

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 618 328 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94103979.4**

51 Int. Cl.⁵: **D21G 7/00, D21F 7/00,
D21G 1/00**

22 Anmeldetag: **15.03.94**

30 Priorität: **20.03.93 DE 4309076**

71 Anmelder: **V.I.B. Apparatebau GmbH
Am Kreuzstein 80
D-63477 Maintal (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.10.94 Patentblatt 94/40

72 Erfinder: **Winheim, Stefan H.
Speyerlingsweg 6
D-60388 Frankfurt/Main (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT SE

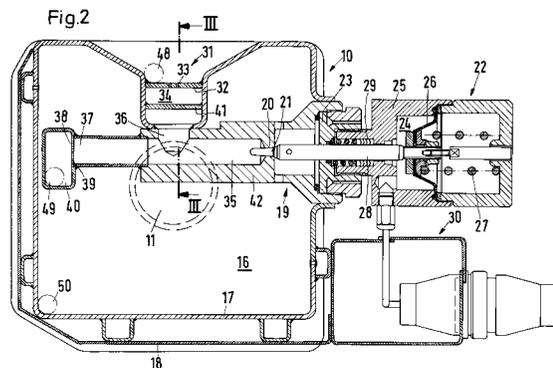
74 Vertreter: **Knoblauch, Andreas, Dr.-Ing. et al
Kühhornshofweg 10
D-60320 Frankfurt (DE)**

54 Dampfsprührohr und Verfahren zum Einstellen von Glanz und/oder Glätte einer Materialbahn.

57 Es wird Dampfsprührohr angegeben mit einer Zuleitung (16) für Dampf, einer Düsenanordnung (33) und einem Ventil (19), das zwischen Zuleitung und Düsenanordnung angeordnet ist.

Mit einem derartigen Dampfsprührohr soll auch bei höheren Bahngeschwindigkeiten eine ausreichende Befeuchtung einer zu befeuchtenden Bahn sichergestellt werden.

Dazu wird in Strömungsrichtung des Dampfes hinter dem Ventil (19) ein im wesentlichen geradlinig verlaufender Beschleunigungskanal (35) angeordnet, aus dem an einer vorbestimmten Entfernung zum Ende (37) des Beschleunigungskanals (35) ein Düsenkanal (36) zur Düsenanordnung (33,) abzweigt.



EP 0 618 328 A1

Die Erfindung betrifft ein Dampfsprührohr mit einer Zuleitung für Dampf, einer Düsenanordnung und einem Ventil, das zwischen Zuleitung und Düsenanordnung angeordnet ist, und ein Verfahren zum Einstellen von Glanz und/oder Glätte einer durch eine Walzenspaltanordnung geführten Materialbahn mit Hilfe derartiger Dampfsprührohre, bei dem ein Istwert von Glanz und/oder Glätte der Materialbahn in Laufrichtung hinter der Walzenspaltanordnung erfaßt und mit einem Sollwert verglichen wird und die durch die Dampfsprührohre abgegebene Dampfmenge in Abhängigkeit von der Differenz zwischen Soll- und Istwert zonenweise verändert wird.

Aus US-PS 5 122 232 ist ein Dampfsprührohr und ein Verfahren zum Steuern der von dem Dampfsprührohr abgegebenen Dampfmenge bekannt. Das Dampfsprührohr ist hierbei unterhalb einer Materialbahn angeordnet, die durch einen Kalandrierer läuft, bei dem mindestens eine Walze eine hochglanzpolierte Oberfläche aufweist. Das Dampfsprührohr gibt durch seine Düsenanordnung Dampf aus, der an der Luft kondensiert und sich in Form eines Nebels auf der vorbeilaufenden Papierbahn niederschlägt. Die dadurch bewirkte Feuchteerhöhung der Papierbahn bewirkt, daß sich die Papierbahn im nachfolgenden Walzenspalt besser glätten läßt und/oder einen höheren Glanz bekommt. Glanz und/oder Glätte der Papierbahn werden am Ende des Kalandriers gemessen, wobei die Meßwerte zu einer Steuervorrichtung zurückgeführt werden, die die Ventile des Dampfsprührohres entsprechend steuert. Die Ventile sind als Digitalventile ausgebildet, so daß nur eine begrenzte Auflösung der abgegebenen Dampfmenge möglich ist. Um die Auflösung zu verbessern, wird der Druck zu allen Dampfrohren nach vorgegebenen mathematischen Verfahren neu eingestellt.

Problematisch bei einer derartigen Befeuchtung ist, daß an der Materialbahn ein mehr oder weniger dicker Luftfilm anhaftet, der sich mit der Materialbahn mitbewegt und das Vordringen des Dampfes oder des durch den Dampf gebildeten Nebels an die Materialbahn verhindert oder zumindest beträchtlich behindert. Dieser Effekt ist umso stärker, je schneller die Materialbahn läuft. Gleichzeitig benötigt eine schnell laufende Materialbahn wesentlich mehr Dampfaufrag pro Zeiteinheit, um die gleiche Feuchtigkeitsbelastung wie eine langsamere laufende Materialbahn zu erhalten. Die Erhöhung des Dampfdruckes, um die Austrittsgeschwindigkeit des Dampfes zu erhöhen, ist nicht ungefährlich. Bei einem höheren Dampfdruck und einer dadurch bedingten höheren Dampfaustrittsgeschwindigkeit aus der Düsenanordnung kann es passieren, daß der Dampf Wassertröpfchen, die sich irgendwo in der Zuleitung oder auch in dem Dampfsprührohr selbst gebildet haben, mitreißt und

mit hoher Geschwindigkeit auf die Materialbahn schleudert. Dort wirken diese Wassertröpfchen wie Geschosse, die die Materialbahn perforieren und damit ihre Qualität ganz beträchtlich herabsetzen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, auch bei höheren Bahngeschwindigkeiten eine ausreichende Befeuchtung sicherzustellen.

Diese Aufgabe wird bei einem Dampfsprührohr der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß in Strömungsrichtung des Dampfes hinter dem Ventil ein im wesentlichen geradlinig verlaufender Beschleunigungskanal angeordnet ist, aus dem an einer vorbestimmten Entfernung vor dem Ende des Beschleunigungskanals ein Düsenkanal zur Düsenanordnung abzweigt.

Bei einem derartigen Dampfsprührohr kann man den Dampfdruck und damit die Dampfgeschwindigkeit beträchtlich erhöhen, ohne befürchten zu müssen, daß Wassertröpfchen aus der Düsenanordnung austreten und die Materialbahn beschädigen. Wassertröpfchen, die sich praktisch unvermeidlich irgendwo in der Zuleitung oder in dem Dampfsprührohr bilden, werden zwar mit dem Dampf mitgerissen. Sie werden aber in dem Beschleunigungskanal hinter dem Ventil so beschleunigt, daß sie die Richtungsänderung, die der Dampf durchführen muß, um in den abzweigenden Düsenkanal einzutreten, nicht mitmachen können. Sie gelangen vielmehr in das Ende des Beschleunigungskanals, wo sie nicht weiter stören, sondern entsorgt werden können. Zwischen dem Abzweig des Düsenkanals und dem Ende des Beschleunigungskanals kann durchaus eine Entfernung liegen, die einem Viertel oder mehr der Länge des Beschleunigungskanals entspricht. Die Länge des Beschleunigungskanals bis zum Abzweig muß nur so groß sein, daß die Wassertröpfchen auf dieser Länge auf eine Geschwindigkeit beschleunigt werden, die so groß ist, daß sie aufgrund ihrer Trägheit der Richtungsänderung des Dampfes nicht mehr richtig folgen können. Man kann also mit einem derartigen Dampfsprührohr wesentlich höhere Dampfgeschwindigkeiten realisieren, so daß der aus der Düsenanordnung austretende Dampf auch mit einem höheren Druck bzw. einer höheren Geschwindigkeit an die Materialbahn gelangt. Die Geschwindigkeit ist dabei so hoch, daß es dem Dampf bzw. den durch ihn gebildeten Nebel gelingt, die an der Materialbahn anhaftende Luftschicht aufzureißen und bis zur Materialbahn vorzudringen. Dort wird die Materialbahn mit der notwendigen Feuchtigkeitsmenge versehen, so daß sie im nachfolgenden Walzenspalt die gewünschte Glätte bzw. den gewünschten Glanz erhält.

Bevorzugterweise ist der Beschleunigungskanal in einem Kanalgehäuse angeordnet, das sich vollständig im Innern der Zuleitung befindet. Das Kanalgehäuse des Beschleunigungskanals wird also

immer auf einer Temperatur gehalten, die der Temperatur des zugeführten Dampfes entspricht. Wassertröpfchen, die in den Beschleunigungskanal eingetragen werden und dort aufgrund der fehlenden Ausweichmöglichkeit verbleiben, können dann wieder verdampfen und werden damit problemlos entsorgt.

Vorzugsweise ist der Beschleunigungskanal an seinem Ende durch eine Prallplatte abgeschlossen, die im Bereich ihrer in Schwerkraftrichtung gesehen tiefsten Stelle eine Öffnung aufweist. Die im Beschleunigungskanal durch die Dampfströmung beschleunigten Wassertröpfchen prallen, da sie der Richtungsänderung beim Abzweig in den Düsenkanal nicht folgen können, an der Prallplatte auf und fließen dann nach unten, wo sie durch die Öffnung abfließen können.

Hierbei ist besonders bevorzugt, daß der Beschleunigungskanal über die Öffnung mit einem Entsorgungskanal in Verbindung steht. Die verschiedenen Wassertröpfchen gelangen damit nicht mehr in die Zuleitung, sondern sie werden abgeführt oder "entsorgt", so daß sie nicht mehr weiter stören.

Bevorzugterweise ist die Öffnung als Drossel ausgebildet. Dadurch wird gewährleistet, daß der Dampfdruck im Beschleunigungskanal wesentlich größer sein kann als im Entsorgungskanal. Es ist damit sichergestellt, daß der in den Beschleunigungskanal eintretende Dampf auch tatsächlich durch die Düsenanordnung und nicht durch die Öffnung austritt. Dies ergibt einen guten Wirkungsgrad. Außerdem kann die Größe der Öffnung so gewählt werden, daß sie überwiegend durch abfließendes Wasser verstopft ist.

Mit Vorteil ist das Ventil mit seinem Ventilsitz und Verschlußstück im Innern der Zuleitung und mit seinem Antriebsteil außerhalb der Zuleitung angeordnet. Ventilsitz und Verschlußstück sind Teile des Ventils, die dem Dampf ausgesetzt sind und an denen der Dampf kondensieren kann. Wenn diese beiden Teile im Innern der Zuleitung angeordnet sind, sind sie durch den in der Zuleitung strömenden Dampf bereits vorgewärmt, so daß eine Kondensation des Dampfes an diesen Teilen nicht erfolgt. Andererseits ist aber der Antrieb des Ventils außerhalb der Zuleitung angeordnet. Er kann also kühl oder kälter gehalten werden, was für die Funktionstüchtigkeit und Lebensdauer des Antriebs von entscheidender Bedeutung sein kann.

Hierbei ist vorzugsweise der Antriebsteil zumindest mit seinem Gehäuse thermisch von der Zuleitung entkoppelt. Eine Wärmeübertragung von der Zuleitung auf den Antriebsteil findet nicht oder nur in einem sehr beschränkten Maße statt, so daß eine übermäßige Erwärmung des Antriebsteils einerseits und eine Wärmeabfuhr und damit Energieverlust andererseits nicht auftreten kann.

Bevorzugterweise ist das Ventil als pneumatisch ansteuerbares analoges und insbesondere lineares Ventil ausgebildet. Hierdurch läßt sich eine sehr feinfühligere Einstellung des Ventils erreichen. Man ist nicht auf eine Abstufung angewiesen, wie sie bei einem Digitalventil auftritt. Die Ausbildung als lineares Ventil erleichtert die Ansteuerung. Ein lineares Ventil hat bei ansonsten unveränderten Umgebungsbedingungen einen linearen Zusammenhang zwischen der durchgelassenen Dampfmenge und dem Steuersignal, beispielsweise dem pneumatischen Druck. Eine Vergrößerung des Ansteuersignals um 10 % bewirkt eine Vergrößerung der durchgelassenen Dampfmenge ebenfalls um 10 %. Dies läßt sich beispielsweise durch bauliche Maßnahmen erreichen, bei denen Ventilsitz und Verschlußstück entsprechend aufeinander abgestimmt sind.

Vorzugsweise ist die Düsenanordnung in Schwerkraftrichtung nach unten gerichtet. Eine derartige Ausrichtung hat bisher den Nachteil gehabt, daß sich Wassertröpfchen, die im Dampf mitgetragen und nicht sofort durch die Düsen mitgerissen worden sind, sich im Bereich der Düsenanordnung angesammelt haben und dann früher oder später zwangsläufig in die Düsen geflossen sind, wo sie durch den austretenden Dampf letztendlich doch mitgerissen wurden. Da mit dem Dampfsprührohr nun ein praktisch wasserfreier Dampf zur Düsenanordnung gelangt, kann man die Düsenanordnung auch "über Kopf" betreiben und auch, falls dies notwendig oder erwünscht sein sollte, die Oberseite der Materialbahn mit Dampf beaufschlagen.

Hierbei ist besonders bevorzugt, daß der Düsenanordnung gegenüber einer Düsenanordnung eines zweiten Dampfsprührohrs angeordnet ist, wobei die Richtung des aus einer Düsenanordnung austretenden Dampfes der des aus der anderen Düsenanordnung austretenden Dampfes im wesentlichen entgegengerichtet ist. Es können nun praktisch beide Materialbahnseiten gleichzeitig beaufschlagt werden. Beide Materialbahnseiten können jeweils unabhängig voneinander mit der gewünschten Feuchtigkeit beaufschlagt werden. Insbesondere können sie auch mit der gleichen Feuchtigkeitsmenge beaufschlagt werden, so daß im Walzenspalt eine Behandlung beider Materialbahnseiten vorgenommen werden kann.

Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Dampfsprührohr vor dem ersten Walzenspalt einer Walzenspaltanordnung mit mehreren Walzenspalten, insbesondere eines Superkalenders, angeordnet ist. In dem oder den ersten Walzenspalten einer derartigen Walzenspaltanordnung erfolgt der größte Anteil der Oberflächen-Bearbeitung. Wenn bereits hier die Materialbahnseite oder sogar die Materialbahnseiten mit Feuchtigkeit beaufschlagt sind, kann sich das Glanz- oder Glätteergebnis

ganz wesentlich verbessern lassen.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Düsenanordnung eine Dampfkammer aufweist, in die der Düsenkanal auf einer Seite mündet und die mit Düsen versehen ist. Eine derartige Dampfkammer ermöglicht, daß sich der Dampf erst einmal gleichmäßig ausbreitet, bevor er durch die Düsen austritt. In der gesamten Dampfkammer herrscht im wesentlichen der gleiche Druck, so daß die Düsen, auch wenn sie räumlich verteilt sind, alle gleichmäßig beaufschlagt werden.

Hierbei ist bevorzugt, daß der aus dem Düsenkanal austretende Dampf in der Dampfkammer mindestens einmal seine Bewegungsrichtung ändert. Hierdurch wird eine weitere Möglichkeit zur Abscheidung von Wassertröpfchen aus dem Dampf gegeben. Die Wassertröpfchen können insbesondere bei mit hoher Geschwindigkeit strömendem Dampf die Richtungsänderung in der Regel nicht mitmachen und werden daher aus dem zu den Düsen strömenden Dampfstrom ausgetragen. In der Regel gelangen sie dann zu irgendeiner Wand der Dampfkammer.

Hierbei ist bevorzugt, daß in Verlängerung des Düsenkanals in der Dampfkammer eine Prallplatte angeordnet ist. Die im Düsenkanal erneut beschleunigten Wassertröpfchen, sofern sie überhaupt noch vorhanden sind, werden dann an diese Prallplatte geschleudert. Der Dampf hingegen strömt außen um die Prallplatte herum.

Bevorzugterweise ist die Normale der Prallplatte gegenüber der Achse des Düsenkanals geneigt. Der Dampf gelangt also, wenn er aus dem Düsenkanal ausströmt, auf eine schiefe Ebene und kann damit gezielt zu einer Dampfkammerwand gelenkt werden. Bei einer Überkopf-Anordnung des Dampfsprührohres können Wassertropfen, die sich wider Erwarten bilden, von der Prallplatte ablaufen und in einen Bereich außerhalb der dann unten liegenden Düsen gelenkt werden, wo sie, ohne zu stören, abgeführt werden können.

Auch ist bevorzugt, daß die Prallplatte über Seitenwände mit der Umgebung der Mündung des Düsenkanals verbunden ist, wobei sich die Seitenwände in Richtung zu einer Dampfkammerwand hin öffnen. Hiermit wird der aus dem Düsenkanal austretende Dampf noch stärker gerichtet auf die entsprechende Dampfkammerwand gelenkt. Der Dampf hat einen längeren Weg zurückzulegen, bis er in einen Bereich der Dampfkammer kommt, wo er sich weiter entspannen kann. Auch dies trägt zur Vermeidung einer Tröpfchenbildung bei.

Alternativ oder zusätzlich dazu kann der Düsenkanal außermittig in die Dampfkammer münden, und die Düsen sind außerhalb der Projektion der Mündung des Düsenkanals auf die Außenwand der Dampfkammer angeordnet. Der durch den Düsen-

kanal strömende Dampf beschleunigt also die möglicherweise noch vorhandenen Wassertröpfchen in Richtung auf eine Dampfkammerwand, wo sie sich niederschlagen können. Die Wassertröpfchen können jedoch nicht direkt durch die Düsen austreten.

Hierbei ist bevorzugt, daß die Dampfkammer einen im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt aufweist und der Düsenkanal im wesentlichen tangential darin mündet. Der Dampf wird also zunächst einmal entlang der Wand der Dampfkammer geleitet, bevor er aus den Düsen austreten kann. Dies ergibt eine Dampfverwirbelung, bei der sich möglicherweise noch im Dampf enthaltene Wassertröpfchen an der Wand der Düsenkammer niederschlagen können.

Mit Vorteil ist die Dampfkammer in einem beheizten Gehäuse angeordnet. Auch wenn sich Tröpfchen an der Wand der Dampfkammer niederschlagen, werden sie sehr schnell wieder verdampft, so daß keine störenden Wasser- oder Flüssigkeitsansammlungen entstehen. Diese Ausführung hat aber darüber hinaus noch den Vorteil, daß das Anfahren eines derartigen Dampfrohrs erleichtert wird. Wenn nämlich in ein kaltes Dampfrohr Dampf eingelassen wird, wird der Dampf zunächst einmal an den Wänden kondensieren und dort Wassertröpfchen bilden, die später zusammen mit dem Dampf durch die Düsen austreten können. Wenn aber die Dampfkammer in einem bereits beheizten Gehäuse angeordnet ist, hat sie die notwendige Temperatur, um ein Kondensieren des Dampfes zu verhindern. Auch nach einem Stillstand kann das Dampfrohr praktisch unmittelbar wieder in Betrieb genommen werden. Dadurch, daß das Gehäuse der Dampfkammer beheizt ist, herrscht aber auch in der Dampfkammer eine Temperatur oberhalb der Verdampfungstemperatur des Wassers, so daß möglicherweise in die Dampfkammer eintretende Wassertröpfchen ohnehin verdampfen.

Bevorzugterweise ist das Gehäuse zumindest teilweise durch einen Teil der Begrenzungswand der Zuleitung gebildet, der in Richtung auf das Innere der Zuleitung hin ausgeformt ist. Die Dampfkammer ist also zumindest auf einem Teil ihres Außenumfanges von der Zuleitung umgeben und wird dementsprechend von dem in der Zuleitung strömenden Dampf beheizt. Damit ergibt sich eine sehr gute und genaue Abstimmung der Temperatur des zuströmenden Dampfes zu der Temperatur der Dampfkammer, so daß es nicht durch plötzliche Temperaturänderungen zu einer Kondensation des Wassers kommen kann.

Auch ist bevorzugt, daß die Düsen in einer Diffusorplatte angeordnet sind, die die Dampfkammer nach außen abschließt. Eine derartige Diffusorplatte läßt sich leicht mit der notwendigen Genauig-

keit fertigen. Insbesondere im Zusammenhang mit der durch die Zuleitung begrenzten Dampfkammer hat die Ausgestaltung den Vorteil einer leichten Fertigbarkeit.

Bevorzugterweise ist die Diffusorplatte wärmeleitend mit der Begrenzungswand der Zuleitung verbunden. Die Diffusorplatte wird also auch durch die Zuleitung, genauer gesagt, durch den in der Zuleitung strömenden Dampf, beheizt. Wassertropfchen, die dennoch auf die Diffusorplatte auf-
5 treffen, werden dann sehr schnell verdampft. Man erreicht hierdurch, daß die Dampfkammer allseitig oder zumindest auf vier Seiten von der Zuleitung her beheizt wird. Dadurch läßt sich eine relativ gleichförmige Temperaturverteilung im Innern der Dampfkammer herstellen.

Mit Vorteil ist die Diffusorplatte und/oder die Prallplatte aus einem Material gebildet, das in bezug auf das Material der Begrenzungswand der Zuleitung etwa den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten, aber eine wesentlich bessere Wärmeleitfähigkeit aufweist. Die Wärmeleitfähigkeit kann durchaus um den Faktor 10 oder mehr über der Wärmeleitfähigkeit des Materials der Begrenzungswand der Zuleitung liegen. Diese Konstruktion hat den Vorteil, daß einerseits durch thermische Beanspruchungen die Verbindungen zwischen der Diffusorplatte bzw. der Prallplatte und der Begrenzungswand der Zuleitung gering gehalten werden. Andererseits wird durch die hohe Wärmeleitfähigkeit aber sichergestellt, daß die Diffusorplatte bzw. die Prallplatte immer auf einer relativ hohen Temperatur, insbesondere über 100 °C, gehalten werden, die praktisch gleich der Temperatur des in der Zuleitung strömenden Dampfes ist. Einerseits strahlt nämlich die Diffusorplatte Wärme nach außen ab. Andererseits wird hier Wärme von der Zuleitung her zugeführt. Je besser die Wärmeleitfähigkeit der Diffusorplatte ist, desto schneller läßt sich hier die abgestrahlte Wärme wieder nachführen, so daß keine oder nur eine geringe Temperaturabsenkung der Diffusorplatte eintritt. Aufgrund der Entspannung des Dampfes in der Dampfkammer, die hinter dem Ventil liegt, können die Diffusorplatte und die Prallplatte sogar heißer als der Dampf in der Dampfkammer werden.

Hierbei ist bevorzugt, daß die Diffusorplatte und/oder die Prallplatte aus Kupfer gebildet ist, während die Begrenzungswand der Zuleitung im wesentlichen aus Edelstahl besteht. Kupfer und Edelstahl haben im wesentlichen den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten, der auch als lineare Ausdehnungszahl α bezeichnet wird. Andererseits hat Kupfer eine Wärmeleitzahl λ , die 10 bis 37 mal größer wie die von Edelstahl, beispielsweise Chromnickelstahl oder Chromstahl 5% Cr ist. Mit dieser Werkstoffkombination läßt sich also einerseits die mechanische Haltbarkeit sicherstellen,

andererseits aber auch die gewünschte Temperaturverteilung.

Das Gehäuse der Dampfkammer kann auch mit Heizkanälen versehen sein, die mit dem Innern der Zuleitung verbunden und mit Dampf durchströmbar sind. Durch diese Ausgestaltung sind zwar zusätzliche Heizkanäle erforderlich. Es läßt sich aber eine sehr gezielte Beheizung von bestimmten Teilen der Dampfkammer realisieren.

Bevorzugterweise sind die Düsen durch Bohrungen gebildet, die in mindestens zwei Reihen angeordnet sind, die gegeneinander so versetzt sind, daß sich in Laufrichtung einer zu befeuchtenden Materialbahn eine Bohrung der einen Reihe vor bzw. hinter einem Bohrungszwischenraum einer anderen Reihe befindet. Hierdurch lassen sich die Bohrungen, in Laufrichtung der Materialbahn gesehen, dicht an dicht nebeneinander anordnen, ohne daß durch diese dichte Anordnung die mechanische Festigkeit nachteilig vermindert wird.

In einer alternativen Ausgestaltung können die Düsen als Schlitzdüsen ausgebildet sein. Auch hierdurch wird gewährleistet, daß über die gesamte Materialbahnbreite eine gleichmäßige Dampfbeaufschlagung erfolgt.

Vorteilhafterweise sind die Düsen zonenweise zusammengefaßt, wobei Düsen einer Zone von einer gemeinsamen Dampfkammer, die von Dampfkammern anderer Zonen getrennt und getrennt ansteuerbar ist, gespeist werden. Man muß also lediglich den Dampfdruck bzw. die Dampfmenge in einzelnen Dampfkammern steuern, was zweckmäßigerweise über das der Dampfkammer zugeordnete Ventil erfolgt, um den Dampfauftrag aus einer Düsenzone zu verändern. Durch das zonenweise Verändern des Dampfauftrags läßt sich eine Regelung oder Steuerung der Glätte bzw. des Glanzes in Querrichtung der Materialbahn durchführen.

Hierbei ist bevorzugt, daß Düsenanordnungen benachbarter Zonen einander überlappend angeordnet sind. Aus konstruktiven Gründen lassen sich die Düsen einer jeden Zone in der Regel nicht bis unmittelbar an den Rand bringen, so daß bei einer einfachen Anordnung der Zonen nebeneinander zwischen einzelnen Zonen Lücken entstehen würden, die beim Glanz oder der Glätte durch streifen bemerkbar wären. Dadurch, daß nun einzelne Düsenanordnungen überlappend angeordnet sind, läßt sich dieser negative Effekt vermeiden.

Die Überlappung läßt sich insbesondere dadurch realisieren, daß die Reihen gegenüber Richtung der Längserstreckung der Zuleitung einen spitzen Winkel einschließen. Die einzelnen Düsenanordnungen sind also nicht komplett in Laufrichtung nach vorne oder nach hinten versetzt. Sie stehen in bezug auf die Laufrichtung der Materialbahn nicht rechtwinklig, sondern schräg, so daß hierdurch eine sehr gleichmäßige Befeuchtung der

Materialbahn erfolgen kann. Die Befeuchtung erfolgt im wesentlichen in gleichen Abständen zum Walzenspalt, bezogen auf die Breite der Materialbahn.

Vorzugsweise ist der Winkel einstellbar. Hierdurch läßt sich die Breite der Überlappung zwischen benachbarten Zonen verändern und auf einen gewünschten Wert einstellen.

Bevorzugterweise weisen die Düsen einen Durchmesser auf, der kleiner als ihre Länge ist. Damit läßt sich eine aus den Düsen austretende Dampfströmung erzeugen, die eine relativ hohe Geschwindigkeit hat und außerdem noch gerichtet ist. Man erreicht hierdurch, daß die an der Materialbahn anhaftende Luftschicht noch besser aufgerissen und die Materialbahn dementsprechend befeuchtet werden kann.

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß für alle Zonen zumindest einer Materialbahnseite gemeinsam ein konstanter Dampfdruck eingestellt wird und bei einer Differenz zwischen Soll- und Ist-Wert in Maschinenrichtung der Öffnungsgrad der Ventile aller Zonen um den gleichen Wert verändert wird, wobei die Ventile als analoge und linear ansteuerbare, insbesondere lineare Ventile ausgebildet sind.

Der Dampfdruck wird einmal in Abhängigkeit von dem zu bearbeitenden Material und von sonstigen Maschinenparametern eingestellt. Er kann danach praktisch unverändert belassen werden. Er wird so eingestellt, daß bei einer mittleren Öffnung der Ventile ein normalerweise zufriedenstellendes Ergebnis erzielt wird. Lediglich bei Abweichungen von Glanz bzw. Glätte in Maschinenrichtung werden alle Ventile gleichmäßig geöffnet oder geschlossen, wobei durch die Linearität des Ventilhaltens eine sehr einfache Steuerung realisiert werden kann. Durch die lineare Abhängigkeit müssen bei der Ventilansteuerung keine komplizierten Umrechnungen im Hinblick auf den vor der Betätigung des Ventils eingenommenen Öffnungsgrad getätigt werden. Vielmehr ist bei der Verringerung oder Vergrößerung des Steuersignals für die einzelnen Ventile davon auszugehen, daß auch die abgegebene Dampfmenge entsprechend, d.h. proportional, verringert oder vergrößert wird. Besonders einfach läßt sich das lineare Ventilverhalten durch lineare Ventile realisieren, d.h. mit analogen Ventilen, deren Durchlaßmenge direkt proportional zum Stellsignal ist. Derartige Ventile werden auch als gleichprozentige Ventile bezeichnet. Die lineare Ventilfunktion läßt sich aber auch durch Vorschalten einer Umrechnungseinheit realisieren, die die Ventilkenlinie, d.h. die Abhängigkeit der Durchlaßmenge vom Öffnungsgrad, berücksichtigt. Diese Abhängigkeit folgt in vielen Fällen dem natürlichen Logarithmus. Durch das lineare Ventilverhalten kann man einzelne Parameter, etwa Glanz- und/oder Glätte-

werte in Maschinenrichtung oder in Quermaschinenrichtung relativ gut voneinander entkoppeln, weil sich die den einzelnen Parametern zugeordneten Dampfmen gen linear überlagern. Dies erleichtert auch die Berücksichtigung der Abhängigkeit von anderen Zonen.

Bevorzugterweise werden bei einer Abweichung von Soll- und Istwert in Quermaschinenrichtung die Ventile der einzelnen Zonen unabhängig voneinander und nur in Abhängigkeit von der eigenen Zone zugeordneten Differenz ver stellt. Hierdurch läßt sich auch eine Regelung oder Steuerung von Glanz bzw. Glätte in Quermaschinenrichtung, also quer zur Laufrichtung der Materialbahn, erreichen. Auch hier ist wieder das lineare Verhalten der Ventile von Vorteil, wenn aufgrund einer Abweichung beispielsweise 5 % mehr Dampf benötigt wird, wird eben das Ventil entsprechend weiter aufgesteuert, ohne daß eine Abhängigkeit von der zuvor eingenommenen Stellung berücksichtigt werden muß.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung wird beim Beschleunigen oder Abbremsen der Bahn die abgegebene Dampfmenge im wesentlichen unabhängig von den ermittelten Istwerten entsprechend einer vorgegebenen Funktion erhöht oder erniedrigt. Beim Beschleunigen oder Abbremsen der Bahn, was beispielsweise immer dann zwangsläufig erfolgt, wenn Materialbahnrollen kalandriert werden, weil der Kalandrierer am Anfang der Bahn beschleunigt werden muß, bis er auf voller Arbeitsgeschwindigkeit ist, und am Ende wieder abgebremst werden muß, ergibt sich bei einer gleichbleibenden Dampfbeaufschlagung eine Erhöhung der Glanz- oder Glättewerte über ein gewünschtes Maß hinaus. Diese Erhöhung kann jedoch durch die üblichen Sensoren, die sich quer über die Materialbahnbreite bewegen, nicht oder nur sehr unzureichend erfaßt werden. Da der Effekt aber bekannt ist, kann man sich in diesem Betriebszustand unabhängig von den vom Sensor ermittelten Werten machen und einfach mit einer festen Funktion die pro Zeiteinheit abgegebene Dampfmenge erhöhen oder erniedrigen. Hierbei kann man natürlich den derzeitigen Wert, der abhängig von dem derzeitigen Ist-Zustand eingestellt worden ist, als Ausgangspunkt nehmen.

Bevorzugterweise beschreibt die vorgegebene Funktion eine von der Zeit oder der Geschwindigkeit der Bahn lineare Abhängigkeit. Die einfachste Ausführungsform ist die lineare Abhängigkeit von der Zeit. Dies gibt zwar nicht ganz so gute Ergebnisse, weil die Geschwindigkeitszunahme der Bahn in den wenigsten Fällen streng linear ist, der Steuerungsaufwand ist jedoch relativ niedrig. Bessere Ergebnisse erzielt man, wenn die Dampfmenge von der Geschwindigkeit der Bahn abhängig gemacht wird. In diesem Fall ist aber die Verarbei-

tung eines Geschwindigkeitssignals zusätzlich erforderlich.

Hierbei ist besonders bevorzugt, daß die Veränderung der Dampfmenge in Abhängigkeit von einem die Geschwindigkeitsänderung der Bahn einleitenden Signal eingeleitet wird. Ein derartiges Signal läßt sich aus der Kalendersteuerung gewinnen. Dieses Signal gibt beispielsweise den Antriebsmotoren des Kalenders Anweisung, den Kalender oder die Walzenspaltanordnung zu beschleunigen oder abzubremesen. Da das Verhalten der Walzenspaltanordnung bekannt ist, also bekannt ist, nach welcher Zeit nach diesem Signal eine Veränderung der Geschwindigkeit erfolgt, kann man dieses Signal auch zur Dampfsteuerung, genauer gesagt, zum Einleiten der Veränderung der abgegebenen Dampfmenge, verwenden.

Vorteilhafterweise wird zumindest ein Teil des Dampfes vor dem ersten Walzenspalt, insbesondere von beiden Seiten der Materialbahn gleichzeitig, aufgebracht. Im ersten Walzenspalt bzw. in den ersten Walzenspalten erfolgt die größte Veränderung der Oberfläche. Die aufgebrachte Feuchtigkeit unterstützt diese Veränderung im Hinblick auf verbesserte Glanz- und/oder Glättewerte, so daß durch ein Aufbringen der Feuchtigkeit vor dem ersten Walzenspalt insgesamt bessere Ergebnisse erzielt werden können.

Auch ist bevorzugt, daß die Dampfbeaufschlagung einer Materialbahnseite durch mindestens zwei Dampfsprührohre vorgenommen wird. In diesem Fall hat man größere Freiheiten, die aufgebrachte Dampfmenge zu steuern.

So kann zum Beispiel eines der Dampfsprührohre so gesteuert sein, daß es Differenzen zwischen Soll- und Istwerten in Maschinenrichtung ausgleicht, während ein anderes so gesteuert ist, daß es Differenzen in Quermaschinenrichtung ausgleicht. Dies vereinfacht, insbesondere bei linear arbeitenden Ventilen, die Steuerung ganz erheblich, weil sich die Dampfmengen linear superponieren.

In einer alternativen oder zusätzlichen Ausgestaltung kann eines der Dampfsprührohre für eine Grobeinstellung und ein anderes für eine Feineinstellung der abgegebenen Dampfmenge verwendet werden. Hierdurch läßt sich eine sehr genaue Einstellung der Dampfmenge erreichen.

In einer weiteren Alternative kann ein Dampfsprührohr nach dem Erreichen der Kapazitätsgrenze eines anderen Rohres zugeschaltet werden. Die Kapazität eines Dampfrohrs, also die maximal abgebbare Dampfmenge, kann damit in relativ engen Grenzen gehalten werden, was die Dimensionierung erleichtert.

Schließlich können auch alle Dampfsprührohre parallel gesteuert werden. In diesem Fall ist lediglich die Aufteilung der Dampfmenge auf verschie-

dene Bearbeitungsabschnitte zu beachten.

Mit Vorteil wird bei einer ermittelten Differenz zwischen Soll- und Istwert zunächst ein Quotient aus der Differenz und dem Maximalwert von Glätte und/oder Glanz gebildet, und die abgegebene Dampfmenge wird um einen Betrag vergrößert oder verkleinert, der sich aus der Multiplikation des Quotienten mit der maximal abgebbaren Dampfmenge ergibt. Die Dampfmenge wird also sozusagen linear dem Glanz und oder der Glätte nachgeführt.

Bevorzugterweise wird bei Veränderung der Dampfmenge in einer Zone zum Ausgleich einer Differenz zwischen Soll- und Istwert in Quermaschinenrichtung die Dampfmenge in mindestens einer anderen Zone mit entsprechend umgekehrtem Vorzeichen verändert, um die insgesamt abgegebene Dampfmenge konstant zu halten. Der Begriff "Dampfmenge" bezieht sich natürlich auf die pro Zeiteinheit abgegebene Dampfmenge. Durch den Ausgleich wird die Glätte und/oder der Glanz insgesamt gleichgehalten. Ansonsten könnte durch eine Erhöhung oder Verringerung der Dampfmenge in einer Zone eine Anhebung oder Absenkung des Durchschnittswerts von Glanz und/oder Glätte eintreten.

Hierbei ist bevorzugt, daß die mit umgekehrtem Vorzeichen veränderte Dampfmenge auf mehrere Zonen verteilt wird. Man vermeidet hierdurch eine Extremwertbildung. Die auf mehrere Zonen verteilte Änderung der Dampfmenge ist nicht so leicht merkbar.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß für alle Zonen in Abhängigkeit vom Material der Materialbahn eine vorbestimmte Mindestdampfmenge und/oder Maximaldampfmenge eingestellt wird. Diese Dampfmengen können beispielsweise zusammen mit dem für die Materialbahn vorgegebenen Sollwert abgespeichert werden. Die Mindestdampfmenge verkürzt die Anfahrzeit und damit den Ausschuß an Material. Die Dampfmenge wird gleich in die Nähe des Wertes gebracht, der für den gewünschten Glanz- und/oder Glättewert sorgt. Durch Begrenzung der Dampfmenge auf einen Maximalwert wird das Material geschont. Insbesondere bei gestrichenen Papieren kann eine zu große Dampfmenge zu einer Ablösung des Strichs führen.

Besonders Vorteilhaft ist eine Ausgestaltung, bei der die Differenz der abgegebenen Dampfmengen von benachbarten Zonen auf einen vorbestellten Maximalwert begrenzt wird. Hierdurch wird einerseits die Belastung der Walzen der Walzenspaltvorrichtung verringert. Andererseits werden Glanz- und oder Glättestreifen vermieden. Die Materialbahn bekommt ein einheitlicheres Aussehen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung

mit der Zeichnung näher beschrieben. Hierin zeichnen:

- Fig. 1 einen Kalanders mit Dampfrohren,
- Fig. 2 eine erste Ausgestaltung eines Dampfrohres,
- Fig. 3 einen Schnitt III-III nach Fig. 2,
- Fig. 4 eine zweite Ausgestaltung eines Dampfrohres.
- Fig. 5 eine Draufsicht auf ein Dampfrohr,
- Fig. 6 eine dritte Ausgestaltung eines Dampfrohres,
- Fig. 7 eine Draufsicht auf das Dampfrohr nach Fig. 6 und
- Fig. 8 eine schematische Darstellung der aufgegebenen Dampfmenge.

Ein Kalanders 1 weist mehrere Arbeitswalzen 2 auf, zwischen denen Walzenspalte 3 gebildet sind. Durch die Walzenspalte 3 ist eine Materialbahn 4 geführt, beispielsweise eine Papierbahn, die nach dem Durchlaufen jeweils eines Walzenspaltes über Umlenkrollen 5 geführt ist. Zwischen einer Umlenkrolle 5 und einem in Bahnaufrichtung 6 folgenden Walzenspalt 3 entsteht dadurch ein im wesentlichen geradlinig verlaufender Abschnitt 7 der Materialbahn 4, an dessen Unterseite ein Dampfprührohr 10 angeordnet ist. Ein weiteres Dampfprührohr 10' ist für die andere Seite der Materialbahn vorgesehen. Beide Dampfprührohre 10, 10' können gleich ausgebildet sein.

Das Dampfprührohr 10 ist über eine Dampftransportleitung 11 mit einer Dampfquelle 12 verbunden. Ferner ist das Dampfprührohr 10 über eine Signalleitung 13 mit einer Steuereinrichtung 14 verbunden. Die Steuereinrichtung 14 wiederum ist mit einer Meßeinrichtung 15 verbunden, die hinter der letzten Walze des Kalanders 1 den Glanz bzw. die Glätte der Oberfläche der Materialbahn 4 ermittelt und an die Steuereinrichtung 14 zurückmeldet. Die Steuereinrichtung 14 vergleicht nun den ermittelten Istwert von Glanz bzw. Glätte der Materialbahn 4 mit einem vorgegebenen Sollwert und ändert in Abhängigkeit von der Differenz zwischen Ist- und Sollwert die über das Dampfprührohr 10 abgegebene Dampfmenge.

Die gleichen Teile, die mit gestrichenen Bezugsgrößen versehen sind, sind auch für die andere Materialbahnseite vorgesehen, wobei die Dampfquellen 12, 12' und die Steuereinrichtungen 14, 14' jeweils auch für beide Dampfprührohre 10, 10' gemeinsam vorgesehen sein können.

Ferner können weitere Dampfprührohre 10A, 10A' und 10B, 10B' vorgesehen sein. Die Dampfprührohre mit den gestrichen Größen sind für die Oberseite der Materialbahn 4 zuständig, während die anderen die Unterseite der Materialbahn beaufschlagen. Alle Dampfprührohre 10, 10A, 10B bzw. 10', 10A', 10B' können von den jeweiligen Steuervorrichtungen 14, 14' bzw. von den jeweiligen

Dampfquellen 12, 12' gespeist werden.

Zu beachten ist insbesondere, daß die Dampfprührohre 10B, 10B' einander gegenüberliegend angeordnet sind, so daß das Dampfprührohr 10B' "über Kopf" angeordnet ist. Dies läßt sich nur dann realisieren, wenn, wie in den dargestellten Ausführungsbeispielen der Dampfprührohre, der Transport von Wassertröpfchen auf die Materialbahn 4 zuverlässig vermieden werden kann.

Die Beaufschlagung der Materialbahn 4 mit Feuchtigkeit vor dem ersten Walzenspalt 3 des Kalanders 1 bewirkt, daß bereits im ersten Walzenspalt 3 die notwendige Verformungsarbeit in der Oberfläche der Materialbahn 4 mit Unterstützung der Feuchtigkeit, die die Oberfläche oder die gesamte Materialbahn gegebenenfalls in gewissem Umfang plastifiziert, unterstützt werden kann.

Durch die Aufteilung der Dampfbeaufschlagung auf mehrere Dampfprührohre 10, 10A, 10B bzw. 10', 10A', 10B' lassen sich nun verschiedene Steuerungsverfahren realisieren. Als ein Beispiel sei genannt, daß eines der Dampfprührohre für die Dampf- und/oder Glätteinstellung in Maschinenrichtung, d.h. in Laufrichtung 6 der Materialbahn, zuständig ist, während ein anderes für die Quermaschinenrichtung verantwortlich ist. In einer anderen Ausgestaltung kann ein Dampfprührohr für die Grobeinstellung und ein anderes Dampfprührohr für die Feineinstellung der Glanz und/oder Glätzwerte verantwortlich gemacht werden. Schließlich kann ein Dampfprührohr zugeschaltet werden, wenn ein anderes seine Kapazitätsgrenze erreicht. Es können aber auch alle Dampfprührohre parallel angesteuert werden.

Fig. 2 zeigt den näheren Aufbau einer ersten Ausführungsform eines derartigen Dampfprührohres 10, bei dem die Dampftransportleitung 11 in eine Zuleitung 16 mündet. Die Zuleitung 16 ist in einem Gehäuse 17 vorgesehen, das zumindest teilweise von einer Wärmeschutzabdeckung 18 umgeben ist.

Im Innern des Gehäuses 17 ist ein Ventil 19 angeordnet, genauer gesagt, dessen Ventilsitz 20 und dessen Verschlußstück 21. Das Ventil 19 weist einen Antriebsteil 22 auf, der außerhalb des Gehäuses 17 angeordnet ist. Der Antriebsteil ist unter Zwischenschaltung einer Wärmeisolation 23, beispielsweise in Form einer Scheibe aus nicht oder sehr schlecht wärmeleitfähigem Kunststoff, mit dem Gehäuse 17 verbunden, so daß keine oder nur eine sehr geringe Wärmeübertragung vom Gehäuse 17 auf den Antriebsteil 22 erfolgt.

Das Ventil 19 ist pneumatisch betätigbar. Es weist hierzu eine Druckkammer 24 auf, die vom Antriebsgehäuse 25 und einer Membran 26 umschlossen ist. Die Membran ist auf der der Druckkammer 24 abgewandten Seite von einer Feder 27 belastet. Das Verschlußstück 21 ist über eine An-

triebsstange 28, die mit Hilfe von Dichtungen 29 abgedichtet im Antriebsgehäuse 25 geführt ist, mit der Membran 26 verbunden, so daß bei einer Bewegung der Membran 26 auch das Verschlußstück 21 bewegt wird. Der Druck in der Druckkammer 24 wird mit Hilfe einer nur schematisch dargestellten pneumatischen Ventilanordnung 30 eingestellt.

Das Ventil 19 ist als sogenanntes lineares Ventil ausgebildet. Dies bedeutet, daß die vom Ventil 19 durchgelassene Dampfmenge linear abhängig ist von einem dem Antriebsteil 22 zugeführten Signal, beispielsweise dem dem Antriebsteil 22 zugeführten Luftdruck. Wird das für die Betätigung des Ventils verantwortliche Signal um 10 % im Wert erhöht, läßt das Ventil 19 auch 10 % mehr Dampf durch, und zwar unabhängig davon, welche Stellung das Ventil 19 zuvor innegehabt hatte. Ausgenommen davon sind natürlich Grenzwertsituationen, bei denen das Ventil 19 nicht mehr weiter öffnen oder schließen kann.

Das Gehäuse 17 ist an seiner der Materialbahn 4 zugewandten Seite einwärts gebogen und weist eine mit ihrem offenen Ende der Materialbahn zugewandte U-förmige Ausnehmung 31 auf, die von einer Diffusorplatte 32 verschlossen ist. In der Diffusorplatte sind Düsen 33 vorgesehen, die in zwei Reihen angeordnet sind, wobei die beiden Düsenreihen in Querrichtung der Materialbahn so zueinander versetzt sind, daß die Düsen 33 einer Reihe in Laufrichtung 6 der Materialbahn 4 sich vor oder hinter einer Lücke zwischen Düsen 33 der anderen Reihe befinden. Das Gehäuse 17 und die Diffusorplatte 32 schließen zusammen eine Dampfkammer 34 ein. Die Düsen 33 und die Dampfkammer 34 bilden zusammen eine Düsenanordnung. Die Dampfkammer 34 wird über das Ventil 19 mit Dampf aus der Zuleitung 16 versorgt. In Strömungsrichtung des Dampfes hinter dem Ventil 19 und vor der Dampfkammer 34 ist ein im wesentlichen geradlinig verlaufender Beschleunigungskanal vorgesehen, in dem aus einer vorbestimmten Entfernung zu seinem Ende 37 hin ein Düsenkanal 36 abzweigt. Das Ende 37 des Beschleunigungskanals 35 ist durch eine Prallplatte 38 abgeschlossen, an deren in Schwerkrafrichtung tiefster Stelle eine als Drossel ausgebildete Öffnung 39 vorgesehen ist, über die der Beschleunigungskanal 35 mit einem Entsorgungskanal 40 in Verbindung steht.

Ferner ist in der Dampfkammer 34 eine Prallplatte 41 angeordnet, und zwar in Verlängerung des Düsenkanals 36, so daß der direkte Weg vom Düsenkanal 36 zu den Düsen 33 versperrt ist. Der aus dem Düsenkanal 36 austretende Dampf muß also, bevor er die Düsen 33 erreicht, wenigstens einmal seine Bewegungsrichtung ändern.

Die Düsen 33 haben eine Länge, die größer als ihr Durchmesser ist. Dadurch läßt sich ein gerichteter Dampfstrahl erzeugen.

Die Diffusorplatte 32 und die Prallplatte 41 sind mit dem Gehäuse 17 verschweißt oder auf andere Weise wärmeleitend miteinander verbunden. Insbesondere die Diffusorplatte 32, aber auch die Prallplatte 41, haben den gleichen linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten wie das Gehäuse 17. Dieser kann beispielsweise für die Diffusorplatte 32 und die Prallplatte 41 bei $17 \times 10^{-6} \text{ m/(mK)}$ und beim Gehäuse 17 bei $16 \times 10^{-6} \text{ m/(mK)}$ liegen. Die Wärmeleitfähigkeit der Diffusorplatte 32 ist jedoch wesentlich größer als die des Gehäuses 17. Beispielsweise liegt sie bei der Diffusorplatte 32 und bei der Prallplatte 41 bei etwa 380 W/(mK) , während sie beim Gehäuse bei $10 \dots 15 \text{ W/(mK)}$ liegt. Eine derartige Werkstoffpaarung ist beispielsweise durch die Verwendung von Kupfer für die Diffusorplatte 32 und die Prallplatte 41 und die Verwendung von Chromnickelstahl oder einem anderen Edelstahl für das Gehäuse 17 zu realisieren.

Das Dampfsprührohr 10 arbeitet wie folgt: Die Zuleitung 16 ist permanent von Dampf unter einem vorbestimmten Druck durchströmt. Man versucht zwar, diesen Dampf so trocken wie möglich zu halten. Es läßt sich aber in der Praxis kaum verhindern, daß hin und wieder kleine Wassertröpfchen entstehen, die mit dem Dampf mitgetragen werden. Das Ventil 19 wird auf einen von der Steuereinrichtung 14 vorgegebenen Wert geöffnet. Der Dampf kann nun von der Zuleitung 16 in den Beschleunigungskanal 35 strömen. Möglicherweise vorhandene Wassertröpfchen im Dampf strömen hierbei natürlich ebenfalls durch das Ventil 19. Die durch die Richtungsänderung beim Durchtritt durch das Ventil relativ langsam (bezogen auf die Bewegungsrichtung des Dampfes) gewordenen Wassertröpfchen werden nun im Beschleunigungskanal 35 beschleunigt. Der Dampf wird nun rechtwinklig in den Düsenkanal 36 geleitet oder abgelenkt, der in einer beträchtlichen Entfernung, im vorliegenden Fall knapp der Hälfte der Länge des Beschleunigungskanals, vor dem Ende 37 des Beschleunigungskanals 35 angeordnet ist. Die nunmehr eine beträchtliche Geschwindigkeit aufweisenden Wassertröpfchen können diese schnelle Richtungsänderung nicht mitmachen. Sie fliegen geradeaus weiter und schlagen entweder an der Prallplatte 38 auf oder schlagen sich vorher an der in Schwerkrafrichtung tiefsten Stelle am Ende 37 des Beschleunigungskanals 35 nieder. Die hierdurch entstehende Wasseransammlung kann durch die Öffnung 39 in den Entsorgungskanal 40 abfließen. Hierbei verstopft das abfließende Wasser die Öffnung 39 so, daß hier keine nennenswerten Dampfverluste auftreten. Auch wenn die Öffnung 39 nicht gerade zur Abfuhr von Wasser in den Entsorgungskanal 40 dient, ist sie als Drossel ausgebildet, d.h. sie setzt dem Dampf einen gewissen Strömungswiderstand entgegen, so daß der überwiegende Teil des durch

das Ventil 19 strömende Dampfes bis auf einen vernachlässigbaren Rest auch durch die Düsen 33 austreten kann.

Der Beschleunigungskanal 35 ist in einem Gehäuse 42 angeordnet, daß sich vollständig im Innern des Gehäuses 17, d.h. in der Zuleitung 16, befindet. Das Gehäuse 42 hat also die Temperatur des in der Zuleitung 16 strömenden Dampfes. Es ist damit heiß genug, um auftreffende Wassertropfen auch verdampfen zu können.

Sofern der durch den Düsenkanal 36 strömende Dampf noch mit Wassertropfchen beladen ist, treffen diese auf die Prallplatte 41 auf, weil sie die Richtungsänderung des Dampfes, die zum Umströmen der Prallplatte 41 erforderlich ist, nicht mitmachen können. Damit ist der Dampf, der schließlich durch die Düsen 33 austreten soll, praktisch wasserfrei. Sollten wider Erwarten noch einzelne Wassertropfchen vorhanden sein, treffen sie mit einer relativ großen Wahrscheinlichkeit nicht auf die Düsen 33, sondern auf die beheizten Wände der Dampfkammer 34, wo sie verdampft werden. Die Wände der Dampfkammer 34 einschließlich der Diffusorplatte 32 haben nämlich die Temperatur des in der Zuleitung 16 strömenden Dampfes, während der Dampf in der Dampfkammer 34 aufgrund des durch das Ventil 19 verursachten Druckabfalls in der Regel eine etwas geringere Temperatur haben wird.

Aufgrund des Beschleunigungskanals, gegebenenfalls unterstützt durch die Prallplatte 41 und die beheizte Dampfkammer 34, kann der Dampf mit einem relativ großen Druck in die Dampfkammer 34 eingespeist werden, wo er sich gleichmäßig ausbreitet und mit gleichförmigen Druck durch alle Düsen 33 einer Düsenanordnung, die dieser Dampfkammer 34 zugeordnet ist, ausströmen kann. Durch den relativ hohen Druck in der Dampfkammer 34 kann der Dampf beim Ausströmen durch die Düsen 33 eine relativ große Geschwindigkeit entwickeln, so daß er bzw. der durch ihn in der Umgebungsluft entwickelte Nebel auch mit hoher Geschwindigkeit bzw. mit hohem Druck auf die Materialbahn 4 auftrifft. Dadurch wird die an der Materialbahn anhaftende Luftschicht aufgerissen, und das im Nebel befindliche Wasser kann sich auf der Materialbahn 4 niederschlagen, so daß die Materialbahn 4 ausreichend mit Feuchtigkeit versehen wird, um die gewünschte Glätte bzw. den gewünschten Glanz im nachfolgenden Walzenspalt 3 zu erhalten. Die Gefahr, daß durch die Düsen 33 Wassertropfchen austreten und zu einer Beschädigung der Materialbahn 4 führen, ist so außerordentlich gering, daß sie praktisch vernachlässigbar ist. Die Dampfgeschwindigkeit kann daher gegenüber herkömmlichen Rohren erheblich gesteigert werden, so daß auch größere Materialbahngeschwindigkeiten zugelassen werden können.

Fig. 5 zeigt eine Draufsicht auf ein Dampfsprührohr 10, aus dem ersichtlich ist, daß jedes Dampfsprührohr 10 mehrere in Zonen angeordnete Düsenanordnungen 33 aufweist. Hierdurch ist es möglich, die Materialbahn 4 über ihre Breite mit unterschiedlichen Dampfmenngen zu beaufschlagen. Die Düsen 33 sind in Reihen 43 angeordnet, die mit der Quermaschinenrichtung, also einer Richtung quer zur Materialaufrichtung, einen spitzen Winkel einschließen. Hierdurch wird es möglich, daß sich Düsenanordnungen 33 benachbarter Zonen einander überlappen. Auch an der Grenze zwischen zwei Zonen wird hierdurch gewährleistet, daß die vorbeilaufende Materialbahn in ausreichendem Maße mit Dampf beaufschlagt wird.

Wie aus Fig. 5 ebenfalls ersichtlich ist, kann die Transportleitung 11 für Dampf ringförmig geführt sein, so daß der durch das Dampfsprührohr 10 strömende Dampf, der nicht gebraucht wird, oder kondensiertes Wasser wieder zur Dampfquelle 12 zurückgeführt wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß der Dampf immer die notwendige Temperatur aufweist. Man kann hierdurch auch vor dem eigentlichen Betriebsbeginn das Dampfsprührohr einschließlich aller in ihm enthaltenen und vom Dampf umströmten Teile aufheizen, so daß sich auch am Betriebsbeginn keine störenden Wassertropfchen, die sich etwa an abgekühlten Teilen des Dampfsprührohrs 10 niedergeschlagen haben, stören.

Wie aus Fig. 5 ebenfalls ersichtlich ist, hat jede Zone ihr eigenes Ventil, von dem lediglich die Antriebsteile 22 und die Ventilanordnungen 30 zu sehen sind.

Zum Betrieb wird ein Dampfdruck eingestellt, der dann in der Zuleitung 16 herrscht. Dieser Dampfdruck wird während des Betriebs in der Regel nicht verändert. Er ist abhängig von dem Kalandr 1 bzw. von der zu behandelnden Warenbahn 4. Durch die Meßeinrichtungen 15, 15' werden die Glanz- bzw. Glättewerte ermittelt und an die Steuereinrichtungen 14, 14' zurückgemeldet. Diese stellen dann den Öffnungsgrad der Ventile 19 so ein, daß der gewünschte Glanz- bzw. Glättewert der Materialbahn erreicht wird. Weichen die erzielten Ergebnisse von den vorgegebenen Werten ab, so werden die Ventile 19 entsprechend verändert, wobei diese Veränderung zonenweise erfolgen kann, wenn sich eine Abweichung quer zur Materialbahnaufrichtung ergibt, oder für alle Ventile 19 gemeinsam, wenn sich eine Abweichung in Laufrichtung der Maschine ergibt. Beispielsweise können im letzten Fall alle Ventile gleichmäßig um 10 % geöffnet werden, um eine 10 % größere Dampfmenge auszugeben. Dies ist durch die Verwendung von linearen analogen Ventilen in der Steuerung besonders einfach.

Fig. 4 zeigt eine zweite Ausgestaltung eines Dampfsprührohres, bei der gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen und entsprechende Teile mit um 100 erhöhten Bezugszeichen versehen sind.

Die U-förmige Ausnehmung 131 des Gehäuses 117 ist bei dieser Ausgestaltung breiter, so daß sie die Dampfkammer 134 nicht mehr unmittelbar einschließt. Die Dampfkammer 134 ist vielmehr in einem separaten Block 44 angeordnet, der auf das Gehäuse 117 bzw. einen mit ihm fest verbundenen Teil, wie beispielsweise das Gehäuse 42 des Beschleunigungskanals 35, aufgeschraubt ist.

Im Block 44 sind Dampfkänäle 45, 46 vorgesehen, die über einen Hilfskanal 47 mit der Zuleitung 16 in Verbindung stehen und von dort mit heißem Dampf versorgt werden. Mit Hilfe der Dampfkänäle 45, 46 wird der Block 44 so aufgeheizt, daß auch die Dampfkammer 134 allseits von beheizten Wänden umgeben ist. Die Dampfkänäle 45, 46 sind permanent vom Dampf durchströmt, d.h. sie weisen an ihrem Ende nicht dargestellte Dampfaustritte auf, von denen der Dampf gegebenenfalls wieder der Dampfquelle 12 zugeführt werden kann.

Der Düsenkanal 36 mündet tangential in die Dampfkammer 134. Die Düsen 133 sind seitlich so versetzt, daß sie außerhalb der Projektion der Mündung des Düsenkanals 36 auf die Wand der Dampfkammer 134 liegen. Auch in diesem Fall kann also kein Dampf gerichtet von dem Düsenkanal 36 zu den Düsen 133 gelangen. Vielmehr ist es notwendig, daß sich der Dampf zunächst in der Dampfkammer 134 ausbreitet, bevor er durch die Düsen 133 treten kann.

In beiden Ausführungsbeispielen sind an den in Schwerkraftrichtung jeweils tiefsten Stellen noch Siphons 48, 49, 50 vorgesehen, mit deren Hilfe in bekannter Art und Weise sich ansammelndes Wasser entsorgt werden kann.

Fig. 6 zeigt einen Querschnitt durch ein weiteres Dampfsprührohr 210, bei dem Teile, die denen aus Fig. 2 entsprechen, mit gleichen Bezugszeichen und entsprechende Teile mit um 200 erhöhten Bezugszeichen versehen sind.

Geändert hat sich lediglich die Prallplatte 241, die nun nicht mehr senkrecht zur Richtung des Zwischenkanals 36, sondern geneigt dazu angeordnet ist. Die Prallplatte 241 bildet also gegenüber dem einströmenden Dampf aus dem Düsenkanal 36 eine schiefe Ebene, so daß der Dampf praktisch zwangsläufig auf die in Fig. 6 dargestellte rechte Wand der Dampfkammer 234 gelenkt wird. Dies ist die Wand, die dem Ventil 19 zugewandt ist, so daß gewährleistet ist, daß hier immer eine gewisse Dampfströmung durch die Zuleitung 16 besteht. Diese Wand wird also immer heiß sein. Nur ein verschwindend geringer Teil des Dampfes wird an die gegenüberliegende Wand gelangen.

Die Prallplatte 241 ist auch nicht mehr, wie in Fig. 20, mit den Seitenwänden der Dampfkammer 234 verbunden, sondern über eigene Seitenwände 48 mit dem Boden der Dampfkammer 234, also mit der Umgebung der Mündung des Düsenkanals 36. Aus Fig. 7 ist ersichtlich, daß die Seitenwände 48 zu der besagten Dampfkammerwand hin öffnen, so daß hier eine noch weiter Ausrichtung des Dampfes auf die Seitenwand hin gegeben ist.

Wenn nun das in Fig. 6 dargestellte Dampfsprührohr 210 "über Kopf" verwendet wird, so daß also die Düsen 33 nach unten weisen, wird durch die Neigung der Prallplatte sichergestellt, das Wasser, das sich möglicherweise doch noch bilden kann, auf einen Bereich der Diffusorplatte 32 tropft, der außerhalb der Düsen 33 liegt. Da die aus Kupfer gebildete Diffusorplatte immer die Temperatur des in der Zuleitung 16 strömenden Dampfes hat, also heißer als 100°C ist, wird das auf die Diffusorplatte 32 tropfende Wasser sofort verdampfen und kann daher nicht mehr durch die Düsen 33 austreten.

Aus Fig. 7 ist auch ersichtlich, daß einzelne Zonen durch Trennwände 49 voneinander getrennt sind. Die rechte der beiden dargestellten Zonen weist die Düsen 33 in zwei Reihen auf. Die linke der beiden dargestellten Zonen hat eine Schlitzdüse 233, aus der der Dampf ebenfalls relativ gleichmäßig austreten kann. Die Schlitzbreite ist kleiner als die Dicke der Diffusorplatte 32.

Anhand von Fig. 8 soll nun erläutert werden, wie die Dampfmenge \dot{Q} gesteuert wird. In Fig. 8 ist nach rechts die Länge der zu behandelnden Materialbahn auftragen und nach oben Glanz- bzw. Glätte G , die Geschwindigkeit v und die abgegebene Dampfmenge \dot{Q} . Der Anfang der Materialbahn wird zunächst durch einen Kalender hindurchgefädelt. Der Kalender wird dann beschleunigt, so daß die Geschwindigkeit der Materialbahn entsprechend der Kurve v zunimmt. Nach einer gewissen Zeit, die in Fig. 8 durch den Punkt A gekennzeichnet ist, erreicht die Materialbahn ihre Arbeitsgeschwindigkeit, die dann möglichst konstant beibehalten wird. Kurz vor dem Ende der Bahn, nämlich am Punkt B, muß die Geschwindigkeit wieder verringert werden, damit die Behandlung ordnungsgemäß abgeschlossen werden kann und keine gefährlichen Situationen entstehen.

Würde man nun mit einer im wesentlichen konstanten Dampfmenge fahren, würde sich, wie das durch gestrichelte Linie G_A dargestellt ist, am Anfang und am Ende der Bahn ein unzulässig hoher Glanz- bzw. Glättewert ergeben. Zwischen dem Anfang der Bahn und dem Punkt A bzw. dem Punkt B und dem Ende der Bahn wird dann Ausschluß produziert, weil Glanz und/oder Glätte außerhalb eines Toleranzbereiches TB liegen.

Verändert man hingegen die abgegebene Dampfmenge \dot{Q} unter Berücksichtigung dieses Effekts entsprechend der dargestellten Kurve \dot{Q} , die am Anfang und am Ende Abschnitte mit einer linearen positiven oder negativen Steigung aufweist, wird sich der Glanz bzw. die Glätte nur entsprechend der Kurve G_N verändern, so daß wesentlich größere Teile der Bahn noch im Toleranzbereich TB im Hinblick auf Glanz oder Glätte sind. Die Punkte, vor bzw. hinter denen Ausschub produziert wird, verschieben sich dann auf A' bzw. B'.

Die Beeinflussung der Dampfmenge \dot{Q} erfolgt hierbei unabhängig von den Signalen der Sensoren 15, 15', weil diese in der Regel über die Materialbahnbreite traversieren und damit zu langsam sind, um die Glanz- und/oder Glätte-Veränderungen aufgrund einer Veränderung der Materialbahngeschwindigkeit erfassen zu können. Die Dampfmenge kann auch in Abhängigkeit von der Zeit oder der Geschwindigkeit der Bahn eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Dampfsprührohr mit einer Zuleitung für Dampf, einer Düsenanordnung und einem Ventil, das zwischen Zuleitung und Düsenanordnung angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß in Strömungsrichtung des Dampfes hinter dem Ventil (19) ein im wesentlichen geradlinig verlaufender Beschleunigungskanal (35) angeordnet ist, aus dem an einer vorbestimmten Entfernung vor dem Ende (37) des Beschleunigungskanals (35) ein Düsenkanal (36) zur Düsenanordnung (33, 133) abzweigt.
2. Dampfsprührohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleunigungskanal (35) in einem Kanalgehäuse (42) angeordnet ist, das sich vollständig im Innern der Zuleitung (16) befindet.
3. Dampfsprührohr nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleunigungskanal (35) an seinem Ende (37) durch eine Prallplatte (38) abgeschlossen, die im Bereich ihrer in Schwerkraftichtung gesehen tiefsten Stelle eine Öffnung (39) aufweist.
4. Dampfsprührohr nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleunigungskanal (35) über die Öffnung (39) mit einem Entsorgungskanal (40) in Verbindung steht.
5. Dampfsprührohr nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnung (39) als Drossel ausgebildet ist.
6. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (19) mit seinem Ventilsitz (20) und Verschlußstück (21) im Innern der Zuleitung (16) und mit seinem Antriebsteil (22) außerhalb der Zuleitung (16) angeordnet ist.
7. Dampfsprührohr nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil (22) zumindest mit seinem Gehäuse (25) thermisch von der Zuleitung (16) entkoppelt ist.
8. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (19) als pneumatisch ansteuerbares analoges und insbesondere lineares Ventil ausgebildet ist.
9. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenanordnung in Schwerkraftichtung nach unten gerichtet ist.
10. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenanordnung gegenüber eine Düsenanordnung eines zweiten Dampfsprührohrs angeordnet ist, wobei die Richtung des aus einer Düsenanordnung austretenden Dampfes der des aus der anderen Düsenanordnung austretenden Dampfes im wesentlichen entgegengerichtet ist.
11. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Dampfsprührohr vor dem ersten Walzenspalt einer Walzenspaltanordnung mit mehreren Walzenspalten, insbesondere eines Superkalenders, angeordnet ist.
12. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenanordnung eine Dampfkammer (34, 134) aufweist, in die der Düsenkanal (36) auf einer Seite mündet und die mit Düsen (33) versehen ist.
13. Dampfsprührohr nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der aus dem Düsenkanal (36) austretende Dampf in der Dampfkammer (34, 134) mindestens einmal seine Bewegungsrichtung ändert.
14. Dampfsprührohr nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß in Verlängerung des Düsenkanals (36) in der Dampfkammer (34) eine Prallplatte (41) angeordnet ist.

15. Dampfsprührohr nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Normale der Prallplatte gegenüber der Achse des Düsenkanals geneigt ist.
16. Dampfsprührohr nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Prallplatte über Seitenwände mit der Umgebung der Mündung des Düsenkanals verbunden ist, wobei sich die Seitenwände in Richtung zu einer Dampfkammerwand hin öffnen.
17. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenkanal (36) außermittig in die Dampfkammer (134) mündet, und die Düsen (133) außerhalb der Projektion der Mündung des Düsenkanals (36) auf die Außenwand der Dampfkammer (134) angeordnet sind.
18. Dampfsprührohr nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Dampfkammer (134) einen im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt aufweist und der Düsenkanal (36) im wesentlichen tangential darin mündet.
19. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Dampfkammer (34, 134) in einem beheizten Gehäuse (17, 44) angeordnet ist.
20. Dampfsprührohr nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse zumindest teilweise durch einen Teil der Begrenzungswand (17) der Zuleitung (16) gebildet ist, der in Richtung auf das Innere der Zuleitung (16) hin ausgeformt ist.
21. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (33) in einer Diffusorplatte (32) angeordnet sind, die die Dampfkammer (34) nach außen abschließt.
22. Dampfsprührohr nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusorplatte (32) wärmeleitend mit der Begrenzungswand (17) der Zuleitung (16) verbunden ist.
23. Dampfsprührohr nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusorplatte (32) und/oder die Prallplatte (41) aus einem Material gebildet sind, das in bezug auf das Material der Begrenzungswand (17) der Zuleitung (16) etwa den gleichen Wäremeausdehnungskoeffizienten, aber eine wesentlich bessere Wärmeleitfähigkeit aufweist.
24. Dampfsprührohr nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusorplatte (32) und/oder die Prallplatte (41) aus Kupfer gebildet sind, während die Begrenzungswand (17) der Zuleitung (16) im wesentlichen aus Edelstahl besteht.
25. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (44) der Dampfkammer (134) mit Heizkanälen (45, 46) versehen ist, die mit dem Inneren der Zuleitung (16) verbunden und mit Dampf durchströmbar sind.
26. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 12 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (33, 133) durch Bohrungen gebildet sind, die in mindestens zwei Reihen angeordnet sind, die gegeneinander so versetzt sind, daß sich in Laufrichtung (6) einer zu befeuchtenden Materialbahn (4) eine Bohrung der einen Reihe vor bzw. hinter einem Bohrungszwischenraum einer anderen Reihe befindet.
27. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 12 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen als Schlitzdüsen ausgebildet sind.
28. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 12 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (33, 133) zonenweise zusammengefaßt sind, wobei Düsen (33, 133) einer Zone von einer gemeinsamen Dampfkammer (34, 134), die von Dampfkammern anderer Zonen getrennt und getrennt ansteuerbar ist, gespeist werden.
29. Dampfsprührohr nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß Düsenanordnungen (33, 133) benachbarter Zonen einander überlappend angeordnet sind.
30. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Reihen (43) gegenüber der Richtung der Längserstreckung der Zuleitung einen spitzen Winkel einschließen.
31. Dampfsprührohr nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel einstellbar ist.
32. Dampfsprührohr nach einem der Ansprüche 12 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (33, 133) einen Durchmesser bzw. eine Breite aufweisen, der bzw. die kleiner als ihre Länge ist.

33. Verfahren zum Einstellen von Glanz und/oder Glätte einer durch eine Walzenspaltanordnung geführten Materialbahn, insbesondere mit Hilfe von Dampfsprührohren nach einem der Ansprüche 1 bis 32, bei dem ein Istwert von Glanz und/oder Glätte der Materialbahn in Laufrichtung hinter der Walzenspaltanordnung erfaßt und mit einem Sollwert verglichen wird und die durch die Dampfsprührohre abgegebene Dampfmenge in Abhängigkeit von der Differenz zwischen Soll- und Istwert zonenweise verändert wird, dadurch gekennzeichnet, daß für alle Zonen zumindest einer Materialbahnseite gemeinsam ein konstanter Dampfdruck eingestellt wird und bei einer Differenz zwischen Soll- und Istwert in Maschinenrichtung der Öffnungsgrad der Ventile aller Zonen um den gleichen Wert verändert wird, wobei die Ventile als analoge und linear ansteuerbare, insbesondere lineare Ventile ausgebildet sind. 5 10 15 20
34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Abweichung von Soll- und Istwert in Quermaschinenrichtung die Ventile der einzelnen Zonen unabhängig voneinander und nur in Abhängigkeit von der der eigenen Zone zugeordneten Differenz verstellt werden. 25
35. Verfahren nach Anspruch 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, daß beim Beschleunigen oder Abbremsen der Bahn die abgegebene Dampfmenge im wesentlichen unabhängig von den ermittelten Istwerten entsprechend einer vorgegebenen Funktion erhöht oder erniedrigt wird. 30 35
36. Verfahren nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Funktion eine von der Zeit oder der Geschwindigkeit der Bahn lineare Abhängigkeit beschreibt. 40
37. Verfahren nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung der Dampfmenge in Abhängigkeit von einem die Geschwindigkeitsänderung der Bahn einleitenden Signal eingeleitet wird. 45
38. Verfahren nach einem der Ansprüche 33 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil des Dampfes vor dem ersten Walzenspalt, insbesondere von beiden Seiten der Materialbahn gleichzeitig, aufgebracht wird. 50
39. Verfahren nach einem der Ansprüche 33 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Dampfbeaufschlagung einer Materialbahnseite durch mindestens zwei Dampfsprührohre vorgenommen wird. 55
40. Verfahren nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Dampfsprührohre so gesteuert ist, daß es Differenzen zwischen Soll- und Istwerten in Maschinenrichtung ausgleicht, während ein anderes so gesteuert ist, daß es Differenzen in Quermaschinenrichtung ausgleicht.
41. Verfahren nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Dampfsprührohre für eine Grobeinstellung und ein anderes für eine Feineinstellung der abgegebenen Dampfmenge verwendet wird.
42. Verfahren nach einem der Ansprüche 39 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß ein Dampfsprührohr nach dem Erreichen der Kapazitätsgrenze eines anderen Rohres zugeschaltet wird.
43. Verfahren nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß alle Dampfsprührohre parallel gesteuert werden.
44. Verfahren nach einem der Ansprüche 33 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer ermittelten Differenz zwischen Soll- und Istwert zunächst ein Quotient aus der Differenz und dem Maximalwert von Glätte und/oder Glanz gebildet wird und die abgegebene Dampfmenge um einen Betrag vergrößert oder verkleinert wird, der sich aus der Multiplikation des Quotienten mit der maximal abgebbaren Dampfmenge ergibt.
45. Verfahren nach einem der Ansprüche 33 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß bei Veränderung der Dampfmenge in einer Zone zum Ausgleich einer Differenz zwischen Soll- und Istwert in Quermaschinenrichtung die Dampfmenge in mindestens einer anderen Zone mit entsprechend umgekehrtem Vorzeichen verändert wird, um die insgesamt abgegebene Dampfmenge konstant zu halten.
46. Verfahren nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, daß die mit umgekehrtem Vorzeichen veränderte Dampfmenge auf mehrere Zonen verteilt wird.
47. Verfahren nach einem der Ansprüche 33 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß für alle Zonen in Abhängigkeit vom Material der Materialbahn eine vorbestimmte Mindestdampfmenge und/oder Maximaldampfmenge eingestellt wird.
48. Verfahren nach einem der Ansprüche 33 bis 47, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz

der abgegebenen Dampfmen-
gen von benachbarten Zonen auf einen vorbestell-
ten Maximalwert begrenzt wird.

5

10

15

20

25

30

35

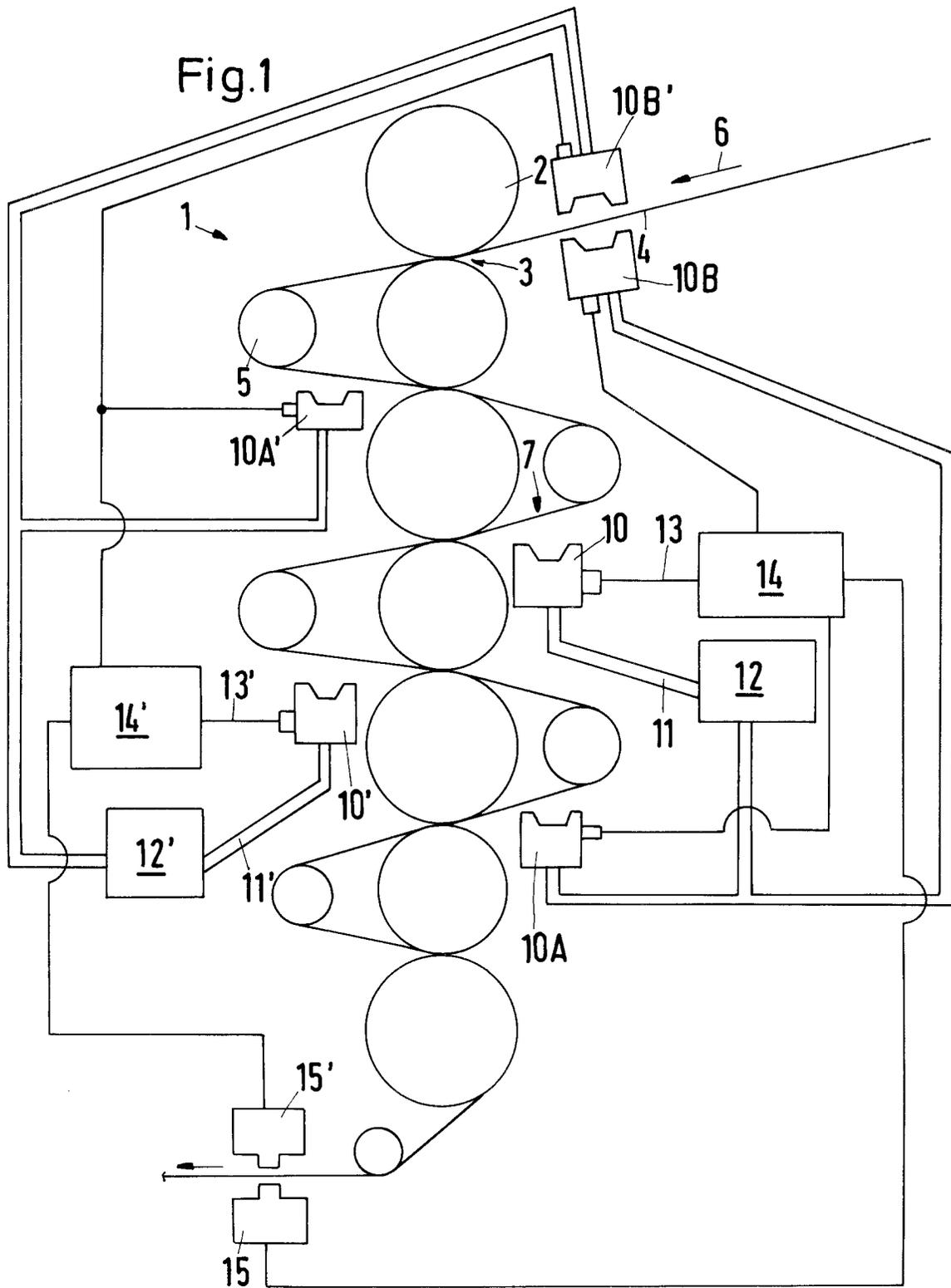
40

45

50

55

15



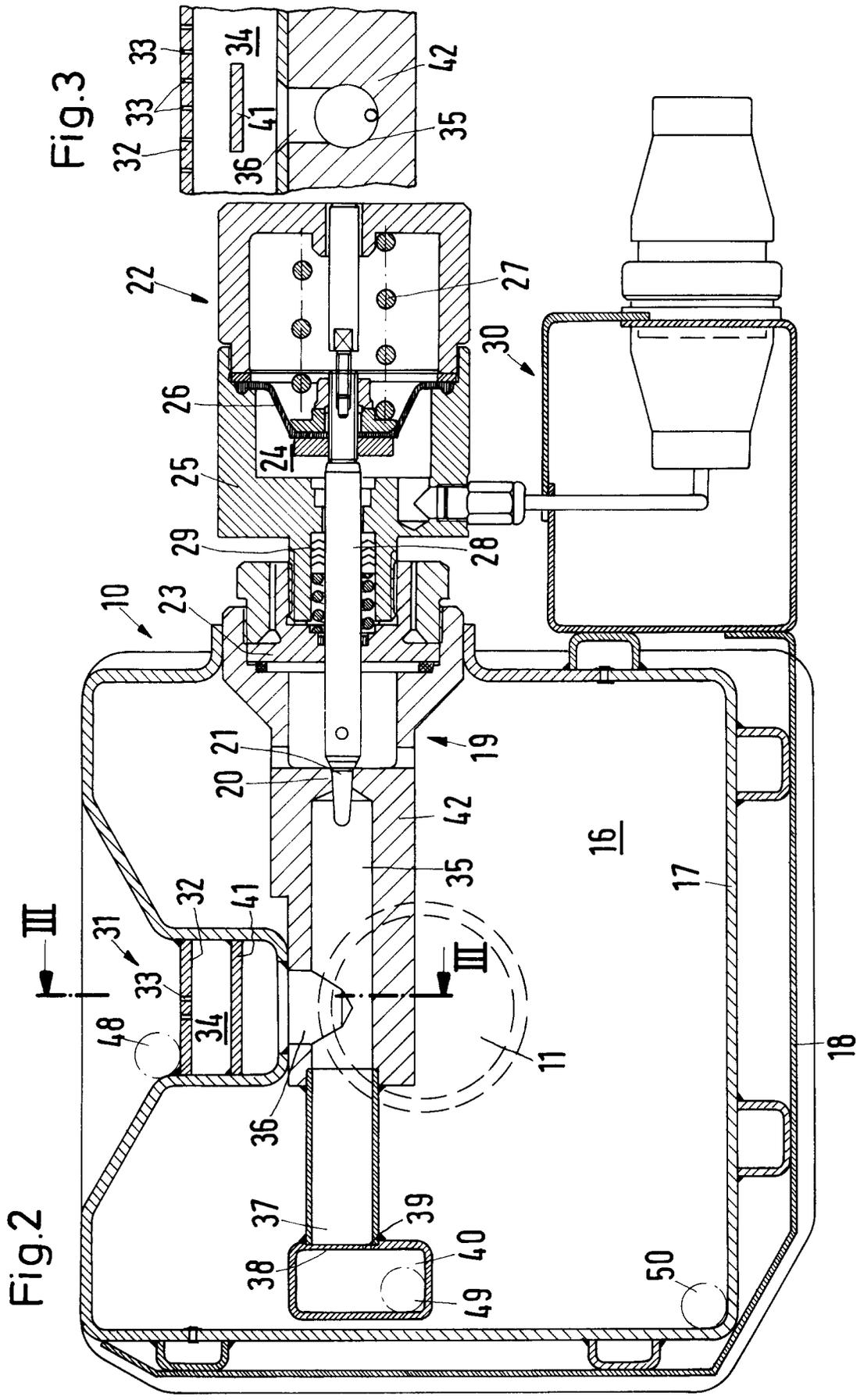


Fig.4

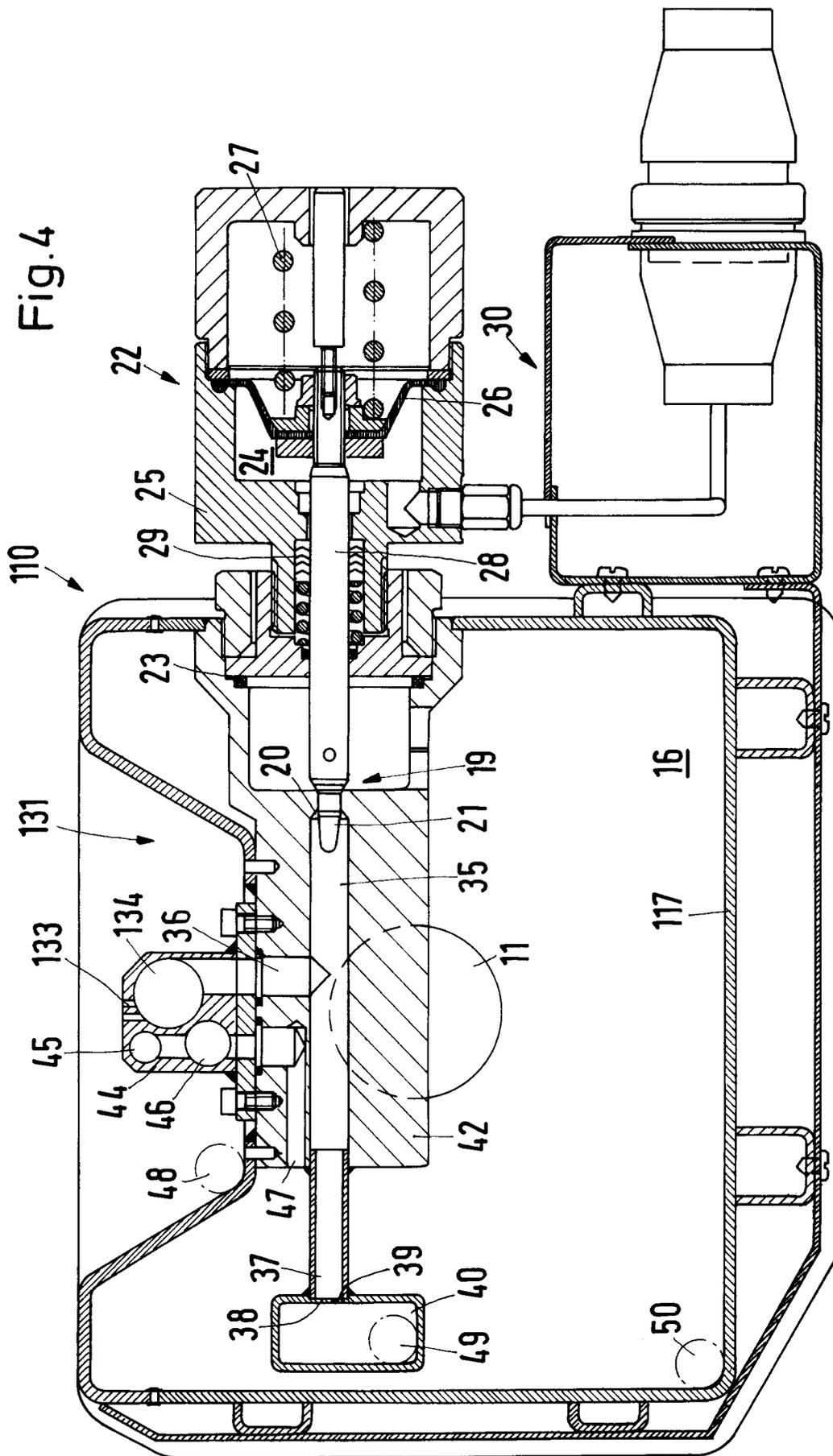
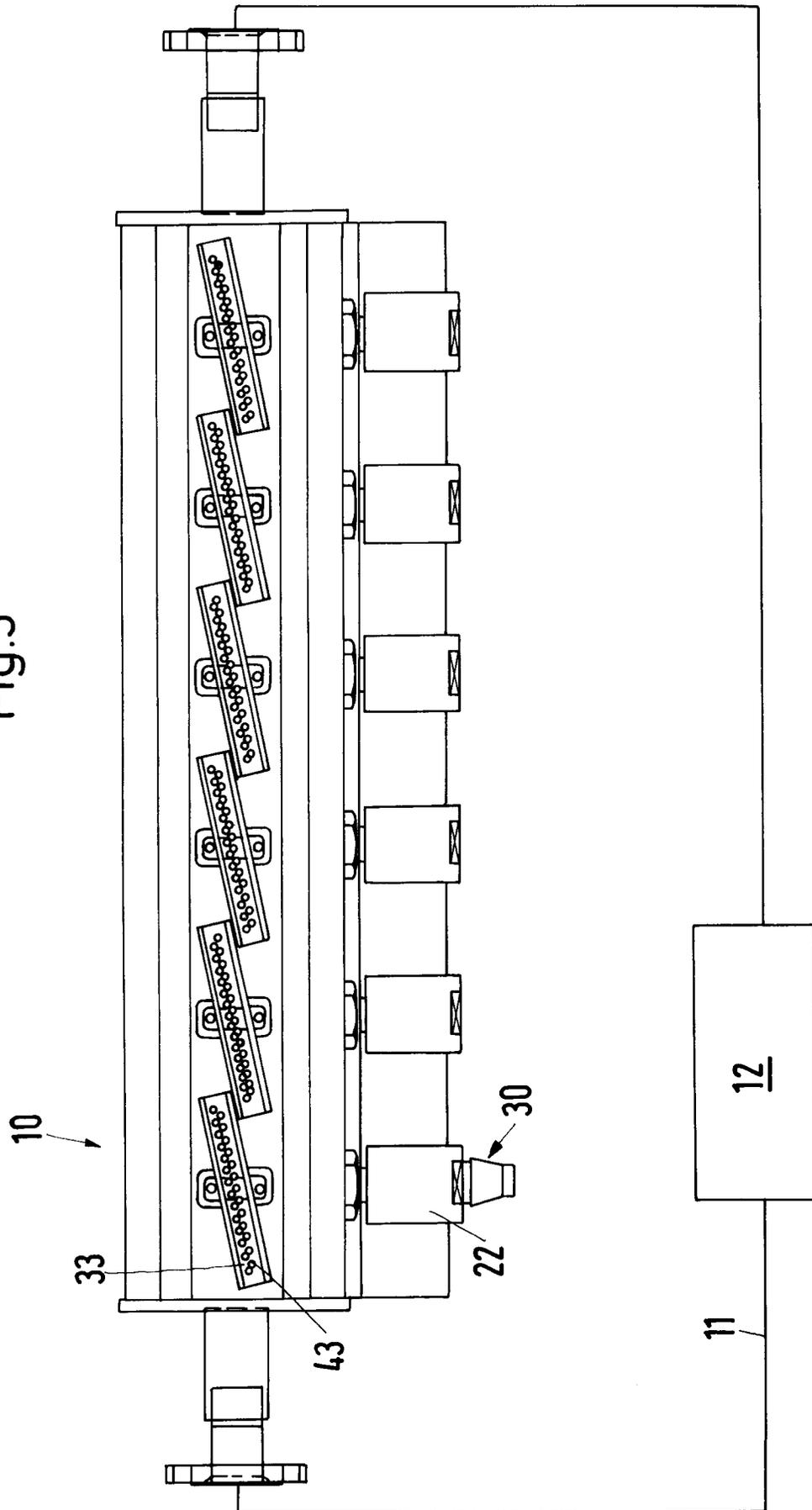


Fig.5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 3979

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A	WO-A-91 14045 (DEVRON-HERCULES INC.) * das ganze Dokument * ---	1-4	D21G7/00 D21F7/00 D21G1/00
A	US-A-3 945 881 (SPEIDEL) * das ganze Dokument * ---	1	
A	WO-A-90 12920 (MACMILLAN BLOEDEL LIMITED) ---		
A	US-A-4 268 976 (DOVE) ---		
A	EP-A-0 531 739 (VALMET PAPER MACHINERY) -----		
			RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			D21F D21G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 22. Juli 1994	Prüfer De Rijck, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (PM/C03)