigt wie Fig. 3 einen Querschnitt der Papierbahn 1 mit ihrer Grenzschicht 16 und deren Abgrenzung 17 bei Einwirkung der in Fig. 1 mit Strömungspfeilen 10-12 angedeuteten Störströmung 18 und 19, durch die die Bahnkante 15 gemäß Doppelpfeil 20 flattert, so daß sich die Grenzschicht 16 zur Bahnkante 15 hin stark verdünnt und der Strömungsreibung ungeschützt ausgesetzt ist.

Fig. 5 zeigt die Papierbahn 1 mit ihrer Bahnkante 15, ihrer Grenzschicht 16 und ihrer Begrenzung 17 und einer kreisförmigen Schutzströmung 21 um die Bahnkante 15, die gemäß Fig. 1 von den Blasdüsen an den Punkten 13,14 ausgeht. Unge­stört hat die Schutzströmung 21 die Begrenzung 22. Durch die Wirkung der Störströmungen 18 und 19 wird die Schutzströmung in ihrem Querschnitt in

Bereichen 23a,23b beeinträchtigt, wobei jedoch die Bahnkante 15 im Zentrum noch unbeeinflusst bleibt.

Bei der in Fig. 6 gezeigten in freiem Zug geführten Papierbahn 1 zwischen der Ablaufstelle A des Zylinders 2 und der Auflaufstelle B des Zylinders 3 sind in dem Zwickel der Ablaufstelle A die Blasdüse 13 und ihr gegenüberliegend auf der anderen Seite der Papierbahn 1 die Blasdüse 14 angeordnet. Rechts neben der Papierbahn 1 sind verschiedene Schnittebenen L-O zur Kennzeichnung der Schutzströmung 21 eingetragen. In der Schnittebene L tritt die Luft aus den Blasdüsen 13 und 14 in einem flachen Winkel von etwa jeweils 5° zur Bahnkante aus. In der Schnittebene M berühren die Blasstrahlen mit ihrem gestrichelt gezeichneten Mantel 22 von etwa 10° Kegelspitzwinkel die Bahnkante. In der Schnittebene N erreicht die strichpunktiert gezeichnete Strahlmitte 24 die Bahnkante und in der Schnittebene O hat der Strahl etwa doppelt so viel Weg zurückgelegt wie bis zur Ebene N.

Fig. 7 zeigt die Ansicht der Blasdüsen 13,14 senkrecht zur Papierebene gemäß der Schnittebene E-F in Fig. 6, während Fig. 8 die Blasdüsen 13,14 in Ansicht gegen Bahnlaufrichtung gesehen gemäß der Schnittlinie I-K der Fig. 7 zeigt. Die Blasdüsen 13,14 blasen Luft in Richtung 24 auf die Bahnkante 15 der Papierbahn 1. Um den Strahlrand 22 weicher aufsetzen zu lassen, ist zwischen der Bahnkante 15 und dem Blasstrahl 24 ein kleiner Winkel α , wodurch die Blasdüse 13 etwas in den Zwickel hineintaucht. Neigen Papiere zum Kleben am Zylinder, so daß die Gefahr besteht, daß die Ablösestelle A auf die Blasdüse 13 zuwandert, ist es umgekehrt vorteilhaft, den Winkel α nach außen zu legen, so daß keine Berührungsgefahr zwischen der Papierbahn 1 und der Blasdüse 13 besteht.

Die Luft wird den Blasdüsen 13 und 14 durch eine Schlauchleitung 25 zugeführt, die an einem hohlen Kopfstück 26 angeschlossen ist. Von diesem Kopfstück 26 gehen gabelförmig zwei Luftführungen 28 zu den Blasdüsen 13 und 14. Das Kopfstück 26 ist an dem Kolbenstangenkopf 27 eines nicht gezeichneten Zylinders befestigt, der die Blasdüsen 13,14 aus dem Bereich der Papierbahnkante in Pfeilrichtung 29 zurückzieht. Zwischen der gabelförmigen Ausbildung der Luftzuführungen 28 haben die beiden Seile 30 einer Papiereinführung Platz, die von Seilscheiben 31 neben den Zylindern 2 geführt werden.

Fig. 9 zeigt die Ausweitung des Strahls der Schutzströmung 21 in verschiedenen Ebenen L-O der Fig. 6. In den Schnittebenen L und M sind die beiden Blasstrahlen noch getrennt, während sie in den Schnittebenen N und O vereinigt sind.

Fig. 10 zeigt das Diagramm für die Mittelgeschwindigkeit von Blasstrahlen in dimensionsloser

Darstellung. Als Abszisse ist der Abstand der Meßebene von der Blasstrahlmündung x in logarithmischer Teilung als Vielfaches des Blasdurchmessers d eingetragen. Als Ordinate ist die mittlere Geschwindigkeit des Blasstrahls in Strahlachse, das heißt die Maximalgeschwindigkeit in Prozent der Ursprungsgeschwindigkeit in logarithmischer Teilung dargestellt. Die Ablesung kann an drei Linien für verschiedene Turbulenzgrade m abgelesen werden. Der Turbulenzgrad m kann für die Anwendung der Erfindung im Ausblasbereich mit 0,25, im weiteren Verlauf mit 0,2 angenommen werden.

Fig. 11 zeigt das Geschwindigkeitsdiagramm zwischen der Ablaufstelle A und der Auflaufstelle B einer Strecke, die mit 1200 mm für die nachfolgende Rechnung angenommen wird, wobei v_m die Geschwindigkeit der Schutzströmung an der Bahn als Kurve darstellt mit dem Index 13/14 für die Wirkung der Blasdüsen 13 und 14 der Figur 6 und 32 für die eine Zusatzblasdüse 32. Die Geschwindigkeit der Bahn v_B betrage 1000 m/min = 16,6 m/sec. Die Blasdüsen haben einen Blasdurchmesser $d = 12,5$ mm und eine Blasgeschwindigkeit $v_o = 100$ m/s. Der Abstand von der Ausblaseebene L bis zum Auftreffpunkt der Blasstrahlmitte N betrage 250 mm, das ist ein Abstand $x = 20 d$. Aus dem Diagramm 10 ist dann eine Geschwindigkeit $v_m = 20$ %, das heißt 20 m/sec. abzulesen. Für die Ermittlung der Geschwindigkeit in der Ebene O ist die Strecke x um die Strecke N-O größer geworden. Von der Ebene N an sind beide Blasstrahlen zu einem Blasstrahl geworden, so daß für den Blasstrahldurchmesser derjenige der zusammengefaßten ursprünglichen Querschnitte, das heißt $d = 17,5$ mm zu rechnen ist, damit ist die Strecke L-O = 34 d , wobei der Turbulenzfaktor auf etwa $m = 0,2$ gefallen ist. Die mittlere Geschwindigkeit v_m ist dann mit 14 m/s abzulesen. In der Ebene N herrscht also eine Übergeschwindigkeit von 3,4 m/s und in der Ebene O eine Untergeschwindigkeit von 2,6 m/s. Da die Reibungskräfte mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wachsen und hier die Differenzgeschwindigkeit maßgebend ist, ist die Reibungskraft und damit die Gefahr des Einreißens der Bahnkante außerordentlich herabgesetzt.

Aus der Fig. 11 geht auch hervor, daß die Luftgeschwindigkeit V_m der Schutzströmung in der Ebene C, wo normalerweise das Flattern einsetzt, erst gut zur Hälfte die Bahngeschwindigkeit erreicht, so daß die Beruhigung der Bahnkante vielleicht nicht ausreicht. In einem solchen Fall hilft eine zusätzliche Blasdüse 14a in der in Fig. 6 dargestellten Position, deren Strahlrichtung mitten zwischen die Blasdüsen 13 und 14 gerichtet ist. Die dabei erreichte Luftgeschwindigkeit ist in Fig. 11 als gestrichelte Kurve V_m 14a eingetragen, sie zeigt die beträchtliche Vorverlegung der Schutzströmung in ausreichendem Maße.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 12 unterscheidet sich von dem der Fig. 11 lediglich darin, daß hier nicht auf beiden Seiten der Materialbahn 1 eine Blasdüse 13,14 sondern nur eine einzige Blasdüse 14' vorgesehen ist. Deshalb tragen gleiche Teile auch das gleiche Bezugszeichen.

Wegen der nur einseitigen Anordnung der Blasdüse ist die Schutzströmung an der Bahnkante 15 nicht, wie Fig. 5 für das Ausführungsbeispiel der Fig. 1 mit beidseitigen Blasdüsen zeigt, symmetrisch, sondern, wie Fig. 13 zeigt, asymmetrisch. Die noch im einzelnen zu beschreibende Blasdüse 14' erzeugt auf der Seite der Grenzschicht 16a der beiden Grenzschichten 16a,16b eine flache Schutzströmung 21', die über die Kante 15 der Papierbahn 1 nach außen hinausreicht, wo sie fließend in die auf der anderen Papierbahnseite liegende Grenzschicht 16b übergeht, so daß die Bahnkante 15 genügend innerhalb der ineinander übergehenden Begrenzungen 17',22' liegt. Durch die Wirkung der Störströmungen 18,19 wird zwar die Schutzströmung 21' in ihrem Querschnitt im Bereich 23' verkleinert, doch bleibt die Schutzströmung 21' ausreichend groß, um die Bahnkante 15 vor den Störströmungen 18,19 zu schützen.

Die definierte Lage der Kante der Papierbahn 1 und die in Fig. 13 dargestellte Schutzströmung 21' wird mit den in Fig. 15 dargestellten blasluftgespeisten Blasdüsen 14' erzielt. Der Papierbahn 1 ist in jeder frei geführten Strecke zwischen den Trockenzylindern 2 und 3 sowie 3 und 4 eine solche Blasdüse 14' auf der den Zwickel abgewandten Seite der Papierbahn 1 zugeordnet, wie in Fig. 12 und vergrößerter Darstellung in Fig. 14 dargestellt ist. Die Blasdüse 14' ist vorzugsweise nach etwa 1/4 bis 1/3 der freien Strecke zwischen dem Ablaufpunkt A und dem Auflaufpunkt B der Trockenzylinder 1,3 auf der Gegenseite des Zwickels zwischen Papierbahn 1 und Trockenzylinder 2 angeordnet, so daß im Nahbereich des Ablaufpunktes A durch die definierte Zwangsführung der Papierbahn 1 die Auswirkung unterschiedlicher Haftwirkung auf die Lage des Ablaufpunktes A ausgeschaltet wird und im flattergefährdeten mittleren Bereich C-D der Führungsstrecke die Kante der Papierbahn 1 von der Schutzströmung 21' mit ihrem Strahlrand 22' eingehüllt wird.

Der in Fig. 15 dargestellte Düsenkörper der Blasdüse 14' besteht aus einem Düsenkasten 30 mit einem an einer Stirnseite angeordneten Rohranschluß 31 für die Zufuhr des Blasmittels. Durch hier nicht dargestellte Führungs- und Vorschubmittel läßt sich die Blasdüse 14' in den Bereich der Kante der Papierbahn 1 vorfahren und aus diesem Bereich zurückziehen, um bei der Seilaufführung der Papierbahn 1 (das heißt Einziehen der Papierbahn in die Trockenpartie) Platz zu machen.

Der Düsenkasten 30 wird auf der der Papier-

bahn 1 zugekehrten Seite von einer Wand 24a, 24b begrenzt, deren Wandteil 24a eine konvex gekrümmte Führungsfläche und deren Wandteil 24b eine flache Führungsfläche für das an der Papierbahn 1 wirksam werdende Blasmittel bildet. Der konvexe Wandteil 24a hat eine Länge L_1 , die gleich das 0,3- bis 0,6-fache der gesamten Länge $L_1 + L_2$ der Wandteile 24a, 24b ist. Der Krümmungsradius R des konvex gekrümmten Wandteils 24a liegt zwischen der einfachen und doppelten Länge $L_1 + L_2$ der beiden Wandteile 24a, 24b. Sowohl am Anfang des Wandteils 24a als auch am Anfang des Wandteils 24b ist ein Düsen Schlitz 25, 26 mit tangentialer Blasrichtung vorgesehen, dessen Schlitzweite 1/50 bis 1/200, insbesondere 1/100 der Länge $L_1 + L_2$ der Führungsfläche 24a, 24b beträgt. Während der Wandteil 24a geschlossen ist, ist der Wandteil 24b zumindest im hinteren Bereich perforiert. Der perforierte Bereich des Wandteils 24b bildet mit einer dazu parallelen Wand 29 einen sich an die Kammer 32 des Düsenkastens 30 anschließenden Kanal 33. In diesen Kanal 33 gelangt über eine Injektordüse 34 Blasmittel aus der Kammer 32, so daß unter der Perforation in dem Raum 36 ein Unterdruck entsteht. Der Auslaß des Kanals 33 ist als Düsen Schlitz 35 ausgebildet. Das hier austretende Blasmittel dient zur Bildung der die Bahnkante einhüllenden Schutzströmung.

Die mit einem Mehrfachen der Materialbahngeschwindigkeit, insbesondere dem 3- bis 4-fachen austretende Blasluft aus dem Düsen Schlitz 25 bildet sich am Anfang der Führungsfläche 24a als ebener Blasstrahl 27 aus, dessen Begrenzung 27a in der Zeichnung angedeutet ist. Etwa auf halber Strecke der konvexen Führungsfläche 24a trifft dieser Blasstrahl 27 auf die von der Papierbahn 1 mitgeschleppte Grenzschicht 16, deren Begrenzung 16a in der Zeichnung ebenfalls angedeutet ist. Durch die Dimensionierung des Düsen Schlitzes 25 und der Austrittsgeschwindigkeit des Blasmittels kann erreicht werden, daß die mittlere Geschwindigkeit an der Stelle 17, wo der Blasstrahl 27 mit der Grenzschicht 16 zusammentrifft, auf einen Wert gefallen ist, bei dem keine Saugwirkung mehr auf die Papierbahn 1 ausgeübt werden kann.

Das ist jedenfalls dann der Fall, wenn die Papierbahngeschwindigkeit und die Strömungsgeschwindigkeit des Blasstrahls 27 gleich sind.

Aufgrund dieser Strömungsverhältnisse bildet sich im weiteren Verlauf der Führungsfläche 24a bis zum Düsen Schlitz 26 ein progressiv wirkendes Luftpolster aus, das eine gefährliche Annäherung der Papierbahn 1 an die Blasdüse 14 mit ihrem Führungsflächen 24a und 24b infolge der Saugkraft des aus dem nächsten Düsen Schlitz 26 austretenden Blasstrahles verhindert, der ebenfalls mit insbesondere dem 3- bis 4-fachen der Materialbahngeschwindigkeit austritt. Die Saugkraft des aus der

Schlitzdüse 26 austretenden Blasstrahles erstreckt sich weit in den flachen Teil der Führungsfläche 24b hinein. Die Tendenz zur Abstandsvergrößerung im weiteren Bereich der Führungsfläche 24b infolge der durch Luftreibung an der Führungsfläche 24b bedingten Verlangsamung der Strömung läßt sich durch Absaugung von Blasmittel über die Perforation entgegenwirken. Da der verbleibende Blasstrahl zwischen der Papierbahn 1 und der Führungsfläche 24b zu dünn ist, um auf dem weiteren Weg eine die Bahnkante einhüllende Schutzströmung zu bilden, wird Blasmittel aus dem am Ende des Kanals 34 angeordneten Düsen Schlitz 35 ausgeblasen. Die Strömungsgeschwindigkeit dieses Blasstrahls ist durch die Injektorwirkung des aus dem Kanal 34 austretenden Strahls auf die halbe ursprüngliche Geschwindigkeit, die etwa gleich doppelter Bahngeschwindigkeit ist, verlangsamt, wobei seine Stärke (Ausbreitungsdicke) unter Nutzung des durch die Perforation angesaugten Blasmittels so angewachsen ist, daß sich die in Fig. 13 dargestellte Schutzströmung 21' weitreichend ausbilden kann.

Ansprüche

1. Verfahren zum Stabilisieren der zum Flattern neigenden Kanten in freiem Zug geführter Materialbahnen, insbesondere Papierbahnen in der Trockenpartie von Papiermaschinen, mittels Blasluft, **dadurch gekennzeichnet**, daß jede Kante der Materialbahn im zum Flattern neigenden Bereich ihrer in freiem Zug geführten Strecke von einer Blasmittelströmung eingehüllt wird, die im Mittel die gleiche Geschwindigkeit und die gleiche Richtung wie die Materialbahn hat.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die anfängliche Geschwindigkeit das 2-fache beträgt und im weiteren Verlauf der Strecke auf das 1/2-fache abnimmt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die jeder Kante der Materialbahn zugeordnete Blasmittelströmung durch zwei die Materialbahn unter flachem Winkel auf beiden Seiten anströmenden Blasstrahlen erzeugt wird.

4. Vorrichtung zum Stabilisieren der Kanten in freiem Zug geführter Materialbahnen (1), insbesondere Papierbahnen in der Trockenpartie von Papiermaschinen, mittels blasmittelgespeicherter Blasdüsen (13, 14, 14'),

dadurch gekennzeichnet, daß die Blasdüsen (13, 14, 14') an jeder Bahnkante derart ausgebildet und ausgerichtet sind, daß deren Blasstrahlen (22, 23, 23') die Kanten in einer zur Bewegungsrichtung der Materialbahn (1) gleichgerichteten Blas-

mittelströmung mit einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit in der Größe der Materialbahngeschwindigkeit einhüllen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, daß jeder Bahnkante (15) auf jeder Seite der Materialbahn (1) eine Blasdüse (13,14), zugeordnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, daß das einer Bahnkante zugeordnete Paar Blasdüsen (13,14) von einer gabelförmig ausgebildeten Blasmittelzuführung (28) getragen wird, die die Bahnkante und die Zugmittel (30) einer gegebenenfalls vorgesehenen Einführeinrichtung der Materialbahn umfassen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, daß die Blasdüse eine flache Führungsfläche (24b) für das aus einem Düsenschlitz (26) austretende Blasmittel aufweist und daß der flachen Führungsfläche (24b) einschließlich des an ihrem Anfang angeordneten Düsenschlitzes (26) eine konvex gekrümmte Führungsfläche (24a) vorgelagert ist, deren Krümmungsradius (R) einen Wert hat, der der in Blasrichtung gemessenen 1-fachen bis 2-fachen Länge ($L_1 + L_2$) der beiden Führungsflächen (24a,24b) entspricht.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, daß die flache Führungsfläche (24b) perforiert ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,

dadurch gekennzeichnet, daß am Anfang der konvex gekrümmten Führungsfläche (24a) ein weiterer Düsenschlitz (25) vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, daß am Ende der flachen Führungsfläche (24b) ein derart ausgebildeter und ausgerichteter Düsenschlitz (35) vorgesehen ist, daß dessen Blasmittelstrahl die Kante (15) der Materialbahn (1) in einer gleichgerichteten Blasmittelströmung (21') mit 1/2- bis 2-facher Materialgeschwindigkeit einhüllt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet, daß der perforierte Teil der flachen Führungsfläche (24b) an einen Unterdruckraum (36) angrenzt, dessen an der Perforation anstehender Unterdruck nach dem Injektorprinzip durch eine Injektordüse (34) hervorgerufen wird und deren Strahl zu dem am Ende der flachen Führungsfläche (24b) angeordneten Düsenschlitz (35) gerichtet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Länge des konvex gekrümmten Bereiches der Führungsfläche (24a) das 0,3- bis 0,6-fache der gesamten Länge ($L_1 + L_2$) der Führungsflächen (24a,24b) beträgt.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Weite des oder der am Anfang der Führungsflächen (24a,24b) liegenden Düsenschlitz (25,26) 1/50 bis 1/200, insbesondere 1/100 der Länge ($L_1 + L_2$) der Führungsflächen (24a,24b) beträgt.

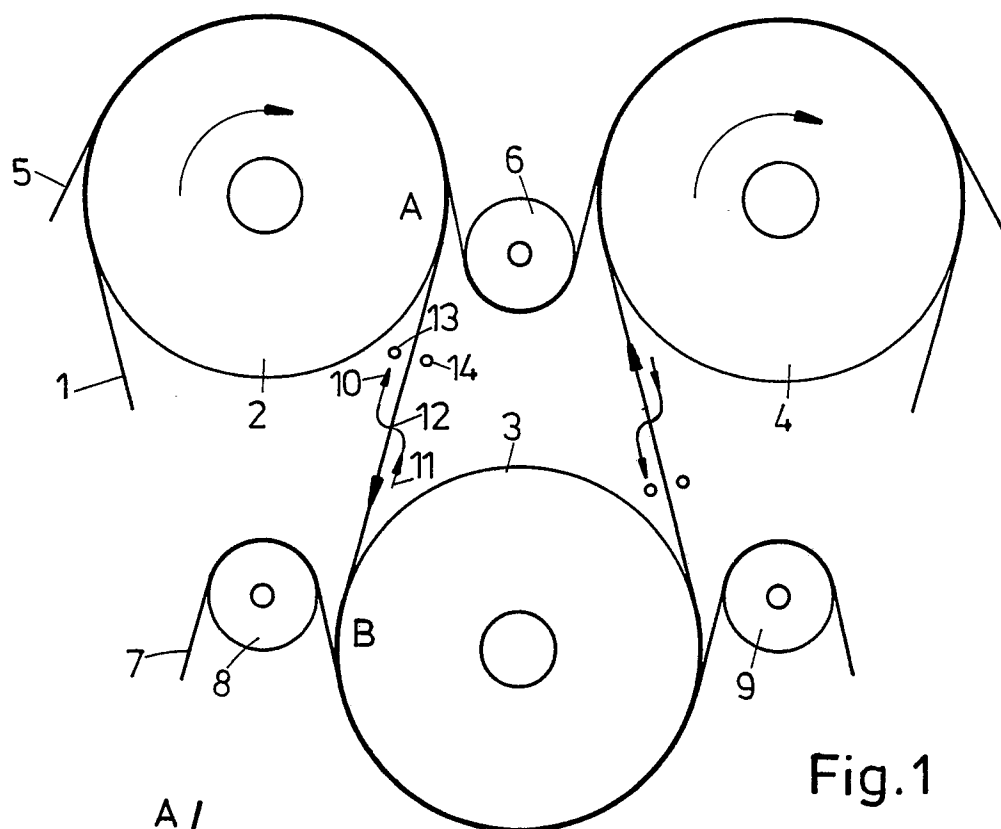


Fig. 2

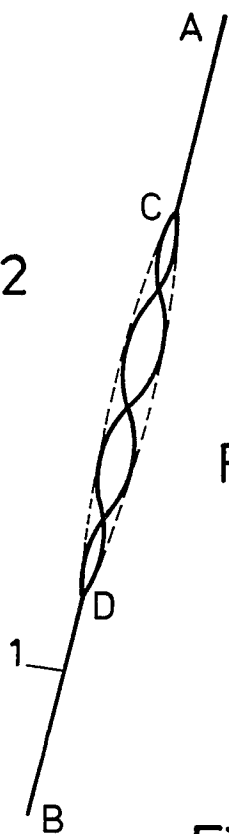


Fig. 3

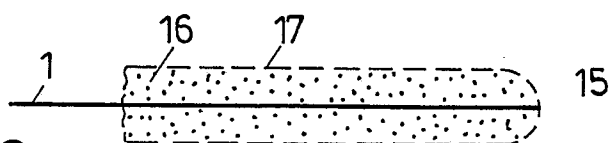


Fig. 4

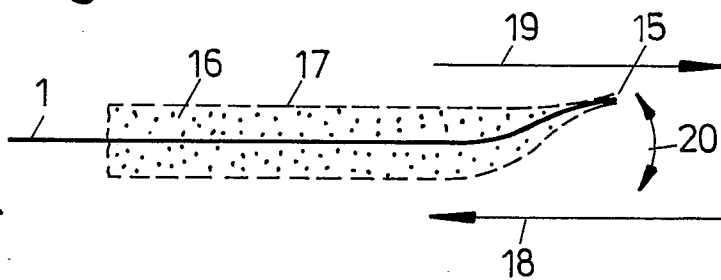
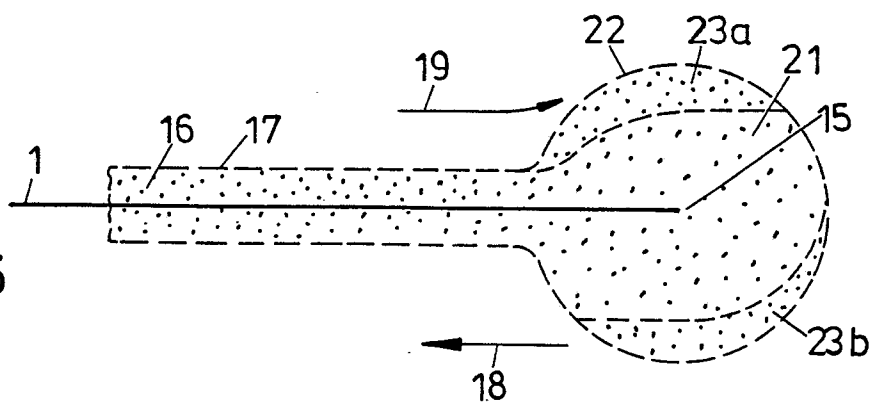
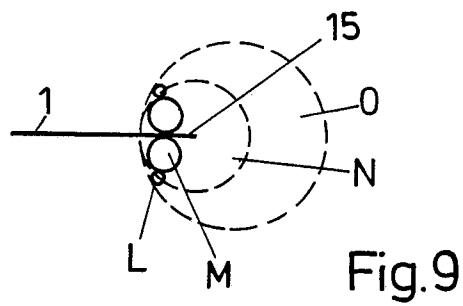
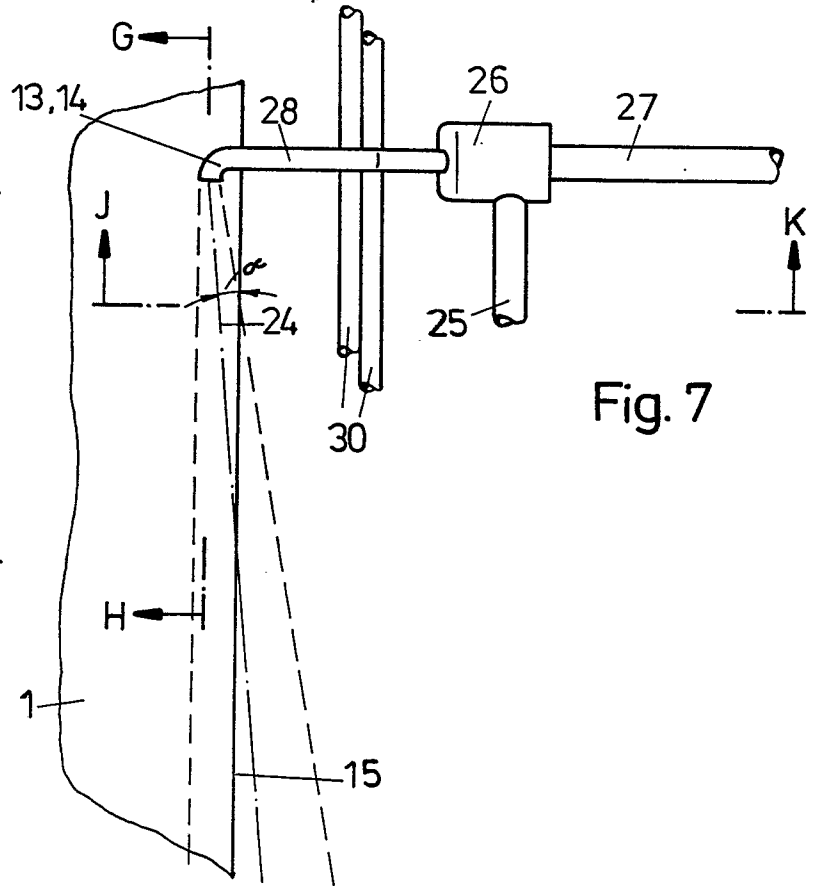
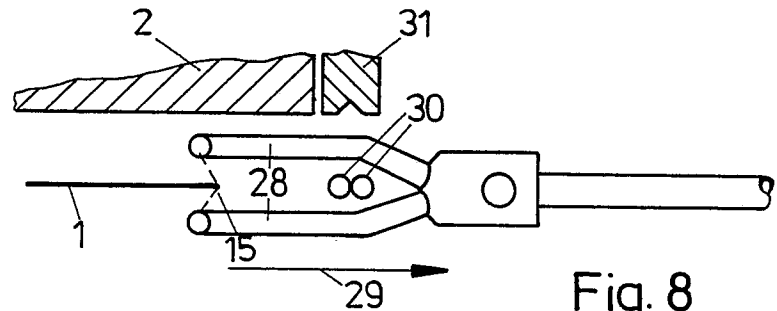
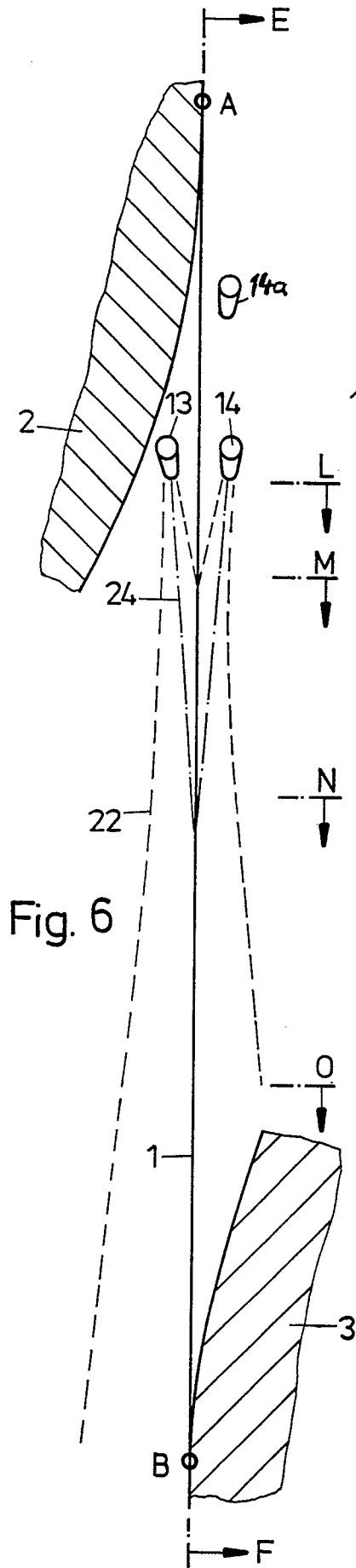


Fig. 5





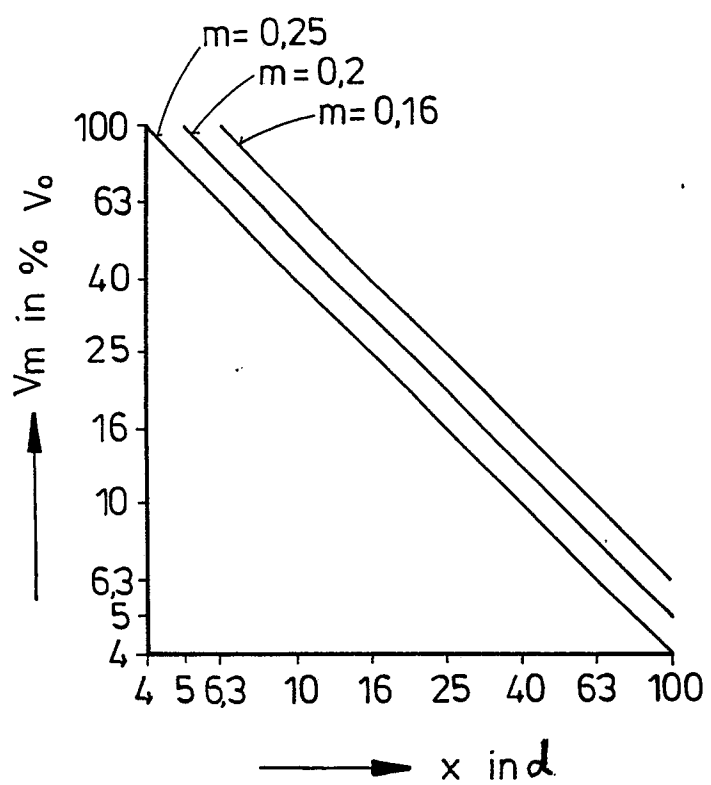
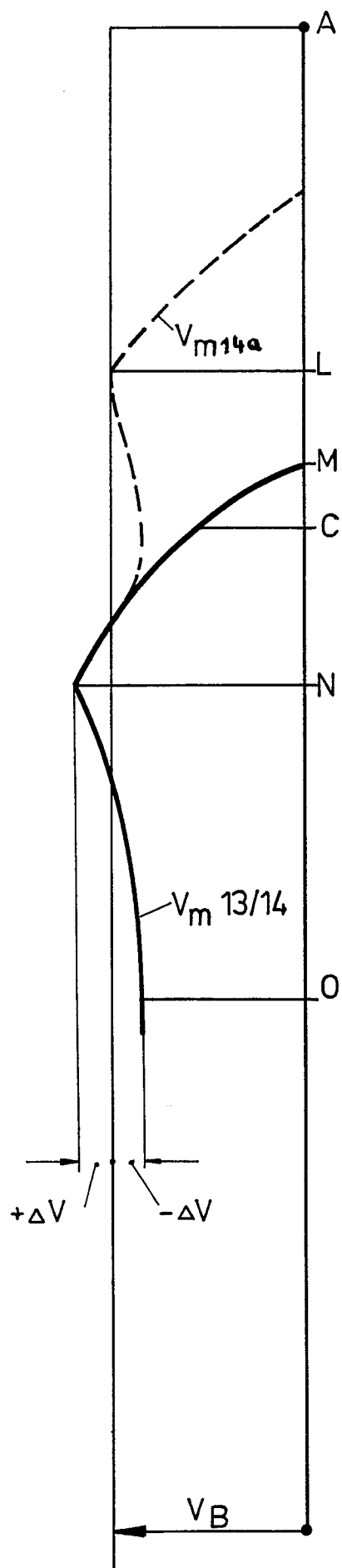
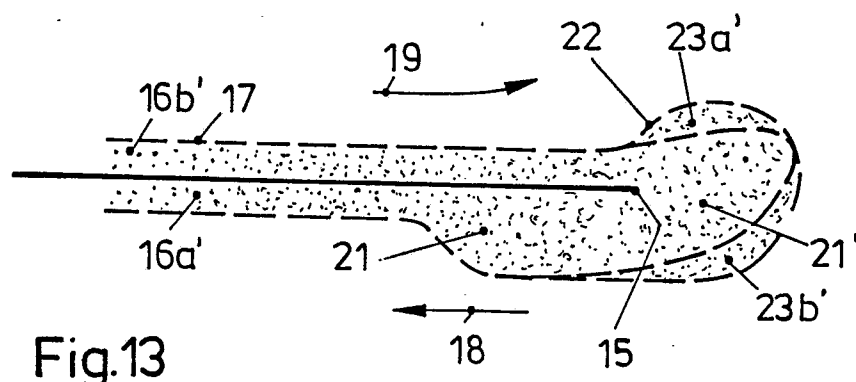
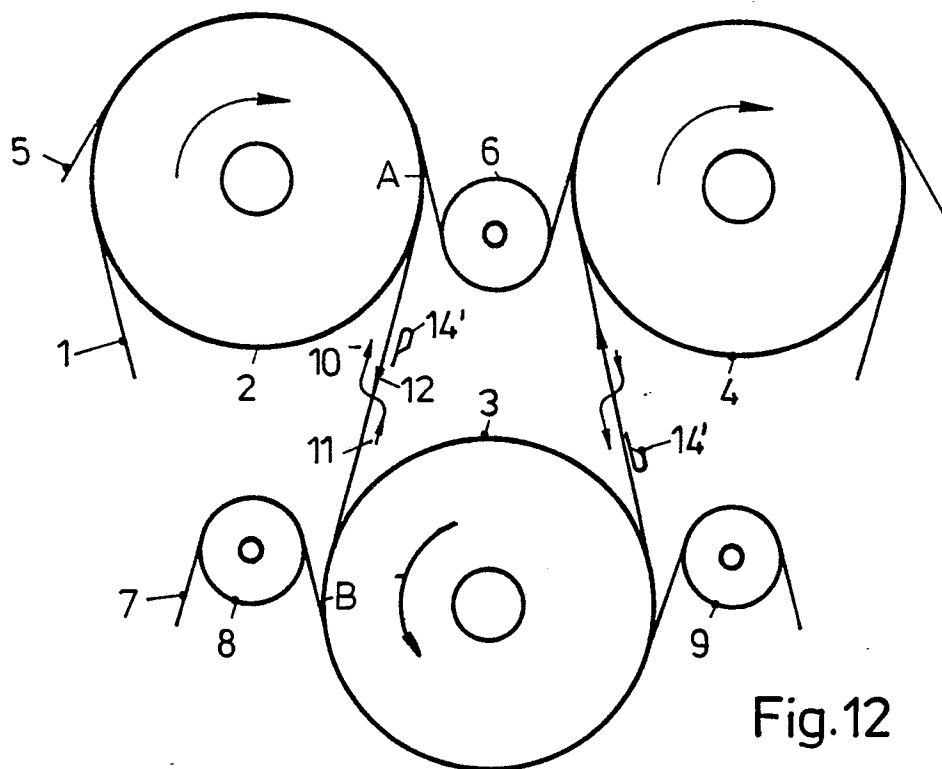


Fig. 10

Fig. 11



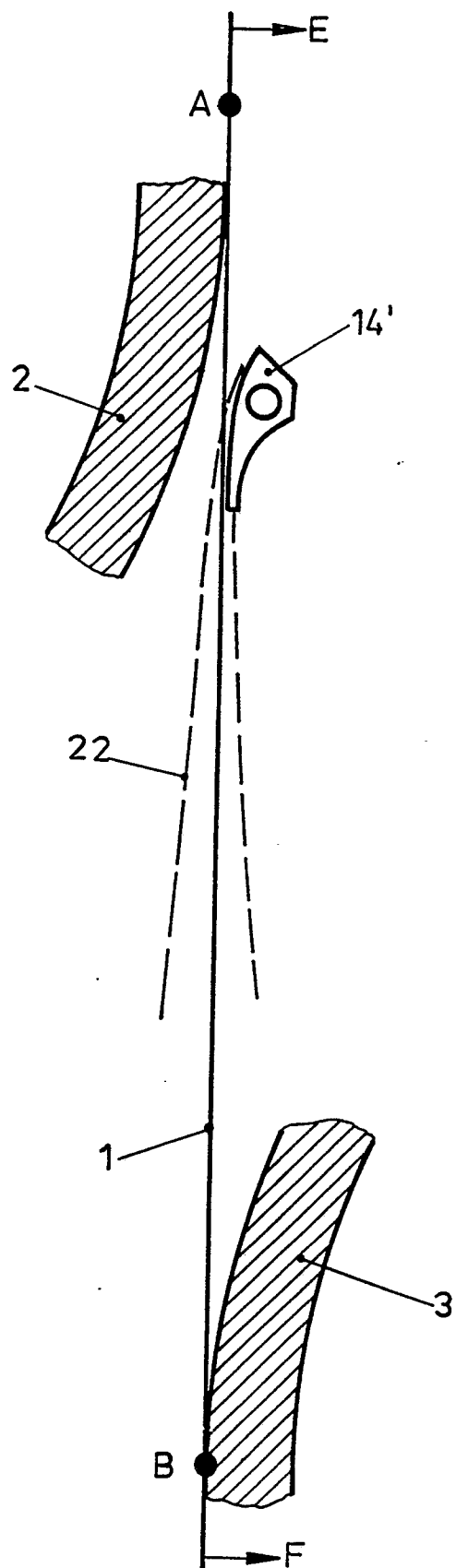


Fig.14