



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 807 591 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.11.1997 Patentblatt 1997/47(51) Int. Cl.⁶: B65H 23/24, F26B 13/20

(21) Anmeldenummer: 97106133.8

(22) Anmeldetag: 15.04.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FI FR GB IT LI NL SE(72) Erfinder: Klas, Ernst
53721 Siegburg (DE)

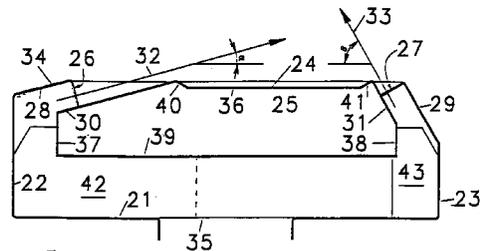
(30) Priorität: 15.05.1996 DE 19619547

(74) Vertreter:
Frese-Göddeke, Beate, Dr. et al
Babcock-BSH GmbH,
Patentabteilung,
Postfach 6
47811 Krefeld (DE)(71) Anmelder: VITS MASCHINENBAU GMBH
W-40764 Langenfeld (DE)(54) **Luftkissendüse und Vorrichtung zur Wärmebehandlung einer kontinuierlich bewegten Warenbahn mit Luftkissendüsen**

(57) Bei bekannten Luftkissendüsen mit guten Schweb- und Wärmeübertragungseigenschaften, die beispielsweise Wärmebehandlung von Metallbändern oder zur Trocknung von Papier eingesetzt werden, beobachtet man an den Seitenrändern der Papierbahn eine geringere Trocknung als in der Mitte. Diese Randuntertrocknung, verursacht durch eine geringere Wärmeübertragung an den Seitenrändern der Warenbahn, tritt besonders stark bei der Trocknung von imprägnierten Papierbahnen auf. Die Erfindung soll eine Luftkissendüse mit guten Schweb- und Wärmeübertragungseigenschaften und eine entsprechende Vorrichtung entwickeln, die den Abfall der Wärmeübertragung zur Seitenrändern der Warenbahn hin verringert.

Bei der erfindungsgemäßen Luftkissendüse (1) sind Prallstrahlöffnungen (34) außerhalb des Blasschlitzes (26), dessen Leitflächen (28,30) den geringeren Neigungswinkel α und/oder dessen Austrittsöffnung den größeren Wert aufweist, über die gesamte Länge der Luftkissendüse (1) angeordnet. Ein mittleres, zwischen den Blasschlitz (26,27) angeordnetes Leitblech (24) weist keine Prallstrahlöffnungen auf. Durch die Anordnung der Prallstrahlöffnungen (34) wird der Schwebabstand der Warenbahn (5) zur Luftkissendüse (1) gleichmäßig. Der Abfall der Wärmeübertragung zu den Seitenrändern der Warenbahn (5) hin wird verringert. Auch eine gegebenenfalls auftretende Randuntertrocknung wird vermieden, zumindest wesentlich reduziert.

Wärmebehandlung einer kontinuierlich bewegten Warenbahn, beispielsweise zur Trocknung einer Papierbahn beim Offsetdruck, zur Trocknung einer imprägnierten Papierbahn oder zur Wärmebehandlung einer Metallbahn.



Figur 3

EP 0 807 591 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Luftkissendüse gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung einer kontinuierlich bewegten Warenbahn mit Luftkissen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

Zur Wärmebehandlung einer kontinuierlich bewegten Warenbahn, beispielsweise zur Trocknung einer Papierbahn beim Offsetdruck, zur Trocknung einer imprägnierten Papierbahn oder zur Wärmebehandlung einer Metallbahn, werden Luftkissendüsen eingesetzt. Die Luftkissendüsen ermöglichen ein schwebendes und damit ein berührungsfreies Führen der Warenbahnen.

Wie aus der DE-U 7435572 bekannt, sind Luftkissendüsen bei einer Vorrichtung zum Schwebendführen einer Warenbahn quer zur Warenbahn angeordnet, wobei sich zwischen den Luftkissendüsen Abströmöffnungen bilden. Jede Luftkissendüse besteht aus einem Blaskasten, im folgenden Gehäuse genannt, und weist ein Paar von Schlitzdüsen, im folgenden Blasschlitz genannt, mit zueinander parallelen oder konvergierenden Blastrahlrichtungen auf. Die aus den Blasschlitzen austretende Blasluft bildet zwischen Warenbahn und Düse einen Überdruckbereich. Dieser Überdruckbereich wird Luftkissen genannt. Aus dem Überdruckbereich strömt die Blasluft durch die Abströmöffnungen ab.

Bei einer Ausbildung der Blasschlitz mit konvergierenden Blastrahlrichtungen sind die Ränder der Seitenwände zur Mittelebene des Gehäuses schräg gestellt und bilden mit entsprechend schräggestellten äußeren Rändern eines ebenen, das Gehäuse zur Warenbahn hin abdeckenden Bleches die Blasschlitz. Zwischen den Blasschlitzen ist das Abdeckblech über seine gesamte Länge mit als Perforation ausgebildeten Blasöffnungen versehen. Durch derartige Blasöffnungen tritt die Blasluft aus der Luftkissendüse als Prallstrahl in etwa senkrecht auf die Warenbahn. Die Blasöffnungen werden daher im folgenden Prallstrahlöffnungen genannt. Die Prallstrahlöffnungen sollen ein Abströmen der Blasluft in Düsenlängsrichtung verhindern. Die Austrittsfläche der Blasluft der beiden Blasschlitze beträgt mindestens 50 % der gesamten Austrittsfläche.

In der DE-C 2615258 ist eine weitere Vorrichtung zum Schwebendführen von Materialbahnen mit oberhalb und unterhalb der Materialbahnebene versetzt und quer zur Förderrichtung angeordneten Schwebedüsen beschrieben. Diese gattungsgemäßen Schwebedüsen, auch Luftkissendüsen genannt, weisen zur Bildung von Luftkissen jeweils zwei Schlitze oder Lochreihen mit aufeinander zugerichteten Blasrichtungen auf. Die Begriffe Schlitze und Lochreihen werden im folgenden unter dem Begriff Blasschlitz zusammengefasst.

Aus der DE-C 2615258 ist weiterhin bekannt, zur Verbesserung der Schwebeeigenschaften der Luftkissendüse die Neigungswinkel der Blasstrahlen, d. h. der

durch die Blasschlitze austretenden Blasluft, und/oder die Austrittsquerschnitte der beiden Blasschlitz unterschiedlich groß auszubilden. Diese Asymmetrie der Blasschlitze führt zu einer stabilen Strömungsrichtung der Abströmung der Blasluft quer zur Düse und damit zu konstantem Schwebeverhalten der Luftkissendüse. Die Blasschlitze sind ebenfalls durch unter den Neigungswinkeln geneigte Leitflächen begrenzt, wobei die Leitflächen durch Seitenwände des Gehäuses und durch ein mittleres Leitblech gebildet sind. Das mittlere Leitblech ist zwischen den Blasschlitzen als Lochplatte mit Prallstrahlöffnungen ausgebildet. Als mögliche Neigungswinkel der Blasstrahlen und damit ihrer Leitflächen zur Waagerechten sind für die flach geneigte Blasrichtung ein Winkel von 10 bis 30°, vorzugsweise 15 bis 20°, und für die steile Blasrichtung ein Winkel von 45 bis 80°, vorzugsweise 60 bis 65°, angegeben.

Eine Luftkissendüse mit einer speziellen Ausgestaltung von Blasschlitzen mit aufeinander zugerichteten Blasstrahlen ist in der DE-C 2613135 beschrieben. Die Blasschlitze weisen zwei gegenüberliegende Lochreihen auf, wobei die Löcher auf der Düsenmitte hin von einem gemeinsamen Leitblech und im übrigen Bereich von durch Stege voneinander getrennten Randaussparungen von Schenkeln des Gehäuses gebildet werden. Dabei stehen die Schenkel unter Vorspannung und stützen sich mit den Siegen auf dem Leitblech auf. Die Randaussparungen können als Halbrundlöcher ausgebildet sein.

Aus der DE-U 29602178 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung, nämlich ein Schwebetrockner für Papierbahnen, mit Luftkissendüsen bekannt. Die Luftkissendüsen sind quer zur Durchlaufrichtung in einer Reihe unterer Luftkissendüsen und in einer Reihe oberer Luftkissendüsen versetzt zueinander, angeordnet. Die zur Warenbahn weisenden Mündungen von Austrittsöffnungen der Blasluft der unteren und der oberen Luftkissendüsen liegen auf zwei parallelen Ebenen.

Bei den bekannten Luftkissendüsen mit guten Schweb- und Wärmeübertragungseigenschaften, die beispielsweise zur Trocknung von Papier eingesetzt werden, beobachtet man an den Seitenrändern der Papierbahn eine geringere Trocknung als in der Mitte. Diese Randuntertrocknung tritt besonders stark bei der Trocknung von imprägnierten Papierbahnen auf.

Bei der Wärmebehandlung von Metallbändern mit Luftkissendüsen ist aus der DE-C 4313543 bekannt, zur Verringerung unerwünschter Randdeformationen den Randbereichen des Metallbandes pro Flächeneinheit mehr Wärme als dem Bandmittenbereich zuzuführen. Die eingesetzten Luftkissen weisen je zwei parallele Blasschlitz, d. h. Lochreihen oder Schlitze, auf, wobei jedem Blasschlitz ein Abdeckblech zugeordnet ist, welches die Lochreihen bzw. den Schlitz in den Randbereichen in geringerem Maß abdeckt als im Bandmittenbereich. Nachteil dieser Maßnahme ist, neben dem Aufwand durch das zusätzliche Abdeckblech, daß das erforderliche Maß der Abdeckung im

Einzelfall durch Versuche ermittelt werden muß und auf die Breite der zu behandelnden Warenbahn abzustimmen ist. Außerdem sind die dort verwendeten Luftkissendüsen mit gleichen Neigungswinkeln der beiden Blasstrahlen und ohne zusätzliche Prallstrahlöffnungen zwischen den Blasschlitzen nur für Metallbänder geeignet. Metallbänder sind durch ihr größeres Gewicht leichter als Papierbahnen in einen stabilen Schwebezustand zu bringen. Zur Wärmebehandlung von Papierbahnen, insbesondere von mit bis zu 130 % ihres Gewichtes mit Farbe getränkten Papierbahnen, müssen jedoch Luftkissendüsen mit besonders guten Schwebeeigenschaften eingesetzt werden. Die Luftkissendüsen müssen außerdem über gute Wärmeübertragungseigenschaften, die bei der aus der DE-C 2613 135 bekannten Luftkissendüse durch die zusätzlichen Prallstrahlöffnungen in der Lochplatte zwischen den Blasschlitzen gewährleistet werden, verfügen.

Aufgabe der Erfindung ist, eine Luftkissendüse gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung einer kontinuierlichen Warenbahn mit Luftkissendüsen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10 zu entwickeln, die den Abfall der Wärmeübertragung zu den Seitenrändern der Warenbahn hin verringert. Insbesondere soll bei der Trocknung von Warenbahnen die Randuntertrocknung verringert werden.

Diese Aufgabe ist durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 10 gelöst.

Eine Verbesserung der Wärmeübertragung an den Seitenrändern der Warenbahn und damit eine Verringerung der Randuntertrocknung beim Trocknen einer Papierbahn läßt sich dadurch erzielen, daß bei einer erfindungsgemäßen Luftkissendüse die Prallstrahlöffnungen außerhalb des Blasschlitzes, dessen Leitflächen den geringeren Neigungswinkel α zur Waagerechten und/oder dessen Austrittsöffnung den größeren Wert aufweist, über die gesamte Länge der Luftkissendüse angeordnet sind und das mittlere Leitblech keine Öffnungen aufweist.

Bei der erfindungsgemäßen Luftkissendüse konzentrieren sich die für einen höheren Wärmeübergang erforderlichen Prallstrahlöffnungen auf einen schmalen Randbereich der Luftkissendüse, wobei die aus den Prallstrahlöffnungen austretende Blasluft neben dem durch die Blasstrahlen gebildeten Luftkissen auf die Warenbahn trifft. Dadurch gewährleisten die erfindungsgemäß angeordneten Prallstrahlöffnungen besser als eine Anordnung der Prallstrahlöffnungen zwischen den Blasschlitzen eine asymmetrische Abströmung der Blasluft aus dem Luftkissen. Neben einem höheren Wärmeübergang führen die Prallstrahlöffnungen damit zu einem stabilen, schwingungsfreien Schwebeverhalten der Warenbahn.

Messungen des Wärmeübergangskoeffizienten α_w in der Strömung einer gattungsgemäßen Luftkissendüse mit Prallstrahlöffnungen im mittleren Leitblech, im folgenden innenliegende Perforation genannt, in Abhängigkeit vom relativen Abstand D von der Bahnkante, d.

h.. vom Abstand von der Bahnkante bezogen auf die Düsenbreite, ergaben, daß ein Abfall des Wärmeübergangskoeffizienten α_w bereits bei einem Abstand zur Bahnkante von einer Düsenbreite ($D = 1$) beginnt und der Wärmeübergangskoeffizient α_w an der Bahnkante eine Abweichung A vom Wert in der Bahnmitte von etwa 30 % erreicht (vergleiche Figuren 7 und 8). Die Messungen des Wärmeübergangskoeffizienten α_w führen bei einer erfindungsgemäßen Luftkissendüse zu einem Beginn des Abfalls des Wärmeübergangskoeffizienten α_w bei einem Abstand zur Bahnkante von etwa 0,3 % der Düsenbreite ($D = 0,3$) und an der Bahnkante zu einer Abweichung A des Wärmeübergangskoeffizienten α_w vom Wert in der Bahnmitte von 10 % (vergleiche Figuren 9 und 10).

Die Messungen zeigen auch, daß der Abfall des Wärmeübergangskoeffizienten α_w an den Seitenrändern, vor allem bei der gattungsgemäßen Düse, um so stärker wird, je größer der Abstand B der Meßstelle zur Düse ist. Dies stimmt auch mit der Beobachtung überein, daß der Effekt der Randuntertrocknung beim Trocknen von imprägnierten Papierbahnen, bei dem größere Luftkissendüsen und größere Schwebeabstände eingesetzt werden, stärker auftritt als beim Trocknen von Papierbahnen im Offsetdruck. Offensichtlich macht sich bei großem Schwebeabstand die an den Seitenrändern auftretende Randströmung stärker bemerkbar.

Bei der erfindungsgemäßen Luftkissendüse wird im Vergleich zur gattungsgemäßen Luftkissendüse, wie in den Figuren 5 und 6 dargestellt, ein gleichmäßigerer Schwebeabstand erreicht. Die dadurch erzielte Vermeidung größerer Schwebeabstände, wie sie bei der gattungsgemäßen Luftkissendüse im Luftkissen oberhalb des mittleren Leitbleches auftreten, könnte eine Ursache der gemessenen Verbesserung der Wärmeübertragung an den Rändern der Warenbahn sein.

Das Schwebeverhalten der Warenbahn kann verbessert werden, wenn der Bereich, in dem die Prallstrahlöffnungen angeordnet sind, möglichst schmal ausgebildet ist. Von Vorteil ist, wenn die Breite des Bereiches, d. h. der Abstand zwischen gedachten, parallel zur Längsachse der Luftkissendüse verlaufenden Verbindungslinien der äußeren Ränder der äußeren Prallstrahlöffnungen, gemäß Anspruch 2 5 bis 15 %, vorzugsweise 6 bis 8 %, der Breite der Luftkissendüse beträgt und die Länge des Bereiches der Gesamtlänge der Luftkissendüse entspricht.

Das Merkmal des Anspruchs 3, bei einer Luftkissendüse deren geneigte Leitflächen durch Seitenwände des Gehäuses und durch das mittlere Leitblech gebildet sind, das mittlere Leitblech als einen sich über die gesamte Länge der Luftkissendüse erstreckender, hohler Kasten ohne Öffnungen auszubilden, hat den Vorteil einer einfachen Konstruktion. Sie ist möglich, weil durch das mittlere Leitblech keine Blasluft zugeführt wird.

Vorteil der Merkmale des Anspruchs 4, den Querschnitt der Luftkissendüse und des mittleren Leitbleches bis auf die Leitflächen der Blasschlitze rechteckig auszubilden, ist ebenfalls eine einfache Konstruktion.

Durch sich gemäß Anspruch 5 quer zur Längsrichtung der Luftkissendüse erstreckende Bleche, die jeweils seitliche Abschnitte und den Boden des kastenförmigen Leitbleches berühren und über die Länge der Luftkissendüse abwechselnd hintereinander angeordnet sind, wird das mittlere Leitblech auf einfache Art sicher positioniert. Die Bleche dienen auch der Vergleichmäßigung der Luftzufuhr.

Zur Erhaltung der guten Schwebeseigenschaften der Luftkissendüse wird die Austrittsfläche der Prallstrahlöffnungen bezogen auf die gesamte Düsenaustrittsfläche gemäß Anspruch 6 kleiner als 50 %, vorzugsweise 20 bis 40 %, gewählt. Dabei beträgt der geometrische Öffnungsgrad der Prallstrahlöffnungen 0,5 bis 2 % und der geometrische Öffnungsgrad der gesamten Düse 1,7 bis 4 %. Der geometrische Öffnungsgrad der Prallstrahlöffnungen ist definiert als Austrittsfläche der Prallstrahlöffnungen bezogen auf die gesamte verfügbare Trocknungsfläche, d. h. Länge des Trockners mal Breite der Luftkissendüsen, und der geometrische Öffnungsgrad der gesamten Düse als gesamte Düsenaustrittsfläche der Prallstrahlöffnungen und der Blasschlitz bezogen auf die gesamte verfügbare Trocknungsfläche.

Bei den Neigungswinkeln der Leitflächen der Blasschlitz gemäß Anspruch 7 werden sehr gute Schwebeseigenschaften der Luftkissendüsen sichergestellt. Insbesondere ist es von Vorteil, die Summe der Neigungswinkel $\Sigma (\beta + \alpha)$ zwischen 70 und 90° zu wählen.

Zur Erzielung guter Schwebeseigenschaften der Luftkissendüse sollte das Verhältnis der Austrittsflächen der Blasschlitz gemäß Anspruch 8 zwischen 1 und 3 liegen.

Vorteil der Merkmale des Anspruchs 9, die Blasschlitz als durch Stege voneinander getrennte Randaussparungen der Seitenwände auszubilden, wobei sich die Stege auf dem mittleren Leitblech abstützen, sind konstante Austrittsflächen der Blasschlitz und damit, auch bei längerem Betrieb, ein konstantes Schwebeverhalten der Luftkissendüsen.

Eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung einer kontinuierlich bewegten Warenbahn mit erfindungsgemäßen Luftkissendüsen gemäß Anspruch 10 ist besonders als Schwebetrockner für Papierbahnen, z. B. im Offsetdruck oder innerhalb von Imprägnier- und Streichanlagen, geeignet. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch zur Wärmebehandlung von Metallbändern oder anderen Folien eingesetzt werden. Die Anordnung von Luftkissendüsen quer zur Transportrichtung in einer Reihe unterer Luftkissendüsen und in einer Reihe oberer Luftkissendüsen ermöglicht ein Schwebeführen der Warenbahn. Dabei werden durch die aus den Blasschlitz ausströmende warme Behandlungsluft Luftkissen erzeugt. Aus den Luftkissen strömt die Behandlungsluft in Abluftöffnungen zwischen den reihenweise angeordneten unteren und oberen Luftkissendüsen. Die unteren und die oberen Luftkissendüsen sind versetzt angeordnet, wodurch die Warenbahn einen leicht wellenförmigen Verlauf nimmt. Dieser well-

lenförmige Verlauf sichert eine gute Schwebelage der Warenbahn. Zur Erzielung einer guten Schwebelage ist es außerdem wichtig, die äußeren Kanten der Austrittsflächen der unteren und oberen Luftkissendüsen auf zwei parallelen Ebenen anzuordnen.

Eine Vorrichtung nach Anspruch 10 ist gemäß Anspruch 11 besonders als Trockner in einer Imprägnier- oder Streichanlage geeignet.

Die Erfindung soll anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Beispiels weiter erläutert werden. Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine erste Behandlungskammer einer Vorrichtung zur Wärmebehandlung einer kontinuierlich bewegten Warenbahn mit Luftkissendüsen und Figur 2 einen entsprechenden Querschnitt.

In Figur 3 ist ein Querschnitt einer erfindungsgemäßen Luftkissendüse und in Figur 4 eine Draufsicht dieser Luftkissendüse dargestellt.

Figur 5 zeigt schematisch einen Warenbahnverlauf über einer gattungsgemäßen Luftkissendüse mit innenliegender Perforation und Figur 6 entsprechend einen Warenbahnverlauf über eine erfindungsgemäße Luftkissendüse.

In Figur 7 ist der gemessene Wärmeübergangskoeffizient α_w in Abhängigkeit vom relativen Abstand von der Bahnkante D einer gattungsgemäßen Luftkissendüse mit innenliegender Perforation dargestellt. Die Messung erfolgte bei verschiedenen Schwebearständen B. Figur 8 zeigt die prozentuale Abweichung A des Wärmeübergangskoeffizienten α_w am Rand verglichen mit der Bahnmitte in Abhängigkeit vom relativen Abstand von der Bahnkante D, ebenfalls bei den unterschiedlichen Schwebearständen B. In den Figuren 9 und 10 sind die den Figuren 7 und 8 entsprechenden Darstellungen der Meßergebnisse für eine erfindungsgemäße Luftkissendüse zu sehen.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Wärmebehandlung einer kontinuierlich bewegten Warenbahn mit Luftkissendüsen 1, beispielsweise ein Schwebetrockner, weist mehrere hintereinander angeordnete Behandlungskammern, von denen nur die erste in Figur 1 dargestellt ist, auf. Figur 1 zeigt ein auf Stützen 2 stehendes Gehäuse 3 mit einem auf der linken Seite zu sehenden Einlaufschlitz 4 für eine im wesentlichen waagerechte geführte Warenbahn 5, deren Transportrichtung durch einen Pfeil 6 gekennzeichnet ist. Die Luftkissendüsen 1 erstrecken sich, wie in Figur 2 zu sehen, quer zur Transportrichtung. Sie sind entlang der Behandlungskammer, jeweils mit Abstand zueinander, in einer Reihe von unteren Luftkissendüsen 1 mit Düsenaustrittsflächen nach oben und in einer Reihe von oberen Luftkissendüsen 1 mit Düsenaustrittsflächen nach unten angeordnet, wobei die unteren und die oberen Luftkissendüsen 1 mit Düsenaustrittsflächen nach oben versetzt zueinander angeordnet sind. Dabei befinden sich äußere Kanten von Düsenaustrittsflächen der unteren und der oberen Luftkissendüsen 1 auf zwei parallelen Ebenen.

Die unteren Luftkissen 1 münden an ihren Untersei-

ten und die oberen Luftkissendüsen 1 an ihren Oberseiten in Zuluftkanälen 7, wobei die Zuluftkanäle 7 der unteren Luftkissendüsen 1 an einen unteren Luftverteilungskasten 8 und die Zuluftkanäle 7 der oberen Luftkissendüsen 1 mit Düsenaustrittsflächen nach oben an einen oberen Luftverteilungskasten 9 angeschlossen sind.

In eine Decke 10 des Gehäuses 3 ist ein Radialventilator 11 eingelassen, wobei sein Motor 12 oberhalb der Decke 10 angeordnet ist, sein druckseitiger Auslass 13 in eine unterhalb der Decke 10 gebildete Druckkammer 14 ragt und seine Ansaugöffnung 15 in einen Innenraum 16 der Behandlungskammer mündet. Die Druckkammer 14 ist über vier Zufuhrkanäle 17 in den Ecken der Behandlungskammer mit dem unteren Luftverteilungskasten 8 und über vier Zufuhrkanäle 18 ebenfalls in den Ecken der Behandlungskammer mit dem oberen Luftverteilungskasten 9 verbunden. Der im wesentlichen freie Innenraum 16 der Behandlungskammer erstreckt sich oben zwischen der Druckkammer 14 und dem oberen Luftverteilungskasten 9, an den Seiten zwischen Seitenwänden 19, 20 des Gehäuses 3 und den seitlichen Rändern der Luftkissendüsen 1, der Zuluftkanäle 7 und der Luftverteilungskästen 8, 9 und zwischen den Luftkissendüsen 1 in Form paralleler langgestreckter Zwischenräume. Im oberen Bereich des Innenraum 16 sind Heizregister zur Erwärmung der Blasluft angeordnet. Die Heizregister sind in den Figuren 1 und 2 nicht eingezeichnet.

Der Weg der über den Radialventilator 11, die Druckkammer 14, die Zufuhrkanäle 17, 18, den unteren und den oberen Luftverteilungskasten 8, 9 und die Zuluftkanäle 7 den Luftkissendüsen 1 zugeführte Blasluft sowie der Weg der über die zwischen den Luftkissendüsen 1 gebildeten Zwischenräume durch weitere Teile des Innenraums 16 zur Ansaugöffnung 15 abgezogene Blasluft ist durch Pfeile skizziert.

Eine Luftkissendüse 1 weist ein Gehäuse in Form eines langegestreckten Kastens mit einem Boden 21, zwei Seitenwänden 22, 23, einem einen größeren, mittleren Bereich der Oberseite der Luftkissendüse 1 bildenden, mittleren Leitblech 24, einem vorderen, nicht dargestellten, und einem hinteren Abschlußblech 25, auf.

An der Oberseite der Luftkissendüse 1 befinden sich zwei, über die gesamte Länge der Luftkissendüse 1 verlaufende Blasschlitze 26 und 27, die durch jeweils eine geneigte Leitfläche 28, 29 einer der Seitenwände 22, 23 und durch eine geneigte Leitfläche 30, 31 des mittleren Leitblechs 24 gebildet sind. Die jeweils zueinander parallelen Leitflächen 28, 30 und 29, 31 der beiden Blasschlitze 26, 27 sind so angeordnet, daß aus den Blasschlitzen 26, 27 austretende Blasstrahlen 32, 33 aufeinander zu gerichtet sind.

Die Leitflächen 28, 30 des Blasschlitzes 26 weisen einen geringeren Neigungswinkel α zur Waagerechten als die Leitflächen 29, 31 des Blasschlitzes 27 auf. Stattdessen oder zusätzlich kann auch die Austrittsöffnung des Blasschlitzes 26 größer als die des Blasschlitz-

zes 27 ausgebildet sein.

Der Neigungswinkel α der Leitflächen 28, 30 des Blasschlitzes 26 beträgt 10 bis 30° vorzugsweise 15 bis 20°, und ein Neigungswinkel β der Leitflächen 29, 31 des Blasschlitzes 27 45 bis 80°, vorzugsweise 60 bis 65° und die Summe der Neigungswinkel $\Sigma (\beta + \alpha)$ 70 bis 90°. In diesem Beispiel beträgt α 15°, β 60° und die Summe Σ 75°.

Das Verhältnis der Austrittsöffnungen des Blasschlitzes 26, dessen Leitflächen 28, 30 gegebenenfalls den geringeren Neigungswinkel α aufweisen, zur Austrittsöffnung des Blasschlitzes 27 beträgt 1 bis 3. In diesem Beispiel sind die Austrittsöffnungen gleich groß gewählt, das Verhältnis beträgt 1.

Außerhalb des Blasschlitzes 26, dessen Leitflächen 28, 30 den geringeren Neigungswinkel α und/oder dessen Austrittsöffnungen den größeren Wert aufweisen, sind über die gesamte Länge der Luftkissendüsen 1 Prallstrahlöffnungen 34 angeordnet. Das mittlere Leitblech 24 weist zwischen den Blasschlitzen 26, 27 keine Prallstrahlöffnungen auf.

Der Querschnitt der Luftkissendüsen 1 ist im wesentlichen rechteckig. Der Boden 21 ist eben und waagrecht angeordnet. Er weist eine sich über die gesamte Länge der Luftkissendüse 1 erstreckende rechteckige Öffnung 35, ggf. mit einem schmalen Rand, zur Zufuhr der Blasluft auf. Die Seitenwände 22, 23 erstrecken sich in ihren unteren Abschnitten senkrecht zum Boden 21. Zur Bildung der Leitflächen 28 und 29 der Blasschlitze 26 und 27 sind der obere Abschnitt der Seitenwand 22 unter dem Neigungswinkel α und der obere Abschnitt der Seitenwand 23 unter dem Neigungswinkel β zur Mitte hin abgeknickt. Diese Abschnitte der Seitenwände 22, 23 bilden über die gesamte Länge der Luftkissendüse 1 die Randbereiche der Oberseite der Luftkissendüse 1.

Diese, besonders zum Einsatz in Schwebetrocknern für Imprägnier- und Streichanlagen geeignete Luftkissendüse 1 weist eine Länge von etwa 2300 mm und eine Breite von etwa 300 mm auf.

Der restliche, mittlere Bereich der Oberseite der Luftkissendüse 1 wird durch das mittlere Leitblech 24 gebildet. In diesem Beispiel hat es die Form eines hohlen, langgestreckten Kastens, der beispielsweise aus einem entsprechend geformten, an seinen Längskanten zusammengefügt, bis zu den Abschlußblechen 25 der Luftkissendüse 1 reichenden Blechs hergestellt ist und keine Öffnungen aufweist.

Das mittlere Leitblech 24 weist dabei eine waagerechte mittlere Leitfläche 36, die beiden nach beiden Seiten daran anschließenden unter den Neigungswinkeln α und β verlaufenden Leitflächen 30 und 31, daran anschließende senkrechte Abschnitte 37 und 38 und einen waagerechten Boden 39 auf, d. h. der Querschnitt des mittleren Leitbleches 24 ist bis auf die geneigten Leitflächen 30 und 31 im wesentlichen rechteckig. Noch einmal darauf hingewiesen sei, daß die mittlere Leitfläche 36 keine Prallstrahlöffnungen 34 aufweist. Sie ist zur Stabilisierung gegenüber den äußeren durch die

Leitflächen 30, 31 gebildeten Kanten durch Abkantungen 40, 41 etwas abgesenkt. Das mittlere Leitblech 24 ragt mit äußeren Abschnitten seiner Leitflächen 30, 31 unter die die Leitflächen 28, 29 bildenden Abschnitte der Seitenwände 22, 23.

Das mittlere Leitblech 24 ist durch jeweils einen der seitlichen Abschnitte 37, 38 und den Boden 39 berührende sich quer zur Längsrichtung erstreckenden Bleche 42 und Bleche 43, die abwechselnd, mit Abstand zueinander, über die Länge der Luftkissendüsen 1 angeordnet sind, positioniert. Die Bleche 42 sind durch zwei Laschen 44 am Boden 21 befestigt, erstrecken sich zwischen der Seitenwand 22 und dem Abschnitt 37 des mittleren Leitbleches 24 und unter dem mittleren Leitblech 24 bis zum Abschnitt 38. Die Bleche 43 sind durch eine Lasche 45 am Boden 21 befestigt und erstrecken sich zwischen der Seitenwand 23 und dem Abschnitt 38 des mittleren Leitblechs 24 und unter dem mittleren Leitblech 24 bis etwa unter die Abkantung 40. Die Bleche dienen auch der Vergleichmäßigung der Luftzufuhr.

Die Prallstrahlöffnungen 34 sind in einem schmalen Bereich in einer oder mehreren Reihen, beispielsweise in eins bis fünf Reihen, über die gesamte Länge der Luftkissendüsen 1 angeordnet. Die Breite des Bereiches beträgt 5 bis 15 %, vorzugsweise 6 bis 8 %, der Breite der Luftkissendüse 1. Die Prallstrahlöffnungen 34 können als runde, eckige oder längliche Öffnungen ausgebildet sein, wobei die längere Seite der Öffnungen in Längsrichtung der Luftkissendüse angeordnet ist. In Reihen, versetzt zueinander angeordnete Öffnungen werden auch als Perforation bezeichnet.

In diesem Beispiel sind die Prallstrahlöffnungen 34 als insgesamt etwa 130 Bohrungen mit einem Durchmesser von etwa 10 mm ausgebildet, die in zwei Reihen versetzt zueinander in dem die Leitfläche 28 bildenden Abschnitt der Seitenwand 22 angebracht sind. Die Breite des Bereiches, in dem die Prallstrahlöffnungen 34 angeordnet sind, beträgt 8 % der Breite der Luftkissendüse 1. Sie ist in Figur 4 mit b gekennzeichnet.

Die Austrittsfläche der Prallstrahlöffnungen 34 bezogen auf die gesamte Düsenaustrittsfläche ist kleiner als 50 %, vorzugsweise 20 bis 40 %, in diesem Beispiel 24 %. Der geometrische Öffnungsgrad der Prallstrahlöffnungen 34 beträgt 0,5 bis 2 %, in diesem Beispiel 0,67 %, und der geometrische Öffnungsgrad der gesamten Düse 1,7 bis 4 %, in diesem Beispiel 2,8 %.

Die Luftkissendüsen 1 der oberen und der unteren Reihe sind gleich ausgebildet und so angeordnet, daß in beiden Reihen die Anordnung der beiden Blasschlitze 26, 27 in Transportrichtung hintereinander gleich ist. In diesem Beispiel befinden sich die Blasschlitze 27 mit dem größeren Neigungswinkel β und/oder der geringeren Austrittsfläche in Transportrichtung hinten.

Im Betrieb wird die Warenbahn 5 durch an sich bekannte, vor- und nachgeschalteter Einrichtungen der Vorrichtung zur Wärmebehandlung zugeführt und aus ihr abgezogen. In der Vorrichtung zur Wärmebehand-

lung wird die Warenbahn 5 mit aus den Luftkissendüsen 1 ausströmender, erwärmter Blasluft beaufschlagt, wodurch die Warenbahn 5 schwebend geführt wird und ihr gleichzeitig Wärme zugeführt wird. Durch die versetzte Anordnung der Luftkissendüsen 1 der oberen und unteren Reihen ist der Verlauf der Warenbahn 5 leicht wellenförmig.

Die Blasluft wird in jeder Behandlungskammer der Vorrichtung zur Wärmebehandlung mit Hilfe des Radialventilators 11 im Kreislauf geführt. Sie wird vom Radialventilator 11 über die Druckkammer 14, die Zuluftkanäle 17, 18, die Luftverteilungskästen 8, 9, die Zuluftkanäle 7, den Luftkissendüsen 1 zugeführt und über die zwischen den Luftkissendüsen 1 gebildeten Zwischenräume und weitere Teile des Innenraums 16 abgezogen. Bei der Rückführung der Blasluft zum Radialventilator 11 wird die Blasluft durch nicht dargestellte Heizregister erwärmt.

Die aus den Blasschlitzen 26, 27 aus den Luftkissendüsen 1 in aufeinander zugerichteten Blasstrahlen 32, 33 austretende Blasluft wird an der Warenbahn 5 umgelenkt. Dabei entsteht im Raum zwischen den Blasschlitzen 32, 33 ein Überdruckbereich, auch Luftkissen genannt, wodurch ein berührungsfreies Führen der Warenbahn 5 ermöglicht wird.

Durch die Asymmetrie der Luftkissendüsen 1 erfolgt die Abströmung der Blasluft aus dem Luftkissen in einer Richtung, und zwar über den Blasschlitz 27, dessen Blasluft der abströmenden Luft den geringsten Widerstand entgegen zu setzen hat, d. h. über dem Blasschlitz 27 mit dem größeren Neigungswinkel β und/oder der kleineren Austrittsfläche.

Die aus den Prallstrahlöffnungen 34 austretende Blasluft trifft nahezu senkrecht auf die Warenbahn 5 und bewirkt so eine zusätzliche, effektive Übertragung der Wärme von der Blasluft auf die Warenbahn 5.

Die Blasluft aus den Prallstrahlöffnungen 34 führt außerdem bei Gewährleistung der Abströmung im wesentlichen über die Blasschlitze 27 zu einer Vergleichmäßigung des Schwebeabstandes der Warenbahn 5 von den Luftkissendüsen 1. Dies ist in den Figuren 5 und 6 zu sehen, in denen Schwebeabstände bei einer gattungsgemäßen Luftkissendüse und bei einer erfindungsgemäßen Luftkissendüse 1 skizziert sind.

Insbesondere verhindert die aus den Prallstrahlöffnungen 34 austretende Blasluft den starken Abfall des Wärmeübergangskoeffizienten α_w an den Rändern der Warenbahn 5, der bei den gattungsgemäßen Luftkissendüsen auftritt (Figuren 7 bis 10). Der bei den gattungsgemäßen Luftkissendüsen beobachtete Effekt der Randuntertrocknung wird wesentlich verringert.

Die Blasschlitze 26, 27 können als Schlitze oder Lochreihen ausgebildet sein. Hier sind sie als durch Stege 46, 47 voneinander getrennter Randaussparungen der Seitenwände 22, 23 ausgebildet, wobei sich die Stege 46, 47 auf dem mittleren Leitblech 24 abstützen. Dazu sind die Seitenwände 22, 23 an ihren sich an die Leitflächen 28, 29 bildenden Abschnitten anschließen-

den Rändern senkrecht zu den Leitflächen 28, 29 abgelenkt. Sie weisen an diesen Rändern halbrunde Aussparungen mit dazwischenliegenden Stegen 46, 47 auf und berühren mit den Stegen 46, 47 die Leitflächen 30 und 31 des mittleren Leitblechs 24, an dem sie in gewissen Abständen angeheftet sind. Die Seitenwände 22, 23 können so gebogen sein, daß die Stege 46, 47 sich unter einer gewissen Vorspannung auf den Leitflächen 30, 31 des mittleren Leitblechs 24 abstützen.

Bei der Ausbildung der Blasschlitze 26, 27 als Lochreihen, in Form von Bohrungen oder halbrunden Randaussparungen, sind die in einer Reihe angeordneten Luftkissen 1 ein wenig, und zwar so weit senkrecht zur Transportrichtung versetzt zueinander angeordnet, daß die aus den Löchern hintereinander angeordneter Luftkissendüsen 1 austretende Blasluft auf nebeneinander liegende Stellen der Warenbahn 5 treffen. Damit wird die die Warenbahn 5 treffende Blasluft über die Breite der Warenbahn vergleichmäßig.

Die erfindungsgemäßen Luftkissendüsen und die erfindungsgemäße Vorrichtung sind für die unterschiedlichsten Formen der Wärmebehandlung einer Warenbahn, wie die Wärmebehandlung von Metallbändern oder die Trocknung von Papierbahnen, geeignet. Ihr bevorzugter Einsatz, insbesondere der Luftkissendüsen des Beispiels, ist die Trocknung getränkter Papierbahnen in Imprägnier- und Streichanlagen.

Bezugszeichenliste

1	Luftkissendüse
2	Stütze
3	Gehäuse
4	Einlaufschlitz
5	Warenbahn
6	Pfeil
7	Zuluftkanal
8	unterer Luftverteilungskasten
9	oberer Luftverteilungskasten
10	Decke
11	Radialventilator
12	Motor
13	Auslass
14	Druckkammer
15	Ansaugöffnung
16	Innenraum
17	Zufuhrkanal
18	Zufuhrkanal
19	Seitenwand
20	Seitenwand
21	Boden
22	Seitenwand
23	Seitenwand
24	mittleres Leitblech
25	Abschlußblech
26	Blasschlitz
27	Blasschlitz
28	Leitfläche
29	Leitfläche

30	Leitfläche
31	Leitfläche
32	Blasstrahlen
33	Blasstrahlen
34	Prallstrahlöffnungen
35	Öffnung
36	mittlere Leitfläche
37	Abschnitt
38	Abschnitt
39	Boden
40	Abkantung
41	Abkantung
42	Blech
43	Blech
44	Lasche
45	Lasche
46	Steg
47	Steg

20 Patentansprüche

1. Luftkissendüse (1) zum Einsatz in einer Vorrichtung zur Wärmebehandlung einer kontinuierlich bewegten Warenbahn (5)

mit zwei an der Oberseite über ihre gesamte Länge verlaufenden Blasschlitzen (26, 27) mit einem zwischen den Blasschlitzen (26, 27) angeordneten, mittleren Leitblech (24), wobei die Blasschlitze (26, 27) durch geneigte Leitflächen (28, 29, 30, 31) begrenzt sind, so daß die Blasstrahlen (32, 33) aufeinander zu gerichtet sind, und die Leitflächen (28, 30) eines der Blasschlitze (26) einen geringeren Neigungswinkel α und/oder die Austrittsöffnung dieses Blasschlitzes (26) einen größeren Wert aufweist, und mit Prallstrahlöffnungen (34) an der Oberseite der Luftkissendüse (1), dadurch gekennzeichnet, daß die Prallstrahlöffnungen (34) außerhalb des Blasschlitzes (26), dessen Leitflächen (28, 30) den geringeren Neigungswinkel α und/oder dessen Austrittsöffnung den größeren Wert aufweist, über die gesamte Länge der Luftkissendüse (1) angeordnet sind und das mittlere Leitblech (24) zwischen den Blasschlitzen (26, 27) keine Prallstrahlöffnungen aufweist.

2. Luftkissendüse (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Prallstrahlöffnungen (34) in einem Bereich, der sich über 5 bis 15 %, vorzugsweise über 6 bis 8 %, der Breite und über die gesamte Länge der Luftkissendüse (1) erstreckt, angeordnet sind.

3. Luftkissendüse (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die geneigten Leitflächen (28, 29, 30, 31) durch

- Seitenwände (22, 23) der Luftkissendüse (1) und durch das mittlere Leitblech (24) gebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß das mittlere Leitblech (24) als ein sich über die gesamte Länge der Luftkissendüse (1) erstreckender, hoher Kasten ohne Öffnungen ausgebildet ist. 5
4. Luftkissendüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Luftkissendüse (1) und der Querschnitt des mittleren Leitbleches (24) bis auf die Leitflächen (28, 29, 30, 31) der Blasschlitze (26, 27) im wesentlichen rechteckig sind. 10
5. Luftkissendüse (1) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, gekennzeichnet durch sich quer zur Längsrichtung der Luftkissendüse (1) erstreckende Bleche (42, 43), die jeweils einen von seitlichen Abschnitten (37, 38) und den Boden (39) des mittleren Leitbleches (24) berühren, und über die Länge der Luftkissendüse (1) abwechselnd hintereinander angeordnet sind. 15
20
6. Luftkissendüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsfläche der Prallstrahlöffnungen (34) bezogen auf die gesamte Düsenaustrittsfläche < als 50 %, vorzugsweise 20 bis 40 %, ist, wobei der geometrische Öffnungsgrad der Prallstrahlöffnungen (34) 0,5 bis 2 % und der geometrische Öffnungsgrad der gesamten Luftkissendüse (1) 1,7 bis 4 % beträgt. 25
30
7. Luftkissendüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Neigungswinkel α der Leitflächen (28, 30) des einen Blasschlitzes (26) 10 bis 30°, vorzugsweise 15 bis 20° und der Neigungswinkel β der Leitflächen (29, 31) des zweiten Blasschlitzes (27) 45 bis 80°, vorzugsweise 60 bis 65°, beträgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Neigungswinkel $\Sigma (\beta + \alpha)$ 70 bis 90° beträgt. 35
40
8. Luftkissendüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Austrittsflächen der Blasschlitze (26, 27) 1 bis 3 beträgt. 45
9. Luftkissendüse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die geneigten Leitflächen (28, 29, 30, 31) durch Seitenwände (22, 23) der Luftkissendüse (1) und durch das mittlere Leitblech (24) gebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Blasschlitze (34) als durch Stege (46, 47) voneinander getrennte Randaussparungen der Seitenwände (22, 23) ausgebildet sind, wobei sich die Stege (46, 47) auf dem mittleren Leitblech (24) abstützen. 50
55
10. Vorrichtung zur Wärmebehandlung einer kontinuierlich bewegten Warenbahn mit Luftkissendüsen (1), wobei die Luftkissendüsen (1) quer zur Trans-
- portrichtung in einer Reihe unterer Luftkissendüsen (1) und in einer Reihe oberer Luftkissendüsen (1), die unteren und die oberen Luftkissendüsen (1) versetzt und die äußeren Kanten von Austrittsflächen der unteren und oberen Luftkissendüsen (1) auf zwei parallelen Ebenen angeordnet sind, gekennzeichnet durch Luftkissendüsen (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9.
11. Verwendung einer Vorrichtung nach Anspruch 10 als Trockner in einer Imprägnier- oder Streichanlage.

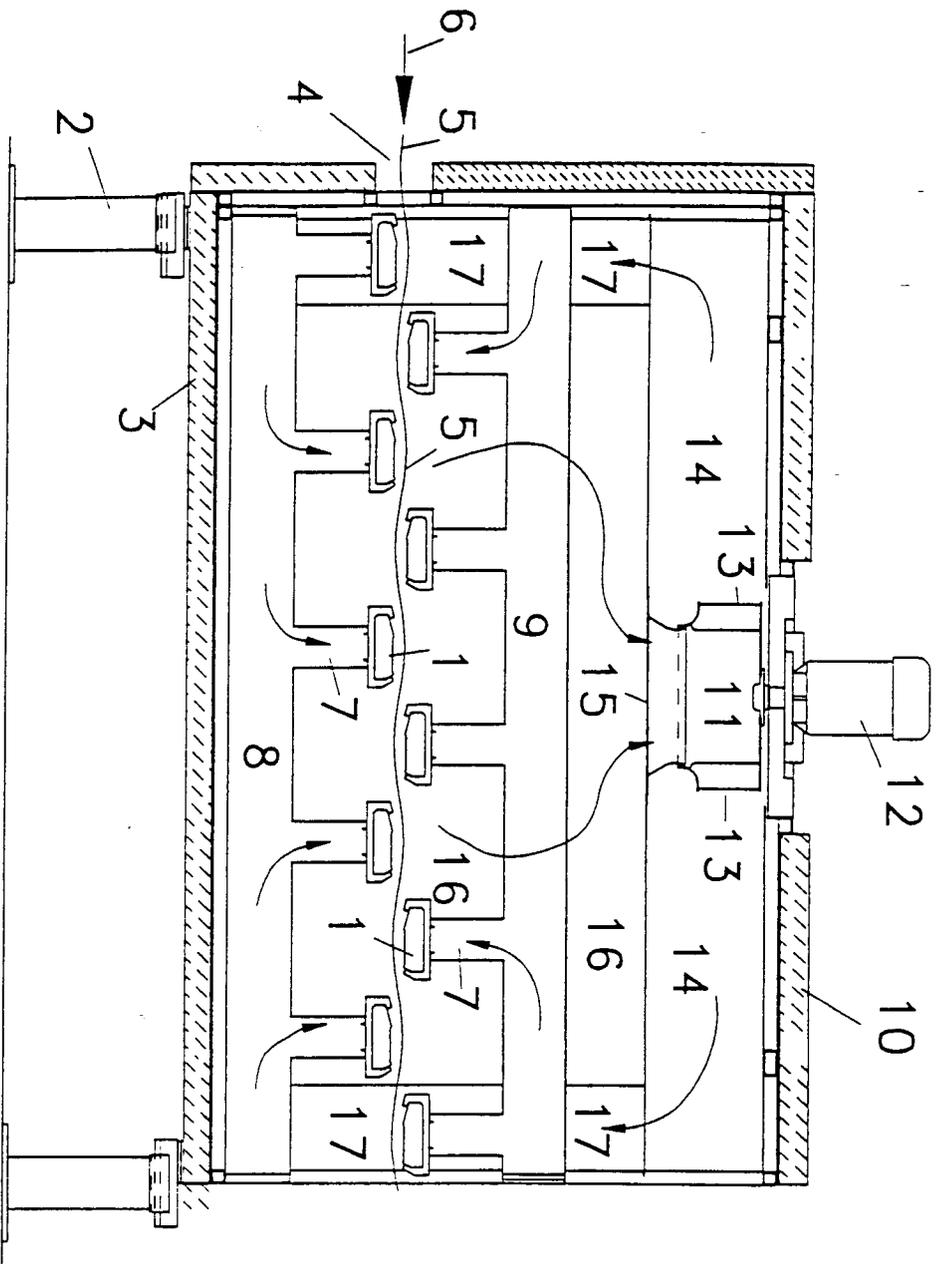
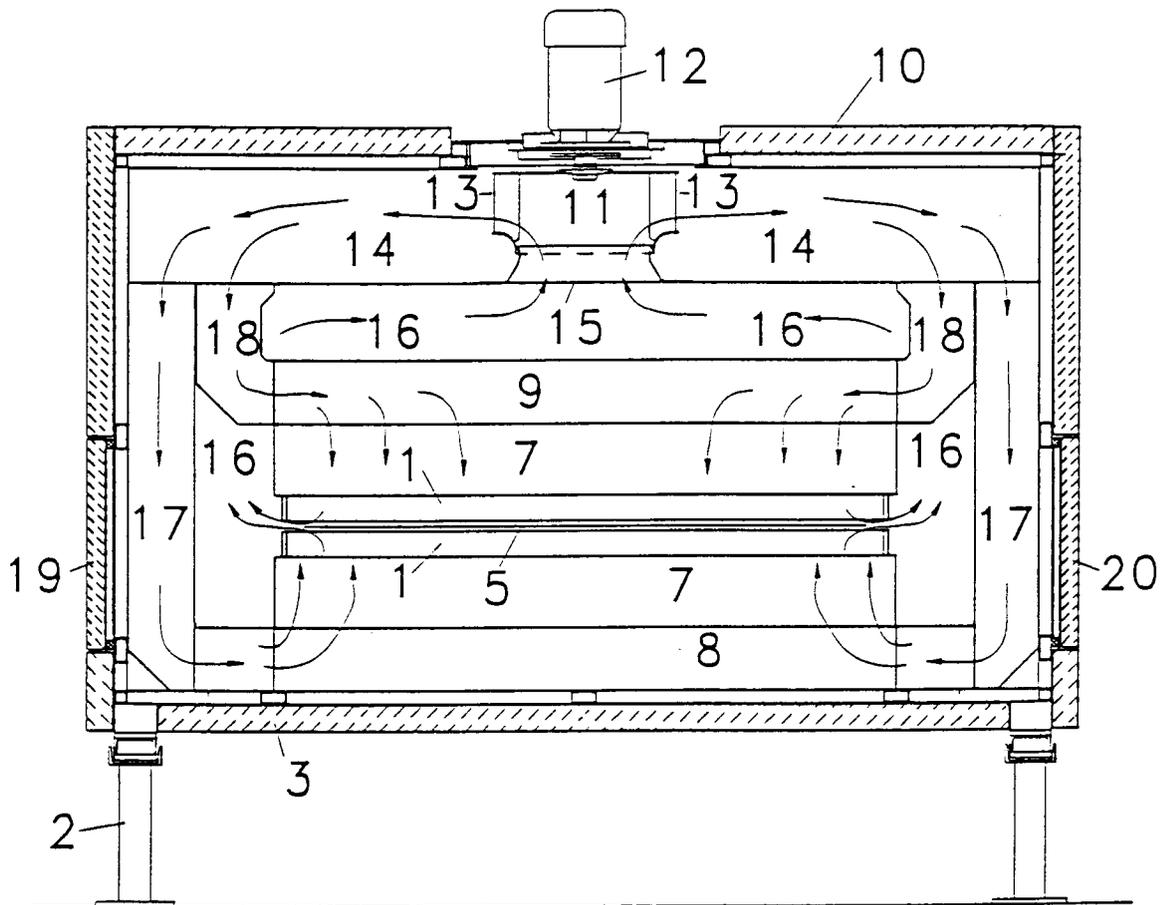
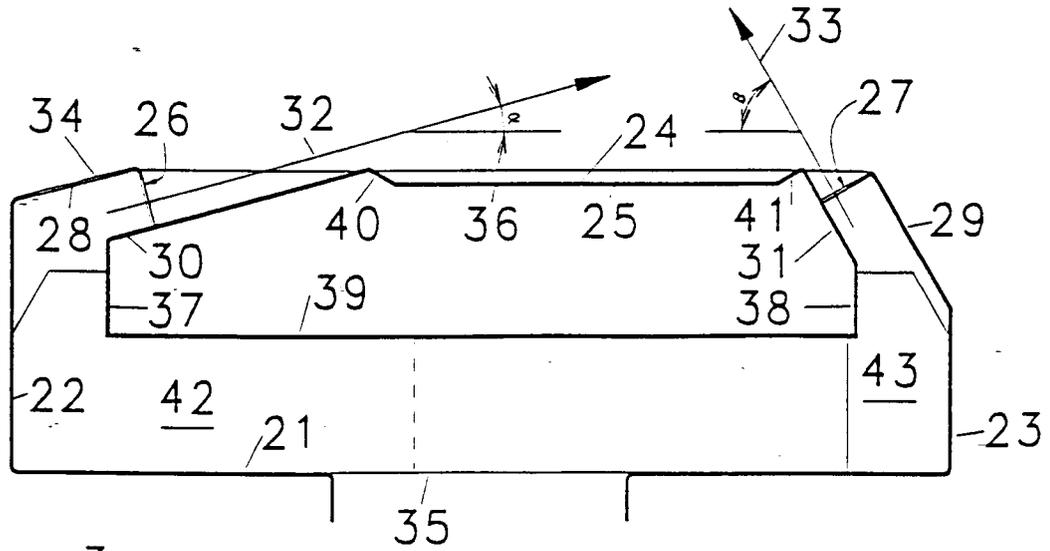


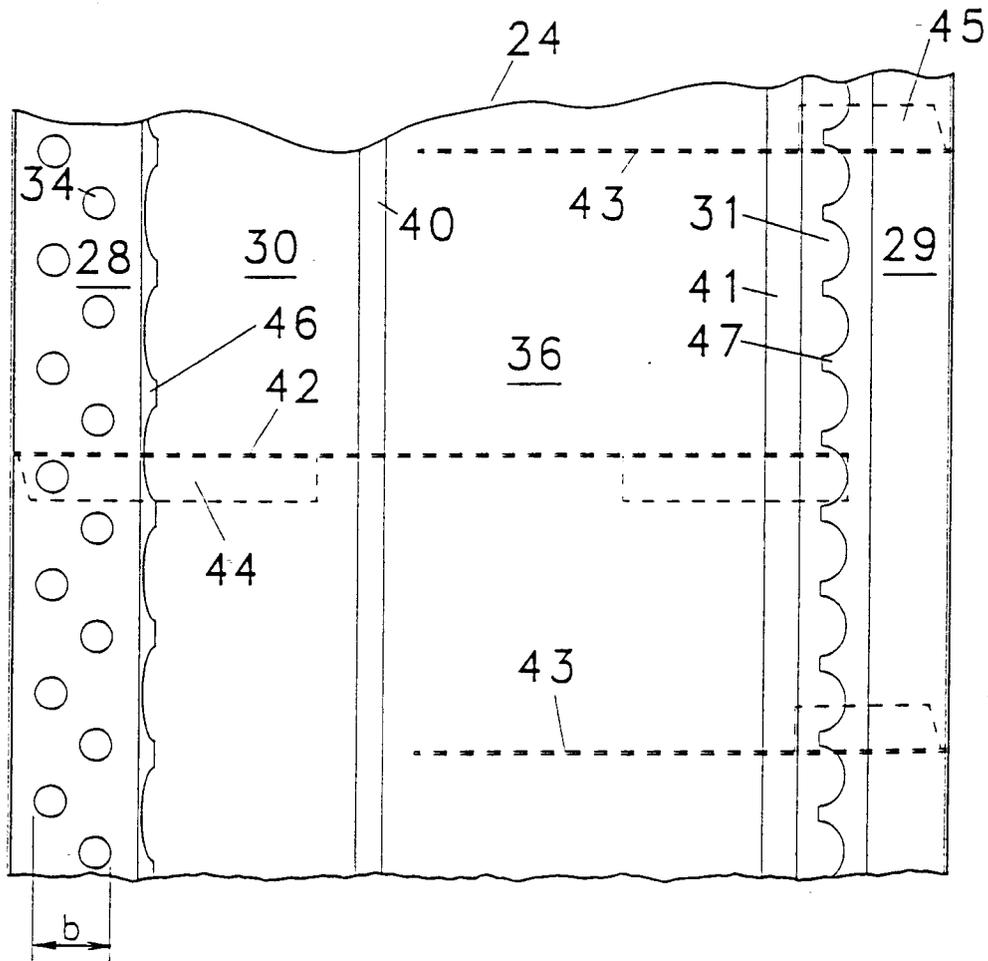
Figure 1



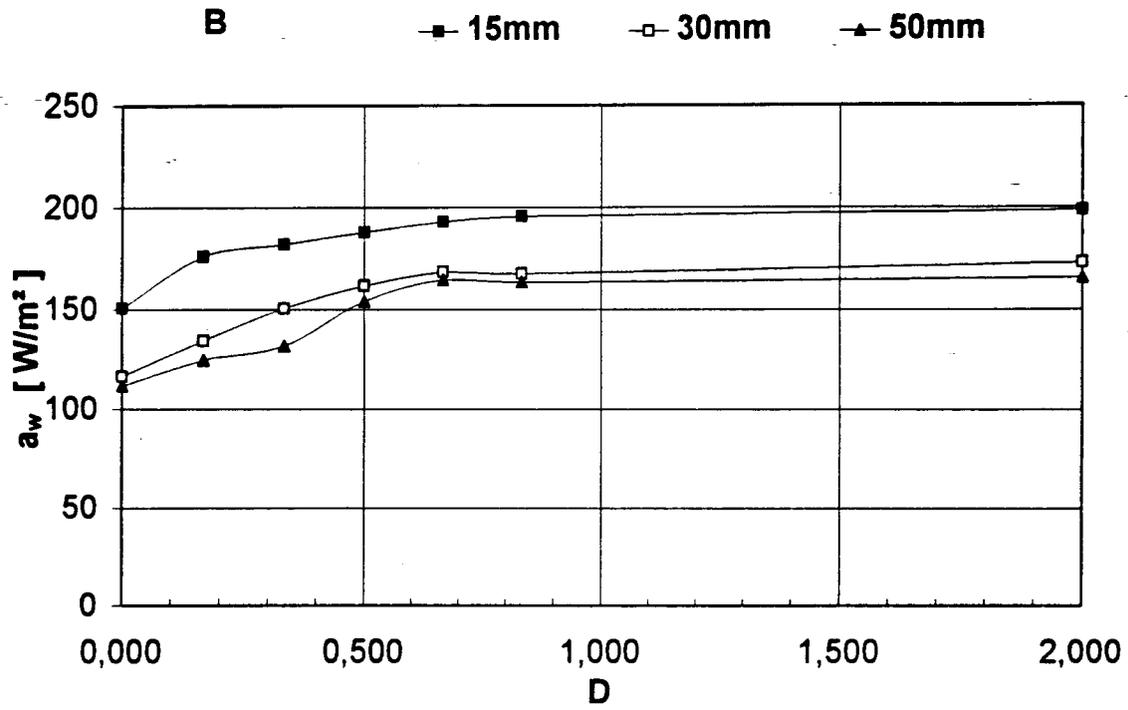
Figur 2



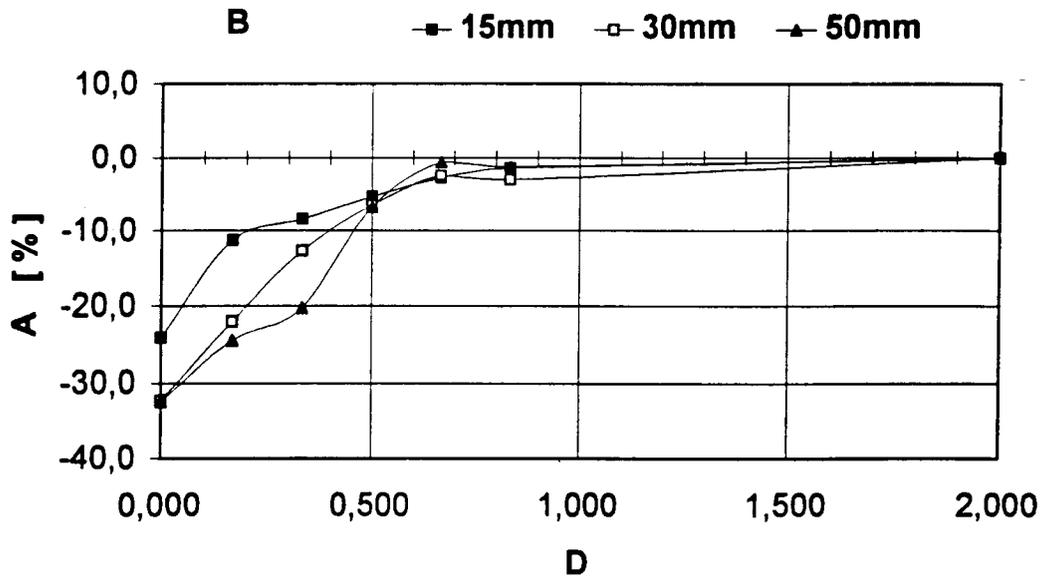
Figur 3



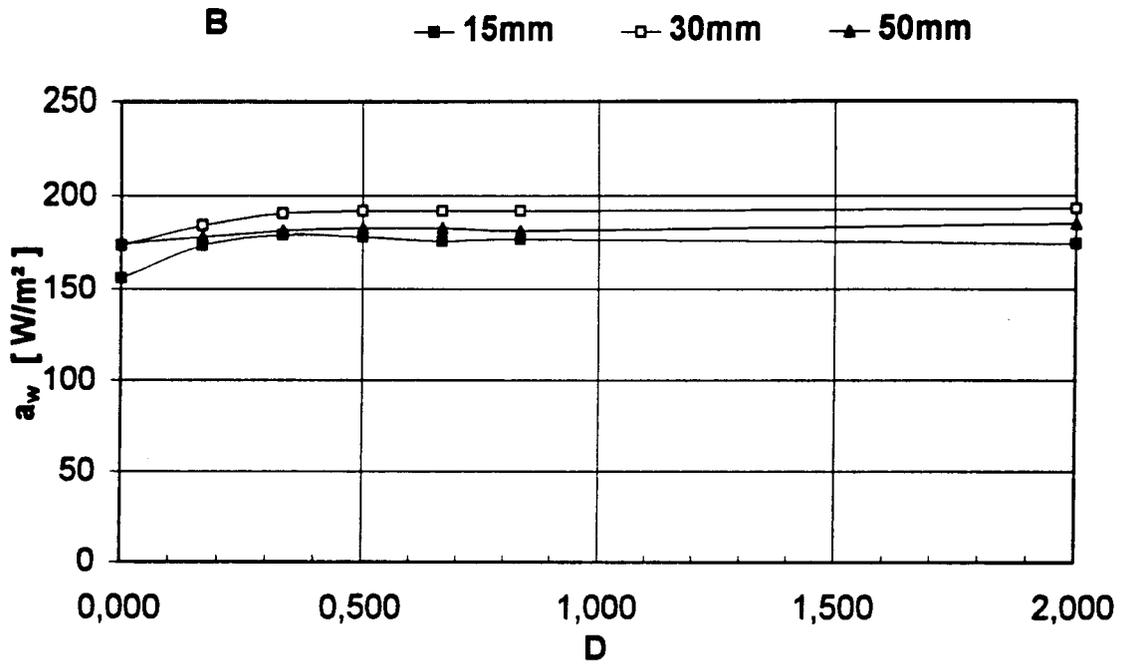
Figur 4



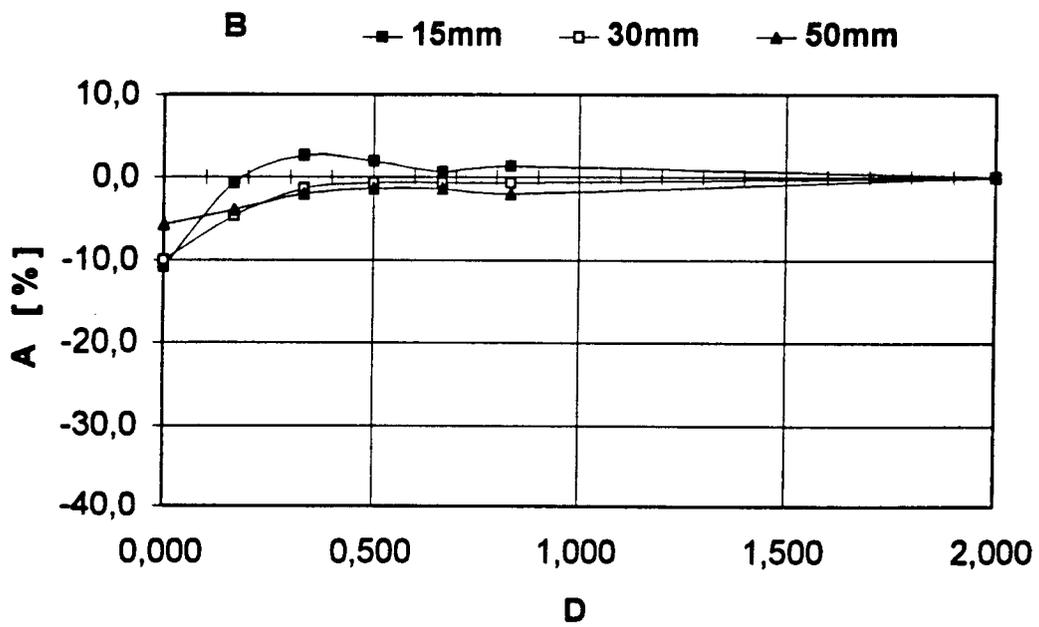
Figur 7



Figur 8



FIGUR 9



FIGUR 10



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 10 6133

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	GB 2 141 989 A (VITS-MASCHINENBAU GMBH) * das ganze Dokument * ---	1,3,4, 7-10	B65H23/24 F26B13/20
D,A	DE 26 15 258 A (VITS-MASCHINENBAU GMBH) * das ganze Dokument * ---	1,7	
D,A	DE 26 13 135 A (VITS-MASCHINENBAU GMBH) * das ganze Dokument * ---	1,9	
D,A	DE 296 02 178 U (VITS-MASCHINENBAU GMBH) * das ganze Dokument * -----	1,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B65H F26B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13.Juni 1997	Prüfer Silvis, H
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P/MC03)