

(12)

# Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 9024/2018  
 (86) PCT-Anmeldenummer: PCT/EP18055464  
 (22) Anmeldetag: 06.03.2018  
 (45) Veröffentlicht am: 15.06.2022

(51) Int. Cl.: C21D 9/56 (2006.01)  
 C21D 9/63 (2006.01)  
 F27B 9/24 (2006.01)  
 F27D 7/02 (2006.01)

(30) Priorität:  
 08.03.2017 DE 102017104909.6 beansprucht.  
 (56) Entgegenhaltungen:  
 DE 102014118946 A1  
 JP S61253329 A  
 JP S624833 A

(73) Patentinhaber:  
 EBNER Industrieofenbau GmbH  
 4060 Leonding (AT)

(72) Erfinder:  
 Ebner Robert  
 4060 Leonding (AT)  
 Pschebezin Ulrich  
 4052 Ansfelden (AT)  
 Lukatsch Roland  
 4081 Hartkirchen (AT)  
 Poherdorfer Alexander  
 4111 Walding (AT)  
 Fröhlich Günther  
 4202 Sonnberg im Mühlkreis (AT)  
 Götsch Leopold  
 4020 Linz (AT)

(74) Vertreter:  
 Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt  
 GmbH  
 4580 Windischgarsten (AT)

## (54) Bandschwebeanlage mit einem Düsensystem

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Düsensystem (100) für eine Bandschwebeanlage (300) zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials (101). Ein Düsenkörper (102), welcher entlang einer Förderrichtung (103) des bandförmigen Materials (101), welches innerhalb einer Bandlaufebene beförderbar ist, weist einen vorderen Randbereich (104) und einen, gegenüber diesem liegenden hinteren Randbereich (105) auf. Eine vordere Gasdüsenanordnung (110) ist an dem vorderen Randbereich (104) derart angeordnet, dass ein vorderer Gasstrahl (111) in Richtung der Bandlaufebene zum Bilden eines Schwebedüsenfelds (106) für das bandförmige Material (101) strömbar ist. Eine hintere Gasdüsenanordnung (120) ist an dem hinteren Randbereich (105) derart angeordnet, dass ein hinterer Gasstrahl (121) in Richtung der Bandlaufebene zum Bilden des Schwebedüsenfelds (106) für das bandförmige Material (101) strömbar ist. Eine Düsenanordnung (130) ist in Förderrichtung

(103) vor der vorderen Gasdüsenanordnung (110) oder hinter der hinteren Gasdüsenanordnung (120) angeordnet, wobei die Düsenanordnung (130) derart eingerichtet ist, dass ein flüssiges Fluid in einem Fluidstrahl (131) in das Schwebedüsenfeld (106) in Richtung der Bandlaufebene zum Temperieren des bandförmigen Materials strömbar ist.

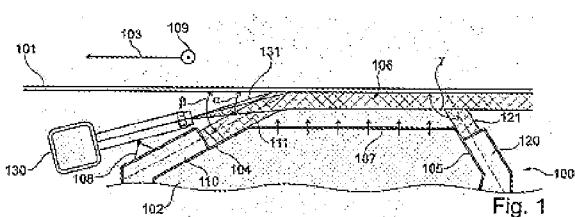


Fig. 1

## Beschreibung

### BANDSCHWEBEANLAGE MIT EINEM DÜSENSYSTEM

#### TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Düsenystem für eine Bandschwebeanlage zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials sowie eine Bandschwebeanlage. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren schwebenden Führen eines bandförmigen Materials.

#### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Bei der Herstellung von Metallbauteilen und insbesondere von Metallbändern werden diese in einem Bandschwebeofen gezielt temperiert, um ein gewünschtes Metallgefüge im Endprodukt einzustellen. Dabei werden Metallbänder kontinuierlich oder sequenziell durch einen Bandschwebeofen hindurchgeführt. Die einzelnen Abschnitte des Bandschwebeofens können dabei individuell mit einer bestimmten Temperatur beheizt bzw. gekühlt werden. Das zu temperierende Metallband erfährt während des Durchlaufs des Bandschwebeofens einen vordefinierten Temperierverlauf, sodass ein gewünschtes Metallgefüge einstellbar ist.

**[0003]** Bei Bandschwebeöfen wird das Metallband schwebend, d. h. kontaktfrei, hindurchgeführt. Hierzu werden insbesondere Luftdüsen angeordnet, welche ein Schwebedüsenfeld ausbilden und das Metallband anheben.

**[0004]** Zur Abkühlung des Metallbands wird dieses mit einer Flüssigkeit, insbesondere Wasser, benetzt. Dabei sind die optimale Ausrichtung der Wasserdüsen sowie die Wassermenge von Bedeutung, um einen gewünschten Abkühlgradienten einzustellen. Insbesondere hat sich als vorteilhaft herausgestellt, dass das Metallband mittels Verdampfungskühlung schonend gekühlt werden kann. Dabei wird versucht, dass das auf die zu kühlende Oberfläche aufgebrachte Kühlmedium (Wasser) vollständig verdampft. Falls keine vollständige Verdampfung stattfindet, besteht das Risiko der Tröpfchenbildung auf der Oberfläche des Metallbands. Diese Tröpfchen bzw. dieses Restwasser kühlen das Metallband inhomogen, z.B. lokal stärker ab, sodass keine gleichmäßige Abkühlung gewährleistet ist.

#### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Bandschwebeanlage mit einem exakt einstellbaren Abkühlgradienten für ein zu führendes Material einzustellen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird mit einem Düsenystem für eine Bandschwebeanlage, mit einer Bandschwebeanlage zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials sowie einem Verfahren zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials gemäß den Gegenständen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

**[0007]** Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Düsenystem für eine Bandschwebeanlage zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials beschrieben. Das Düsenystem weist einen Düsenkörper auf, welcher entlang einer Förderrichtung des bandförmigen Materials, welches innerhalb einer Bandlaufebene beförderbar ist, einen vorderen Randbereich und einen, gegenüber diesem liegenden hinteren Randbereich aufweist. Ferner weist das Düsenystem eine vordere Gasdüsenanordnung auf, welche an dem vorderen Randbereich derart angeordnet ist, dass ein vorderer Gasstrahl in Richtung der Bandlaufebene zum Bilden eines Schwebedüsenfelds für das bandförmige Material strömbar ist. Ferner weist das Düsenystem eine hintere Gasdüsenanordnung auf, welche an dem hinteren Randbereich derart angeordnet ist, dass ein hinterer Gasstrahl in Richtung der Bandlaufebene zum Bilden des Schwebedüsenfelds für das bandförmige Material strömbar ist. Ferner weist das Düsenystem eine Düsenanordnung auf, welche in Förderrichtung vor der vorderen Gasdüsenanordnung und/oder hinter der hinteren Gasdüsenanordnung, insbesondere an dem Düsenkörper und/oder an einer strukturell vom Düsenkörper getrennten Tragstruktur, angeordnet ist. Die Düsenanordnung ist derart eingerichtet, dass ein

flüssiges Fluid in einem Fluidstrahl in Richtung der Bandlaufebene in das Schwebedüsenfeld zum Temperieren des bandförmigen Materials strömbar ist.

**[0008]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials beschrieben. Gemäß dem Verfahren wird das bandförmige Material entlang einer Förderrichtung innerhalb einer Bandlaufebene geführt, wobei ein Düsenkörper entlang einer Förderrichtung einen vorderen Randbereich und einen, gegenüber diesem liegenden hinteren Randbereich aufweist. Ferner wird ein vorderer Gasstrahl in Richtung der Bandlaufebene geströmt zum Bilden eines Schwebedüsenfelds für das bandförmige Material mittels einer vorderen Gasdüsenanordnung, welche an dem vorderen Randbereich angeordnet ist. Ferner wird ein hinterer Gasstrahl in Richtung der Bandlaufebene geströmt zum Bilden des Schwebedüsenfelds für das bandförmige Material mittels einer hinteren Gasdüsenanordnung, welche an dem hinteren Randbereich angeordnet ist. Ferner wird ein Fluidstrahl in das Schwebedüsenfeld in Richtung der Bandlaufebene geströmt zum Temperieren des bandförmigen Materials mittels einer Düsenanordnung, welche in Förderrichtung vor der vorderen und/oder hinter der hinteren Gasdüsenanordnung angeordnet ist.

**[0009]** Das bandförmige Material besteht beispielsweise aus einem dünnen Metallband, wie beispielsweise bestehend aus einem Buntmetall oder Aluminium. In der Bandschwebeanlage wird das bandförmige Material nahezu kontaktlos befördert, sodass Auflagerstellen reduziert werden. Insbesondere wird dies durch die Erzeugung eines Schwebedüsenfelds mittels der Gasdüsenanordnungen erzeugt. Mit anderen Worten wird das bandförmige Material durch das Schwebedüsenfeld getragen.

**[0010]** Das bandförmige Material wird innerhalb einer Bandlaufebene geführt. Ferner wird das bandförmige Material in Förderrichtung durch die Bandschweeanlage geführt. Senkrecht bzw. quer zur Förderrichtung wird die Breite des bandförmigen Materials definiert.

**[0011]** Der Düsenkörper bildet beispielsweise einen Düsenkasten aus. Der Düsenkörper trägt die Gasdüsenanordnungen. Ferner kann die Düsenanordnung zum Ausströmen des flüssigen Fluids an dem Düsenkörper befestigt bzw. angeordnet sein. Die Düsenanordnung kann auch an einer strukturell vom Düsenkörper getrennten Tragstruktur angeordnet werden. Der Düsenkörper kann beispielsweise die Gasdüsenanordnungen integral ausbilden. Beispielsweise kann, wie weiter unten beschrieben, mittels runden oder schlitzartigen Auslässen entsprechende Gasdüsenanordnungen ausgebildet werden. Der Düsenkörper erstreckt sich ferner über die Breite des bandförmigen Materials bzw. senkrecht zur Förderrichtung.

**[0012]** Der Düsenkörper wird in Förderrichtung von einer vorderen Kante, welche den vorderen Randbereich ausbildet und einer hinteren Kante, welche den hinteren Randbereich ausbildet, begrenzt. Die vordere Kante und die hintere Kante sind dabei insbesondere parallel zueinander und gegenüberliegend an dem Düsenkörper ausgebildet. Die vordere Gasdüsenanordnung ist am Düsenkörper somit gegenüber der hinteren Gasdüsenanordnung angeordnet. Zwischen der Gasdüsenanordnung ist insbesondere keine Düsenanordnung zu Ausströmen eines flüssigen Fluids angeordnet. Der vordere Randbereich und der hintere Randbereich erstrecken sich über die Breite bzw. in Breitenrichtung des bandförmigen Materials. Entlang des vorderen Randbereichs ist die vordere Gasdüsenanordnung angeordnet bzw. ausgebildet. Die vordere Gasdüsenanordnung kann dabei beispielsweise eine Vielzahl einzelner Gasdüsen aufweisen oder durch entsprechende Auslässe in dem vorderen Randbereich ausgebildet werden. Die hintere Gasdüsenanordnung kann dabei beispielsweise eine Vielzahl einzelner Gasdüsen aufweisen oder durch entsprechende Auslässe in dem hinteren Randbereich ausgebildet werden. Die vordere und hintere Gasdüsenanordnung ist ausgebildet, ein gasförmiges Medium, d. h. ein Gas bzw. ein Gasgemisch mittels eines oder mehrerer vorderer und hinterer Gasstrahlen in Richtung Bandlaufebene zu strömen.

**[0013]** Zum Erzeugen des vorderen und des hinteren Gasstrahls kann beispielsweise Luft, Edelgase und/oder andere Inertgase verwendet werden.

**[0014]** Die Gasdüsenanordnungen sind dabei derart ausgebildet, dass der Volumenstrom und

der Gasdruck der entsprechenden vorderen und hinteren Gasstrahlen ein entsprechend stabiles Schwebedüsenfeld generieren. Das Schwebedüsenfeld dient dazu, dass bandförmige Material abzulenken bzw. auszurichten. Einerseits kann ein unteres Schwebedüsenfeld, welches unter dem bandförmigen Material ausgebildet wird, dass bandförmige Material anheben. Ferner kann ein Schwebedüsenfeld, welches über dem bandförmigen Material ausgebildet wird, dass bandförmige Material in Schwerkraftrichtung auslenken bzw. ablenken.

**[0015]** Die Düsenanordnung ist ausgebildet, um ein flüssiges Fluid, wie beispielsweise ein Wassergemisch oder ein Ölgemisch, in das Schwebedüsenfeld in Richtung Bandlaufebene zu sprühen, um eine gewünschte Temperierwirkung (aufheizen oder abkühlen) des bandförmigen Materials zu bewirken. Die Düsenanordnung kann dabei das flüssige Fluid mit einem vorbestimmten Volumenstrom sowie einer vorbestimmten Fluidtemperatur in das Schwebedüsenfeld in Richtung Bandlaufebene sprühen. Die Düsenanordnung erstreckt sich über die Breite des bandförmigen Materials und bildet einen sogenannten Wasserbalken aus.

**[0016]** Die Düsenanordnung ist dabei derart ausgebildet, dass das flüssige Fluid mit einem hohen Zerstreuungsgrad, d. h. mit einer kleinen Tröpfchengröße, in das Schwebedüsenfeld in Richtung Bandlaufebene ausgeströmt werden kann. Die Düsenanordnung kann aus einer Vielzahl von Düsenelementen bestehen, welche in einer oder mehreren Reihen zueinander angeordnet sind und welche Reihen sich in Breitenrichtung senkrecht zur Förderrichtung erstrecken.

**[0017]** Aufgrund der zusätzlichen Bestromung des bandförmigen Materials mittels eines flüssigen Fluids kann beispielsweise ein Wärmeübertragungsgradient bzw. Temperaturgradient zwischen 100 Watt/(m<sup>2</sup> x Kelvin) bis 6000 Watt/(m<sup>2</sup> x Kelvin) eingestellt werden. Mittels der Düsenanordnung, beispielsweise der in ihr ausgebildeten Düsenköpfe, wird das flüssige Fluid in feinste Tröpfchen zerstäubt, wodurch die Verdampfungsentalpie als zusätzliche Kühlenergie genutzt werden kann.

**[0018]** Die Gasdüsenanordnungen und/oder die Düsenanordnung können beispielsweise Flachstrahldüsen, Vollkegeldüsen, Zerstäuberdüsen oder Hohlkegeldüsen aufweisen. Ferner sind zur Steuerung der Gasdüsenanordnungen und/oder der Düsenanordnung entsprechende Steuerventile vorgesehen. Insbesondere für die Düsenanordnung können pulsgesteuerte Ventile angeordnet werden, um das flüssige Fluid gepulst d. h. mittels eines pulsierenden Fluidstrahls auf das bandförmige Material zu strömen.

**[0019]** Die Düsenanordnung ist insbesondere außerhalb der Gasdüsenanordnung angeordnet, d.h. vor der vorderen Gasdüsenanordnung oder hinter der hinteren Gasdüsenanordnung. Mit anderen Worten bildet sich zwischen der vorderen Gasdüsenanordnung und der hinteren Gasdüsenanordnung ein Zwischenbereich aus, welcher frei von einer Düsenanordnung zum Einströmen eines flüssigen Fluids ist. Somit ist keine alternierende Verschachtelung der Gasdüsenanordnung mit der Düsenanordnung vorhanden.

**[0020]** Mit anderen Worten ist zwischen dem vorderen Randbereich des Düsenkörpers und dem hinteren Randbereich des Düsenkörpers keine Fluiddüse zum Aufbringen bzw. Ausströmen einer Flüssigkeit, wie beispielsweise Wasser, vorgesehen. Ein Einströmen von Wasser zwischen zwei, an einem Düsenkörper angebrachten Luftpüßen könnte dazu führen, dass das von der Düse aufgetragene Wasser langsamer verdampfen und entweichen kann, da das Wasser zwischen den beiden Luftpüßen bzw. dem somit erzeugten Schwebedüsenfeld schwer entweichen kann.

**[0021]** Bei dem Ansatz der vorliegenden Erfindung wird eine Flüssigkeit wie beispielsweise Wasser, welche durch die Düsenanordnung in Förderrichtung vor der vorderen Gasdüsenanordnung oder hinter der hinteren Gasdüsenanordnung aufgebracht wird, zügig und vorteilhaft insbesondere mithilfe des durch die Gasdüsenanordnungen erzeugten Schwebedüsenfelds abgeführt, so dass eine übermäßige Tröpfchenbildung an dem bandförmigen Material vermieden werden kann und entsprechend keine Leidensfrostproblematik auftritt. Das vorteilhafte Abführen der Wassertropfen wird insbesondere dadurch erzeugt, dass die Düsenanordnung in Förderrichtung des Materials vor der Düsenanordnung an dem Düsenkörper angeordnet ist. Mit anderen Worten wird ein verbesserter Trocknungseffekt bewirkt, da beispielsweise die Wasserrückstände von der

rückströmenden Luft abgeblasen werden. Ferner wird ein Eintritt des flüssigen Fluids in die Gasdüsenanordnung verhindert.

**[0022]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist die Düsenanordnung derart angeordnet, dass der Fluidstrahl in den vorderen Gasstrahl einströmbar ist, insbesondere bevor der vordere Gasstrahl auf dem bandförmigen Material auftrifft. Mit anderen Worten ist der vordere Gasstrahl und der Fluidstrahl derart zueinander ausgebildet, dass das flüssige Fluid mit dem Gas in dem vorderen Gasstrahl vermischt wird, bevor das flüssige Fluid und das Gas auf dem bandförmigen Material auftreffen. Dies führt zu einer verbesserten Zerstäubung des flüssigen Fluids und somit zu einer effektiveren Temperierung des bandförmigen Materials.

**[0023]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist die Düsenanordnung derart angeordnet, dass der Fluidstrahl zu der Förderrichtung einen Winkel zwischen  $\pm 20^\circ$  und  $\pm 85^\circ$ , insbesondere zwischen  $\pm 30^\circ$  und  $\pm 45^\circ$ , ausbildet. Das flüssige Fluid wird entsprechend gegen die Förderrichtung oder mit der Förderrichtung auf das bandförmige Material aufgetragen. Bildet der Fluidstrahl beispielsweise einen Sprühkegel aus, so wird der Winkel zwischen der Symmetrieachse bzw. der Mittelachse des Sprühkegels und der Förderrichtung definiert. Mit den angegebenen Werten hat sich herausgestellt, dass in vorteilhafte Art und Weise das flüssige Fluid mit einem hohen Temperaturgradienten auf die Oberfläche des bandförmigen Materials aufgetragen werden kann.

**[0024]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist die vordere Gasdüsenanordnung derart angeordnet, dass der vordere Gasstrahl zu der Förderrichtung einen Winkel zwischen  $30^\circ$  und  $85^\circ$ , insbesondere zwischen  $45^\circ$  und  $70^\circ$ , ausbildet. Somit wird das Gas insbesondere gegen die Förderrichtung auf das bandförmige Material aufgetragen. Bildet der vordere Gasstrahl beispielsweise einen Kegel aus, so wird der Winkel zwischen der Symmetrieachse bzw. der Mittelachse des Kegels und der Förderrichtung definiert. Mit den angegebenen Werten hat sich herausgestellt, dass in vorteilhafte Art und Weise ein robustes Schwebedüsenfeld ausbildbar ist und gleichzeitig das flüssige Fluid zügig und vollständig abgeführt werden kann.

**[0025]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist ein Winkel zwischen dem vorderen Gasstrahl zu der Förderrichtung größer als ein Winkel zwischen dem Fluidstrahl und der Förderrichtung. Mit anderen Worten trifft der Fluidstrahl des flüssigen Fluids flacher auf die Oberfläche des Materials auf als der Gasstrahl. Dies kann zur Folge haben, dass ein besserer bzw. flächigerer Kontakt zwischen dem flüssigen Fluid und dem Material erzeugt wird und gleichzeitig aufgrund des steileren Aufsprühwinkels des Gasstrahls ein robusteres Schwebedüsenfeld erzeugt werden kann.

**[0026]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist die hintere Gasdüsenanordnung derart angeordnet, dass der hintere Gasstrahl zu der Förderrichtung einen Winkel zwischen  $90^\circ$  und  $175^\circ$ , insbesondere zwischen  $110^\circ$  und  $135^\circ$ , ausbildet. Somit wird das Gas insbesondere in Förderrichtung auf das bandförmige Material aufgetragen. Bildet der hintere Gasstrahl beispielsweise einen Kegel aus, so wird der Winkel zwischen der Symmetrieachse bzw. der Mittelachse des Kegels und der Förderrichtung definiert. Mit den angegebenen Werten hat sich herausgestellt, dass in vorteilhafte Art und Weise ein robustes Schwebedüsenfeld ausbildbar ist und gleichzeitig das flüssige Fluid zügig und vollständig abgeführt werden kann.

**[0027]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist die Düsenanordnung an dem Düsenkörper derart einstellbar angeordnet, dass ein Winkel zwischen dem Fluidstrahl zu der Förderrichtung einstellbar ist. Die Düsenanordnung kann beispielsweise mittels eines Gelenks schwenkbar an dem Düsenkörper oder an einer separaten Tragstruktur angeordnet werden. Die Düsenanordnung ist dabei insbesondere um eine Schwenkachse, welche senkrecht zur Förderrichtung entlang der Breitenrichtung des bandförmigen Materials ausgebildet ist, schwenkbar. Je nach eingestellten Sprühwinkel des flüssigen Fluids kann dessen Temperierwirkung und das Bildungsverhalten von Tröpfchen auf dem bandförmigen Material justiert werden. Die Verstellung der Düsenanordnung kann manuell erfolgen. Ferner kann beispielsweise mittels hydraulischer, pneumatischer oder elektrischer Antriebselemente die Verstellung der Düsenanordnung durchgeführt werden.

**[0028]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist wie oben beschrieben die vordere Gasdüsenanordnung und/oder die hintere Gasdüsenanordnung als Schlitzdüse ausgebildet ist, welche sich senkrecht zur Förderrichtung, insbesondere entlang der Breitenrichtung des bandförmigen Materials, erstreckt.

**[0029]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist die Düsenanordnung eine Vielzahl an Düsen (insbesondere Düsenköpfe) auf, welche hintereinander entlang einer Breite des Düsenkörpers (bzw. entlang der Breite des bandförmigen Materials) senkrecht zur Förderrichtung angeordnet sind. Die Düsen der Düsenanordnung, welche sich entlang der Breitenrichtung erstrecken und nacheinander angeordnet sind, können beispielsweise individuell angesteuert werden, sodass jede einzelne Düse der Düsenanordnung einen definierten Volumenstrom des Fluids in Richtung des bandförmigen Materials strömt. Somit kann über die Breite des bandförmigen Materials gezielt und individuell eine gewünschte Temperierwirkung eingestellt werden. Mit anderen Worten können entlang der Breitenrichtung einzelne Düsen der Düsenanordnung aktiviert und deaktiviert (bzw. gesteuert) werden, um in Breitenrichtung eine gewünschte Temperierwirkung einzustellen.

**[0030]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist das Düsensystem ferner eine weitere Düsenanordnung, welche in Förderrichtung hinter der hinteren Gasdüsenanordnung angeordnet ist, wobei die weitere Düsenanordnung derart eingerichtet ist, dass ein flüssiges Fluid in einem weiteren in Richtung der Bandlaufebene zum Temperieren des bandförmigen Materials strömbar ist. Die weitere Düsenanordnung kann beispielsweise ebenfalls schwenkbar an dem Düsenkörper befestigt sein. Ferner ein weiterer Düsenstrahl der weitere Düsenanordnung derart ausgebildet sein, dass das flüssige Fluid in Richtung der Förderrichtung auf das bandförmige Material geströmt wird.

**[0031]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform weist der Düsenkörper zwischen dem vorderen Randbereich und dem hinteren Randbereich ein Lochblech auf, durch welches ein gasförmiges Fluid in Richtung Bandlaufebene strömbar ist. Dabei kann durch das Lochblech das gasförmige Fluid nahezu senkrecht auf das bandförmige Material geströmt werden. Dies führt zu einer Ausbildung eines robusten Schwebedüsenfeldes.

**[0032]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Bandschwebebeanlage zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials beschrieben. Die Bandschwebebeanlage weist ein erstes Düsensystem gemäß der oben beschriebenen Ausbildung und ein zweites Düsensystem gemäß der oben beschriebenen Ausbildung auf. Das erste Düsensystem ist relativ zu dem zweiten Düsensystem derart angerichtet, dass das bandförmige Material zwischen dem ersten Düsensystem und dem zweiten Düsensystem führbar ist. Somit kann von beiden Seiten, d. h. von unten und von oben ein Schwebedüsenfeld auf das bandförmige Material wirken, sodass eine robuste und genaue Führung ermöglicht wird. Ferner kann ein exaktes Temperieren auf beiden Seiten des bandförmigen Materials vorgesehen werden.

**[0033]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform ist das erste Düsensystem in Förderrichtung beabstandet von dem zweiten Düsensystem angeordnet.

**[0034]** Gemäß einer weiteren beispielhaften Ausführungsform sind das erste Düsensystem und das zweite Düsensystem derart konfigurierbar, dass mittels eines Schwebedüsenfelds des ersten Düsensystems und eines Schwebedüsenfelds des zweiten Düsensystems ein wellenförmiger (sinusförmiger) Verlauf des bandförmigen Materials entlang der Förderrichtung generierbar ist. Gemäß der beispielhaften Ausführungsform werden zwei oder mehrere Düsensysteme gemäß der oben beschriebenen Art in Förderrichtung beabstandet angeordnet und alternierend oberhalb und unterhalb des bandförmigen Materials angeordnet. Somit hebt jeweils in Förderrichtung alternierend ein Schwebedüsenfeld das bandförmige Material an während ein nachfolgendes Schwebedüsenfeld das bandförmige Material in Schwerkraftrichtung drückt. Somit kann ein wellenförmiger Verlauf des bandförmigen Materials in Längsrichtung bzw. in Förderrichtung gezielt erzeugt werden. Die Ausbildung eines wellenförmigen Verlaufs des bandförmigen Materials führt zu einer erhöhten Stabilität gegen ein Durchbiegen entlang der Breitenrichtung des bandförmigen Materials.

**[0035]** Ferner kann in einer weiteren beispielhaften Ausführungsform das erste Düsensystem und das zweite Düsensystem in Förderrichtung zueinander verstellbar angeordnet sein. Beispielsweise kann ein Abstand zwischen den Düsensystemen variabel eingestellt werden. Ferner kann in einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der Abstand zwischen dem Düsenkörper (und entsprechend den Gasdüsenanordnungen und der Düsenanordnung) und dem bandförmigen Material bzw. der Bandlaufebene flexibel eingestellt werden.

**[0036]** Mit der vorliegenden Erfindung ist insbesondere die Düsenanordnung zum Aufspüren des flüssigen Fluids derart ausgebildet, dass die Einflussparameter, welche das Abkühlverhalten bzw. die Kühlleistung des flüssigen Fluids beeinflussen, d. h. der Sprühwinkel, der Düsendruck und der Volumenstrom (abhängig von Typ und Druck) variabel einstellbar sind. Mit anderen Worten kann mittels der oben beschriebenen Einflussparameter der mittlere Wärmeübergangskoeffizient gesteuert werden. Dabei ist der Luftmassenstrom der Luft/Gasdüsenanordnungen dauerhaft vorhanden aufgrund des notwendigen Trageeffekts des bandförmigen Materials. Das flüssige Fluid ist zuschaltbar, um eine Erhöhung des Wärmeübergangs zu erreichen.

**[0037]** Es wird darauf hingewiesen, dass die hier beschriebenen Ausführungsformen lediglich eine beschränkte Auswahl an möglichen Ausführungsvarianten der Erfindung darstellen. So ist es möglich, die Merkmale einzelner Ausführungsformen in geeigneter Weise miteinander zu kombinieren, so dass für den Fachmann mit den hier expliziten Ausführungsvarianten eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsformen als offensichtlich offenbart anzusehen sind. Insbesondere sind einige Ausführungsformen der Erfindung mit Vorrichtungsansprüchen und andere Ausführungsformen der Erfindung mit Verfahrensansprüchen beschrieben. Dem Fachmann wird jedoch bei der Lektüre dieser Anmeldung sofort klar werden, dass, sofern nicht explizit anders angegeben, zusätzlich zu einer Kombination von Merkmalen, die zu einem Typ von Erfindungsgegenstand gehören, auch eine beliebige Kombination von Merkmalen möglich ist, die zu unterschiedlichen Typen von Erfindungsgegenständen gehören.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0038]** Im Folgenden werden zur weiteren Erläuterung und zum besseren Verständnis der vorliegenden Erfindung Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben.

**[0039]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Düsensystems für eine Bandschwebeanlage, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0040]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Düsensystems aus Fig. 1, in welcher Strömungslinien ersichtlich sind, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

**[0041]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Bandschwebeanlage mit Düsensystemen gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegender Erfindung.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG VON EXEMPLARISCHEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0042]** Gleiche oder ähnliche Komponenten in unterschiedlichen Figuren sind mit gleichen Bezugsziffern versehen. Die Darstellungen in den Figuren sind schematisch.

**[0043]** Fig. 1 zeigt ein Düsensystem 100 für eine Bandschwebeanlage 300 (siehe Fig. 3) gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Düsensystem 100 weist einen Düsenkörper 102 auf, welcher entlang einer Förderrichtung 103 des bandförmigen Materials 101, welches innerhalb einer Bandlaufebene beförderbar ist, einen vorderen Randbereich 104 und einen, gegenüber diesem liegenden hinteren Randbereich 105 aufweist. Das Düsensystem 100 weist ferner eine vordere Gasdüsenanordnung 110 auf, welche an dem vorderen Randbereich 104 derart angeordnet ist, dass ein vorderer Gasstrahl 111 in Richtung der Bandlaufebene zum Bilden eines Schwebedüsenfelds 106 für das bandförmige Material 101 strömbar ist. Das Düsensystem 100 weist ferner eine hintere Gasdüsenanordnung 120 auf, welche an dem hinteren Randbereich 105 derart angeordnet ist, dass ein hinterer Gasstrahl 121 in Richtung der Band-

laufebene zum Bilden des Schwebedüsenfelds 106 für das bandförmige Material 101 strömbar ist. Das Düsensystem 100 weist ferner eine Düsenanordnung 130 auf, welche in Förderrichtung 103 vor der vorderen Gasdüsenanordnung 110 angeordnet ist, wobei die Düsenanordnung 130 derart eingerichtet ist, dass ein flüssiges Fluid in das Schwebedüsenfeld 106 in einem Fluidstrahl 131 in Richtung der Bandlaufebene zum Temperieren des bandförmigen Materials strömbar ist. Zusätzlich oder alternativ kann die Düsenanordnung 130 oder eine weitere Düsenanordnung hinter der hinteren Gasdüsenanordnung 120 angeordnet sein.

**[0044]** Das bandförmige Material 101 wird innerhalb einer Bandlaufebene geführt. Ferner wird das bandförmige Material 101 in Förderrichtung 103 durch die Bandschwebeanlage 300 geführt. Senkrecht bzw. quer zur Förderrichtung 103 wird die Breite des bandförmigen Materials 101 definiert.

**[0045]** Der Düsenkörper 102 bildet beispielsweise einen Düsenkasten aus. Der Düsenkörper 102 trägt die Gasdüsenanordnungen 110, 120. Ferner ist die Düsenanordnung 130 zum Ausströmen des flüssigen Fluids in dem dargestellten Ausführungsbeispiel an dem Düsenkörper 102 befestigt.

**[0046]** Der Düsenkörper 102 bildet in der beispielhaften Ausführungsform die Gasdüsenanordnungen 110, 120 integral aus. Beispielsweise kann mittels schlitzartigen Auslässen entsprechende Gasdüsenanordnungen 110, 120 ausgebildet werden. Der Düsenkörper 102 erstreckt sich ferner über die Breite 109 des bandförmigen Materials 101 bzw. senkrecht zur Förderrichtung 102.

**[0047]** Der Düsenkörper 102 wird in Förderrichtung 103 von einem vorderen Randbereich 104 und einem hinteren Randbereich 105 begrenzt. Der vordere Randbereich 104 und der hintere Randbereich 105 erstrecken sich über die Breite 109 des bandförmigen Materials 101. Entlang des vorderen Randbereichs 104 ist die vordere Gasdüsenanordnung 110 angeordnet bzw. ausgebildet.

**[0048]** Die vordere und hintere Gasdüsenanordnung 110, 120 sind ausgebildet, ein gasförmiges Medium, d. h. ein Gas bzw. ein Gasgemisch mittels eines oder mehrerer vorderer und hinterer Gasstrahlen in Richtung Bandlaufebene zu strömen.

**[0049]** Die Gasdüsenanordnungen 110, 120 sind dabei derart ausgebildet, dass der Volumenstrom und der Gasdruck der entsprechenden vorderen und hinteren Gasstrahlen 111, 121 ein entsprechend stabiles Schwebedüsenfeld 106 generieren. Das Schwebedüsenfeld 106 dient dazu, dass bandförmige Material 101 abzulenken bzw. auszurichten. Einerseits kann ein unteres Schwebedüsenfeld 106, welches unter dem bandförmigen Material 101 ausgebildet wird, das bandförmige Material 101 anheben.

**[0050]** Die Düsenanordnung 130 ist ausgebildet, um ein flüssiges Fluid, wie beispielsweise ein Wassergemisch oder ein Ölgemisch, in Richtung Bandlaufebene zu sprühen, um eine gewünschte Temperierwirkung (aufheizen oder abkühlen) des bandförmigen Materials 101 zu bewirken. Die Düsenanordnung 130 kann dabei das flüssige Fluid mit einem vorbestimmten Volumenstrom sowie einer vorbestimmten Fluidtemperatur in Richtung Bandlaufebene sprühen. Die Düsenanordnung 130 kann aus einer Vielzahl von Düsenelementen bestehen, welche in einer oder mehreren Reihen zueinander angeordnet sind und welche Reihen sich in Breitenrichtung 109 senkrecht zur Förderrichtung 103 erstrecken.

**[0051]** Die Düsenanordnung 130 ist derart angeordnet, dass der Fluidstrahl 131 in den vorderen Gasstrahl 111 bzw. in das Schwebedüsenfeld 106 einströmbar ist, insbesondere bevor der vordere Gasstrahl 111 auf dem bandförmigen Material 101 auftrifft. Mit anderen Worten ist der vordere Gasstrahl 111 und der Fluidstrahl 131 derart zueinander ausgebildet, dass das flüssige Fluid mit dem Gas in dem vorderen Gasstrahl 111 vermischt wird, bevor das flüssige Fluid und das Gas auf dem bandförmigen Material 101 auftreffen. In einer anderen beispielhaften Ausführungsform ist die Düsenanordnung 130 derart angeordnet, dass der Fluidstrahl 131 in den hinteren Gasstrahl 121 einstellbar ist.

**[0052]** Die Düsenanordnung 130 ist derart angeordnet, dass der Fluidstrahl 131 zu der Förder-

richtung 103 einen Winkel  $\alpha$  zwischen  $30^\circ$  und  $45^\circ$  ausbildet. Somit wird das flüssige Fluid insbesondere gegen die Förderrichtung 103 auf das bandförmige Material 101 aufgetragen. Die vordere Gasdüsenanordnung 110 ist derart angeordnet, dass der vordere Gasstrahl 111 zu der Förderrichtung 103 einen Winkel  $\beta$  zwischen  $45^\circ$  und  $70^\circ$  ausbildet. Somit wird das Gas insbesondere gegen die Förderrichtung 103 auf das bandförmige Material 101 aufgetragen. Mit den angegebenen Werten hat sich herausgestellt, dass in vorteilhafte Art und Weise ein robustes Schwebedüsenfeld 106 ausbildungbar ist und gleichzeitig das flüssige Fluid zügig und vollständig abgeführt werden kann.

**[0053]** Wie in Fig. 1 ersichtlich sind die Düsenanordnung 130 und die Gasdüsenanordnung 110 derart zueinander ausgebildet, dass ein Winkel  $\beta$  zwischen dem vorderen Gasstrahl 111 zu der Förderrichtung 103 größer als ein Winkel  $\alpha$  zwischen dem Fluidstrahl 131 und der Förderrichtung 103 ist. Mit anderen Worten trifft der Fluidstrahl 130 des flüssigen Fluids flacher auf die Oberfläche des Materials 101 auf als der Gasstrahl 111. Dies kann zur Folge haben, dass ein besserer bzw. flächigerer Kontakt zwischen dem flüssigen Fluid und dem Material erzeugt wird und gleichzeitig aufgrund des steileren Aufsprühwinkels des Gasstrahls ein robusteres Schwebedüsenfeld 106 erzeugt werden kann.

**[0054]** Die hintere Gasdüsenanordnung 120 ist derart angeordnet, dass der hintere Gasstrahl 121 zu der Förderrichtung 103 einen Winkel  $\gamma$  zwischen  $110^\circ$  und  $135^\circ$  ausbildet. Somit wird das Gas insbesondere in Förderrichtung 103 auf das bandförmige Material 101 aufgetragen. Mit den angegebenen Werten hat sich herausgestellt, dass in vorteilhafte Art und Weise ein robustes Schwebedüsenfeld 106 ausbildungbar ist und gleichzeitig das flüssige Fluid zügig und vollständig abgeführt werden kann.

**[0055]** Die Düsenanordnung 130 ist an dem Düsenkörper 102 derart einstellbar angeordnet, dass der Winkel  $\alpha$  zwischen dem Fluidstrahl 130 zu der Förderrichtung 103 einstellbar ist. Die Düsenanordnung 130 ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mittels eines Gelenks als Einstellvorrichtung 108 schwenkbar an dem Düsenkörper 102 angeordnet. Die Düsenanordnung 130 ist dabei insbesondere um eine Schwenkkachse, welche senkrecht zur Förderrichtung 103 entlang der Breitenrichtung 109 des bandförmigen Materials 101 ausgebildet ist, schwenkbar. Je nach eingestellten Sprühwinkel  $\alpha$  des flüssigen Fluids kann dessen Temperierwirkung und das Bildungsverhalten von Tröpfchen auf dem bandförmigen Material 101 justiert werden.

**[0056]** Der Düsenkörper 102 weist ferner zwischen dem vorderen Randbereich 104 und dem hinteren Randbereich 105 ein Lochblech 107 auf, durch welches ein gasförmiges Fluid in Richtung Bandlaufebene strömbar ist. Dabei kann durch das Lochblech 107 das gasförmige Fluid nahezu senkrecht auf das bandförmige Material 101 geströmt werden. Dies führt zu einer Ausbildung eines robusten Schwebedüsenfeldes 106.

**[0057]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Düsensystems 100 aus Fig. 1, in welcher Strömungslinien des Gases und des flüssigen Fluids ersichtlich sind. Der Fluidstrahl 131 wird mittels der Düsenanordnung 130 in Richtung bandförmiges Material 101 ausgeströmt, sodass der Fluidstrahl 131 mit dem Winkel  $\alpha$  auf das bandförmige Material 101 auftrifft. Entsprechend wird mittels der vorderen Gasdüsenanordnung 110 der vordere Gasstrahl 111 in Richtung dem bandförmigen Material 101 ausgeströmt, sodass der vordere Gasstrahl 111 mit dem Winkel  $\beta$  auf das bandförmige Material 101 auftrifft. Im dargestellten Ausführungsbeispiel kann der Winkel  $\alpha$  größer ausgebildet sein als der Winkel  $\beta$ . Über die einstellbarere Düsenanordnung 130 kann das Verhältnis zwischen den beiden Winkeln  $\alpha$ ,  $\beta$  eingestellt werden.

**[0058]** Wie in Fig. 2 dargestellt, wird der vordere Gasstrahl 111 entgegen der Förderrichtung 103 auf das bandförmige Material 101 geströmt. Aufgrund der Förderrichtung 103 und aufgrund der Ausströmrichtung des hinteren Gasstrahls 121 der hinteren Gasdüsenanordnung 120 mit dem Winkel  $\gamma$  in Richtung Förderrichtung 103 wird der vordere Gasstrahl 101 in Förderrichtung 103 umgelenkt. Diese Umlenkung führt zu der Ausbildung eines Wirbels im Bereich des vorderen Randbereichs 104 des Düsenkörpers 102. Damit wird ebenfalls das flüssige Fluid des Fluidstrahls 131 verwirbelt, was wiederum zu einer verbesserten Zerstäubung des flüssigen Fluids sowie zu einem besseren Abtransport führt.

**[0059]** Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Bandschwebeanlage 300 mit Düsensystemen 301, 302, 303 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0060]** In der Bandschwebeanlage 300 wird das bandförmige Material 101 nahezu kontaktlos befördert, sodass Auflagerstellen reduziert werden. Insbesondere wird dies durch die Erzeugung der Schwebedüsenfelder 106 mittels der entsprechenden Gasdüsenanordnungen der Düsensysteme 301, 302, 303 erzeugt. Die Bandschwebeanlage 300 weist in dem vorliegenden Beispiel drei Düsensysteme 301, 302, 303, welche entsprechend der Ausbildung in Fig. 1 und Fig. 2 ausgebildet sein können. Das erste Düsensystem 301 und das dritte Düsensystem 303 sind relativ zu dem zweiten Düsensystem 302 derart angeordnet, dass das bandförmige Material 101 zwischen dem ersten und dritten Düsensystem 301, 303 und dem zweiten Düsensystem 302 führbar ist. Somit kann von beiden Seiten, d. h. von unten und von oben ein Schwebedüsenfeld 106 auf das bandförmige Material 101 wirken, sodass eine robuste und genaue Führung ermöglicht wird. Ferner kann ein exaktes Temperieren auf beiden Seiten des bandförmigen Materials 101 vorgenommen werden.

**[0061]** Die Düsensysteme 301, 302, 303 sind dabei in Förderrichtung 103 beanstandet zueinander angeordnet. Ferner sind die Düsensysteme 301, 302, 303 in Förderrichtung 103 alternierend oberhalb und unterhalb des bandförmigen Materials 101 angeordnet. Somit kann ein wellenförmiger (sinusförmiger) Verlauf des bandförmigen Materials 101 entlang der Förderrichtung 103 generiert werden. Wie in Fig. 3 dargestellt, hebt jeweils in Förderrichtung 103 alternierend ein Schwebedüsenfeld 106 das bandförmige Material 101 an während ein nachfolgendes Schwebedüsenfeld 106 das bandförmige Material 101 in Schwerkraftrichtung drückt. Somit kann der wellenförmige Verlauf des bandförmigen Materials 101 in Längsrichtung bzw. in Förderrichtung 103 gezielt erzeugt werden. Die Ausbildung eines wellenförmigen Verlaufs des bandförmigen Materials führt zu einer erhöhten Stabilität gegen ein Durchbiegen entlang der Breitenrichtung 109 des bandförmigen Materials.

**[0062]** Ergänzend ist darauf hinzuweisen, dass "umfassend" keine anderen Elemente oder Schritte ausschließt und "eine" oder "ein" keine Vielzahl ausschließt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

## BEZUGSZEICHENLISTE:

- 100 Düsensystem
- 101 bandförmiges Material
- 102 Düsenkörper
- 103 Förderrichtung
- 104 vordere Randbereich
- 105 hinterer Randbereich
- 106 Schwebedüsenfeld
- 107 Lochblech
- 108 Einstellvorrichtung
- 109 Breite bandförmiges Material
- 110 vordere Gasdüsenanordnung
- 111 vorderer Gasstrahl
  
- 120 hintere Gasdüsenanordnung
- 121 hinterer Gasstrahl
  
- 130 Düsenanordnung
- 131 Fluidstrahl
  
- 300 Bandschwebeanlage
- 301 Düsensystem
- 302 Düsensystem
- 303 Düsensystem
- 304 Mittenbahn

## Patentansprüche

1. Düsensystem (100) für eine Bandschwebebeanlage (300) zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials (101), das Düsensystem (100) aufweisend
  - einen Düsenkörper (102), welcher entlang einer Förderrichtung (103) des bandförmigen Materials (101), welches innerhalb einer Bandlaufebene beförderbar ist, einen vorderen Randbereich (104) und einen, gegenüber diesem liegenden hinteren Randbereich (105) aufweist,
    - eine vordere Gasdüsenanordnung (110), welche an dem vorderen Randbereich (104) derart angeordnet ist, dass ein vorderer Gasstrahl (111) in Richtung der Bandlaufebene zum Bilden eines Schwebedüsenfelds (106) für das bandförmige Material (101) strömbar ist,
    - eine hintere Gasdüsenanordnung (120), welche an dem hinteren Randbereich (105) derart angeordnet ist, dass ein hinterer Gasstrahl (121) in Richtung der Bandlaufebene zum Bilden des Schwebedüsenfelds (106) für das bandförmige Material (101) strömbar ist,
    - eine Düsenanordnung (130), welche in Förderrichtung (103) vor der vorderen Gasdüsenanordnung (110) und/oder hinter der hinteren Gasdüsenanordnung (120) angeordnet ist, wobei die Düsenanordnung (130) derart eingerichtet ist, dass ein flüssiges Fluid in einem Fluidstrahl (131) in das Schwebedüsenfelds (106) in Richtung der Bandlaufebene zum Temperieren des bandförmigen Materials (101) strömbar ist.
  - 2. Düsensystem (100) gemäß Anspruch 1, wobei die Düsenanordnung (130) derart angeordnet ist, dass der Fluidstrahl (131) in den vorderen Gasstrahl (111) oder den hinteren Gasstrahl (121) einströmbar ist.
  - 3. Düsensystem (100) gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Düsenanordnung (130) derart angeordnet ist, dass der Fluidstrahl (131) zu der Förderrichtung (103) einen Winkel ( $\alpha$ ) zwischen  $20^\circ$  und  $85^\circ$ , insbesondere zwischen  $30^\circ$  und  $45^\circ$ , ausbildet.
  - 4. Düsensystem (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die vordere Gasdüsenanordnung (110) derart angeordnet ist, dass der vordere Gasstrahl (111) zu der Förderrichtung (103) einen Winkel ( $\beta$ ) zwischen  $30^\circ$  und  $85^\circ$ , insbesondere zwischen  $45^\circ$  und  $70^\circ$ , ausbildet.
  - 5. Düsensystem (100) gemäß den Ansprüchen 3 und 4, wobei der Winkel ( $\beta$ ) zwischen dem vorderen Gasstrahl (111) zu der Förderrichtung (103) größer ist als der Winkel ( $\alpha$ ) zwischen dem Fluidstrahl (131) und der Förderrichtung (103).
  - 6. Düsensystem (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die hintere Gasdüsenanordnung (120) derart angeordnet ist, dass der hintere Gasstrahl (121) zu der Förderrichtung (103) einen Winkel ( $\gamma$ ) zwischen  $90^\circ$  und  $145^\circ$ , insbesondere zwischen  $110^\circ$  und  $135^\circ$ , ausbildet.
  - 7. Düsensystem (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Düsenanordnung (130) an dem Düsenkörper (102) derart einstellbar angeordnet ist, dass ein Winkel ( $\alpha$ ) zwischen dem Fluidstrahl (131) zu der Förderrichtung (103) einstellbar ist.
  - 8. Düsensystem (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner aufweisend
    - eine weitere Düsenanordnung, welche in Förderrichtung (103) hinter der hinteren Gasdüsenanordnung (120) angeordnet ist, wobei die weitere Düsenanordnung derart eingerichtet ist, dass ein flüssiges Fluid in einem weiteren Fluidstrahl (131) in Richtung der Bandlaufebene zum Temperieren des bandförmigen Materials (101) strömbar ist.
  - 9. Düsensystem (100) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Düsenkörper (102) zwischen dem vorderen Randbereich (104) und dem hinteren Randbereich (105) ein Lochblech (107) aufweist, durch welches ein gasförmiges Fluid in Richtung Bandlaufebene strömbar ist.

10. Bandschwebeanlage (300) zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials (101), die Bandschwebeanlage (300) aufweisend
  - ein erstes Düsensystem (301) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9
  - ein zweites Düsensystem (302) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9,wobei das erste Düsensystem (301) relativ zu dem zweiten Düsensystem (302) derart angeordnet ist, dass das bandförmige Material (101) zwischen dem ersten Düsensystem (301) und dem zweiten Düsensystem (302) führbar ist.
11. Bandschwebeanlage (300) gemäß Anspruch 10,  
wobei das erste Düsensystem (301) in Förderrichtung (103) beabstandet von dem zweiten Düsensystem (302) angeordnet ist.
12. Bandschwebeanlage (300) gemäß Anspruch 11,  
wobei das erste Düsensystem (301) und das zweite Düsensystem (302) derart konfigurierbar sind, dass mittels eines Schwebedüsenfelds (106) des ersten Düsensystems (301) und eines Schwebedüsenfelds (106) des zweiten Düsensystems (302) ein wellenförmiger Verlauf des bandförmigen Materials (101) entlang der Förderrichtung (103) generierbar ist.
13. Verfahren zum schwebenden Führen eines bandförmigen Materials (101), das Verfahren aufweisend

Führen des bandförmigen Materials (101) entlang einer Förderrichtung (103) innerhalb einer Bandlaufebene, wobei ein Düsenkörper (102) entlang einer Förderrichtung (103) einen vorderen Randbereich (104) und einen, gegenüber diesem liegenden hinteren Randbereich (105) aufweist,  
Strömen eines vorderen Gasstrahls (111) in Richtung der Bandlaufebene zum Bilden eines Schwebedüsenfelds (106) für das bandförmige Material (101) mittels einer vorderen Gasdüsenanordnung (110), welche an dem vorderen Randbereich (104) angeordnet ist,  
Strömen eines hinteren Gasstrahls (121) in Richtung der Bandlaufebene zum Bilden des Schwebedüsenfelds (106) für das bandförmige Material (101) mittels einer hinteren Gasdüsenanordnung (120), welche an dem hinteren Randbereich (105) angeordnet ist,  
Strömen eines Fluidstrahls (131) in Richtung der Bandlaufebene in das Schwebedüsenfeld (106) zum Temperieren des bandförmigen Materials (101) mittels einer Düsenanordnung (130), welche in Förderrichtung (103) vor der vorderen Gasdüsenanordnung (110) oder hinter der hinteren Gasdüsenanordnung (120) angeordnet ist.

**Hierzu 2 Blatt Zeichnungen**

1/2

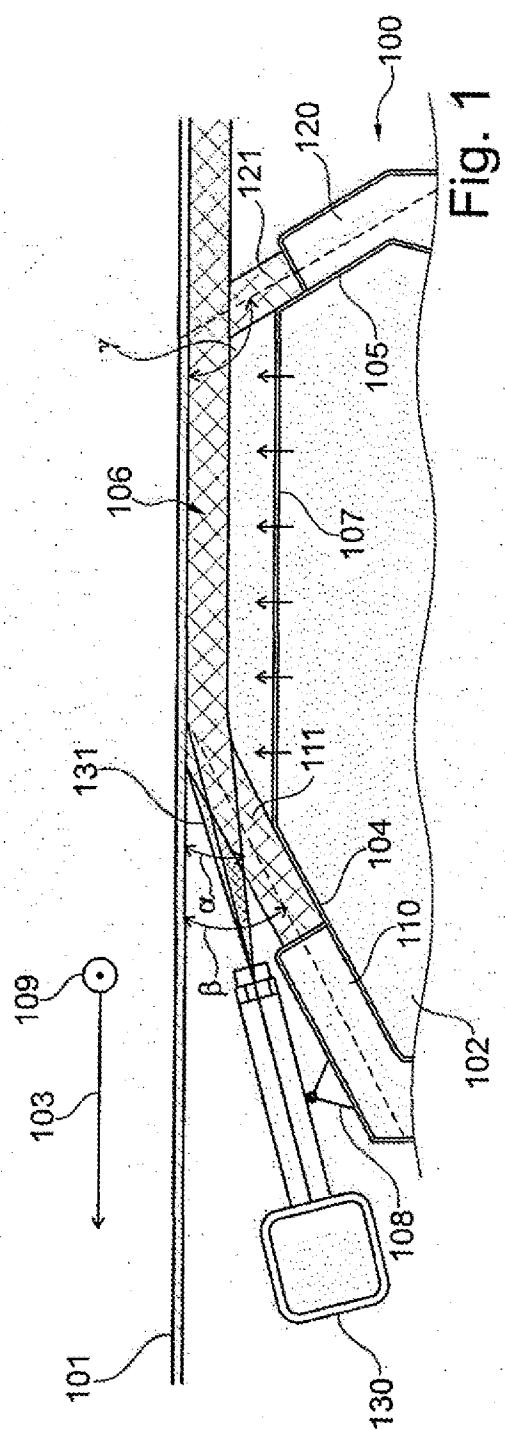


Fig. 1

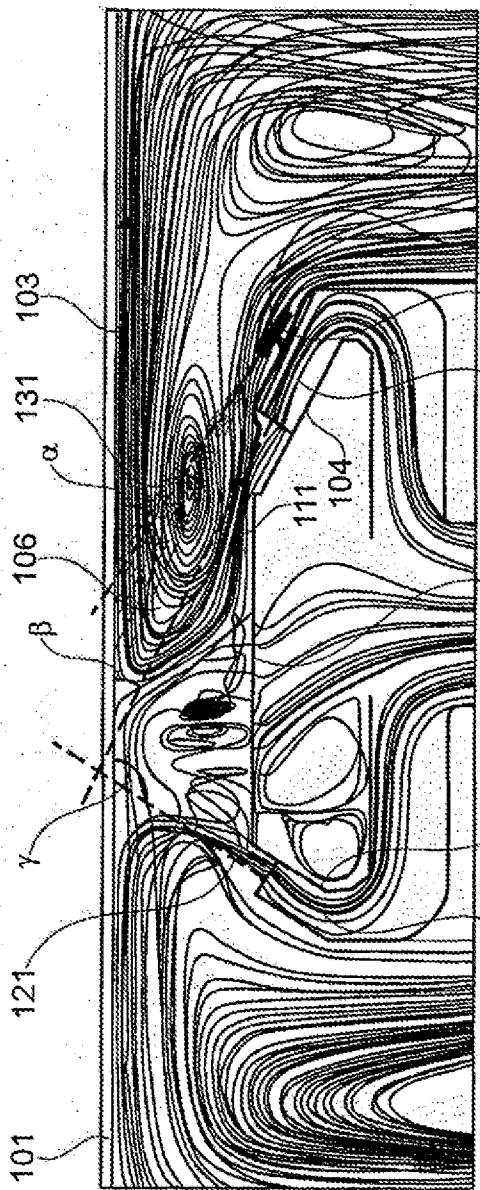


Fig. 2

ERSATZBLATT (REGEL 26)

2/2

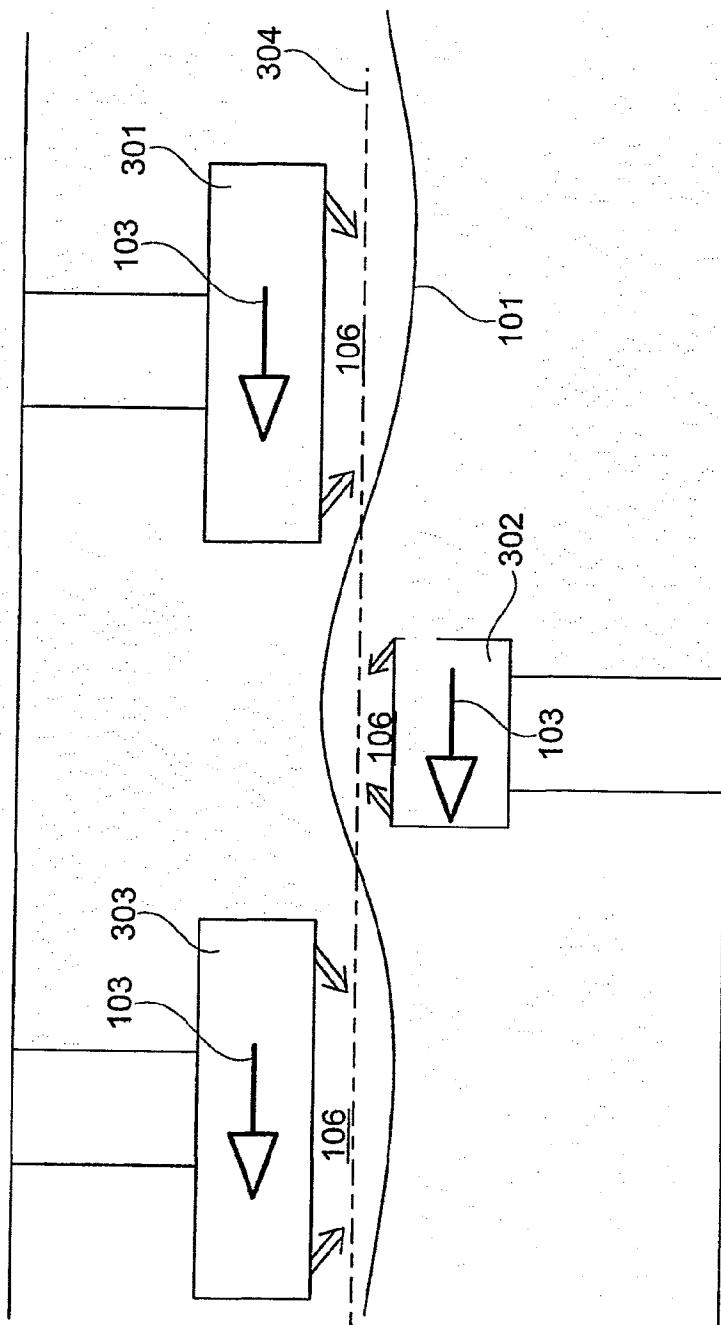


Fig. 3

ERSATZBLATT (REGEL 26)