



(11)

**EP 2 188 403 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**25.07.2012 Patentblatt 2012/30**

(51) Int Cl.:  
**C23C 2/00** (2006.01) **C23C 2/40** (2006.01)  
**C23C 2/24** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08801674.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2008/006923**

(22) Anmeldetag: **22.08.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2009/024353 (26.02.2009 Gazette 2009/09)**

(54) **VERFAHREN UND SCHMELZTAUCHVEREDELUNGSANLAGE ZUR BANDSTABILISIERUNG  
EINES ZWISCHEN ABSTREIFDÜSEN DER SCHMELZTAUCHVEREDELUNGSANLAGE  
GEFÜHRTEN, MIT EINER BESCHICHTUNG VERSEHENEN BANDES**

PROCESS AND HOT-DIP COATING SYSTEM FOR STABILIZING A STRIP GUIDED BETWEEN  
STRIPPING DIES OF THE HOT-DIP COATING SYSTEM AND PROVIDED WITH A COATING

PROCÉDÉ ET INSTALLATION DE GALVANISATION À CHAUD POUR STABILISER UN FEUILLARD  
ENDUIT D'UN REVÊTEMENT ET GUIDÉ ENTRE DES BUSES DE RACLAGE DE L'INSTALLATION  
DE GALVANISATION À CHAUD

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **22.08.2007 DE 102007039690**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**26.05.2010 Patentblatt 2010/21**

(73) Patentinhaber: **SMS Siemag AG  
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:  
• **BEHRENS, Holger  
40699 Erkrath (DE)**

• **ZIELENBACH, Michael  
57074 Siegen (DE)**  
• **HARTUNG, Hans-Georg  
50259 Pulheim (DE)**  
• **FONTAINE, Pascal  
40764 Langenfeld (DE)**

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter  
Hemmerich & Kollegen  
Patentanwälte  
Hammerstraße 2  
57072 Siegen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-02/14572 WO-A1-2006/006911**  
**DE-A1-102005 060 058 JP-A- 2003 073 792**  
**JP-A- 2003 113 459**

**EP 2 188 403 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bandstabilisierung eines zwischen Abstreifdüsen einer Schmelztauchveredelungsanlage geführten, mit einer Beschichtung versehenen Bandes sowie eine entsprechende Schmelztauchbeschichtungsanlage. Dabei werden durch in Bandlaufrichtung den Abstreifdüsen nachgeordnete elektromagnetisch berührungslos auf das durchlaufende Stahlband wirkende Spulen stabilisierende Kräfte nach Maßgabe der erfassten Bandposition auf das Band ausübt.

**[0002]** Elektromagnetische Bandstabilisierungen basieren auf dem Prinzip der Induktion, um mittels definierter Magnetfelder anziehende Kräfte senkrecht zum ferromagnetischen Stahlband zu erzeugen. Damit kann die Lage des Stahlbands zwischen zwei gegenüberliegenden elektromagnetischen Induktoren (Elektromagnete) berührungslos verändert werden. Solche Systeme sind in unterschiedlicher Bauart bekannt. Sie werden z.B. in Schmelztauchveredelungsanlagen im Beschichtungsbereich oberhalb der so genannten Abstreifdüsen verwendet. Unterschiedlichste Regelungs- und Steuerungskonzepte sind bekannt (z. B. DE 10 2005 060 058 A1, WO 2006/006911 A1, WO 02/14572 A1).

**[0003]** Abstreifdüsen werden in Schmelztauchveredelungsanlagen für Stahlband eingesetzt, um eine definierte Menge Beschichtungsmedium auf der Bandoberfläche zu erhalten. Die Qualität der Beschichtung (Gleichmäßigkeit der Auftragung, Schichtdickengenauigkeit, homogener Oberflächenglanz) hängt maßgeblich von der Gleichmäßigkeit des Abstreifdüsenmediums (z.B. Luft oder Stickstoff) sowie von der Bandbewegung im Düsenbereich ab. Die Bandbewegungen werden durch Unrundheiten von Rollen oder z.B. durch Impulswirkung der Luft im Kühlturbereich von Schmelztauchveredelungsanlagen hervorgerufen.

**[0004]** Mit zunehmender Bandbewegung in der Abstreifdüse reduziert sich die Beschichtungsqualität bzw. Gleichmäßigkeit der Beschichtung des durchlaufenden Stahlbands.

**[0005]** Durch den Einsatz von in Bandlaufrichtung nach geschalteten Bandstabilisierungssystemen kann eine innerhalb der Abstreifdüse auftretende Bandbewegung gedämpft bzw. reduziert werden, so dass eine Verbesserung der Beschichtungsgenauigkeit und Beschichtungsgleichmäßigkeit des flüssigen Metalls auf dem Stahlband erreicht wird. Dies können z. B. elektromagnetisch wirkende Aktuatoren sein, die berührungslos anziehende Kräfte auf das durchlaufende Stahlband ausüben und somit die Bandlage verändern.

**[0006]** Bei den bekannten Systemen ergibt sich Bauart bedingt aufgrund der in Bandlaufrichtung der Abstreifdüse nachgeordneten Bandstabilisierung eine reduzierte Wirkung der Regelung auf die Bandbewegung in der Abstreifdüse. Die Beruhigung der Schwingungen erfolgt oberhalb der Abstreifdüse innerhalb der Bandstabilisierung mittels der Bandstabilisierungsspulen mit hoher Effektivität. Im Bereich der Düse ist die Wirkung mit steigendem Abstand zwischen dieser und der Stabilisierungseinheit jedoch deutlich eingeschränkt. Die Position der Bandstabilisierung wird dabei entsprechend der baulichen Gegebenheiten festgelegt, ohne die physikalischen Abhängigkeiten zu beschreiben.

**[0007]** Daher ist das Ziel aller Anwendungen die Bandstabilisierung möglichst nahe an die Abstreifdüse zu positionieren, wobei der Zusammenhang zwischen Abstand und Wirkung nicht berücksichtigt wird.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Bandstabilisierung im Bereich der Abstreifdüse zu verbessern.

**[0009]** Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß mit dem Verfahren gemäß Patentanspruch 1. Dieses ist dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (der Wirkung) der Bandstabilisierung von den Abstreifdüsen auf einen Wert kleiner gleich einem Abstandsschwellenwert eingestellt wird, welcher als Funktion der Bandbreite unter Berücksichtigung eines Faktors  $\Phi$  ermittelt wird, wobei der Faktor  $\Phi$  als Funktion der Banddicke und des Bandzuges berechnet wird.

**[0010]** Die Messgröße Bandposition repräsentiert im Rahmen der vorliegenden Beschreibung die zeitliche und / oder örtliche Änderung des Abstandes des Bandes gegenüber einer graden Referenzlinie quer zur Bandlaufrichtung; dass heißt, die Bandposition repräsentiert das Bandprofil und/ oder dessen Schwingungsverhalten als Funktion der Zeit.

**[0011]** Der Begriff Bandstabilisierung umfasst im Rahmen der vorliegenden Beschreibung zwei wesentliche Aspekte: Zum einen meint Bandstabilisierung eine Glättung eines wellenförmigen Bandprofils und zum anderen meint dieser Begriff eine Dämpfung von Schwingungen des Bands. Beide Aspekte der Bandstabilisierung können unabhängig voneinander oder in Kombination bzw. gleichzeitig mit Hilfe geeigneter Regelkreise realisiert werden.

**[0012]** Der wesentliche Vorteil der beanspruchten Begrenzung des Abstandes ist darin zu sehen, dass bei einer Einstellung des Abstandes auf einen Wert unterhalb des erfindungsgemäß berechenbaren Abstandsschwellenwertes, eine erheblich bessere Wirkung für beide Aspekte der angestrebten Bandstabilisierung erreicht wird. Demgegenüber lässt die Wirkung der Bandstabilisierung bei Abständen oberhalb des Abstandsschwellenwertes deutlich nach oder das Band wird trotz Stabilisierungsregelung sogar instabiler als ohne Regelung (gegenteiliger Effekt).

**[0013]** Ideal wäre ein Abstand von Null, d.h. wenn die Bandstabilisierung auf Höhe der Abstreifer angeordnet wäre, weil dann die Bandstabilisierung unmittelbar auf Höhe der Abstreifdüsen wirken würde und das Band während eines Messvorganges dann optimal stabil gehalten würde. Diese Anordnung ist aber bautechnisch aufgrund von Platzmangel in der Regel nicht realisierbar. Deshalb sollte der Abstand möglichst klein, maximal jedoch auf den Wert des erfindungsgemäß berechenbaren Abstandsschwellenwert eingestellt werden.

**[0014]** Die elektromagnetischen Kräfte werden durch auf jeder Bandseite sich paarweise gegenüberliegende Spulen-anordnungen aufgebracht, deren Abstand von den Abstreifdüsen veränderbar ist.

[0015] Vorzugsweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Bandposition innerhalb der Spulenanordnung gemessen, und zwar in räumlicher Nähe der Spulenanordnung.

[0016] Zusätzlich kann die Bandposition ober- und unterhalb der Spulenanordnung gemessen werden.

[0017] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung sind auf jeder Bandseite mehrere Spulen angeordnet, wobei die jeweils außen liegenden Spulen auf die durchlaufenden Bandkanten parallel zur Ebene des Bandes einstellbar angeordnet sind. Diese Anordnung ermöglicht vorteilhafter Weise eine optimale Wirkung bei der Glättung des Bandprofils.

[0018] Der Abstand der Bandstabilisierungseinrichtung, nachfolgend verkürzt auch Bandstabilisierung genannt, von den Abstreifdüsen sollte bei breiteren Bändern ( $B > 1400$  mm) deren Bandbreite nicht überschreiten. Bei schmalere Bändern ( $B < 1400$  mm) kann ein Abstand bis zum 1,75fachen der Bandbreite zugelassen werden. Dieser Abstand ergibt sich aus dem Prinzip von Saint-Venant, das besagt, dass mit steigendem Abstand einer angreifenden Kraft auf z. B. ein eingespanntes Stahlband deren Wirkung auf dem Gesamtzustand abnimmt.

[0019] Grundlage für die erfindungsgemäße Lösung ist die Positionierung der Bandstabilisierung zur Abstreifdüse bzw. den Abstreifdüsen unter Berücksichtigung der Spannungsmechanik.

[0020] Die Wirkung eines punktuellen Lastangriffs in einem gegebenen Lastsystem ergibt sich nach dem Prinzip von Saint Venant nur in einem kleinen Bereich um den Lasteingriffspunkt. Die durch die Krafteinleitung örtlich unregelmäßigen Kraftverteilungen klingen sehr schnell ab, Dieses Prinzip wird bei Festigkeitsberechnungen zur Dimensionierung von Bauteilen standardmäßig eingesetzt und wird hier auf die Bandstabilisierungswirkung im Abstreifdüsenbereich angewendet.

[0021] Um eine ausreichende Wirkung in der Abstreifdüse auf das Bandprofil und die Bandbewegung (Schwingung) zu erzielen, um diese maßgeblich zu verändern bzw. zu dämpfen, muss entsprechend des Prinzips von Saint-Venant der Abstand zwischen Stabilisierungswirkung und Abstreifdüse in einem festgelegten Bereich gewählt werden bzw. darf einen Höchstwert in Form eines Abstandsschwellenwertes nicht überschreiten, Dabei muss der Abstand, d. h. die Länge Stahlband, in der eine Wirkung durch die Bandstabilisierung zu erwarten ist nach folgender Regel gewählt werden:

$$\text{Abstand} \leq \text{Abstandsschwellenwert} = \Phi \cdot \text{charakteristische Länge}$$

mit

$$\Phi = \text{Funktion}(\text{Banddicke}, \text{Bandzug})$$

[0022] Die oben genannte Aufgabe wird weiterhin durch die beanspruchte Schmelztauchbeschichtungsanlage gelöst. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (der Wirkung) der Bandstabilisierung von den Abstreifdüsen auf einen Wert kleiner gleich einem Abstandsschwellenwert eingestellt ist, welcher als Funktion der Bandbreite unter Berücksichtigung eines Faktors Phi, als Funktion der Banddicke und des Bandzuges, ermittelt ist.

[0023] Die Vorteile dieser Anlage entsprechen den oben mit Bezug auf das beanspruchte Verfahren genannten Vorteilen.

[0024] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche, insbesondere der Ansprüche 5-8 und 14.

[0025] Die erfindungsgemäße Lösung soll nachfolgend - auch unter Bezug auf die Zeichnungen - näher erläutert werden.

[0026] Dabei zeigt:

Fig. 1 schematisch die Anordnung der Bandstabilisierungsspulen,

Fig. 2 die Profilierungen des Bandes,

Fig. 3 schematisch die Anordnung der Düsenbalken,

Fig. 4 das Bandstabilisierungssystem,

Fig.5 die Abhängigkeit des Faktors Phi von der Bandbreite und

Fig.6 den Zusammenhang zwischen Bandschwingungen und dem Abstand der Bandstabilisierung von der Abstreifdüse.

[0027] Die Anordnung der Bandstabilisierung und der Abstreifdüse ist prinzipiell aus der Figur 4 ersichtlich.

[0028] Der Abstandsschwellenwert ergibt sich nach dem Prinzip von Venant für durchlaufende breite Stahlbänder zu ca. der Bandbreite und bei schmalen Bändern zu max. dem 1,75fachen der Bandbreite (siehe Figur 5). In einem größeren Abstand ist die Wirkung der Bandstabilisierung im Hinblick auf eine Glättung des Bandprofils (Querbogen, S-Form, siehe Fig. 2) sehr eingeschränkt bzw. bei großen Abständen nicht mehr erkennbar.

[0029] Der Kraftangriffspunkt der Bandstabilisierung liegt dann zu weit von der Düsenlippe weg, um eine ausreichende Wirkung auf die Bandverformungen wie z. B. Reduktion des Querbogens auszuüben.

[0030] Weiterhin konnte durch Messungen und Simulationen nachgewiesen werden, dass die Schwingungsbeeinflussung (Dämpfung der Amplitude der Bandschwingung) im Düsenpalt ebenfalls von dem Abstand des Kraftangriffspunktes zur Wirkstätte Düsenpalt abhängt.

[0031] Damit ergibt sich folgender Zusammenhang:

$$\text{Abstand} \leq \Phi (\text{Banddicke, Bandzug}) * \text{Bandbreite} = \text{Abstandsschwellenwert.}$$

[0032] Der Faktor Phi wurde abhängig vom Bandzug und der Banddicke sowohl analytisch mittels FEM Simulationen als auch empirisch an Bandbehandlungsanlagen untersucht und ermittelt. In Fig. 5 ist der Zusammenhang dargestellt. Mit abnehmender Bandbreite erhöht sich der mögliche Abstand zwischen Bandstabilisierung und Abstreifdüse (siehe Figur 4), da aufgrund der reduzierten Bandbreite eine unsymmetrische Spannungsverteilung bzw. ein nicht optimales wellenförmiges Bandprofil sich weniger nachteilig auf die Bandstabilisierung auswirkt. Aufgrund von Spannungsunterschieden über die Banddicke ergeben sich elastische Verformungen. Die Spannung über der Blechdicke wirkt sich oberhalb eines Grenzwertes in Form von Bandquerverformung aus (Querbogen).

[0033] Lokale Änderungen der Spannungsverteilung über der Blechdicke durch den äußeren Krafteinfluss der Bandstabilisierung zeigen sich abhängig von dem dargestellten Funktionsverlauf bis zu einem Abstand von 0,75 bis 1,75 mal der Bandbreite in Bandlaufrichtung gesehen.

[0034] Liegen Schwingungen des Stahlbands aufgrund von z. B. unruhigem Lauf der Stabilisierungsrolle im Zinkgefäß vor, dann erzielt man mit einer Regelung zur Bandstabilisierung eine Reduktion der Bandschwingung gegenüber einer Situation ohne Bandstabilisierungsregelung, wenn der Abstand der Bandstabilisierung von der Abstreifdüse typischerweise max. 1,5 m vom Düsenpalt beträgt. Wie aus Figur 5 zu erkennen ist, ergibt sich der Abstandsschwellenwert von ca. 1,5 m für viele unterschiedliche typische Bandbreiten. Befindet sich die Bandstabilisierung weiter als dieser Abstandsschwellenwert von der Abstreifdüse weg, dann werden die Schwingungen im Bereich der Abstreifdüse nicht mehr gedämpft, sondern können sogar angeregt werden, was trotz Schwingungsdämpfung im Bereich der Bandstabilisierung zu einer Erhöhung der Bandbewegung innerhalb der Abstreifdüse und damit zu einer Verringerung der Beschichtungsqualität führt (Fig. 6).

[0035] Analoges gilt auch für die Stabilisierung/Glättung des Bandprofils. Bei Abständen unterhalb des Abstandsschwellenwertes wird eine gute Glättung erreicht, darüber wird eine Glättung schwierig bzw. nicht mehr möglich.

[0036] Weiterhin ist folgende Vorrichtung zur Kombination der Bandstabilisierung mit der Abstreifdüse vorgesehen, bei der die Bandstabilisierungsspulen immer zur zentrierten Bandlage hin wirken:

[0037] Gegenüber den bekannten Systemen muss die Stabilisierung jeweils auf die Bandlage ausgerichtet werden bzw. die Ist-Position bestimmt werden. Die Ausrichtung erfolgt mittels extra angebrachter Ausrichthilfen.

[0038] Aufgrund der speziellen Rahmenkonstruktion der Abstreifdüse wird die Stabilisierung auf diesem Rahmen befestigt und ist somit mechanisch fest und reproduzierbar einstellbar (Fig. 3). Die Zentrierung auf Bandlage bzw. Bandmitte ist somit immer identisch zwischen Stabilisierung und Abstreifdüse.

[0039] Damit wird einer möglichen Verdrehung des Bands während der Produktion gefolgt und es ist keine Neubestimmung der Nullposition bzw. der Sollposition der Bandlage erforderlich. Abstreifdüsen und Stabilisierungsspulen sind so mechanisch synchronisiert und ausgerichtet!

[0040] Zusammenfassend ergibt sich:

1. Festlegung des maximal zulässigen Abstands zwischen Stabilisierungswirkung und Abstreifdüse aufgrund der physikalischen Zusammenhänge (Prinzip nach Saint Venant) zu  $\text{Abstand} \leq \Phi * \text{Bandbreite}$ .
2. Der Korrekturfaktor Phi ergibt sich aus Simulationen und Betriebsversuchen als Funktion von der Bandbreite zwischen 1,75 und 0,75. Die Verformungen des Bands in Querrichtung ergeben sich aus der Instabilität aufgrund der geringen Banddicke. Mit verringerter Bandbreite wirken sich diese nicht so stark aus, was in einer Vergrößerung

des möglichen Abstandes der Bandstabilisierung von der Abstreifdüse resultiert.

3. Integration der Bandstabilisierungsspulen innerhalb der Abstreifdüsenkonstruktion zur Erhöhung der Ausrichtgenauigkeit aufgrund einer mechanischen Kopplung der Düse mit den Stabilisierungsspulen.

4. Die Bandstabilisierungsspulen sind über die Kopplung an die Abstreifdüse immer identisch ausgerichtet, auch bei Schräglagen oder Bandverwindungen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Bandstabilisierung eines zwischen Abstreifdüsen einer Schmelztauchveredelungsanlage geführten, mit einer Beschichtung versehenen Bandes, wobei die Bandposition erfasst wird und durch in Bandlaufrichtung den Abstreifdüsen nachgeordnete elektromagnetisch berührungslos auf das durchlaufende Stahlband wirkende Spulen stabilisierende Kräfte nach Maßgabe der erfassten Bandposition auf das Band ausübt werden, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** der Abstand (der Wirkung) der Bandstabilisierung von den Abstreifdüsen auf einen Wert kleiner gleich einem Abstandsschwellenwert eingestellt wird, welcher als Funktion der Bandbreite unter Berücksichtigung eines Faktors  $\Phi$  ermittelt wird, wobei der Faktor  $\Phi$  als Funktion der Banddicke und des Bandzuges berechnet wird; und **dass** der Abstand je nach aktueller Bandbreite das 1,75- 0,75-fache der Bandbreite beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Bandposition innerhalb der Spulenordnung gemessen wird.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Bandposition in räumlicher Nähe der Spulenordnung gemessen wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Bandposition zusätzlich ober- und unterhalb der Spulenordnung gemessen wird.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Bandposition als örtliche Verteilung des Abstandes des Bandes gegenüber einer graden Referenzlinie über der Bandbreite erfasst wird und insofern als Ist- Messgröße das Ist-Bandprofil repräsentiert.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**  
die stabilisierenden Kräfte nach Maßgabe des erfassten Ist-Bandprofils quer zur Transportrichtung auf das Band einwirken, um das erfasste Ist-Bandprofil auf ein vorgegebenes optimales Soll-Bandprofil in Form eines glatten wellenfreien Bandprofils quer zur Bandrichtung glatt zu ziehen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Bandposition als zeitliche Änderung des Abstandes des Bandes gegenüber einer graden Referenzlinie erfasst wird und insofern als Ist-Messgröße das Ist-Schwingungsverhalten des Bandes in Abhängigkeit der Zeit repräsentiert.
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die stabilisierenden Kräfte nach Maßgabe des erfassten Ist-Schwingungsverhaltens des Bandes vorzugsweise senkrecht zur Transportrichtung auf das Band einwirken, um das erfasste Ist. Schwingungsverhalten des Bandes falls erforderlich geeignet zu dämpfen.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5-8, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die gemessene Bandposition als zeitliche und örtliche über der Bandbreite verteilte Änderung des Abstandes des Bandes gegenüber der graden Referenzlinie das Schwingungsverhalten des Bandprofils als Funktion der Zeit repräsentiert; und

**dass** die stabilisierenden Kräfte derart geeignet auf das Band einwirken, dass das Bandprofil, soweit erforderlich, geglättet und gleichzeitig dessen Schwingungsverhalten geeignet gedämpft wird.

10. Schmelztauchveredelungsanlage zum Beschichten eines Bandes mit einer Beschichtung, mit:

einer mindestens einer Abstreifdüse zum Entfernen überschüssiger Beschichtung von dem Band;  
einer Messeinrichtung zum Erfassen der Bandposition; und  
einer Bandstabilisierung mit elektromagnetischen Spulen, welche der Abstreifdüse in Bandlaufrichtung nachgeordnet ist, zum Erzeugen berührungslos auf das Stahlband wirkender stabilisierender Kräfte nach Maßgabe der erfassten Bandposition;

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Abstand (der Wirkung) der Bandstabilisierung von den Abstreifdüsen auf einen Wert kleiner gleich einem Abstandsschwellenwert eingestellt ist, welcher als Funktion der Bandbreite unter Berücksichtigung eines Faktors  $\Phi$  ermittelt ist, wobei sich der Faktor  $\Phi$  als Funktion der Banddicke und des Bandzuges berechnet; und

**dass** der Abstand je nach aktueller Bandbreite das 1,75- 0,75-fache der Bandbreite beträgt.

11. Schmelztauchveredelungsanlage nach Anspruch 10,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Spulen auf der Ober- und Unterseite des Bandes sich paarweise gegenüberliegend angeordnet sind und ihr Abstand zu den Abstreifdüsen veränderbar ist.

12. Schmelztauchveredelungsanlage nach Anspruch 10 oder 11,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Messeinrichtung auf Höhe der Spulen oder in deren Nähe angeordnet ist und dort die Bandposition erfasst.

13. Schmelztauchveredelungsanlage nach Anspruch 10, 11 oder 12,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** auf der Ober- und/oder Unterseite des Bandes jeweils mehrere Spulen über der Breite des Bandes verteilt angeordnet sind und dass die jeweils außen liegenden Spulen auf die durchlaufenden Bandkanten parallel zur Ebene des Bandes einstellbar angeordnet sind.

14. Schmelztauchveredelungsanlage nach einem der Ansprüche 11 -13,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Bandstabilisierung und die Messeinrichtung mechanisch gekoppelt fest zueinander beabstandet sind.

## Claims

1. Method for strip stabilisation of a strip which is guided between stripper nozzles of a hot-dip finishing plant and provided with a coating, wherein the strip position is detected and stabilising forces are exerted on the strip depending on the detected strip position by coils arranged downstream of the stripper nozzles in strip running direction and acting electromagnetically and contactlessly on the strip running through, **characterised in that** the distance (of action) of the strip stabilisation means from the stripper nozzles is set to a value smaller than or equal to a distance threshold value determined as a function of the strip width with consideration of a factor  $\Phi$ , wherein the factor  $\Phi$  is calculated as a function of the strip thickness and the strip tension, and that the spacing is 1.75 to 0.75 times the strip width depending on the instantaneous strip width.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the strip position is measured within the coil arrangement.

3. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the strip position is measured in physical proximity to the coil arrangement.

4. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the strip position is additionally measured above or below the coil arrangement.

5. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the strip position is detected as a local distribution of the distance of the strip relative to a straight reference line over the strip width and to that extent represents, as actual measurement value, the actual strip profile.

6. Method according to claim 5, **characterised in that** the stabilising forces act on the strip transversely to the transport direction depending on the detected actual strip profile so as to assimilate the detected actual strip profile to a predetermined optimum target strip profile in the form of a smooth, wave-free strip profile transversely to the strip direction.

7. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the strip position is detected as a change over time of the distance of the strip relative to a straight reference line and to that extent represents, as actual measurement value, the actual oscillation behaviour of the strip in dependence on time.

8. Method according to claim 6, **characterised in that** the stabilising forces act on the strip, preferably perpendicularly to the transport direction, in dependence on the detected actual oscillation behaviour of the strip so as to suitably damp the detected actual oscillation behaviour of the strip if required.

9. Method according to any one of claims 5 to 8, **characterised in that** the measured strip position represents, as a change - which is distributed over time and locally over the strip width - of the spacing of the strip relative to the straight reference line, the oscillation behaviour of the strip profile as a function of time and that the stabilising forces are suitable for acting on the strip in such a manner that the strip profile is, to the extent required, smoothed and at the same time this oscillation behaviour suitably damped.

10. Hot-dip finishing plant for coating a strip with a coating, comprising:

at least one stripper nozzle for removing excess coating from the strip;

a measuring device for detecting the strip position; and

a strip stabilisation means with electromagnetic coils, which are arranged downstream of the stripper nozzle in strip running direction, for generating stabilising forces, which contactlessly act on the steel strip, in dependence on the detected strip position;

**characterised in that**

the distance (of action) of the strip stabilisation means from the stripper nozzles is set to a value smaller than or equal to a distance threshold value which is determined as a function of the strip width with consideration of a factor Phi, wherein the factor Phi is calculated as a function of strip thickness and strip tension; and the spacing is 1.75 to 0.75 times the strip width depending on the respective instantaneous strip width.

11. Hot-dip finishing plant according to claim 10, **characterised in that** the coils are arranged in pairs opposite one another on the upper side and lower side of the strip and the spacing thereof from the stripper nozzles is variable.

12. Hot-dip finishing plant according to claim 10 or 11, **characterised in that** the measuring device is arranged at the level of the coils or in the vicinity thereof and detects the strip position there.

13. Hot-dip finishing plant according to claim 10, 11 or 12, **characterised in that** several coils are arranged in distribution over the width of the strip respectively on the upper side and/or lower side of the strip and that the respective outwardly disposed coils are arranged to be settable to the transiting strip edges parallel to the plane of the strip.

14. Hot-dip finishing plant according to any one of claims 11 to 13, **characterised in that** the strip stabilisation means and the measuring device are fixedly mechanically coupled to one another at a spacing.

## Revendications

1. Procédé pour la stabilisation d'une bande guidée entre des buses de raclage d'une installation d'ennoblissement par trempage à chaud, pourvue d'un revêtement, la position de la bande étant enregistrée et des forces de stabilisation étant exercées par des bobines disposées, dans le sens d'avancement de la bande, en aval des buses de raclage agissant, électromagnétiquement sans contact, sur la bande d'acier qui passe, en fonction de la position de la bande enregistrée, **caractérisé**

**en ce que** la distance (de l'effet) de la stabilisation de la bande des buses de raclage est réglée à une valeur inférieure à une valeur seuil de la distance, qui est déterminée comme fonction de la largeur de la bande en tenant compte d'un facteur Phi, le facteur Phi étant calculé en fonction de l'épaisseur de la bande et de la traction de la bande ; et

**en ce que** la distance, en fonction de la largeur réelle de la bande, représente 1,75-0,75 fois la largeur de la bande.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé**  
**en ce qu'on** mesure la position de la bande dans la disposition de bobines.
- 5 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé**  
**en ce qu'on** mesure la position de la bande dans le voisinage spatial de la disposition de bobines.
- 10 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé**  
**en ce qu'on** mesure la position de la bande en plus au-dessus et en dessous de la disposition de bobines.
- 15 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé**  
**en ce que** la position de la bande est enregistrée comme répartition dans l'espace de la distance de la bande par rapport à une ligne de référence droite sur la largeur de la bande et représente dans ce contexte, en tant que grandeur de mesure instantanée, le profil instantané de la bande.
- 20 6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé**  
**en ce que** les forces de stabilisation agissent transversalement par rapport au sens du transport sur la bande, en fonction du profil instantané enregistré de la bande, pour lisser par traction le profil instantané enregistré de la bande en un profil de consigne optimal prédéfini de la bande sous forme d'un profil de bande lisse, sans ondulations, transversalement au sens de la bande.
- 25 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1-4, **caractérisé**  
**en ce que** la position de la bande est enregistrée par la modification dans le temps de la distance de la bande par rapport à une ligne de référence droite et représente dans ce contexte comme grandeur de mesure instantanée, le comportement d'oscillation instantané de la bande en fonction du temps.
- 30 8. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé**  
**en ce que** les forces de stabilisation agissent de préférence perpendiculairement au sens du transport sur la bande, en fonction du comportement d'oscillation instantané enregistré de la bande, pour amortir, si nécessaire, de manière appropriée le comportement d'oscillation instantané enregistré de la bande.
- 35 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5-8, **caractérisé en ce que** la position mesurée de la bande représente, comme modification dans le temps et dans l'espace répartie sur la largeur de la bande de la distance de la bande par rapport à la ligne de référence droite, le comportement d'oscillation du profil de la bande en fonction du temps ; et  
**en ce que** les forces de stabilisation agissent de manière appropriée sur la bande de manière telle que le profil de la bande, si nécessaire, est lissé et que son comportement d'oscillation est en même temps amorti de manière  
40 appropriée.
10. Installation d'ennoblissement par trempage à chaud pour le revêtement d'une bande par un revêtement, comprenant :  
  
45 au moins une buse de raclage pour éliminer du revêtement en excès de la bande ;  
un dispositif pour enregistrer la portion de la bande ; et  
une stabilisation de la bande dotée de bobines électromagnétiques, disposée en aval de la buse de raclage dans le sens d'avancement de la bande, pour générer des forces de stabilisation agissant sans contact sur la bande d'acier,  
50 en fonction de la position enregistrée de la bande, **caractérisée en ce que** la distance (de l'effet) de la stabilisation de la bande des buses de raclage est réglée à une valeur inférieure à une valeur seuil de la distance, qui est déterminée comme fonction de la largeur de la bande en tenant compte d'un facteur Phi, le facteur Phi étant calculé en fonction de l'épaisseur de la bande et de la traction de la bande ; et  
**en ce que** la distance, en fonction de la largeur réelle de la bande, représente 1,75-0,75 fois la largeur de la bande.
- 55 11. Dispositif de galvanisation à chaud selon la revendication 10, **caractérisé**  
**en ce que** les bobines sont disposées sur la face supérieure et inférieure de la bande, par paire les unes en face des autres et leur distance par rapport aux buses de raclage peut être modifiée.



## EP 2 188 403 B1

12. Dispositif de galvanisation à chaud selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé**  
**en ce que** le dispositif de mesure est disposé au niveau des bobines ou à proximité de celles-ci et y enregistre la position de la bande.

5 13. Dispositif de galvanisation à chaud selon la revendication 10, 11 ou 12, **caractérisé**  
**en ce qu'**à chaque fois plusieurs bobines sont disposées sur la face supérieure et/ou inférieure de la bande, en étant réparties sur la largeur de la bande et en ce que les bobines situées à chaque fois à l'extérieur sont disposées sur les bords de la bande qui passent de manière à pouvoir être réglées parallèlement au plan de la bande.

10 14. Dispositif de galvanisation à chaud selon l'une quelconque des revendications 11-13, **caractérisé**  
**en ce que** la stabilisation de la bande et le dispositif de mesure sont distancés l'un de l'autre en étant couplés de manière mécaniquement fixe l'un à l'autre.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.  
Abb. 1

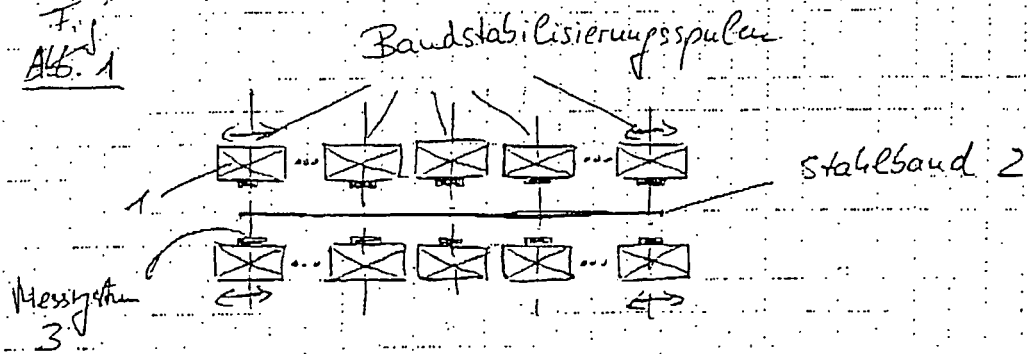


Fig.  
Abb. 2

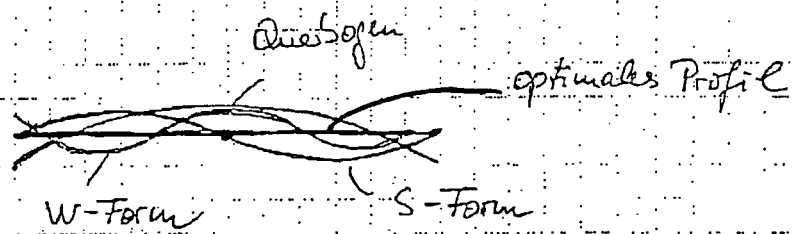
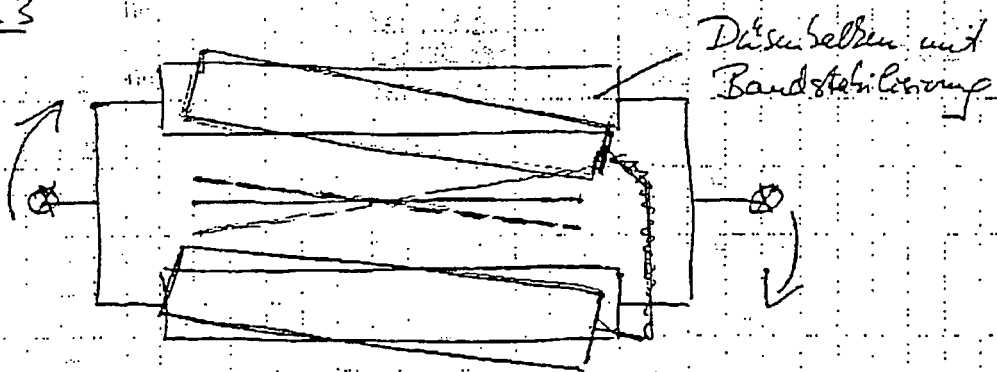


Fig.  
Abb. 3



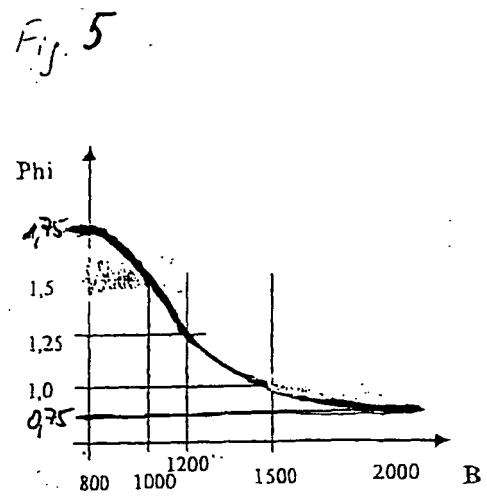
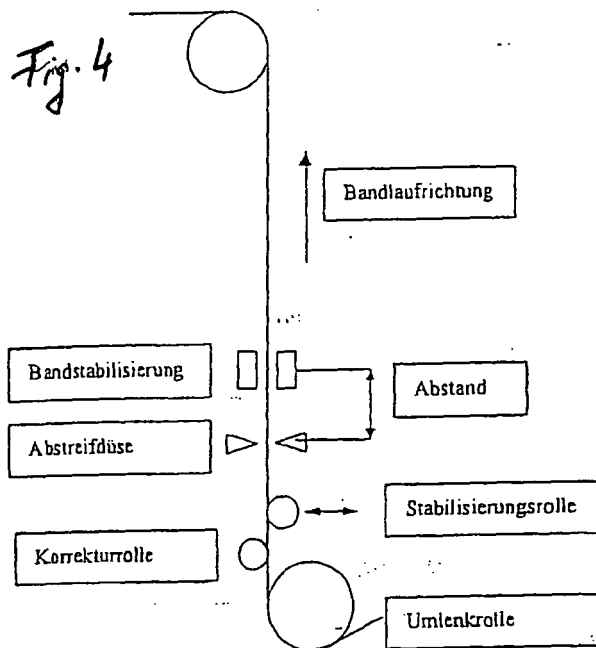
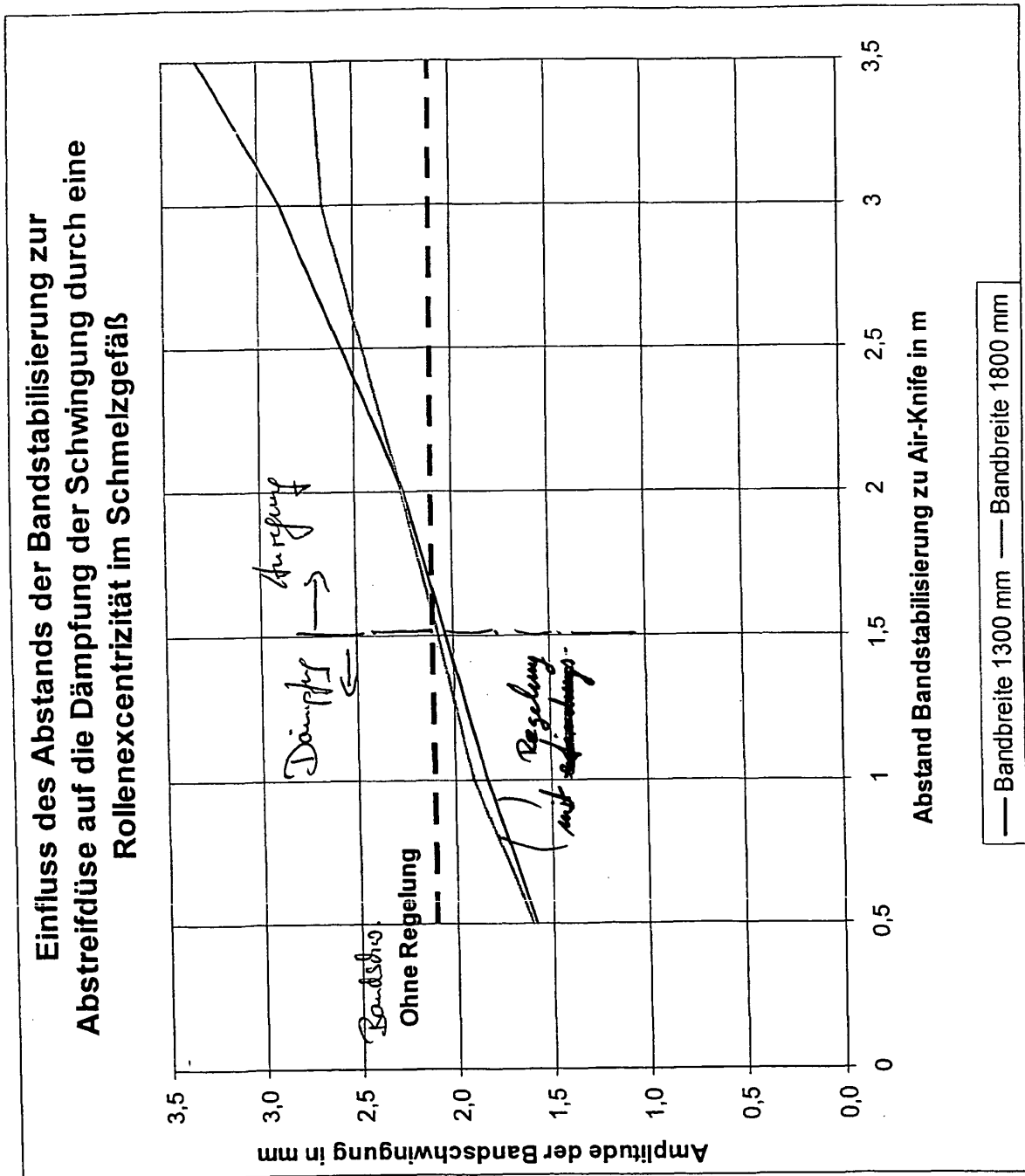


Fig. 6 / Simulationsergebnisse der Bandschwingungsdämpfung durch Einsatz eines Bandstabilisierers im Abstand  $x$  von der Abstufdüse.



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102005060058 A1 [0002]
- WO 2006006911 A1 [0002]
- WO 0214572 A1 [0002]