



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 506 911 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 49 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **27.09.95** 51 Int. Cl.⁶: **B05C 11/04, D21H 23/36**
- 21 Anmeldenummer: **91918114.9**
- 22 Anmeldetag: **19.10.91**
- 86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP91/01985
- 87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 92/06796 (30.04.92 92/10)

54 **RAKELEMENT ZUM BESCHICHTEN VON WARENBAHNEN ODER ÄHNLICHEM.**

- 30 Priorität: **20.10.90 DE 4033481**
- 43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.10.92 Patentblatt 92/41
- 49 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
27.09.95 Patentblatt 95/39
- 84 Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT SE
- 56 Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 807 325 DE-A- 2 939 906
FR-A- 2 171 401 FR-A- 2 321 950
FR-A- 2 427 263 US-A- 4 780 336
- 73 Patentinhaber: **Esser, Reinhard**
Ferdinandstrasse 16
D-51469 Bergisch Gladbach (DE)
- Patentinhaber: **Graab, Helmut**
Schreibersheide 19
D-51469 Bergisch Gladbach (DE)

- Patentinhaber: **Martin, Claus**
Ackerweg 5
D-53773 Hennef/Sieg (DE)
- 72 Erfinder: **Esser, Reinhard**
Ferdinandstrasse 16
D-51469 Bergisch Gladbach (DE)
Erfinder: **Graab, Helmut**
Schreibersheide 19
D-51469 Bergisch Gladbach (DE)
Erfinder: **Martin, Claus**
Ackerweg 5
D-53773 Hennef/Sieg (DE)
- 74 Vertreter: **Weitzel, Wolfgang, Dr.-Ing.**
Friedenstrasse 10
D-89522 Heidenheim (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 506 911 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Rakelement entsprechend dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein solches Rakelement ist bekannt aus der FR-A-2 171 401, der DE-A-26 37 827, sowie der DE-A-29 39 906 und der Zeitschrift "Der Polygraph 9/74, Seite 608-612.

Beim Beschichten von Warenbahnen, insbesondere beim Streichen von Papier oder Karton, wird oft ein blattfederartiges Rakelement, eine sogenannte Streichklinge, zum Dosieren der Beschichtungsmasse auf der Warenbahn oder auch auf einer Gegenwalze benutzt, welche an ihrem Dosierende eine angeschrägte Dosierfasenfläche aufweist, mit welcher das Rakelement von einer Unterstützung her an die Warenbahn oder Gegenwalze gepreßt wird. Dabei wird das Strichgewicht durch das Gleichgewicht zwischen mechanischer Kraft an der Dosierfasenfläche und hydrodynamischer Gegenkraft der Streichmasse erzeugt. Dieses Gleichgewicht kann häufig durch Schwankungen in den Eigenschaften des Papiers, der Streichmasse, des elastischen Belages der die Warenbahn führenden Gegenwalze oder Trägereinrichtung des Rakelements gestört werden. Die Elastizität der im allgemeinen aus Federstahl hergestellten Streichklinge kann in gewissem Umfang diese Störeinflüsse ausgleichen, so daß im wesentlichen ein stationäres Gleichgewicht beibehalten wird. Wird ein anderes Strichgewicht gewünscht oder ein Parameter - wie z.B. die Bahngeschwindigkeit - geändert, so muß die mechanische Kraft an der Dosierfasenfläche geändert werden.

Im Falle der eingangs genannten DE-A-26 37 827 wurde versucht, durch eine im Dosierbereich sehr dünn ausgeführte Streichklinge die Gefahr von Riefen in dem Strichauftrag, der durch feste, sich unter der Dosierfasenfläche festklemmende Partikel hervorgerufen wird, auszuschalten bzw. wesentlich zu verringern.

Im Fall der beiden anderen Druckschriften sollte ein gleichmäßigerer Farbauftrag über längere Zeiträume durch gleichbleibende Rakelabmessungen und -geometrie im Abnutzungsbereich der Rakel erzielt werden.

Die vorliegende Erfindung dagegen zielt darauf ab, die Stabilität der Bladeklinge und ihr Eigenschwingungsverhalten im Hinblick auf hohe Strichglätte zu beeinflussen und den Strichgewichtsbereich beim Bladestreichen wesentlich zu vergrößern.

Es ist aber allgemein vorteilhaft, wenn man mit einer Streichklinge die mechanische Kraft an der Dosierfasenfläche stärker als bisher bekannt verändern könnte. Damit könnte ein größerer Strichgewichtsbereich als bisher aufgebracht werden.

Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Einschränkung in der Variationsbreite der Anpreßkräfte durch eine entsprechende Klingenausbildung zu verringern, um damit einen größeren Strichgewichtsbereich als bisher aufbringen zu können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß der Grund für die starke Beschränkung der Parameterbereiche beim Streichen mit Klingen darin liegt, daß eine Verknüpfung der Klingendicke an die daran gebundene Länge der Dosierfasenfläche (bei vergleichbaren Winkeln und in Bahnaufrichtung betrachtet), die von der Klingendicke abhängige Biegesteifigkeit in Papierlaufrichtung und die Biegesteifigkeit der Klinge in Querrichtung die Ursache sind. Z.B. ist ein hohes Strichgewicht bei einer Klinge konstanter Dicke mit geringem Anpreßdruck verbunden. Dabei ist die Klinge wenig gespannt und gebogen und in dieser Arbeitsposition sowohl in Papierlaufrichtung als auch quer dazu wenig stabil. Der Mangel an Quer- und Längsstabilität führt zu ungleicher Strichmengenverteilung in Quer- und Laufrichtung.

Außerdem können leicht Eigenschwingungen der Bladeklinge angeregt werden, die zu schlechter Strichgewichtsverteilung im Bereich von einigen mm führen (sogenannte Wolkigkeit und Stufen im Strichauftrag).

Umgekehrt ist ein niedriges Strichgewicht unter den gleichen Bedingungen mit einem hohen Anpreßdruck und einer starken Durchbiegung der Klinge und dadurch hoher Längs- und Querstabilität verbunden. Dadurch leidet das oben erwähnte, gewünschte elastische Verhalten der Streichklinge. Schwankungen werden weniger gut ausgeglichen als bei einem mehr elastischen Verhalten.

Die Erfindung führt mit sich, daß die maßgeblichen Größen: Faserlänge der Dosierkante, Biegesteifigkeit längs der und Biegesteifigkeit quer zur Streichkante entkoppelt werden und daß die Eigenschwingungen der Bladeklinge durch die größere Spannung der Klinge in einen höheren Frequenzbereich verlegt werden, der die Strichqualität nicht mehr negativ beeinflusst. Dies geschieht in der Weise, daß die erfindungsgemäßen blattfederartigen Rakelemente (Streichklingen) keine konstante Dicke, sondern zwei oder mehr unterschiedliche Querschnitte aufweisen.

Aus der Elastizitätstheorie folgt, daß die Biegesteifigkeit der Klinge proportional zur dritten Potenz der Bladedicke ist. Deshalb erhöht sich die Biegesteifigkeit der Klinge in Querrichtung für eine an der Spitze dickere Klinge im Bereich der Klingenspitze.

Für den dünneren Bereich der Klinge ist die Biegesteifigkeit entsprechend wesentlich kleiner. D.h. man erhält eine Blade Klinge, die in Laufrichtung sich wie eine weiche Feder verhält, in Querrichtung an der Spitze dagegen wie eine harte Feder.

Der Strich ist deshalb stärker nivellierend als bei einer Blade Klinge konstanter Dicke; die Strichoberfläche wird ebener. Umgekehrt wird beim Streichen mit einer Blade Klinge, die an der Spitze dünner ist, der Verlust an Biegesteifigkeit an der Spitze dadurch minimiert, daß der dünne Klingenbereich sehr kurz ist. Zusätzlich kann der dünne Klingenbereich gehärtet werden, um den Elastizitätsmodul zu vergrößern. Außerdem kann direkt im Übergangsbereich vom dünnen zum anschließenden dickeren Bereich eine speziell ausgebildete Nase angebracht werden, die die Biegesteifigkeit in Querrichtung wesentlich vergrößert und zusätzlich die Eigenschwingungen verändert.

Dabei hat die erfindungsgemäße Streichklinge eine Mindeststärke (Dicke) von 0,25 mm, während bei der eingangs geschilderten, vorbekannten Anordnung die Maximalstärke entsprechend einem Fasenwinkel der Dosierfasenfläche von höchstens 20° 0,17 mm, vorzugsweise 0,14 mm, beträgt. Auch sind die Anliegewinkel des erfindungsgemäßen, blattfederartigen Rakelements (Streichklinge) wesentlich und betragen 25° bis 45°, vorzugsweise 30° bis 35°. Dieser Winkel findet sich praktisch dann als Fasenwinkel zwischen der Dosierfasenfläche und der stromabwärts gelegenen Breitseite der Streichklinge (Winkel α).

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert, wobei

Fig. 1 eine Seitenansicht einer üblichen Streicheinrichtung unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Klinge;

Figuren 2 bis 5 Ausführungsformen des erfindungsgemäßen, blattfederartigen Rakelements darstellen.

Unter Blattfeder wird ein Element verstanden, das praktisch eine dicke Folie aus hochelastischem Werkstoff darstellt, wobei dieser Werkstoff sowohl ein Metall, wie z.B. gehärteter oder legierter Stahl, als auch ein hochelastischer Verbundfaser-Kunststoff sein kann.

In Figuren 2 bis 5 ist natürlich die Breitendimension der Elemente wesentlich übertrieben im Verhältnis zur Länge des dargestellten Querschnitts gezeichnet. Der Querschnitt der Rakelemente ist hier praktisch in Seitenansicht als Umrißkontur dargestellt, wie es auch in Fig. 1 der Fall ist.

In Fig. 1 ist die die Warenbahn W führende Gegenwalze R nur prinzipmäßig angedeutet. Die Drehrichtung ist mit dem Pfeil F angegeben. Die das blattfederartige Rakelement darstellende Streichklinge 1 liegt mit der Dosierfasenfläche A an der Gegenwalze R bzw. an der Warenbahn W an. Ist diese Dosierfasenfläche relativ breit, so sollte diese Fasenfläche natürlich vorzugsweise vor dem Inbetriebsetzen in der Streicheinrichtung einen entsprechenden Anschliff erhalten. Im übrigen muß dieser Winkel α zwischen der Dosierfasenfläche A und der stromabwärts gelegenen Breitseite des Rakelements, mit dem dieses an der Gegenwalze anliegt, sehr genau eingestellt und eingehalten werden. Dazu sind Regeleinrichtungen nötig, wie sie z.B. in der DE-PS 29 13 421 beschrieben sind. Eine noch genauere Regeleinrichtung ist beschrieben in der deutschen Patentanmeldung 39 37 322.

Die stromaufwärtige Breitseite der Streichklinge 1 mit der stromaufwärts gelegenen Dosierkante 8' ist hier die linke Seite, wie durch die abtropfende, strichpunktiert dargestellte Streichmasse deutlich gemacht ist. Die Warenbahn erhält diesen Überschuß an Streichmassenauftrag irgendwo vor der durch das Rakelement gebildeten Dosierstelle entweder vor der Gegenwalze R oder im Bereich des Umschlingungswinkels der Gegenwalze R durch die Warenbahn W, was hier aber im einzelnen nicht dargestellt ist. Analoges gilt, wenn die Streichmasse zunächst nur auf die Walze aufgetragen wird.

Die Streichklinge 1 ist hier eingespannt in eine Halterung 12 mit einer Klemmleiste 13. Dadurch ergibt sich ein Einspannbereich B der Streichklinge an deren der Dosierfasenfläche A gegenüberliegenden Ende. Die Streichklinge wird in ihrem aus der Halterung frei herausragenden Bereich entlang einer zur Achse der Gegenwalze parallelen Linie angepreßt durch Druckplatten 14, die hier als an einer Achse 16 gelagerte Hebel ausgebildet sind, die mittels Schrauben 17 und Tellerfedern 18 in ihrer Lage eingestellt werden können, um den Anpreßdruck auf die Streichklinge praktisch zu steuern. Eine Grundeinstellung erfolgt durch den verschiebblichen plattenförmigen Träger 15 für die Druckplatten 14. Diese Art der Halterung der Streichklinge ist aber nur ein Beispiel aus der Vielzahl ähnlicher Einrichtungen aus dem Stand der Technik. Am Austritt der Streichklinge aus der Halterung ergibt sich am Ende des Einspannbereichs B eine Einspannlinie C am - insoweit hier oberen Ende 9 der Einspannung 9 bzw. Klemmleiste 13.

In Fig. 2 ist eine erfindungsgemäße Ausführungsform des blattfederartigen Rakelements dargestellt, bei der die Dosierfasenfläche A sehr breit und dementsprechend auch in diesem Bereich die sogenannte Streichklinge dick ausgeführt ist. In dieser wie in allen anderen folgenden Figuren ist die Bewegungsrichtung der Warenbahn oder Oberfläche der Gegenwalze mit dem Pfeil F gekennzeichnet, so daß die stromaufseitige Breitseite der Streichklinge hier in jedem Falle die linke Seite ist. Es ist in allen Figuren die

Einspannlinie mit C und strichpunktirt gekennzeichnet. Es ist in Fig. 2 eine Querschnittsverminderung an der Stufe 3 vorgesehen, so daß bis zum Einspannende die Streichklinge dann relativ schmaler ist in ihrem Querschnitt. Die Anwendung dieser Klinge ist günstig bei hohem Strichgewicht, bei welchem ein geringer Anpreßdruck an der Linie L und entsprechend eine geringe Klingenspannung vorliegt. Durch die große Länge der Dosierfasenfläche A und durch die größere Dicke bis zum Stufensprung 3 muß die Klingenspannung erheblich gesteigert werden. Hiermit kann die gleiche, gewünschte große Strichmenge aufgebracht werden und gleichzeitig wird diese Klinge eine höhere Biegung entsprechend der größeren Klingenspannung und damit auch eine bessere Stabilität aufweisen.

Es ist günstig, wenn der einzige Stufensprung 2 in einem Abstand von der stromabwärts gelegenen Dosierkante 8 von dem 0,04-fachen bis 0,5-fachen der Entfernung zwischen dieser Dosierkante 8 und der Einspannkante C vorgesehen ist.

Durch die erfindungsgemäßen Klingen können die heutigen Grenzbereiche für das Streichen mit Streichklingen wesentlich erweitert werden hinsichtlich

- höherem Strichgewicht
- geringerer Maschinengeschwindigkeit
- höherem Trockengehalt ebenso wie
- den umgekehrten Parametern oder Parameter-Kombinationen.
- Eigenschwingungen der Klinge können günstig beeinflußt werden.

Bei der Ausführungsform nach Figur 3 sind zwei Dickenstufen bzw. 3, 3' vorgesehen. Es ist strichpunktirt angedeutet, daß die Querschnittsänderung auch stufenlos erfolgen kann, um die Querschnittsänderung den errechneten Stufensprüngen anzunähern.

In Figur 4 ist eine überwiegend gleichmäßige Querschnittsänderung von der Dosierfasenfläche A bis hin zum Einspannende der Rakelemente vorgesehen. Dabei gibt es eine erste Terrasse, die immer eine konstante Dicke erhält, damit bei Klingenverschleiß die Faserlänge immer konstant bleibt.

Es ist günstig, wenn der erste Stufensprung in einem Abstand von der stromabwärtigen Dosierkante 8 von dem 0,04-fachen bis 0,5-fachen der Entfernung zwischen dieser Dosierkante 8 und der Einspannkante C und der zweite Stufensprung in einem dementsprechenden Bereich zwischen dem 0,06-fachen bis 0,8-fachen des genannten Abstandes von dem ersten Stufensprung entfernt angeordnet ist.

Es ist günstig, vorzusehen, wenn bei einer mit einem einzigen Stufensprung ausgebildeten Streichklinge die Dicke der zweiten Stufe - von der Dosierfläche A aus gerechnet - 5 % bis 83 % der ersten Stufe und daß bei einer in zwei Stufensprüngen vorgenommenen Dickenänderung - ebenfalls von der Dosierfasenfläche A aus gerechnet - die Dicke der zweiten Stufe 6 % bis 75 % der ersten Stufe und die Dicke der dritten Stufe 25 % bis 83 % der zweiten Stufe beträgt.

Es ist ferner empfehlenswert, daß bei einem einzigen Stufensprung dieser in einem Abstand von der stromabwärts gelegenen Dosierkante 8 zwischen dem 0,04-fachen und 0,3-fachen der Entfernung zwischen dieser Dosierkante 8 und der Einspannlinie C vorgesehen wird. Es ist dann auch günstig, die Dicke der zweiten Stufe zwischen 150 und 240 % der ersten Stufe zu bemessen.

Es ist ferner angebracht, bei zwei Stufensprüngen den ersten Stufensprung in einem Abstand von der stromabwärtigen Dosierkante 8 zwischen dem 0,25-fachen und 0,4-fachen der Entfernung zwischen dieser Dosierkante 8 und der Einspannlinie C und den zweiten Stufensprung in einem Bereich zwischen dem 0,4-fachen und dem 0,8-fachen des genannten Abstandes vorzusehen. In diesem Falle ist es günstig, die Dicke der zweiten Stufe zwischen 120 und 200 % der ersten Stufe und die Dicke der dritten Stufe zwischen 120 und 200 % der Dicke der zweiten Stufe - jeweils von der Dosierfasenfläche A aus gerechnet - zu bemessen.

Zusätzliche Nuten können ebenfalls nach Figur 5 bei einer mit Stufensprüngen ausgebildeten Streichklinge vorgesehen werden. Diese Nuten 21, 22, 23 oder 24 können rechteckig, trapezförmig, gerundet oder dreieckig ausgebildet sein. Man kann die Nuten oder Stufen durch Abtragen, vorzugsweise Schleifen, Fräsen, chemisches oder elektrochemisches Fräsen, Mikrosandstrahlen oder ähnliche Verfahren, oder auch durch Laserlicht erzeugen.

Die zusätzlichen Nuten sollten vorzugsweise in der zweiten Stufe angebracht sein, um eine weitere Feinoptimierung von Längs- und Querbiegesteifigkeit und dem Eigenschwingungsverhalten der Streichklinge vorzunehmen.

Dabei sind die Nuten vorzugsweise 0,1 bis 0,5 mm breit und 0,1 bis 0,75 mm tief, und die Minimaldicke des Rakelements von 0,25 mm gilt auch im Nutenbereich.

Ferner kann vorgesehen sein, daß die Klinge im Bereich der Dosierfasenfläche A zusätzlich gehärtet ist, um den Elastizitätsmodul zu vergrößern. Dabei sollte vorzugsweise die Härtung - z.B. durch eine Anlaufhärtung oder Laserhärtung - so vorgenommen werden, daß die Härte im Oberflächenbereich der Dosierfasenfläche geringer ist und darunter ansteigt, damit die neu in Halterung 12 eingesetzte Streichklinge sich durch

Abrieb an den feinen Unregelmäßigkeiten von Papier bzw. Gegenwalze während der sogenannten Einschleifphase in dem Anliegewinkel besser anpassen kann.

Um das Schwingungsverhalten der Klinge noch günstiger zu gestalten, kann es günstig sein, im Bereich der Einspannung B auf die Klinge zusätzlich Bänder oder Platten aus Metall, Kunststoff oder Gummi oder einer Kombination dieser Werkstoffe aufzubringen. Diese zusätzlichen Bänder oder Platten sind vorzugsweise durch Nieten oder Schrauben oder eine Verklebung untereinander und dem Ausgangsmaterial der Streichklinge zu verbinden. Die Paarung dieser zusätzlichen Teile wird entsprechend der erzielten Dämpfung der Eigenschwingungen gemessen und ausgewählt.

Zu der Offenlegungsschrift DE-A-29 39 906 ist zu sagen, daß keine Daten genannt werden. Aus den Zeichnungen geht aber hervor, daß keine Anschliffase verwendet wird, so daß damit nicht die stiftblade-Fahrweise möglich ist, für die wir ausschließlich unsere Patentansprüche ausgelegt haben.

Außerdem ist zu erkennen, daß die erste Stufe an der Spitze relativ lang ist. Diese Klinge könnte man also nicht einsetzen, um zum Beispiel bei hohen Geschwindigkeiten mit höher viskosen Streichfarben ein niedriges Strichgewicht aufzutragen.

Zu dem MDC Ringier Rakel ist zu bemerken, daß die Klinge vorne so dünn ist, daß die Steifigkeit etwa 100 mal kleiner ist, als bei unserem dünnsten Klingenbereich von 0.25 mm. Das Herstellungsverfahren des elektrochemisch Abtragens ließe sich für unsere Stufenbladeklingen wegen der geringen Abtragtiefen außerdem kaum wirtschaftlich einsetzen.

Beide Klingen sind aus den genannten Gründen für unsere Anwendungszwecke nicht geeignet.

Im folgenden sollen noch einige Bemerkungen zu den hydrodynamischen Kräften gemacht werden, die beim Streichen auf die Bladeklinge einwirken.

Die Kräfte, die von der Streichfarbe auf die Bladefase ausgeübt werden, lassen sich näherungsweise mit der Gleichung für das ebene Gleitlager berechnen.

Da der Neigungswinkel β der Fase gegen das Papier nicht bekannt ist, muß man ihn als Fitparameter betrachten und aus Experimenten bestimmen.

Eine nachträgliche geometrische Interpretation scheint allerdings irreführend zu sein. Wahrscheinlich sind die Strömungsverhältnisse unter der Bladefase wesentlich komplizierter, als sie bei der Herleitung dieser Gleichung angenommen werden. Trotzdem ist diese Gleichung nützlich, um den Einfluß der verschiedenen Parameter in etwa abzuschätzen.

$$F_{\perp} = \frac{6\eta v d^2 \ln k}{(k-1)^2 h_2^2} - \frac{2(k-1)}{k+1} \quad \text{Kraft senkrecht auf Fase}$$

$$F_{\parallel} = \frac{\eta v d^4 \ln k}{(k-1)h_2^2} - \frac{6(k-1)}{k+1} \quad \text{Kraft parallel zur Fase}$$

$$k = h_1/h_2$$

η = Viskosität

h_1 = Naßfilmdicke am Einlauf der Fase

h_2 = Naßfilmdicke am Auslauf der Fase

d = Bladedicke an der Bladespitze

v = Papierbahngeschwindigkeit

Man sieht, daß beide Kraftkomponenten linear von η und v abhängen, die senkrechte Komponente dagegen quadratisch von der Bladedicke.

Da d aber implizit in h_1 auftritt, wird diese Abhängigkeit mit dieser Gleichung kann man näherungsweise die Kräfte berechnen, die auf die Bladefase durch die Streichfarbe ausgeübt werden und dazu die passende Bladeklinge auswählen.

Im folgenden sollen einige Bemerkungen zur Berechnung der Bladebiegeline gemacht werden:

Die Durchbiegung der Bladeklinge läßt sich mit der Differentialgleichung 2ter Ordnung berechnen:

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M(x)$$

E = Elastizitätsmodul

$I = b d^3/12$ Flächenträgheitsmoment

d = Bladedicke

b = Bladebreite

5 $M(x)$ = Biegemoment

E charakterisiert das Klingenmaterial, I die Klingengeometrie und $M(x)$ die Einspannung der Klinge, den Unterstützungspunkt und die Kräfte, die auf die Klinge wirken.

Die maximal zulässige Klingendurchbiegung ist bei den meisten Coatern auf etwa 10% bis 15% der freien Klingenlänge beschränkt (freie Klingenlänge = Abstand Klingenspitze zur Einspannung).

10 Dadurch ist auch die maximale Kraft an der Bladespitze festgelegt, wenn man alle anderen Parameter konstant hält.

Ändert man das Klingenmaterial, die Klingengeometrie oder die Kraftwirkung auf die Klinge, so kann man auch die Kraft an der Klingenspitze ändern.

Unterstützungspunktes zum Beispiel aber nur durch einen längeren Umbau am Coater möglich.

15 Deshalb wird in der Praxis die Blade Klinge gewechselt und eine andere Anschliffase oder Bladedicke gewählt, um den wirksamen Anpreßdruck der Klinge unter der Fase stärker zu verändern, als es durch die Klingendurchbiegung allein möglich wäre.

Man sieht an der folgenden Tabelle 1, wie die Biegesteifigkeit der Blade Klinge sich mit der Bladedicke ändert:

20

d(mm)	I (8.33 E~13 m ⁴)
0.1	1
0.2	8
0.3	27
0.4	64
0.5	125
0.6	216

25

30

Beim Bladestreichen von Papier werden meistens Klingendicken von 0.3 oder 0.4 mm verwendet. Mit den dickeren Klingen könnte man zwar auch kleinere Kräfte erzeugen, so daß prinzipiell ein größerer Kraftbereich überdeckt werden könnte, man kann sie aber nicht fein genug dosieren.

Wenn die Biegekräfte im Verhältnis zur maximalen Kraft zu gering sind, kommen die unterschiedlichen Eigenspannungen der Klinge stärker zur Geltung und ergeben schlechtere Strichquerprofile.

35

Im Regelfall sollte man die Klingendicke immer so wählen, daß die Streichfarbe mit einer mittleren Klingendurchbiegung aufgebracht werden kann, so daß die Klinge stabil an der Gegenwalze anliegt und daß noch genug Spielraum für Regelungseingriffe bleibt.

Geht man von einer 0.3 auf eine 0.4 mm dicke Klinge z.B. über, verdoppelt sich die maximal mögliche Kraft. Da diese Abstufung für die praktische Anwendung zu grob ist, werden Klingen mit unterschiedlichen Fasenwinkeln angeboten, so daß die Fasenlängen bei gleicher Bladedicke verschieden sind.

40

Durch Wahl verschiedener Fasenlängen ergibt sich aber eine entsprechend feinere Unterteilung des wirksamen Anpreßdruckes unter der Bladefase.

Trotz dieser Variationsmöglichkeiten stößt das Bladestreichen aber auf relativ enge Grenzen, die durch den Trockengehalt der Streichfarbe, ihre Viskosität und die Papiergeschwindigkeit vorgegeben sind.

45

Daneben gibt es noch einige weitere Einflüsse. Verwendet man Blade klingen mit 2 oder mehr Querschnitten, so entkoppelt man die Fasenlänge von der Bladedicke.

Dadurch gewinnt man einen zusätzlichen freien Parameter, den man stark variieren kann. Für jede Stufe erhält man eine Differentialgleichung, die aber an den Sprungstellen miteinander gekoppelt sind, da die Bladedurchbiegungen an der Sprungstelle gleich sind und auch die Tangenteigungen gleich sind.

50

Am Unterstützungspunkt und an der Einspannung ist die Bladedurchbiegung Null. Über die Steigung der Tangente läßt sich aber im allgemeinen keine Aussage machen.

Die Lösung der Gleichungen ist mit dieser Methode möglich, aber nicht sinnvoll, da die Formeln extrem kompliziert werden.

55

Deshalb ist es besser die Gleichungen direkt numerisch zu lösen, wozu man Standardverfahren der numerischen Mathematik - wie z.B. die Formeln von Runge und Kutta - verwenden kann oder die Methode der finiten Elemente.

An der Bladespitze muß der Bladewinkel an die Tangente der Bladebiegeline berechnet werden, da die Blade Klinge um diesen Winkel um die Spitze gedreht werden muß, damit die Blade faser parallel zur Ausgangslage bleibt.

Die senkrechte und die parallele Kraftkomponente zur Blade faser muß mit diesem Winkel und mit dem Fasenwinkel der Blade Klinge berechnet werden.

Im folgenden wird beispielhaft die Biegelinie für ein Blade mit 3 Stufen berechnet, wobei die Methode der Heavisideschen Sprungfunktionen verwendet wird. Man erhält damit eine einzige Formel für die gesamte Biegelinie, wobei die Lage des Unterstützungspunktes frei wählbar ist. Das ist der große Vorteil dieser Rechenmethode gegenüber den oben genannten Verfahren.

Berechnung der Biegelinie eines Blades mit 3 Stufen:

(Fig.13: Kräfte, die an der Blade Klinge angreifen)

$$\begin{aligned} R &= F_1 + F_2 \text{ Kräftegleichgewicht} \\ a F_1 &= (l-a) F_2 \text{ Drehmomentengleichgewicht} \end{aligned}$$

Aus diesen beiden Gleichungen folgt:

$$\begin{aligned} F_2 &= a F_1 / (l-a) \\ R &= l F_1 / (l-a) \end{aligned}$$

Für das Drehmoment, das die Bladedurchbiegung verursacht gilt: I_1 ist das Flächenträgheitsmoment der 1. Stufe an der Bladespitze.

Es gilt:

$$I_1 = d^3/12 \text{ bezogen auf } I_m \text{ Bladebreite.}$$

d ist die Bladedicke.

Für die 2te Stufe gilt: $I_2 = m I_1$

Für die 3te Stufe gilt: $I_3 = n I_1$

E ist der Elastizitätsmodul der Blade Klinge.

Die übliche Differentialgleichung zur Berechnung der Blade Klinge

$$E I \frac{d^2 y}{dx^2} = M(x)$$

muß für das Stufenblade im folgenden gelöst werden:

$$\begin{aligned} I_1 E \frac{d^2 y}{dx^2} &= [-F_1 x + R (x-a) H_a] [1 + H x_1 (1/m-1) \\ &+ H x_2 (-1/m+1/n)] \end{aligned}$$

Der 1. Sprung liegt im Abstand x_1 von der Bladespitze, der 2. Sprung im Abstand x_2 von der Bladespitze.

Diese Differentialgleichung 2ter Ordnung muß 2mal integriert werden:

$$\begin{aligned} y(x) &= 1/(I_1 E) [-F_1 X^3/6 - F_1 ((l-m)/m) H x_1 (x^3/6 - x_1^2 x/2 - x_1^3/6 + x_1^3/2) - F_1 (-l/m + l/n) H x_2 (x^3/6 - x_2^2 x/2 - \\ &x_2^3/6 + x_2^3/2) + R H a (x-a)^3/6 + R(l/m-l) H a ((x-a)^3/6 - (x_1-a)^2 x/2 + (x_1-a)^2 a/2) + R(-l/m + l/n) H a ((x-a)^3/6 \\ &+ (x_2-a)^2 x/2 + (x_2-a)^2 a/2) + C_1 x + C_2] \end{aligned}$$

H_a ist eine Sprungfunktion.

Für die Sprungfunktionen gelten folgende Rechenregeln:

$$H_a = 0 \text{ für } x < a$$

$$H_a = 1 \text{ für } x \geq a$$

$$H_b = 0 \text{ für } x < a$$

$$H_b = 1 \text{ für } x \geq b$$

$$H_a H_b = 0 \text{ wenn } x < b \text{ und wenn } a < b$$

$$H_a H_b = 1 \text{ wenn } x \geq b \text{ und wenn } a < b$$

5

$$\int_0^x H_a f(x) dx = H_a \int_a^x f(x) dx$$

Beispiel 1:

$$\int_0^x H_a x^2 dx = H_a \int_a^x x^2 dx = [H_a x^3/3]_a^x + C = H_a (x^3 - a^3)/3 + C$$

15

Beispiel 2: für $b > a$

$$\int_0^x H_b H_a (x-a) dx = H_b \int_b^x (x-a) dx = H_b [(x-a)^2/2]_b^x + C$$

$$= H_b [(x-a)^2 - (b-a)^2] / 2 + C$$

20

25 Die Integrationskonstanten C_1, C_2 werden mit den beiden Randbedingungen

$$y(a) = 0$$

$$y(l) = 0$$

30 berechnet.

Es gilt:

$$C_1 = l/l [(l-a)(-A + a B/l) - B]$$

$$C_2 = l/(l-a) [-A + a B/l]$$

$$35 \quad A = -F_1 a^3/6 - F_1 ((l-m)/m) H_{x_1} (a^3/6 - a x_1^2/2 - x_1^3/6 + x_1^3/2) - F_1 (-l/m + l/n) H_{x_2} (a^3/6 - a x_2^2/2 - x_2^3/6 + x_2^3/2) + R ((l-m)/m) H_a [-(x_1-a)^2 a/2 + (x_1-a)^2 a/2] + R (-l/m + l/n) H_a [-(x_2-a)^2 a/2 + (x_2-a)^2 a/2]$$

Dabei gelten folgende Ungleichungen:

40

$$H_a = 1$$

$$H_{x_1} = 0 \text{ wenn } x_1 < a$$

$$H_{x_2} = 0 \text{ wenn } x_2 < a$$

$$H_{x_1} = 1 \text{ wenn } x_1 \geq a$$

$$H_{x_2} = 1 \text{ wenn } x_2 \geq a$$

$$45 \quad B = -F_1 l^3/6 - F_1 ((l-m)/m) H_{x_1} (l^3/6 - l x_1^2/2 - x_1^3/6 + x_1^3/2) - F_1 (-l/m + l/n) H_{x_2} (l^3/6 - x_2^2 l/2 - x_2^3/6 + x_2^3) + R H_a ((l-a)^3/6) + R ((l-m)/m) H_a [(l-a)^3/6 - (x_1-a)^3 l/2 + (x_1-a)^2 a/2] + R (-l/m + l/n) H_a [(l-a)^3/6 - (x_2-a)^2 l/2 + (x_2-a)^2 a/2]$$

Dafür gelten folgende Ungleichungen:

50

$$H_{x_1} = 1$$

$$H_{x_2} = 1$$

$$H_a = 1$$

55 da gilt $x_1, x_2, a < l$

A Einfluß der Faserlänge auf den Bladeanpreßdruck

In Fig.14 ist dargestellt, wie sich bei vorgegebener Kraft senkrecht auf die Bladefase der Anpreßdruck ändert, wenn man die Faserlänge variiert.

5 Man muß bei der Darstellung beachten, daß die x-Achse logarithmisch geteilt ist.

Man erkennt, daß es möglich ist, ein Sortiment von Klingen mit verschiedener Dicke und Faserlänge so herzustellen, daß die Druckbereiche sich nach Wechsel einer Klinge mit anderer Dicke noch weit genug überlappen.

10 B. Änderung der Querstabilität der Bladeklinge, abhängig von Dicke und Breite der Stufe.

In Fig.15 ist auf der x-Achse das Flächenträgheitsmoment für die Biegesteifigkeit der Bladeklinge in Querrichtung dargestellt.

15 Als Parameter für die Kurvenschar dient die zusätzliche Dicke für die Stufe. Auf der y-Achse ist die Länge der Stufe dargestellt.

Man erkennt, daß man durch unterschiedliche Dicke der Stufe die Steifigkeit in sehr weiten Bereichen ändern kann und sie durch die Länge der Stufe noch einmal fein abstufen kann.

20 Aus beiden Diagrammen geht hervor, welche großen Variationsmöglichkeiten man durch die Entkoppelung der Faserlänge von der Bladedicke hat und wie man durch Wahl der Stufen oder Nuten zusätzlich die Biegequersteifigkeit der Klinge beeinflussen kann.

Patentansprüche

1. Blattfederförmiges Rakelement (1), welches an seinem einen Ende (B) in einer Halterung (12)
25 einspannbar ist und an seinem anderen Ende eine angeschrägte Dosierfasenfläche (A) für die Dosierung von Beschichtungsmasse auf einer gleichmäßig kontinuierlich bewegten Warenbahn (W), vorzugsweise aus Papier oder Karton, oder auf einer Walze aufweist, wobei die Dosierfasenfläche (A) mit den Flächen der Breitseiten des Rakelementes (1) einen Winkel von mindestens 25° an dessen stromabwärtiger Seite und dementsprechend weniger als 155° an dessen stromaufwärtiger Seite bildet
30 und wobei das Rakelement (1) mindestens eine Querschnittsänderung längs mindestens einer zu seiner Dosierfasenfläche (A) parallelen Linie aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich der Querschnitt des Rakelementes (1) von dessen Dosierfasenfläche (A) zu dessen Einspannende (B) hin kontinuierlich oder stufenweise verjüngt.

35 2. Rakelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die minimale Dicke des Rakelements (1, 1'; 11, 11') mindestens 0,25 mm und dessen maximale Dicke 5 mm im Bereich der Dosierfasenfläche (A) und 20 mm im Einspannbereich (B) des Rakelements beträgt.

40 3. Rakelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dickenänderung in höchstens zwei Stufen (2, 2'; 3, 3') terrassenartig außerhalb des Einspannbereichs (B) des Rakelements (1, 1'; 11, 11') erfolgt.

45 4. Rakelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt durch die Stufen bzw. durch die Dickenänderung allgemein im Bereich der Dosierfasenfläche (A) für den Fall hoher Strichgewichte am breitesten ist.

50 5. Rakelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufen der Dickenänderung auf beiden Seiten, vorzugsweise auf der stromabwärtigen Seite des Rakelements (1, 1') vorgesehen sind.

6. Rakelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufen der Dickenänderung außerhalb, des Einspannbereichs (B) des Rakelements vorgesehen sind.

55 7. Rakelement nach einem der Ansprüche 1, 2, 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsänderungen des Rakelements in Form von Nuten erfolgen, die quer zur Laufrichtung in dem Rakelement angebracht sind.

8. Rakelement nach einem der Ansprüche 1 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten einseitig oder beidseitig angebracht sind, vorzugsweise aber auf der stromabwärts gerichteten Seite.
- 5 9. Rakelement nach Anspruch 1, 2, 4, 6 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (21 bis 24) 0,1 bis 0,5 mm breit und 0,1 bis 0,75 mm tief sind, wobei die Minimaldicke des Rakelements von 0,25 mm auch im Nutenbereich gilt.
- 10 10. Rakelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein einziger Stufensprung (2) in einem Abstand von der stromabwärts gelegenen Dosierkante (8) von dem 0,04-fachen bis 0,5-fachen der Entfernung zwischen dieser Dosierkante (8) und der Einspannkante (C) vorgesehen ist.
- 15 11. Rakelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Stufensprung in einem Abstand von der stromabwärtigen Dosierkante (8) von dem 0,04-fachen bis 0,5-fachen der Entfernung zwischen dieser Dosierkante (8) und der Einspannkante (C) und der zweite Stufensprung in einem dementsprechenden Bereich zwischen dem 0,06-fachen bis 0,8-fachen des genannten Abstandes angeordnet ist.
- 20 12. Rakelement nach Anspruch 1 bis 3, 4 bis 6 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der zweiten Stufe 5 % bis 83 % der ersten Stufe beträgt.
- 25 13. Rakelement nach Anspruch 1 bis 3, 4 bis 6, 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der zweiten Stufe 6 % bis 75 % der ersten Stufe beträgt und daß die Dicke der dritten Stufe 25 % bis 83 % der zweiten Stufe beträgt.
- 30 14. Rakelement nach Anspruch 1, 2, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein einziger Stufensprung in einem Abstand von der stromabwärts gelegenen Dosierkante (8) von dem 0,04-fachen bis 0,3-fachen der Entfernung zwischen dieser Dosierkante (8) und der Einspannlinie (C) vorgesehen ist.
- 35 15. Rakelement nach Anspruch 1, 2, 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Stufensprünge auftreten, wobei der erste Stufensprung in einem Abstand von der stromabwärtigen Dosierkante (8) von dem 0,25- bis 0,4-fachen der Entfernung zwischen dieser Dosierkante (8) und der Einspannlinie (C) und der zweite Stufensprung in einem Bereich vom 0,06-fachen bis 0,8-fachen des genannten Abstandes vom ersten Stufensprung (2') entfernt angeordnet ist.
- 40 16. Rakelement nach Anspruch 1, 2, 5, 6 und 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der zweiten Stufe 150 % bis 240 % der ersten Stufe beträgt.
- 45 17. Rakelement nach Anspruch 1, 2, 5, 6 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der zweiten Stufe 120 % bis 200 % der ersten Stufe beträgt und daß die Dicke der dritten Stufe 120 % bis 200 % der Dicke der zweiten Stufe beträgt.
- 50 18. Rakelement nach Anspruch 1, 2, 5, 6, 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschluß an die erste Stufe eine leistenförmige zusätzliche Versteifungsnase angebracht ist, die maximal 5 mm dick und 3 mm breit ist und in einer Minimalentfernung von 2 mm von der Dosierkante (8) beginnt.
- 55 19. Rakelement nach Anspruch 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß in den Stufen, vorzugsweise der zweiten Stufe, Nuten angebracht sind, wobei die Nuten (21 bis 24) 0,1 bis 0,5 mm breit und 0,1 bis 0,75 mm tief sind und die Minimaldicke des Rakelements von 0,25 mm auch im Nutenbereich gilt.
20. Rakelement nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der erste oder einzige Stufensprung (2) in einem Abstand von der stromabwärts gelegenen Dosierkante (8) von dem 0,08-fachen bis dem 0,5-fachen der Entfernung zwischen dieser Dosierkante (8) und der Einspannkante (C) vorgesehen ist und diese Entfernung 42 bis 72 mm beträgt.
21. Rakelement nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Härte im Oberflächenbereich der Dosierfasenfläche A geringer ist und darunter ansteigt.

22. Rakelement nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Einspannung auf der Blade Klinge zusätzlich bis zu einer Gesamtdicke von 20 mm Bänder oder Platten aus Metall, Kunststoff oder Gummi oder eine Kombination davon angebracht sind.

5 23. Rakelement nach einem der Ansprüche 22, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzlichen Teile und das Rakelement miteinander mechanisch verbunden sind, vorzugsweise durch Nieten oder Schrauben oder miteinander verklebt sind oder durch eine Kombination beider Verfahren miteinander verbunden sind.

10 Claims

1. Leaf spring-like ductor element (1) which can be clamped at one end (B) in a holder (12) and at its other end has an angled metering chamfer surface (A) for metering coating mass onto a product web (W) preferably of paper or cardboard moving evenly and continuously, or onto a roller where the metering chamfer surface (A) forms an angle of at least 25° with the surface of the broad side of the ductor element (1) on its downstream side and correspondingly less than 155° on its upstream side, and where the ductor element (1) has at least one cross section change along at least one line parallel to its metering chamfer surface (A), characterised in that the cross section of the ductor element (1) narrows continuously or in steps from its metering chamfer surface (A) to its clamping end (B).

2. Ductor element according to Claim 1, characterised in that the minimum thickness of the ductor element (1, 1'; 11, 11') is at least 0.25 mm and its maximum thickness 5 mm in the area of the metering chamfer surface (A) and 20 mm in the clamping area (B) of the ductor element.

25 3. Ductor element according to Claim 1 or Claim 2, characterised in that the thickness change takes place in at most two steps (2, 2'; 3, 3') as terraces outside the clamping area (B) of the ductor element (1, 1'; 11, 11').

30 4. Ductor element according to any of Claims 1 to 3, characterised in that the cross section through the steps or the thickness change in general is at its widest in the area of the metering chamfer surface (A) for the case of higher application weights.

35 5. Ductor element according to any of Claims 1 to 4, characterised in that the steps of the thickness change are arranged on both sides, preferably on the downstream side of the ductor element (1, 1').

6. Ductor element according to any of Claims 1 to 5, characterised in that the steps of the thickness change are arranged outside the clamping area (B) of the ductor element.

40 7. Ductor element according to any of Claims 1, 2, 6, characterised in that the cross section changes of the ductor element take the form of grooves arranged in the ductor element transverse to the direction of running.

45 8. Ductor element according to any Claims 1 and 7, characterised in that the grooves are arranged on one side or on both sides, but preferably on the side facing downstream.

9. Ductor element according to Claims 1, 2, 4, 6 and 8, characterised in that the grooves (21 to 24) are 0.1 to 0.5 mm wide and 0.1 to 0.75 mm deep, where the minimum thickness of the ductor element of 0.25 mm also applies in the grooved area.

50 10. Ductor element according to any of Claims 1 to 3 and 4 to 6, characterised in that a single step (2) is arranged at a distance from the downstream metering edge (8) of 0.04 to 0.5 times the distance between this metering edge (8) and the clamping edge (C).

55 11. Ductor element according to any of Claims 1 to 3 and 4 to 6, characterised in that the first step is arranged at a distance from the downstream metering edge (8) of 0.04 to 0.5 times the distance between this metering edge (8) and the clamping edge (C) and the second step is arranged in a corresponding area between 0.06 times to 0.8 times the said distance.

12. Ductor element according to Claims 1 to 3, 4 to 6 and 10, characterised in that the thickness of the second stage amounts to 5% to 83% of the first stage.
- 5 13. Ductor element according to Claims 1 to 3, 4 to 6, 10 and 11, characterised in that the thickness of the second stage amounts to 6% to 75% of the first stage and the thickness of the third stage 25% to 83% of the second stage.
- 10 14. Ductor element according to Claim 1, 2, 5 and 6, characterised in that a single step is arranged at a distance from the downstream metering edge (8) of 0.04 to 0.3 times the distance between this metering edge (8) and the clamping line (C).
- 15 15. Ductor element according to Claims 1, 2, 5 and 6, characterised in that two steps occur where the first step lies at a distance from the downstream metering edge (8) of 0.25 to 0.4 times the distance between this metering edge (8) and the clamping line (C) and the second step is arranged in an area from 0.06 times to 0.8 times the said distance from the first step (2').
- 20 16. Ductor element according to Claims 1, 2, 5, 6 and 14, characterised in that the thickness of the second stage amounts to 150% to 240% of the first stage.
- 25 17. Ductor element according to Claim 1, 2, 5, 6 and 15, characterised in that the thickness of the second stage amounts to 120 to 200% of the first stage and the thickness of the third stage 120 to 200% of the thickness of the second stage.
- 30 18. Ductor element according to Claims 1, 2, 5, 6, 14 to 17, characterised in that in connection with the first step, a strip-like additional reinforcing lug is applied which is maximum 5 mm thick and 3 mm wide and begins at a minimum distance of 2 mm from the metering edge (8).
- 35 19. Ductor element according to Claims 1 to 18, characterised in that in the stages, preferably the second stage, grooves are arranged where the grooves (21 to 24) are 0.1 to 0.5 mm wide and 0.1 to 0.75 mm deep and the minimum thickness of the ductor element of 0.25 mm also applies in the grooved area.
- 40 20. Ductor element according to any of Claims 1 to 19, characterised in that the first or only step (2) is arranged at a distance from the downstream metering edge (8) of 0.08 to 0.5 times the distance between this metering edge (8) and the clamping edge (C) and this distance amounts to 42 to 72 mm.
- 45 21. Ductor element according to any of Claims 1 to 20, characterised in that the hardness is lower in the surface area of the metering chamfer area A and rises below this.
22. Ductor element according to any of Claims 1 to 21, characterised in that in the clamping area, strips or plates of metal, plastic or rubber or a combination thereof are also applied to the blade to a total thickness of 20 mm.
23. Ductor element according to Claim 22, characterised in that the additional parts and the ductor element are mechanically joined, preferably by rivets or screws, or glued together or joined by a combination of the two processes.

Revendications

- 50 1. Élément racleur (1) en forme de ressort à lames, qui peut être monté à l'une de ses extrémités (B) dans une fixation (12) et présente à son autre extrémité une surface chanfreinée de dosage (A) en biseau pour le dosage de la masse d'un revêtement sur une bande de feuille (W) déplacée de façon régulière et continue, de préférence en papier ou carton, ou sur un cylindre, la surface chanfreinée de dosage (A) formant ainsi avec les surfaces des côtés larges de l'élément racleur (1) un angle d'au moins 25° sur son côté aval et en conséquence de moins de 155° sur son côté amont, l'élément racleur (1) présentant au moins une variation de section le long d'au moins une ligne parallèle à sa surface chanfreinée de dosage (A), caractérisé en ce que la section de l'élément racleur (1) se rétrécit de façon continue ou par paliers de sa surface chanfreinée de dosage (A) vers son extrémité de fixation (B).

2. Elément racleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'épaisseur minimale de l'élément racleur (1, 1'; 11, 11') est d'au moins 0,25 mm et son épaisseur maximale est de 5 mm dans la zone de la surface chanfreinée de dosage (A) et de 20 mm dans la zone de fixation (B) de l'élément racleur.
- 5 3. Elément racleur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la variation en épaisseur s'effectue en au plus deux paliers (2, 2'; 3, 3') à la façon de terrasses à l'extérieur de la zone de fixation (B) de l'élément racleur (1, 1'; 11, 11').
- 10 4. Elément racleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la section est la plus large, du fait des paliers ou de la variation en épaisseur, généralement dans la zone de la surface chanfreinée de dosage (A) pour le cas de poids de la masse de revêtement par m² élevés.
- 15 5. Elément racleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les paliers de la variation en épaisseur sont prévus des deux côtés, de préférence sur le côté aval de l'élément racleur (1, 1').
- 20 6. Elément racleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les paliers de la variation en épaisseur sont prévus à l'extérieur de la zone de fixation (B) de l'élément racleur.
- 25 7. Elément racleur selon l'une quelconque des revendications 1, 2, 6, caractérisé en ce que les variations en section de l'élément racleur se font sous la forme de rainures qui sont disposées transversalement au sens de marche dans l'élément racleur.
8. Elément racleur selon l'une des revendications 1 et 7, caractérisé en ce que les rainures sont disposées d'un côté ou des deux côtés, mais de préférence sur le côté dirigé vers l'aval.
- 30 9. Elément racleur selon les revendications 1, 2, 4, 6 et 8, caractérisé en ce que les rainures (21 à 24) ont une largeur de 0,1 à 0,5 mm et une profondeur de 0,1 à 0,75 mm, l'épaisseur minimale de l'élément racleur étant de 0,25 mm même dans la zone des rainures.
- 35 10. Elément racleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 et 4 à 6, caractérisé en ce qu'un saut de palier (2) est prévu à une distance de l'arête de dosage (8) située en aval comprise entre 0,04 et 0,5 fois la distance entre cette arête de dosage (8) et l'arête de fixation (C).
- 40 11. Elément racleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 et 4 à 6, caractérisé en ce que le premier saut de palier est disposé à une distance de l'arête de dosage (8) côté aval comprise entre 0,04 et 0,5 fois la distance entre cette arête de dosage (8) et l'arête de fixation (C) et le deuxième saut de palier dans une plage correspondante comprise entre 0,06 et 0,8 fois ladite distance.
- 45 12. Elément racleur selon les revendications 1 à 3, 4 à 6 et 10, caractérisé en ce que l'épaisseur du deuxième palier est de 5 % à 83 % celle du premier palier.
13. Elément racleur selon les revendications 1 à 3, 4 à 6, 10 et 11, caractérisé en ce que l'épaisseur du deuxième palier est de 6 % à 75 % celle du premier palier et l'épaisseur du troisième palier de 25 % à 83 % celle du deuxième palier.
- 50 14. Elément racleur selon les revendications 1, 2, 5 et 6, caractérisé en ce qu'un seul saut de palier est prévu à une distance de l'arête de dosage (8) située en aval comprise entre 0,04 et 0,3 fois la distance entre cette arête de dosage (8) et la ligne de fixation (C).
- 55 15. Elément racleur selon les revendications 1, 2, 5 et 6, caractérisé en ce qu'il présente deux sauts de palier, dans lesquels le premier saut de palier est disposé à une distance de l'arête de dosage (8) côté aval comprise entre 0,25 et 0,4 fois la distance entre cette arête de dosage (8) et la ligne de fixation (C) et le deuxième saut de palier dans une plage comprise entre 0,06 et 0,8 fois la distance citée du premier saut de palier (2').
16. Elément racleur selon les revendications 1, 2, 5, 6 et 14, caractérisé en ce que l'épaisseur du deuxième palier est de 150 % à 240 % celle du premier palier.

17. Elément racleur selon les revendications 1, 2, 5, 6 et 15, caractérisé en ce que l'épaisseur du deuxième palier est de 120 % à 200 % celle du premier palier et l'épaisseur du troisième palier est de 120 % à 200 % celle du deuxième palier.
- 5 18. Elément racleur selon les revendications 1, 2, 5, 6, 14 à 17, caractérisé en ce qu'à la suite du premier palier est disposé un taquet de renfort supplémentaire en forme de baguette qui a au maximum une épaisseur de 5 mm et une largeur de 3 mm et commence à une distance minimale de 2 mm de l'arête de dosage (8).
- 10 19. Elément racleur selon les revendications 1 à 18, caractérisé en ce que des rainures sont disposées dans les paliers, de préférence le deuxième palier, les rainures (21 à 24) ayant une largeur de 0,1 à 0,5 mm et une profondeur de 0,1 à 0,75 mm et l'épaisseur minimale de l'élément racleur étant également de 0,25 mm dans la zone des rainures.
- 15 20. Elément racleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que le premier ou l'unique saut de palier est prévu à une distance de l'arête de dosage (8) située en aval comprise entre 0,08 et 0,5 fois la distance entre cette arête de dosage (8) et l'arête de fixation (C), et cette distance est de 42 à 72 mm.
- 20 21. Elément racleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que la dureté est plus faible dans la zone superficielle de la surface chanfreinée de dosage A et augmente au-dessous.
22. Elément racleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce que des bandes ou des plaques en métal, plastique ou caoutchouc ou en une combinaison de ces matériaux, sont
25 disposées dans la zone de fixation sur la lame en supplément jusqu'à une épaisseur globale de 20 mm.
23. Elément racleur selon la revendication 22, caractérisé en ce que les parties supplémentaires et l'élément racleur sont reliés entre eux mécaniquement, de préférence par des rivets ou des vis ou sont
30 collés entre eux ou sont reliés entre eux par une combinaison des deux procédés.

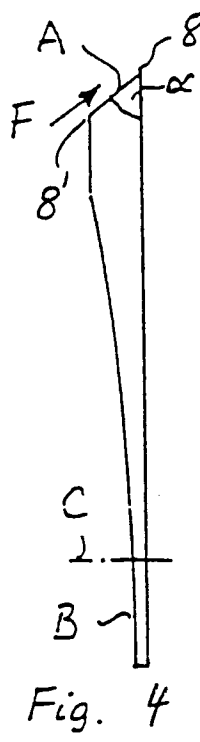
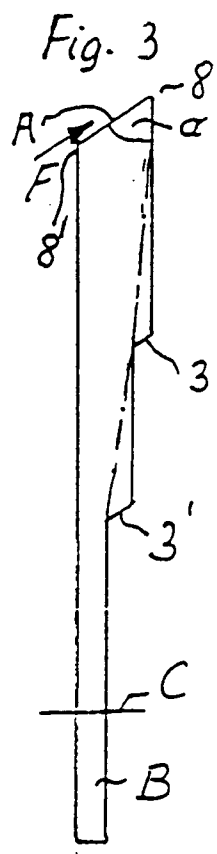
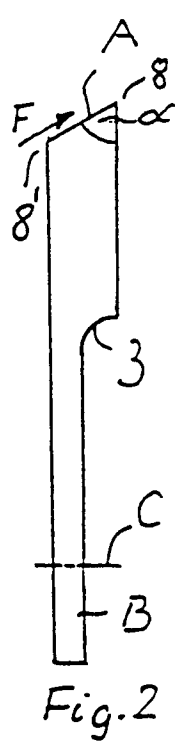
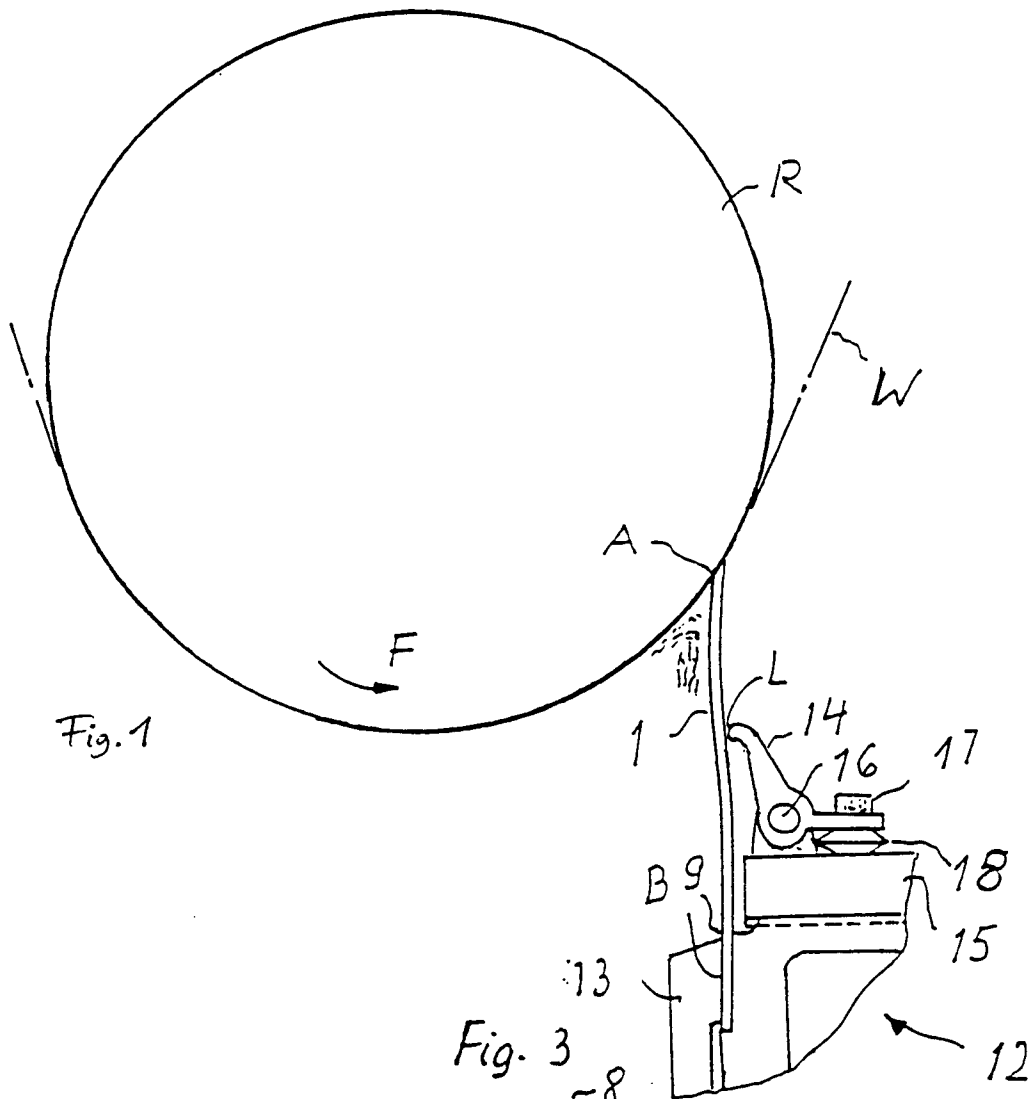
35

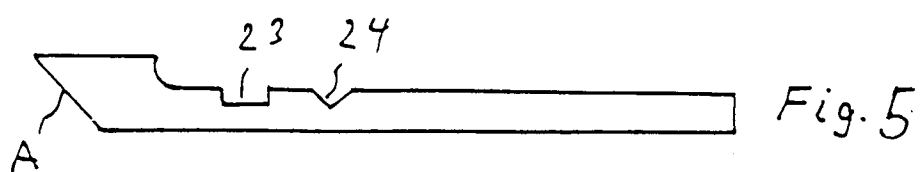
40

45

50

55





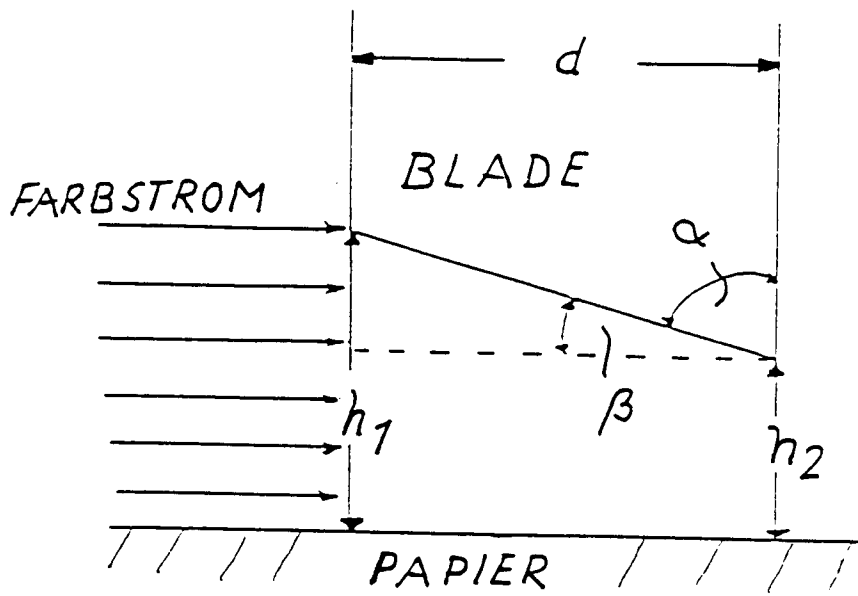


FIG. 6

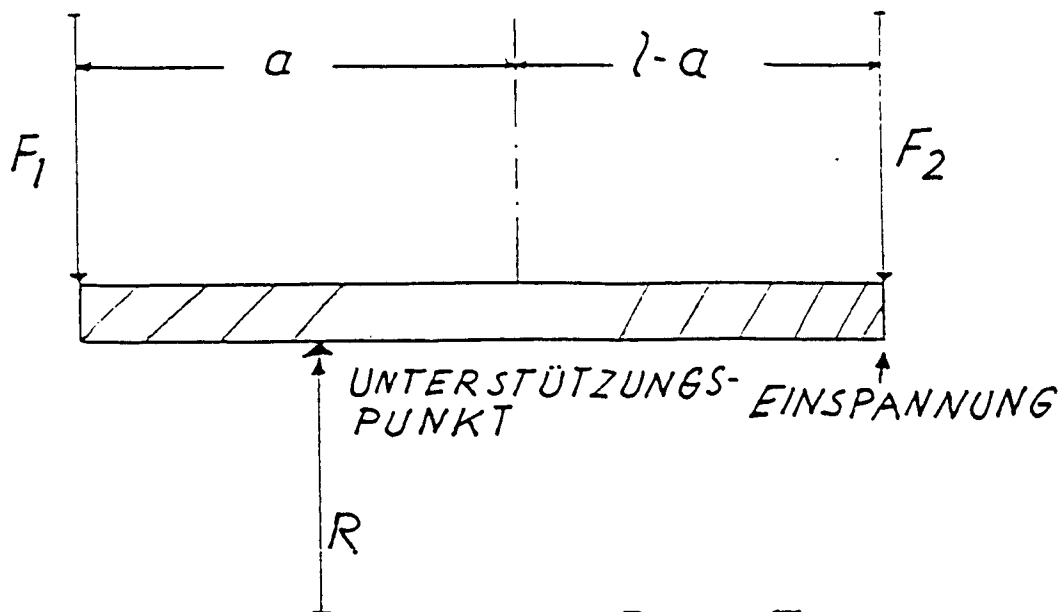


FIG. 7

FIG. 8

