

(19)



(11)

EP 3 638 823 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.01.2021 Patentblatt 2021/02

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

(21) Anmeldenummer: **17751018.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/064289

(22) Anmeldetag: **12.06.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/228661 (20.12.2018 Gazette 2018/51)

(54) **RÜSSEL FÜR EINE SCHMELZTAUCHBESCHICHTUNGSANLAGE SOWIE VERFAHREN FÜR DESSEN BETRIEB**

NOZZLE FOR A HOT-DIP COATING SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING SAME

TROMPE POUR UNE INSTALLATION DE REVÊTEMENT PAR IMMERSION À CHAUD AINSI QUE SON PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT

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

- **BLUMENAU, Marc**
44287 Dortmund (DE)
- **SPELZ, Florian**
46047 Oberhausen (DE)
- **WESTERFELD, Andreas**
47877 Willich (DE)
- **MEYRING, Heinrich**
45966 Gladbeck (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.04.2020 Patentblatt 2020/17

(73) Patentinhaber:

- **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
47166 Duisburg (DE)
- **thyssenkrupp AG**
45143 Essen (DE)

(74) Vertreter: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
Patente/Patent Department
Kaiser-Wilhelm-Straße 100
47166 Duisburg (DE)

(72) Erfinder:

- **PETERS, Michael**
47533 Kleve (DE)
- **PALEPU, Sridhar**
47119 Duisburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B3-102015 108 334 US-A- 6 093 452
US-A1- 2013 160 647

EP 3 638 823 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

Technisches Gebiet (Technical Field)

[0001] Die vorliegende Anmeldung beschreibt eine sogenannte "Rüssel"-Konstruktion (engl. snout) wie sie typischerweise als wesentliches Anlagenteil für eine Schmelztauch- bzw. Feuerbeschichtungsanlage in der industriellen Praxis Anwendung findet. Über einen solchen Rüssel wird das zuvor im Durchlauf wärmebehandelte, metallische Flachprodukt, wie beispielsweise Stahl, als Band in ein Beschichtungsbad aus schmelzflüssigem Metall (z.B. Legierungen auf Zn- oder Al-Basis) übergeleitet, so dass ein Kontakt zwischen der wärmebehandelten Oberfläche und der Umweltatmosphäre vermieden wird.

Technischer Hintergrund (Background Art)

[0002] Beispielsweise besteht eine Anlage zur kontinuierlichen Feuerbeschichtung von Stahlband unter anderem aus einem Durchlaufglühofen, einem Schmelzbad, einer Vorrichtung zur Einstellung der Überzugsdicke und einer nachfolgenden Kühleinrichtung. In dem Durchlaufofen wird das Stahlband kontinuierlich gegläht, wobei der Durchlaufofen in mehrere Kammern unterteilt ist, bei denen verschiedene Behandlungen vorgenommen werden. Diese Behandlungen umfassen dabei zum Beispiel die Einstellung der gewünschten mechanischen Eigenschaften des Grundwerkstoffs durch Rekristallisation des Stahls. Zudem werden dabei in einer Vorwärmzone gebildete Eisenoxide reduziert. In einer auf den Durchlauf-Glühofen folgenden Kühlzone wird das Band unter Schutzgas (HNX) auf eine Temperatur nahe der Schmelzbadtemperatur abgekühlt. Das Schutzgas soll verhindern, dass das geglähte Band vor dem Feuerbeschichten oxidiert, wodurch die Haftung der z.B. Zinkschicht erheblich verschlechtert würde. Aufgrund der unterschiedlichen Behandlungen sind daher zum Teil auch unterschiedliche Gasatmosphären in den Kammern erforderlich. Das Schutzgas enthaltende Verbindungsstück beziehungsweise Schleuse zwischen Glühofen und Schmelzbad wird Rüssel genannt.

[0003] Beschichtungsstörungen, deren Ursachen im Rüssel zu finden sind, stellen eine nennenswerte Herausforderung für jeden Betreiber einer solchen Schmelztauchbeschichtungsanlage dar. Es ist bekannt, dass aus dem flüssigen Schmelzbadspiegel innerhalb des Rüssels Metall verdampft und sich z.B. auf dem Stahlband oder der Rüsselinnenwand niederschlagen kann. Diese Beobachtung wird beim Einsatz von Maßnahmen zur Erzeugung einer gerichteten Strömung in der Schmelze im Rüssel beispielsweise durch den Einsatz von Zinkpumpen verstärkt. Beides kann qualitative Ausfälle des zu produzierenden Stahlflachprodukts verursachen, z.B. auch durch Herabfallen von kondensiertem und agglomeriertem Metallstaub von der Rüsselinnenwand auf das Stahlflachprodukt.

[0004] Einfache und etablierte Gegenmaßnahme sind z.B. das gezielte Betauen der Rüsselatmosphäre zur Reduzierung der Abdampftrate oder die Beheizung des Rüssels. Ersteres hat jedoch den negativen Nebeneffekt einer verstärkten Schlackebildung auf der Schmelzbadoberfläche bzw. Beschichtungsbadspiegel, welche ebenfalls Qualitätsausfälle produziert. Des Weiteren verhindert eine Rüsselbeheizung an sich nicht das Vorhandensein des Metallstaubs, so dass dieser weiterhin prozessschädlich wirken kann.

[0005] Es wurde erkannt, dass das in Richtung des Zinkbades bewegte Stahlband im Rüssel Schutzgas nach unten mitreißt, wobei das mitgerissene Schutzgas an der Zinkbadoberfläche Zinkdampf aufnimmt, welcher beim Aufsteigen des mitgerissenen Schutzgases an den kälteren Innenwänden des Rüssels kondensiert bzw. resublimiert und sich dort als Staub absetzt. Der Stand der Technik beschreibt daher eine Vielzahl von technischen Lösungen, Metallstaub in einem Rüssel zu vermeiden oder zu entfernen.

[0006] Aus der JP H07-157853 (A) ist eine Vorrichtung zum Entfernen von Zinkdampf in einem Rüssel einer kontinuierlichen Bandverzinkungsanlage bekannt. Um den auf der Zinkbadoberfläche entstehenden Zinkdampf zu entfernen, ist der Rüssel mit Einblasöffnungen (Umwälzöffnungen) und vertikal darunter angeordneten Absaugöffnungen versehen. In einem ersten Ausführungsbeispiel sind in der der Oberseite des Stahlbandes zugewandten Rüsselwand eine einzelne Einblasöffnung und vertikal darunter eine einzelne Absaugöffnung angeordnet. Dementsprechend sind in der der Unterseite des Stahlbandes zugewandten Rüsselwand ebenfalls eine einzelne Einblasöffnung und vertikal darunter eine einzelne Absaugöffnung angeordnet. In einem zweiten Ausführungsbeispiel ist in einer Seitenwand des Rüssels eine einzelne Einblasöffnung angeordnet, während vertikal darunter zwei Absaugöffnungen vorgesehen sind, die als Längsschlitze in Rohren ausgebildet sind, welche die Seitenwand des Rüssels durchdringen und sich auf der Ober- und Unterseite des Stahlbandes über die gesamte Stahlbandbreite erstrecken. Nachteilig bei derartigen Ausführungen ist jedoch eine ungenügende Abdichtung der Gasatmosphären mit und ohne Zinkstaub. Aus der industriellen Praxis heraus ist weiter als nachteilhaft zu bewerten, dass keine effektive Entkopplung zwischen den Schutzgasatmosphären des Rüssels und des eigentlichen Durchlaufofens erfolgt. Folgen sind z.B. ein erhöhter Gasverbrauch des Ofens durch Absaugung der Ofenatmosphäre über den Rüssel oder eine Metallstaubkontamination des Ofens, bei zu schwacher Absaugung im Rüssel.

[0007] Aus der DE 10 2012 106 106 A1 ist ein weiteres Beispiel aus dem Bereich des Rüssels einer Verzinkungsanlage bekannt. Hierbei liegt ein Bereich mit einer Vielzahl von Einblasöffnungen benachbart zu einem Bereich mit einer Vielzahl von Absaugöffnungen, wobei die Bereiche zumindest teilweise kammartig ineinander greifen. Hierdurch wird eine relativ gute Abdichtung von auf-

steigenden Zinkdämpfen gegenüber der darüber liegenden Gasatmosphäre erreicht. Eine derartige Vorrichtung ist jedoch relativ aufwendig zu fertigen und ist mit einem hohen Platzbedarf verbunden. Aufgrund der durch die Abdichtung entstehenden hohen Sättigung der Gasatmosphäre vor dem Eintauchen mit Zinkdampf kann weiterhin eine Beeinträchtigung der Produktqualität entstehen

[0008] Aus der DE10 2015 108334 B3 ist ein weiteres Beispiel aus dem Bereich des Rüssels einer Verzinkungsanlage bekannt.

Zusammenfassung der Erfindung (Summary of Invention)

[0009] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde, ein Vorrichtung und Verfahren bereitzustellen, welches effektiv eine Beeinflussung benachbarter Gasatmosphären verhindert, insbesondere eine Trennung von Rüssel und Ofenatmosphäre zur Vermeidung unnötiger Schutzgasverbräuche oder Verunreinigung des Ofens erreicht, sowie effektiv Qualitätsausfälle infolge von Metallstaubs, der durch Abdampfen aus dem Beschichtungsbad entsteht, vermeidet. Weitere Aufgaben der Erfindung sind eine günstige Herstellbarkeit, ein geringer Platzbedarf und eine leichte Montage bzw. sich für die Nachrüstung an Bestandsanlagen eignet und mit möglichst geringem technischem Aufwand zu realisieren ist, zu ermöglichen.

[0010] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1, insbesondere wenn diese nach einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 7 verwendet wird.

[0011] Erfindungsgemäß ist ein Rüssel für eine Schmelztauchbeschichtungsanlage für ein Flachprodukt, welcher sich vom Ausgang eines Durchlaufofens bis in die Schmelze unterhalb des Beschichtungsbadspiegels erstreckt und das Flachprodukt von der Umgebung isoliert, wobei mindestens eine Absaugeinheit und eine Einblaseinheit vorgesehen sind und die mindestens eine Absaugeinheit zwischen der mindestens einen Einblaseinheit und dem Beschichtungsbadspiegel angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckausgleichseinheit zwischen der Einblaseinheit und dem Ausgang des Durchlaufofens angeordnet ist, und dass ein erster Drucksensor am Ausgang des Durchlaufofens und ein zweiter Drucksensor zwischen Beschichtungsbadspiegel und Druckausgleichseinheit vorgesehen sind. Schutzgas, aus Kostengründen idealerweise N_2 oder alternativ N_2 und H_2 , wird mit einer Temperatur von $\geq 500^\circ C$ bis $\leq 650^\circ C$ durch die Einblaseinheit in den Rüssel eingeblasen und durch die Absaugeinheit wieder abgesaugt, wodurch sich im unteren Teil des Rüssels auf beiden Seiten des zu produzierenden Stahlbands ein gerichtete Gasströmung ergibt. Diese gerichtete Gasströmung beschreibt einen Wirbel, ausgehend von der Einblaseinheit, zum Flachprodukt, entlang des Bandlaufs in Richtung Beschichtungsbadspiegel, was der Material-

flussrichtung entspricht, über das Beschichtungsbad hinweg zur Absaugeinheit. Hierdurch wird eine gute Abdichtung aufsteigender Dämpfe aus der Schmelze erreicht und diese effektiv abgesaugt. Des Weiteren ist sowohl die Rüsselatmosphäre als auch der Ofenbereich nahe des Übergangs zum Rüssel drucküberwacht, so dass die in den Rüssel eingeblasene und abgesaugte Gasmenge so kontrolliert werden kann, dass die Differenz zwischen Druck der Rüsselatmosphäre und Druck der Ofenatmosphäre nie < 0 mbar beträgt. Um diese Druckentkopplung zu erreichen, wird zusätzliches Schutzgas an einer Druckausgleichseinheit in den Rüssel eingeblasen, wobei die hier einzublasende Schutzgasmenge so geregelt wird, dass kein Unterdruck im Rüssel gegenüber dem Ofen entsteht. Vorzugsweise sind beidseitig des Flachprodukts Druckausgleichseinheiten vorgesehen, die gleich oder ähnlich wie die Einblaseinheiten ausgebildet sind.

[0012] Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Rüssels sind dadurch gekennzeichnet, dass die Absaugeinheit in einem Abstand von 50mm bis 200mm vom Beschichtungsbadspiegel entfernt angeordnet ist. Die Absaugeinheit zur Entfernung von metallstaubkontaminierter Rüsselatmosphäre ist wie die Einblaseinheiten quer zur Bandrichtung positioniert und wirkt mindestens über die max. Breite des zu produzierenden Flachprodukts. Die Absaugeinheit ist dabei unterhalb der unteren Einblasdüse und oberhalb des Beschichtungsbadspiegels verbaut. Der Abstand zum Beschichtungsbad beträgt mindestens 50 mm, da bei einer Unterschreitung dieses Abstand die Gefahr eines vorzeitigen Ausfalls besteht, und beträgt maximal 200 mm, da ansonsten die Effektivität der Absaugung in einen mangelhaften Bereich nachlässt, weil sich der gewünschte Gaswirbel beziehungsweise die zirkulierende Strömung nicht ausreichend bildet.

[0013] Weiter sind Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Rüssels dadurch gekennzeichnet, dass die Einblaseinheit in einem Abstand von 200mm bis 800mm vom Beschichtungsbadspiegel entfernt angeordnet ist, beziehungsweise genauer dass der Abstand zwischen Absaugeinheit und Einblaseinheit maximal 750mm beträgt. Ein notwendiger Mindestabstand zwischen Einblaseinheit und Absaugeinheit ergibt sich lediglich durch deren konstruktive Gestaltung. Jedoch der maximale Abstand beträgt 750 mm, da bei einer Überschreitung dieses Abstands nur eine mangelnde Effektivität erreicht wird, weil sich die bildende Wirbelströmung verschlechtert.

[0014] In weiteren Ausführungsformen sind erfindungsgemäße Rüssels dadurch gekennzeichnet, dass eine Taupunkteinheit vorgesehen ist, über die befeuchtetes Schutzgas zur Taupunktregelung zuführbar ist. Durch Überwachung der Sauerstoff- (O_2) und Wasserstoff-Gehalts (H_2) in der Rüsselatmosphäre durch entsprechende Sensoren, kann der Taupunkt überwacht und über die Zuführung von z.B. befeuchtetem Schutzgas angepasst werden. Des Weiteren reduziert die

Feuchte die Abdampftrate aus dem Beschichtungsbad.

[0015] In bevorzugten Ausführungsformen des Rüssels sind dadurch gekennzeichnet, dass die Taupunkteinheit zwischen Beschichtungsbadspiegel und Absaugeinheit angeordnet ist. Die zugegebene Feuchte unterstützt die Agglomeration der Metallstaubpartikel, sodass das Absaugergebnis verbessert wird. Somit ist eine Zugabe an dieser Stelle am effektivsten.

[0016] Erfindungsgemäße Rüssel sind in weiteren Ausführungsformen dadurch gekennzeichnet, dass sich die mindestens eine Einblaseinheit und eine Absaugeinheit auf beiden Seiten des Flachprodukts jeweils über die Quererstreckung des Rüssels an gegenüberliegenden Wandungen erstrecken, dass die Einblaseinheiten direkt gegenüberliegend vorgesehen sind, dass die Einblaseinheiten jeweils mindestens zwei Reihen aus einer Mehrzahl von Schlitzdüsen mit dazwischen liegenden Unterbrechungen umfassen, wobei die Schlitzdüsen der Reihen zueinander versetzt angeordnet sind, und wobei die Unterbrechungen kürzer als die Schlitzdüsen der benachbarten Reihe sind, damit die Schlitzdüsen der Reihen in Materialflussrichtung überlappen, und dass die Schlitzdüsen einer Einblaseinheit jeweils einer Unterbrechung der gegenüberliegenden Einblaseinheit gegenüberliegt. Somit liegen die Einblaseinheiten auf beiden Seiten des durch den Rüssel geführten Flachprodukts, vorzugsweise einer kontinuierlichen Materialbahn, wie Stahlband. Durch die Anordnung in Reihen und die Unterbrechungen in den Reihen können die Schlitzdüsen optimal genutzt werden, da die auftretende Strahlaufweitung der aus benachbarten Schlitzdüsen austretenden Schutzgasströme sich nicht gegenseitig stören und durch die Anordnung sich ein geschlossener Gasvorhang bildet. Durch die ebenfalls versetzte Anordnung der Schlitzdüsen einer Einblaseinheit bezogen auf die Schlitzdüsen beziehungsweise Unterbrechungen der gegenüberliegenden Einblaseinheit bildet sich auch im Mittenbereich der Schleuse, an dem die eingeblasenen Gasströme aufeinander treffen, ein dichter Gasvorhang. Hierdurch wird eine sehr gute Separierung der Gasatmosphären auch außerhalb der Materialbahn erreicht.

[0017] Weiteren Ausführungen des erfindungsgemäßen Rüssels sind dadurch gekennzeichnet, dass die Absaugeinheiten über die Quererstreckung vorgesehene Hauptöffnungen aufweisen, wobei die Hauptöffnungen in Materialflussrichtung ausgerichtet sind, um eine zirkulierende Strömung zu erzeugen. Somit liegen die Hauptöffnungen auf der der Einblaseinheit abgewandten Seite, wodurch eine Mitnahme des eingeblasenen Gases in Materialflussrichtung begünstigt wird und eine Umwälzung der Gasatmosphäre erfolgt. Hierdurch kann beispielsweise Zinkstaub in einem Rüssel mit abgesaugt und anschließend gefiltert werden, um eine weitgehend "saubere" Gasatmosphäre zu erhalten.

[0018] In bevorzugten Ausführungen des Rüssels sind die Einblaseinheiten und Absaugeinheiten jeweils mit mindestens einer zentrierten Leitung zur Zu- beziehungsweise Abführung von Gas verbunden ist. Hier-

durch lassen sich die strömungstechnischen Gegebenheiten über die Breite der Einblas- und Absaugeinheiten weitgehend gleich halten.

[0019] In besonders bevorzugten Ausführungen des Rüssels weisen die Hauptöffnungen im Bereich der zentrierten Leitung eine größere Höhe auf. Durch eine derartige Ausbildung werden die Strömungsverhältnisse über die Breite einheitlicher gehalten, was die Absaugwirkung verbessert.

[0020] Weiter Ausführungen des Rüssels sind dadurch gekennzeichnet, dass die Absaugeinheiten Zusatzöffnungen umfassen, die senkrecht zur Materialflussrichtung ausgerichtet sind. Diese Zusatzöffnungen verbessern die Druckverhältnisse im Rüssel und verringern die Strömungsgeschwindigkeiten an den Öffnungen der Absaugeinheit, was hinsichtlich Geräuschentwicklung und Verschleiß Vorteile aufweist.

[0021] In Ausführungsformen des Rüssels sind die Schlitzdüsen dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzdüsen eine Breite b aufweisen, dass der Abstand a zwischen den Reihen im Bereich von $b \leq a \leq 2 \cdot b$ liegt, und dass der Überlapp u der Schlitzdüsen in Materialflussrichtung im Bereich von $b \leq u \leq 3 \cdot b$ liegt, wobei zusätzlich $a \leq u$ ist. Um einen möglichst gute Separierung der Gasatmosphären zu erreichen, dürfen die Schlitzdüsen keinen zu großen Abstand voneinander aufweisen. Hier hat sich gezeigt, dass bezogen auf die Breite der Schlitzdüsen ein Mindestabstand zwischen den Reihen in gleicher Breite gute Ergebnisse erzielt und bei einem Abstand von mehr als der doppelten Breite die Gefahr einer verschlechterten Separierung steigt.

[0022] Bevorzugte Ausführungen des Rüssels sind dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzdüsen in Querrichtung eine Länge l aufweisen, wobei die Länge l im Bereich von $20 \cdot b \leq l \leq 50 \cdot b$, vorzugsweise im Bereich von $30 \cdot b \leq l \leq 35 \cdot b$, liegt.

[0023] Bei weiteren Ausführungen des Rüssels sind die Einblaseinheiten und/oder Absaugeinheiten in Querrichtung in mehrere Abschnitte aufgeteilt, wobei jeder Abschnitt eine eigene zentrierte Leitung zur Zu- beziehungsweise Abführung von Schutzgas umfasst. Durch diese Aufteilung in vorzugsweise gleichbreite Abschnitte, werden die Strömungsverhältnisse über die Breite des Rüssels weiter verbessert und zusätzlich wird die benötigte Leistung pro Leitung verringert.

[0024] Ausführungen des Rüssels sind dadurch gekennzeichnet, dass die Einblaseinheiten und/oder Absaugeinheiten einen halbrunden Querschnitt aufweisen. Gerundete Querschnitte weisen strömungstechnisch vorteilhafte Geometrien auf. Des Weiteren wird durch ein auf die Rüsselwand aufgesetzte Einblas- beziehungsweise Absaugeinheiten der abzudichtende Querschnitt des Rüssels verringert.

[0025] Erfindungsgemäße Rüssel werden bevorzugt mit einem Verfahren betrieben, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass Schutzgas mit einer Einblasmenge von $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ bis $500 \text{ Nm}^3/\text{h}$ (Nm^3/h = Normkubikmeter pro Stunde) durch die Einblaseinheit eingebracht

wird, dass durch die Absaugereinheit eine Absaugmenge von $150\text{Nm}^3/\text{h}$ bis $700\text{Nm}^3/\text{h}$ abgezogen wird, dass die Bedingung Absaugmenge größer als die Einblasmenge erfüllt wird, und dass durch die Druckausgleichseinheit eine Ausgleichsmenge eingebracht wird, um eine Druckentkopplung von Durchlauföfen und Rüssel zu erreichen. Für die Ausbildung eines dichten Gasvorhangs hat sich eine Einblasmenge von $100\text{Nm}^3/\text{h}$ bis $500\text{Nm}^3/\text{h}$ als praktikabel herausgestellt, da darunter keine ausreichende Abdichtung erreicht wird und darüber turbulente Strömungen zunehmen, was die Effektivität verschlechtert und evtl. zu Bandschwingungen führt.

[0026] Erfindungsgemäßen Verfahren sind dadurch gekennzeichnet, dass eine gegenüber der Einblasmenge um mindestens $50\text{Nm}^3/\text{h}$ größere Absaugmenge abgesaugt wird. Hierdurch wird sichergestellt, dass sich eine stabile Wirbelströmung im unteren Bereich des Rüssels bildet und anfallende Metallstäube zuverlässig abgesaugt werden.

[0027] Verfahren gemäß erfindungsgemäßen Ausführungsformen sind dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichsmenge aufgrund der Differenz eines ersten Drucksensors am Ausgang des Durchlaufofens und eines zweiten Drucksensors zwischen Beschichtungsbadspiegel und Druckausgleichseinheit geregelt wird, und dass die Differenz in einem Bereich von größer 0 mbar, vorzugsweise größer 0,1 mbar, bis 0,7 mbar, gehalten wird. Hierdurch wird weitgehend verhindert, dass im Rüssel ein Unterdruck gegenüber dem im Durchlaufofen herrschenden Druck entsteht, wodurch ein Abziehen der Ofenatmosphäre vermieden wird. Prinzipiell ist ein gleicher Druck ausreichend, als praktikabel ist als Regelgröße für die untere Schwelle von einem Druckunterschied von 0,1 mbar herausgestellt. Als obere Grenze der Regelung haben sich 0,3 mbar oder 0,5 mbar als günstig erwiesen. Idealerweise liegt die Druckdifferenz unterhalb von 0,2 mbar. Wird der Druckunterschied zu niedrig, wird durch den im Rüssel entstehenden Überdruck Rüsselatmosphäre in den Durchlaufofen gedrückt, was die Ofenatmosphäre negativ beeinflusst.

[0028] Ausführungsformen erfindungsgemäßer Verfahren sind dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgas mit 4m/s (m/s = Meter pro Sekunde) bis 10m/s auf das Flachprodukt aufgeblasen wird. Wird das über die Einblaseinheiten in den Rüssel einzublasende Schutzgas mit einer Geschwindigkeit von $\geq 4\text{ m/s}$ und $\leq 10\text{ m/s}$ direkt auf das Stahlband aufgeblasen, ergibt sich die vorteilhafteste Einstellung zur Entfernung von Metallstaub aus der Rüsselatmosphäre und somit zur Vermeidung von qualitativen Ausfällen. Bei Über- oder Unterschreitung dieser Grenzwerte verliert die Maßnahme an Effektivität, weil sich etwa kein ausreichender Gaswirbel aufbaut oder die Atmosphäre zu turbulent wird.

[0029] Erfindungsgemäße Ausführungsformen des Verfahrens sind dadurch gekennzeichnet, dass das Schutzgas mit einer Temperatur von 500°C bis 650°C eingeblasen wird. Hierdurch wird das Flachprodukt auf eine Badeintauchtemperatur gebracht bzw. gehalten, um

die Temperaturführung beziehungsweise Wärmebehandlung der Materialien nicht zu stören und eine Kondensation von Bestandteilen der Rüsselatmosphäre zu vermeiden.

5 **[0030]** Erfindungsgemäße Verfahren sind weiter dadurch gekennzeichnet, dass als Schutzgas Stickstoff oder eine auf Stickstoff basierende Mischungen verwendet wird. Als neutrales Schutzgas bietet Stickstoff Kostenvorteile.

10 **[0031]** Ausführungsformen erfindungsgemäßer Verfahren sind dadurch gekennzeichnet, dass dem Schutzgas Wasserstoff in einem Bereich von 0,5 Volumen-% bis 10 Volumen-% beigemischt wird. Insbesondere wenn ein Grenzwert von für den Sauerstoffgehalt im Rüssel von 10 ppm überstiegen wird, wird diese Maßnahme vorgesehen. Die gezielte Zugabe von Wasserstoff (H_2) (z.B. über die Einblaseinheit) kann gewählt werden, wenn die Sauerstoff (O_2)-Konzentration im Rüssel $> 10\text{ ppm}$ überschreitet. Ansonsten droht eine Verschlechterung der Produktqualität durch unbenetzte Stellen oder schlechter Zinkhaftung auf dem zu produzierenden Stahlband. Im Fall einer H_2 -Einspeisung beträgt der H_2 -Anteil idealerweise $\geq 0,5\text{ Volumen-\%}$ bis $\leq 10,0\text{ Volumen-\%}$ um ein effektives Wirken sicherzustellen, aber unnötige Kosten zu vermeiden.

20 **[0032]** Verfahren nach erfindungsgemäßen Ausführungsformen sind dadurch gekennzeichnet, dass der Taupunkt im Rüssel auf einen Bereich vom -10°C bis -40°C eingestellt wird. Als vorteilhaft für die Produktqualität hat es sich erwiesen, in Abhängigkeit der zu produzierenden Stahllegierung einen Taupunkt von $\leq -10^\circ\text{C}$ bis $\geq -40^\circ\text{C}$ im Rüssel einzustellen, was über eine geregelte Zuführung von befeuchtetem Schutzgas (z.B.: N_2) erfolgen kann. In diesem Fall sieht es die erfinderische Lösung vor, dass das befeuchtete Schutzgas direkt oberhalb des Beschichtungsbadspiegels und unterhalb der Absaugvorrichtung eingespeist wird. Die zugegebene Feuchte unterstützt die Agglomeration der Metallstaubpartikel, sodass das Absaugergebnis verbessert wird. Des Weiteren reduziert die Feuchte die Abdampfrate aus dem Beschichtungsbad.

30 **[0033]** Weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen des Verfahrens sind dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Absaugmenge in einer Reinigungseinheit gereinigt wird und als Schutzgas wieder der Einblaseinheit, Ausgleichseinheit und/oder dem Durchlaufofen zugeführt wird. Zur Steigerung der Umweltverträglichkeit und (Kosten-)Effizienz wird vorgeschlagen, die abgesaugte, mit Metallstaub kontaminierte, Rüsselatmosphäre vom Metallstaub zu befreien und der erfindungsgemäßen Schutzgaseinblasung rückzuführen. Als alternativen Rückspeiseort bietet sich der Durchlaufofen der Beschichtungsanlage an sich an. Die Reinigung kann z.B. durch eine Kältefalle, einen Zyklonabscheider oder eine Filtervorrichtung erfolgen, oder durch Kombination dieser Optionen. In Abhängigkeit der H_2 -Konzentration der abgesaugten Rüsselatmosphäre ist ggf. eine Verdünnung notwendig, um den geltenden

Arbeitssicherheits- und Explosionsschutzanforderungen gerecht zu werden.

[0034] Das der Rüssel beheizt oder mindestens isoliert ausgeführt ist, um die Metallstaubabscheidung an der Rüsselinnenwand zu minimieren, entspricht dem Stand der Technik und wird als selbstverständlich angesehen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen (Brief Description of Drawings)

[0035] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert, wobei gleichartige Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Im Einzelnen zeigen:

Fig. 1: einen Rüssel in einer schematischen, erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 2: eine schematische Einblaseinheit senkrecht zur Materialflussrichtung betrachtet und

Fig. 3: ein Ausführungsbeispiel einer Absaugeinheit.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen (Best Mode for Carrying out the Invention)

[0036] Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Rüssels (9). Der Rüssel (9) erstreckt sich vom Ausgang eines Durchlaufofens (10) bis in die Schmelze (13) eines Beschichtungsbads. Das zu beschichtende Flachprodukt (11) wird hierbei vom Durchlaufofen (10) durch den Rüssel (9) in die Schmelze (13) geleitet. Die Führung des Flachprodukts (11) durch den Durchlaufofen (10) und die Schmelze (13) ist hier nicht dargestellt. Um eine Abdichtung des im Durchlaufofen (10) erwärmten Flachprodukts (11) mit der Umgebung zu vermeiden, erstreckt sich der Rüssel (9) bis unter den Beschichtungsbadspiegel (12). Im unteren Bereich des Rüssels (9) ist eine Einblaseinheit (1) sowie eine in Materialflussrichtung (M) stromabwärts und somit zwischen Einblaseinheit (1) und Beschichtungsbadspiegel (12) angeordnete Absaugeinheit (3) vorgesehen. Die Einblaseinheit (1) sowie die Absaugeinheit (3) sind jeweils auf beiden Seiten des Flachprodukts (11) in Quererstreckung über die Breite des Rüssels (9) vorgesehen und gegenüberliegend angeordnet. Durch die Einblaseinheiten (1) wird eine definierte Einblasmenge an Schutzgas in den Rüssel (9) eingebracht und durch die Absaugeinheit (3) eine Absaugmenge, die größer als die Einblasmenge ist, abgezogen. Hierdurch bildet sich ein dichter Gasvorhang, der die Rüsselatmosphäre unterhalb der Einblaseinheit (1) zu der restlichen Rüsselatmosphäre hin, abdichtet. Durch das bewegte Flachprodukt (11) und die Absaugeinheit (3) wird in dem unteren eine zirkulierende Strömung jeweils auf beiden Seiten des Flachprodukts (11) erzeugt. Durch diese Strömung wird in der Rüsselatmosphäre enthaltener Metaldampf vom Flachprodukt (11) abgehalten und über die Absaugein-

heit (3) abgezogen.

[0037] Um eine Druckentkopplung zum Durchlaufofen (10) zu erreichen, damit nicht die Ofenatmosphäre in den Rüssel (9) gezogen wird, ist im Bereich des oberen Ende des Rüssels (9) beziehungsweise am Ausgang des Durchlaufofens (10) ein Druckausgleichseinheit (7) vorgesehen. Diese Druckausgleichseinheit (7) ist ebenfalls vorzugsweise auf beiden Seiten des Flachprodukts (11) sich über die Breite des Rüssels (9) erstreckend vorgesehen. Der Aufbau ist weiter in bevorzugten Ausführungsformen ähnlich oder gleich der Einblaseinheit (1). Durch die Druckausgleichseinheit (7) wird eine Ausgleichmenge an Schutzgas in den Rüssel (9) eingebracht, um den Unterschied zwischen Einblasmenge und Absaugmenge auszugleichen.

[0038] Zur Regelung der Ausgleichsmenge sind im Rüssel mindestens ein erster und ein zweiter Drucksensor (14.1, 14.2) vorgesehen. Der erste Drucksensor (14.1) ist dabei im oberen Bereich zwischen der Druckausgleichseinheit (7) und dem Ausgang des Durchlaufofens (10) angeordnet, um den Druck in diesem Bereich zu erfassen. Natürlich kann der erste Drucksensor (14.1) auch anstelle des Rüssels (9) im Ausgangsbereich des Durchlaufofens (10) angeordnet sein oder durch evtl. vorhandene Sensorik des Durchlaufofens (10) gebildet werden. Der zweite Drucksensor (14.2) ist in Materialflussrichtung (M) stromabwärts hinter der Druckausgleichseinheit (7) angeordnet, um den Druck im Rüssel (9) zu erfassen. Für eine möglichst gute Erfassung des Unterschiedes ist in bevorzugten Ausführungsformen, wie dargestellt, der zweite Drucksensor (14.2) nach der Einblaseinheit (1) angeordnet. Die Position der ersten und zweiten Drucksensoren (14.1, 14.2) ist allerdings nicht auf die dargestellte Variante beschränkt, vielmehr können die Sensoren beliebig im angegebenen Bereich angeordnet sein. Auch ist die Verwendung mehrerer erster und/oder zweiter Drucksensoren (14.1, 14.2) möglich, um hinsichtlich der Prozesssicherheit beispielsweise eine Redundanz zu haben oder mit einem Mittelwert aus mehreren Messstellen arbeiten zu können. Aufgrund der Differenz der mittels der ersten und zweiten Drucksensoren (14.1, 14.2) ermittelten Drücke wird die Ausgleichsmenge, die über die Druckausgleichseinheit (7) zugeführt wird geregelt. Um eine Beeinflussung der Atmosphäre im Rüssel (9) durch die Atmosphäre im Durchlaufofen (10) als auch umgekehrt der Ofenatmosphäre durch die Rüsselatmosphäre zu vermeiden, sollte der Druckunterschied nie kleiner als 0 mbar werden. Als praktikabel hat sich eine Regelgröße für den Druckunterschied von größer 0,1 mbar herausgestellt.

[0039] In Fig. 1 ist weiter eine Taupunkteinheit (15) vorgesehen. In erfindungsgemäßen Ausführungsformen kann eine oder mehrere Taupunkteinheiten (15) vorgesehen werden, um den Taupunkt der Atmosphäre im Rüssel (9) anzupassen. Zur Einstellung des Taupunkts kann befeuchtetes Schutzgas in den Rüssel eingebracht werden. Die Einbringung kann prinzipiell an zumindest einer beliebigen Stelle des Rüssels (9) erfolgen, wobei

die Taupunkteinheit (15) bevorzugt, wie dargestellt, im unteren Bereich zwischen der Absaugeinheit (3) und dem Beschichtungsbadspiegel (12) angeordnet ist. Hierdurch wird die Abdampftrate aus der Schmelze (13) verringert und gleichzeitig die Agglomeration der Metaldampfpartikel in der Rüsselatmosphäre unterstützt, wodurch die Absaugung dieser Partikel verbessert wird. Alternativ zu einer separaten Taupunkteinheit (15) kann auch eine Befeuchtung der Einblaseinheit (1) und/oder Druckausgleichseinheit (7) zugeführten Schutzgases erfolgen.

[0040] Nicht dargestellt sind in Fig. 1 die Leitungen (6) zur Zu- und Abführung von Schutzgas zu den einzelnen Einblaseinheiten (1), Absaugeinheiten (3), Druckausgleichseinheiten (7) sowie ggf. Taupunkteinheit (15).

[0041] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Einblaseinheit (1) senkrecht zur Materialflussrichtung M, genauer gesagt senkrecht zur Ebene des durchgeführten Flachprodukts (11), gesehen. Hierbei sind zwei Reihen von Schlitzdüsen (2) gezeigt, die jeweils Unterbrechungen oder Zwischenräume zwischen den Schlitzdüsen (2) aufweisen. Die Schlitzdüsen (2) weisen hierbei jeweils eine Breite b und eine Länge l auf. Die beiden Reihen von Schlitzdüsen (2) sind zueinander mit einem Abstand a in Materialflussrichtung M entfernt. Die Schlitzdüsen (2) benachbarter Reihen sind zueinander versetzt, so dass einer Unterbrechung einer Reihe eine Schlitzdüse (2) der benachbarten Reihe zugeordnet ist. Die Schlitzdüsen (2) sind länger ausgebildet als die dazwischenliegenden Unterbrechungen, damit in Materialflussrichtung M gesehen ein Überlapp an den Enden der Schlitzdüsen (2) entsteht. Der Überlapp ist entlang der Einblaseinheit (1) einheitlich ausgebildet.

[0042] In Fig. 3 ist ein Teilbereich dargestellt, der die untere Einblaseinheit (1) und Absaugeinheit (3) sowie Teile der oberen Einblaseinheit (1) und Absaugeinheit (3) im Rüssel (9) eines Ausführungsbeispiels zeigt. Es sind die beiden gegenüberliegenden Einblaseinheiten (1) an der oberen und unteren Wand des Rüssels (9) gezeigt sowie die in Materialflussrichtung M dahinter, also stromabwärts, liegenden Absaugeinheiten (3). In dieser Darstellung ist erkennbar, dass die Schlitzdüsen (2) der Einblaseinheiten (1) zueinander versetzt angeordnet sind. Neben dem Versatz zwischen den Reihen an einer Einblaseinheit (1), wie auch bereits in Fig. 2 gezeigt, ist in Fig. 3 auch der Versatz der Schlitzdüsen (2) bezogen auf die gegenüberliegende Einblaseinheit (1) gezeigt. Im dargestellten Beispiel liegt bei der unteren Einblaseinheit (1) die in Breitenrichtung des Rüssels (9) gesehen äußerste Schlitzdüse (2) in der vorderen, also stromaufwärts liegenden, Reihe und die hintere, also stromabwärts liegende, Reihe beginnt mit einer Unterbrechung. Entsprechend ist bei der oberen Einblaseinheit (1) die äußerste Schlitzdüse (1) in der hinteren Reihe angeordnet und die vordere Reihe beginnt mit einer Unterbrechung. Durch diese Anordnung gelangen das aus den Schlitzdüsen (2) austretenden Schutzgas in der Haupt-

terstreckung ungehindert bis zur gegenüberliegenden Rüsselwand, genauer bis zur gegenüberliegenden Einblaseinheit (1), beziehungsweise der Materialoberfläche des Flachprodukts (11) und eine Berührung der Schutzgasströme erfolgt nur im Bereich der unvermeidbaren Bereiche der Strahlaufweitungen. Durch diese Ausgestaltung wird ein Gasvorhang erreicht, der sehr stabil ist und eine sehr gute Dichtwirkung aufweist.

[0043] Im dargestellten Beispiel der Fig. 3 sind sowohl die Absaugeinheiten (3) als auch die Einblaseinheiten (1) durch Zwischenwände (8) in Breitenrichtung gesehen in mehrere Bereiche aufgeteilt. Für die Abführung beziehungsweise Zuführung von Schutzgas zu den Absaugeinheiten (3) beziehungsweise Einblaseinheiten (1) weisen diese jeweils Leitungen (6) auf, die in Fig. 3 jeweils durch runde Anschlussöffnungen für die Leitungen (6) angedeutet sind. Des Weiteren sind in dem dargestellten Beispiel die Einblaseinheiten (1) und die Absaugeinheiten (3) jeweils mit einem halbrunden Querschnitt ausgebildet, welche durch die Vermeidung von scharfen Kanten strömungstechnische Vorteile aufweist.

[0044] Weiter zeigt Fig. 3 eine bevorzugte Ausführung einer Absaugeinheit (3). Hierbei sind die Hauptöffnungen (4) in Materialflussrichtung M ausgerichtet, um eine zirkulierende Strömung hinter der Einblaseinheit (1) zu erzeugen. Die Hauptöffnungen (4) im Bereich der Leitungen (6) sind hierbei mit einer größeren Höhe ausgebildet, um über die Breite relativ homogene Strömungsverhältnisse zu erreichen. Die Höhe der Hauptöffnungen (4) kann sich hierbei kontinuierlich ändern oder wie im dargestellten Beispiel sprunghaft. An der Oberseite der Absaugeinheiten (3) sind bevorzugt Zusatzöffnungen (5) vorgesehen. Durch diese wird neben einer Verbesserung der Absaugung ebenfalls eine Verkürzung des Bereichs der zirkulierenden Strömung ermöglicht, was den benötigten Bauraum im Rüssel (9) verringert und die zirkulierende Strömung begünstigt. Die Zusatzöffnungen können mit einer einheitlichen Höhe über die Breite der Absaugeinheit ausgebildet sein, oder auch analog zu den Hauptöffnungen (4) mit unterschiedlichen Höhen. Für das Beispiel in einem Rüssel einer Feuerbeschichtungsanlage können die Einblaseinheiten (1) und Absaugeinheiten (3) beispielsweise mit einem Radius von 40mm ausgebildet sein, und die Höhe der Hauptöffnungen (4) beispielsweise im Bereich von 10 bis 15mm und die Höhe der Zusatzöffnungen (5) bei ca. 8mm liegen. Die Leitungen (6) können in diesem Beispiel dann mit einem Durchmesser von ca. 60mm ausgebildet sein.

[0045] Die verschiedenen Merkmale der Erfindung sind beliebig miteinander kombinierbar und nicht nur auf die beschriebenen oder dargestellten Beispiele von Ausführungsformen beschränkt.

Bezugszeichenliste

[0046]

1 Einblaseinheit

- 2 Schlitzdüsen
- 3 Absaugeinheit
- 4 Hauptöffnung
- 5 Zusatzöffnung
- 6 Leitung
- 7 Druckausgleichseinheit
- 8 Zwischenwand
- 9 Rüssel
- 10 Durchlaufofen
- 11 Flachprodukt
- 12 Beschichtungsbadspiegel
- 13 Schmelze
- 14.1 erster Drucksensor
- 14.2 zweiter Drucksensor
- 15 Taupunkteinheit

- a Abstand
- b Breite
- l Länge
- u Überlapp
- M Materialflussrichtung

Patentansprüche

1. Rüssel (9) für eine Schmelztauchbeschichtungsanlage für ein Flachprodukt (11), welcher sich vom Ausgang eines Durchlaufofens (10) bis in eine Schmelze (13) unterhalb des Beschichtungsbadspiegels (12) erstreckt und das Flachprodukt (11) von der Umgebung isoliert, wobei mindestens eine Absaugeinheit (3) und eine Einblaseinheit (1) vorgesehen sind und die mindestens eine Absaugeinheit (3) zwischen der mindestens einen Einblaseinheit (1) und dem Beschichtungsbadspiegel (12) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Druckausgleichseinheit (7) zwischen der Einblaseinheit (1) und dem Ausgang des Durchlaufofens (10) angeordnet ist, und dass ein erster Drucksensor (14.1) am Ausgang des Durchlaufofens (10) und ein zweiter Drucksensor (14.2) zwischen Beschichtungsbadspiegel (12) und Druckausgleichseinheit (7) vorgesehen sind.
2. Rüssel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absaugeinheit (3) in einem Abstand von 50mm bis 200mm vom Beschichtungsbadspiegel (12) entfernt angeordnet ist.
3. Rüssel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen Absaugeinheit (3) und Einblaseinheit (1) maximal 750mm beträgt.
4. Rüssel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Taupunkteinheit (15) vorgesehen ist, über die befeuchtetes Schutzgas zur Taupunktregelung zuführbar ist.

5. Rüssel nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Taupunkteinheit (15) zwischen Beschichtungsbadspiegel (12) und Absaugeinheit (3) angeordnet ist.
6. Rüssel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die mindestens eine Einblaseinheit (1) und eine Absaugeinheit (3) auf beiden Seiten des Flachprodukts (11) jeweils über die Quererstreckung des Rüssels (9) an gegenüberliegenden Wandungen erstrecken, dass die Einblaseinheiten (1) direkt gegenüberliegend vorgesehen sind, dass die Einblaseinheiten (1) jeweils mindestens zwei Reihen aus einer Mehrzahl von Schlitzdüsen (2) mit dazwischen liegenden Unterbrechungen umfassen, wobei die Schlitzdüsen (2) der Reihen zueinander versetzt angeordnet sind, und wobei die Unterbrechungen kürzer als die Schlitzdüsen (2) der benachbarten Reihe sind, damit die Schlitzdüsen (2) der Reihen in Materialflussrichtung (M) überlappen, und dass die Schlitzdüsen (2) einer Einblaseinheit (1) jeweils einer Unterbrechung der gegenüberliegenden Einblaseinheit (1) gegenüberliegt.
7. Verfahren zum Betrieb eines Rüssels (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schutzgas mit einer Einblasmenge von 100Nm³/h bis 500Nm³/h durch die Einblaseinheit (1) eingebracht wird, dass durch die Absaugeinheit (3) eine Absaugmenge von 150Nm³/h bis 700Nm³/h abgezogen wird, dass die Bedingung Absaugmenge größer als die Einblasmenge erfüllt wird, und dass durch die Druckausgleichseinheit (7) eine Ausgleichsmenge eingebracht wird, um eine Druckentkopplung von Durchlaufofen (10) und Rüssel (9) zu erreichen.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine gegenüber der Einblasmenge um mindestens 50Nm³/h größere Absaugmenge abgesaugt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsmenge aufgrund der Differenz eines ersten Drucksensors (14.1) am Ausgang des Durchlaufofens (10) und eines zweiten Drucksensors (14.2) zwischen Beschichtungsbadspiegel (12) und Druckausgleichseinheit (7) geregelt wird, und dass die Differenz in einem Bereich von größer 0 mbar, vorzugsweise größer 0,1 mbar, bis 0,7 mbar gehalten wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schutzgas mit 4m/s bis 10m/s auf das Flachprodukt (11) aufgeblasen wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **da-**

durch gekennzeichnet, dass das Schutzgas mit einer Temperatur von 500°C bis 650°C eingeblasen wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **da-
durch gekennzeichnet, dass** als Schutzgas Stickstoff oder eine auf Stickstoff basierende Mischungen verwendet wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **da-
durch gekennzeichnet, dass** dem Schutzgas Wasserstoff in einem Bereich von 0,5 Volumen-% bis 10 Volumen-% beigemischt wird, insbesondere wenn ein Grenzwert von für den Sauerstoffgehalt im Rüssel (9) von 10 ppm überstiegen wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **da-
durch gekennzeichnet, dass** der Taupunkt im Rüssel (9) auf einen Bereich vom +30°C bis -40°C eingestellt wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 14, **da-
durch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teil der Absaugmenge in einer Reinigungseinheit gereinigt wird und als Schutzgas wieder der Einblaseinheit (1), Ausgleichseinheit (7) und/oder dem Durchlaufofen (10) zugeführt wird.

Claims

1. Snout (9) for a hot-dip coating installation for a flat product (11), which snout extends from the exit of a continuous furnace (10) as far as into a melt (13) below the coating bath surface (12) and insulates the flat product (11) from the surroundings, wherein at least one suction unit (3) and one blow-in unit (1) are provided, and the at least one suction unit (3) is arranged between the at least one blow-in unit (1) and the coating bath surface (12), **characterized in that** a pressure compensation unit (7) is arranged between the blow-in unit (1) and the exit of the continuous furnace (10), and **in that** a first pressure sensor (14.1) is provided at the exit of the continuous furnace (10) and a second pressure sensor (14.2) is provided between coating bath surface (12) and pressure compensation unit (7).
2. Snout according to Claim 1, **characterized in that** the suction unit (3) is arranged so as to be spaced apart from the coating bath surface (12) by a distance of 50 mm to 200 mm.
3. Snout according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the distance between suction unit (3) and blow-in unit (1) amounts to at most 750 mm.
4. Snout according to any of Claims 1 to 3, **character-**

ized in that a dewpoint unit (15) is provided, via which humidified shielding gas can be fed for closed-loop dewpoint control.

5. Snout according to Claim 4, **characterized in that** the dewpoint unit (15) is arranged between coating bath surface (12) and suction unit (3).
6. Snout according to any of Claims 1 to 5, **characterized in that** the at least one blow-in unit (1) and one suction unit (3) extend, on both sides of the flat product (11), in each case over the transverse extent of the Snout (9) at opposite walls, **in that** the blow-in units (1) are provided directly oppositely, **in that** the blow-in units (1) comprise in each case at least two rows composed of a multiplicity of slotted orifices (2) with interruptions situated in between, wherein the slotted orifices (2) of the rows are arranged offset with respect to one another, and wherein the interruptions are shorter than the slotted orifices (2) of the adjacent row in order that the slotted orifices (2) of the rows overlap in a material flow direction (M), and **in that** the slotted orifices (2) of one blow-in unit (1) are situated in each case opposite an interruption of the opposite blow-in unit (1).
7. Method for operating a snout (9) according to any of Claims 1 to 6, **characterized in that** shielding gas is introduced in a blow-in quantity of 100 Nm³/h to 500 Nm³/h by means of the blow-in unit (1), **in that** an suction quantity of 150 Nm³/h to 700 Nm³/h is extracted by means of the suction unit (3), **in that** the condition that the suction quantity is greater than the blow-in quantity is satisfied, and **in that** a compensation quantity is introduced by means of the pressure compensation unit (7) in order to realize pressure decoupling of continuous furnace (10) and snout (9).
8. Method according to Claim 7, **characterized in that** an suction quantity which is greater than the blow-in quantity by at least 50 Nm³/h is extracted.
9. Method according to Claim 7 or 8, **characterized in that** the compensation quantity is controlled in closed-loop fashion on the basis of the difference of a first pressure sensor (14.1) at the outlet of the continuous furnace (10) and of a second pressure sensor (14.2) between coating bath surface (12) and pressure compensation unit (7), and **in that** the difference is kept in a range of greater than 0 mbar, preferably greater than 0.1 mbar, to 0.7 mbar.
10. Method according to any of Claims 7 to 9, **characterized in that** the shielding gas is blown onto the flat product (11) at 4 m/s to 10 m/s.
11. Method according to any of Claims 7 to 10, **charac-**

terized in that the shielding gas is injected at a temperature of 500°C to 650°C.

12. Method according to any of Claims 7 to 11, **characterized in that**, as shielding gas, use is made of nitrogen or of mixtures based on nitrogen.
13. Method according to any of Claims 7 to 12, **characterized in that** hydrogen is admixed to the shielding gas in a range from 0.5 % by volume to 10 % by volume, in particular if a threshold value for the oxygen content in the snout (9) of 10 ppm is exceeded.
14. Method according to any of Claims 7 to 13, **characterized in that** the dewpoint in the snout (9) is set to a range from +30°C to -40°C.
15. Method according to any of Claims 7 to 14, **characterized in that** at least a part of the suction quantity is purified in a purification unit and is fed again as shielding gas to the blow-in unit (1), compensation unit (7) and/or the continuous furnace (10).

Revendications

1. Trompe (9) destinée à un système de revêtement par immersion à chaud pour un produit plat (11), laquelle trompe s'étend de la sortie d'un four continu (10) jusque dans une matière en fusion (13) sous le niveau de bain de revêtement (12) et isole le produit plat (11) vis-à-vis de l'environnement, au moins une unité d'aspiration (3) et une unité d'injection par soufflage (1) étant prévues et l'au moins une unité d'aspiration (3) étant disposée entre l'au moins une unité d'injection par soufflage (1) et le niveau de bain de revêtement (12), **caractérisée en ce qu'une** unité de compensation de pression (7) est disposée entre l'unité d'injection par soufflage (1) et la sortie du four continu (10) et **en ce qu'un** premier capteur de pression (14.1) est prévu à la sortie du four continu (10) et un deuxième capteur de pression (14.2) est prévu entre le niveau de bain de revêtement (12) et l'unité de compensation de pression (7).
2. Trompe selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'unité d'aspiration (3) est disposée à une distance de 50 mm à 200 mm du niveau de bain de revêtement (12).
3. Trompe selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la distance entre l'unité d'aspiration (3) et l'unité d'injection par soufflage (1) est de 750 mm maximum.
4. Trompe selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce qu'une** unité à point de rosée (15) est prévue qui permet d'amener le gaz protecteur humi-

difié à la régulation du point de rosée.

5. Trompe selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** l'unité à point de rosée (15) est disposée entre le niveau de bain de revêtement (12) et l'unité d'aspiration (3).
6. Trompe selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** l'au moins une unité d'injection par soufflage (1) et une unité d'aspiration (3) s'étendent chacune de part et d'autre du produit plat (11) sur l'étendue transversale de la trompe (9) sur des parois opposées, **en ce que** les unités d'injection par soufflage (1) sont prévues directement l'une en face de l'autre, **en ce que** les unités d'injection par soufflage (1) comprennent chacune au moins deux rangées d'une pluralité de buses à fente (2) entre lesquelles sont ménagées des interruptions, les buses à fente (2) des rangées étant disposées en étant décalées les unes des autres, et les interruptions étant plus courtes que les buses à fente (2) de la rangée adjacente de sorte que les buses à fente (2) des rangées se chevauchent dans le sens d'écoulement de matière (M), et **en ce que** les buses à fente (2) d'une unité d'injection par soufflage (1) sont situées chacune en face d'une interruption de l'unité d'injection par soufflage (1) opposée.
7. Procédé de fonctionnement d'une trompe (9) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** du gaz protecteur est introduit à travers l'unité d'injection par soufflage (1) à un débit d'injection par soufflage de 100Nm³/h à 500Nm³/h, **en ce qu'une** quantité d'aspiration de 150Nm³/h à 700Nm³/h est enlevée par l'unité d'aspiration (3), **en ce que** la condition quantité d'aspiration supérieure à quantité d'injection par soufflage est satisfaite, et **en ce que** l'unité de compensation de pression (7) introduit une quantité de compensation pour réaliser un découplage de pression entre le four continu (10) et la trompe (9).
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'une** quantité d'aspiration enlevée par aspiration est supérieure à la quantité d'injection par soufflage d'au moins 50 Nm³/h.
9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la quantité de compensation est régulée en fonction de la différence entre un premier capteur de pression (14.1) situé à la sortie du four continu (10) et un deuxième capteur de pression (14.2) situé entre le niveau de bain de revêtement (12) et l'unité de compensation de pression (7), et **en ce que** la différence est maintenue dans une plage supérieure à 0 mbar, de préférence supérieure à 0,1 mbar, jusqu'à 0,7 mbar.

10. Procédé selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** le gaz protecteur est soufflé sur le produit plat (11) à raison de 4m/s à 10m/s.
11. Procédé selon l'une des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** le gaz protecteur est soufflé à une température de 500 °C à 650 °C. 5
12. Procédé selon l'une des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que** de l'azote ou un mélange à base d'azote est utilisé comme gaz protecteur. 10
13. Procédé selon l'une des revendications 7 à 12, **caractérisé en ce que** de l'hydrogène est ajouté au gaz protecteur dans une plage de 0,5 % en volume à 10 % en volume, notamment lorsqu'une valeur limite de la teneur en oxygène dans la trompe (9) de 10 ppm est dépassée. 15
14. Procédé selon l'une des revendications 7 à 13, **caractérisé en ce que** le point de rosée dans la trompe (9) est réglé dans une plage de +30 °C à -40 °C. 20
15. Procédé selon l'une des revendications 7 à 14, **caractérisé en ce qu'**au moins une partie de la quantité d'aspiration est nettoyée dans une unité de nettoyage et ramenée comme gaz protecteur à l'unité d'injection par soufflage (1), à l'unité de compensation (7) et/ou au four continu (10). 25

30

35

40

45

50

55

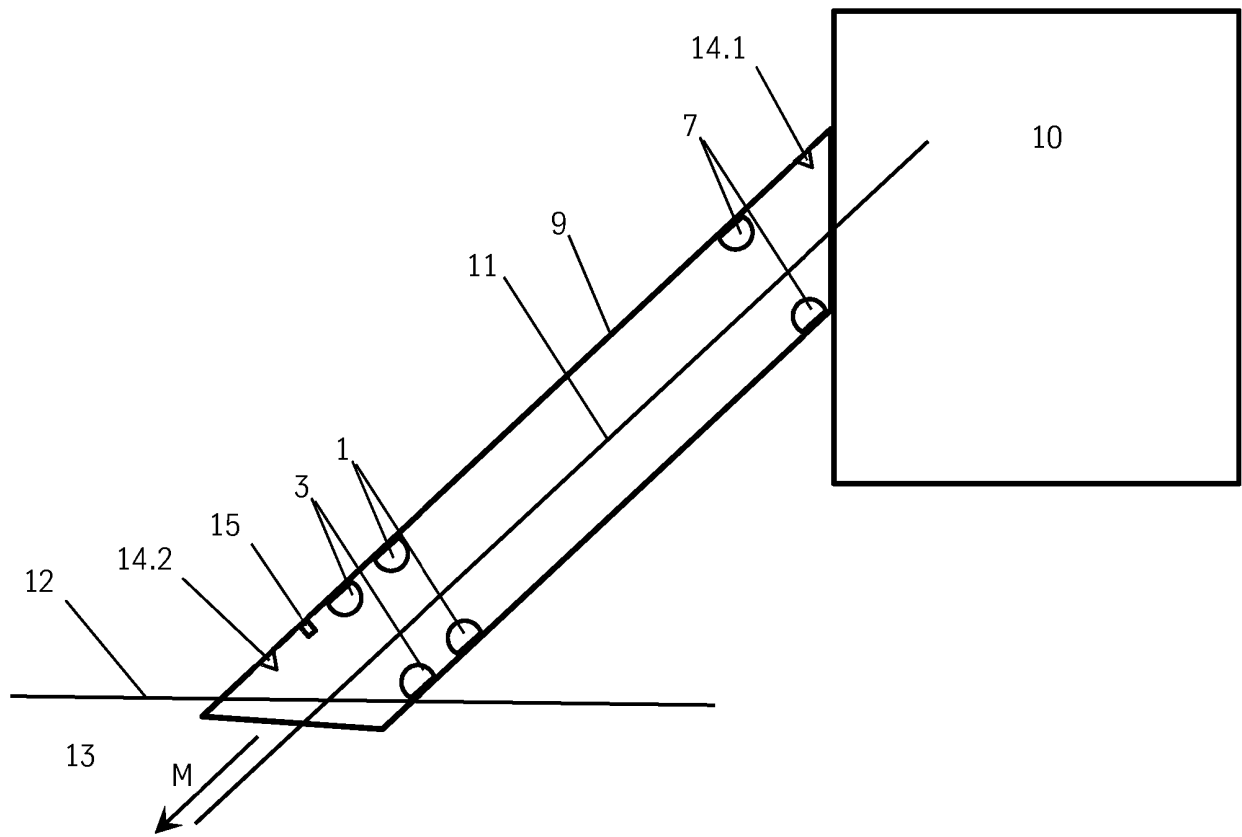


Fig. 1

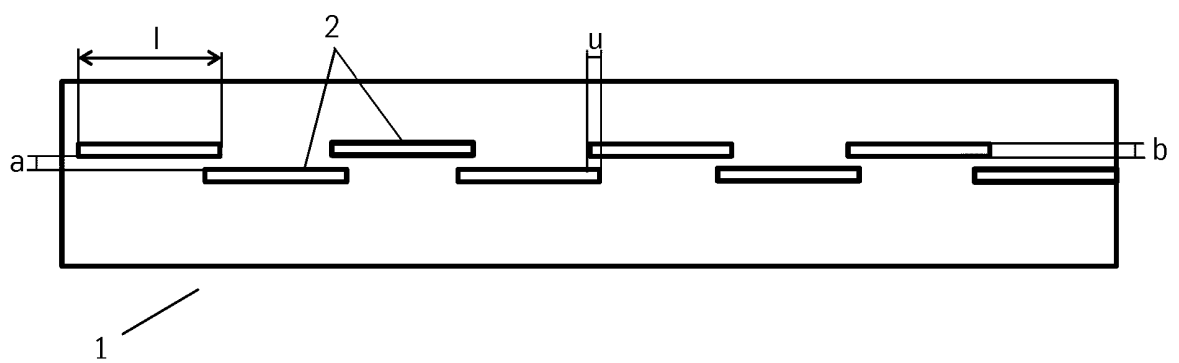


Fig. 2

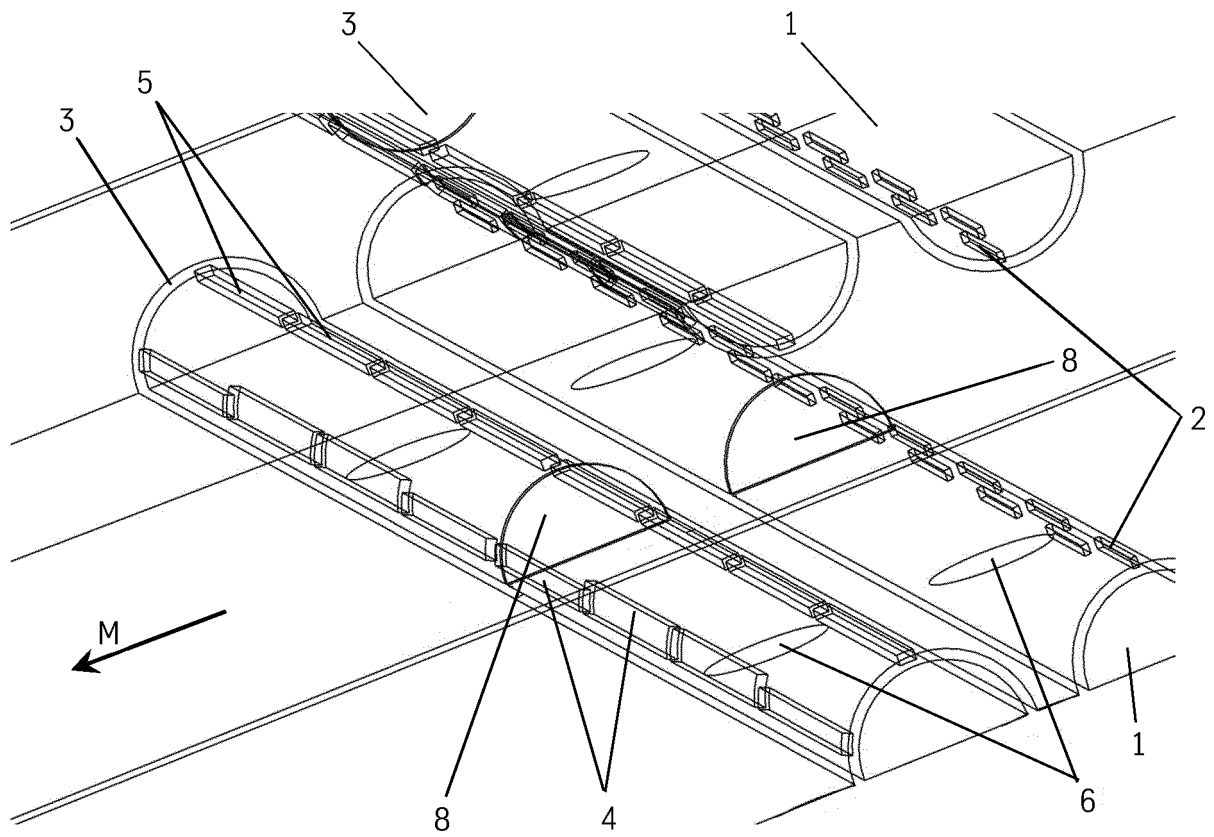


Fig. 3

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

- JP H07157853 A [0006]
- DE 102012106106 A1 [0007]
- DE 102015108334 B3 [0008]