



Europäisches Patentamt

⑯

European Patent Office

Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

O 235 723
A2

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

㉑ Anmeldenummer: 87102560.7

㉑ Int. Cl.⁴: **B 65 H 20/14, B 65 H 23/24**

㉒ Anmeldetag: 24.02.87

㉓ Priorität: 06.03.86 DE 3607371

㉕ Anmelder: Vits, Hilmar, Hüschelrath 16,
D-5653 Leichlingen 1 (DE)

㉔ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 09.09.87
Patentblatt 87/37

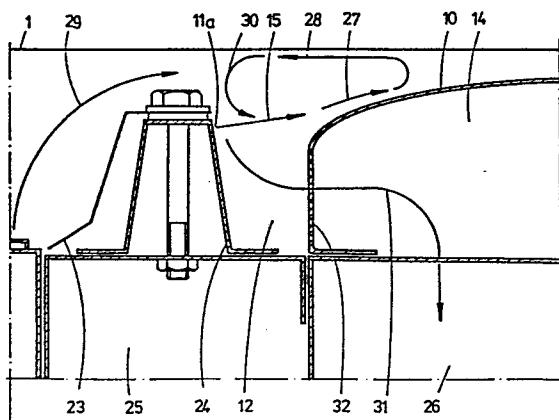
㉖ Erfinder: Vits, Hilmar, Hüschelrath 16,
D-5653 Leichlingen 1 (DE)

㉗ Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE ES FR GB GR
IT LI LU NL SE

㉘ Vertreter: Patentanwaltsbüro Cohausz & Florack,
Schumannstrasse 97, D-4000 Düsseldorf 1 (DE)

㉙ Vorrichtung zum schwebenden Führen von Materialbahnen mittels eines gasförmigen oder flüssigen Mediums.

㉚ Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum schwebenden Führen von Warenbahnen mittels eines gasförmigen oder flüssigen Mediums. Die Vorrichtung besteht aus einem oder mehreren in Materialbahnlaufrichtung und quer dazu hintereinander angeordneten länglichen Strömungskörpern mit konvex zur Materialbahn 1 gewölbter Oberfläche und mit Abstand zu dieser Oberfläche und in Reihe derart angeordneten Düsen 11a, 11b, daß die aus den Düsen austretenden Freistrahlen 15, 16 die Oberfläche des Strömungskörpers 10 unter spitzem Winkel anblasen und sich an der Oberfläche in Wandstrahlen umwandeln, bevor sie insbesondere durch Strömungsumkehr die Materialbahn 1 anblasen. Besonders bei beiden Längsrändern eines jeden Strömungskörpers zugeordneten Düsen mit gegeneinander gerichteten Freistrahlen ergibt sich ein gegenüber herkömmlichen, nach dem Tragflächenprinzip oder Luftkissenprinzip arbeitenden Vorrichtungen ein verbessertes Tragverhalten mit stark progressiver Kennlinie im Nahbereich der Materialbahn und verhältnismäßig steilem Einlauf in den Nullwert der Tragkraft.



EP 0 235 723 A2

COHAUSZ & FLORACK

PATENTANWALTSBÜRO

SCHUMANNSTR. 97 D-4000 DÜSSELDORF 1

Telefon: (0211) 683346 · Telefax: (0211) 6790871 · Telex: 8586513 cop d

PATENTANWÄLTE:

Dipl.-Ing. W COHAUSZ · Dipl.-Ing. R. KNAUF · Dipl.-Ing. H. B. COHAUSZ · Dipl.-Ing. D. H. WERNER · Dr. rer. nat. B. REDIES

23.02.1987
KN/So 46066EP

- - 1 -

1

5 Hilmar Vits
 5 Hüschelrath 16
 5653 Leichlingen 1

Vorrichtung zum schwebenden Führen von Materialbahnen
 mittels eines gasförmigen oder flüssigen Mediums
 10

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum
 schwebenden Führen von Materialbahnen, bestehend aus einem
 länglichen quer zur Laufrichtung der Materialbahn
 15 angeordneten Strömungskörper mit auf der Materialbahnseite
 konvex gekrümmter Oberfläche und aus an mindestens einem der
 beiden Längsränder des Strömungskörpers in Reihe und mit
 Abstand zur Oberfläche des Strömungskörpers angeordneten
 Düsen, mit denen zwischen die konvex gekrümmte Oberfläche
 20 des Strömungskörpers und die Materialbahn ein gasförmiges
 oder flüssiges Medium einblasbar ist.

Beim schwebenden Führen von Materialbahnen, zum Beispiel
 gestrichene Papierbahnen, getränktes oder lackierte
 Materialbahnen, wird mit dem schwebenden Führen häufig eine
 25 Wärmebehandlung, zum Beispiel Trocknung der Materialbahn,
 kombiniert. Die Materialbahn durchläuft dabei großvolumige
 Kammern, in denen erhebliche Luftmassen umgewälzt werden.
 Nur ein geringer Teil dieser Luftmassen wird als Abluft
 abgeführt und durch Frischluft ersetzt. Die für die
 30 Trocknung der Warenbahn zuzuführende Wärme überträgt

1

die erwärmte Blasluft, die aus den Düsen ausgeblasen wird.
Die zu erwärmende Blasluft wird der Trockneratmosphäre
entnommen und über Heizeinrichtungen, zum Beispiel
5 Wärmetauscher, erwärmt.

Um einerseits die Materialbahn schwebend führen zu können
und andererseits die für die Trocknung notwendige Wärme
auf die Materialbahn zu übertragen, haben die Düsen einen
10 Querschnitt von etwa bis 5 % je nach Arbeitsprinzip
der Vorrichtung (Tragflächenprinzip oder Luftkissen-
prinzip), bezogen auf die beaufschlagte Materialbahnfläche.
Dieses große Luftvolumen, das über die Düsen eingeblasen
wird, ist in mehrfacher Hinsicht von Nachteil:

15

1. Das große Luftvolumen für die Düsen macht eine
entsprechend große Auslegung aller zum Transport und zur
Erwärmung erforderlichen Teile, wie z.B. Gebläse,
Wärmetauscher und Luftführungen, notwendig. Wegen des
20 deshalb großen Trocknervolumens wird eine Integration
eines Trockners zum Beispiel in eine Papiermaschine von
den Betreibern abgelehnt.

25

2. Es ist bekannt, daß durch Kombination von gasbeheizten
Infrarotstrahlern und blasluftgespeisten Vorrichtungen
zum schwebenden Führen von Warenbahnen hohe Trocknungs-
leistungen und bessere Trocknungsqualitäten erreicht
werden können, wenn die Infrarotstrahler und die
Vorrichtungen zum schwebenden Führen in kurzem Abstand
30 aufeinander folgen. Gleichwohl hat sich ein solcher
Trockner nicht durchsetzen können, weil die Blasluft-
strömung herkömmlicher Vorrichtungen den Betrieb der
Infrarot-Gasstrahler störte.

35

3. Da die aus den Düsen austretende und die Materialbahn
beaufschlagende Blasluft umgewälzte Trockneratmosphäre

1 ist, enthält sie unvermeidlich kleine Fremdkörper, denn selbst Filter und deren Dichtungen sind unvollkommen, so daß Fremdkörperablagerungen an unzugänglichen Stellen unvermeidlich sind. Trifft die Blasluft ungereinigt auf die häufig klebrige Warenbahn auf, bleiben diese Fremdkörper daran kleben und bilden Oberflächenfehler. Der für die selbst unvollständige Reinigung notwendige Aufwand ist wegen des großen Trocknervolumens entsprechend groß.

10 Ein weiterer Nachteil der Vorrichtung zum schwebenden Führen von Materialbahnen besteht in deren nicht optimalem Tragkraftverhalten.

15 Eine nach dem Luftkissenprinzip arbeitende Vorrichtung hat zwar bei kleiner werdendem Materialbahnabstand ein stark progressives Tragkraftverhalten, doch geht die über den Materialbahnabstand aufgetragene Kurve für die Tragkraft erst mit verhältnismäßig großem Abstand gegen Null. Das bedeutet, daß mit einer solchen Vorrichtung für die Materialbahn keine stabile Schwebelage zu erzielen ist. Solche Vorrichtungen eignen sich deshalb auch nur dann, wenn auf beiden Warenbahnseiten entsprechende Vorrichtungen versetzt angeordnet sind.

20 Eine nach dem Tragflächenprinzip arbeitende Vorrichtung gewährleistet zwar eine stabile Schwebelage der Materialbahn, denn die Tragkraftkurve erreicht mit einer gewissen Steilheit den Nullwert der Tragkraft, doch ist der Absolutwert der Tragkraft selbst bei kleinem Warenbahnabstand im Vergleich zu einer nach dem Luftkissenprinzip arbeitenden Vorrichtung klein.

25 Bei einer bekannten Vorrichtung der eingangs genannten Art, die nach dem Tragflächenprinzip arbeitet, tritt die

1

Blasluft aus Schlitz- oder Lochdüsen aus, die mit Abstand von der konvex gekrümmten Oberfläche des Strömungskörpers angeordnet sind. Die aus den Schlitz- bzw. Lochdüsen austretende Blasluft ist unter spitzem Winkel gegen die Materialbahn gerichtet und wird von ihr abgelenkt und in den von der Materialbahn und dem Strömungskörper gebildeten Kanal gelenkt. Über in dem Strömungskörper angeordnete Löcher kann durch den Unterdruck im Kanal Luft angesaugt werden, so daß der Unterdruck eine für die Tragkraft kritische Grenze nicht überschreitet (DE 14 74 239 C3).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum schwebenden Führen von Materialbahnen zu schaffen, deren Tragkraftverhalten bei geringerem Volumen an den Düsen zuzuführendem flüssigen oder gasförmigen Medium im Vergleich zu herkömmlichen Vorrichtungen verbessert ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Düsen als Freistrahldüsen ausgebildet sind, die mit spitzem Anströmwinkel flach auf die Oberfläche der Strömungskörper derart gerichtet sind, daß die als Freistrahlen aus den Düsen austretenden Strömungsstrahlen erst nach Auftreffen auf die Oberfläche des Strömungskörpers und Umwandlung zu Wandstrahlen an der Oberfläche des Strömungskörpers die Materialbahn anblasen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung benötigt im Vergleich zu herkömmlichen Vorrichtungen ein um ein Vielfaches geringeres Volumen an gasförmigem oder flüssigem Medium für die Düsen. Eine Reduzierung des Querschnitts der Düsen um den Faktor 10 bis 100, also auf 1 bis 0,1 pro mille, bezogen auf die beaufschlagte Materialbahnoberfläche, verbunden mit einem erheblich besseren Tragverhalten ist möglich, allerdings muß bei derart kleinen Querschnitten der

1

Düsen der Druck des Mediums entsprechend erhöht werden.
Aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeit der Freistrahlen wird nach dem Injektorprinzip aus der Umgebung den

5 Freistrahlen und nach Auftreffen auf die Oberfläche des Strömungskörpers den Wandstrahlen Luft aus der Umgebung beigemischt. Im Gegensatz dazu findet bei herkömmlichen Vorrichtungen, bei denen die Strömungsstrahlen bereits als Wandstrahlen aus den Düsen mit vergleichsweise kleiner
10 Geschwindigkeit, dafür aber mit größerem Volumen austreten, praktisch keine Beimischung von Luft aus der umgebenden Atmosphäre statt. Die bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch die Vermischung stattfindende verlustreiche Energieumsetzung (Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit) des
15 gasförmigen oder strömenden Mediums ist jedenfalls dann unbeachtlich, wenn die Wärmeübertragung nicht durch das Medium, sondern durch eigens dafür vorgesehene Heizeinrichtungen vorgenommen wird.

20 Wegen des mit hoher Strömungsgeschwindigkeit aus den Düsen austretenden geringen Volumens der Blasstrahlen lässt sich die erfindungsgemäße Vorrichtung bei einem Trockner auch als sperrende Schleuse am Einlaßschlitz für die Materialbahn einsetzen. In diesem Fall wird die Vorrichtung
25 mit hoherhitzter Blasluft betrieben. Durch Vermischung mit der über den Einlaßschlitz einströmenden Kaltluft wird diese auf eine Temperatur aufgeheizt, bei der es nicht mehr bei Vermischung mit der lösungsmittelhaltigen Trockneratmosphäre zu schädlichen Kondensationen kommen kann.

30 Durch den Einsatz erfindungsgemäßer Vorrichtungen wird eine Reduzierung des Trocknervolumens und der an der Aufbereitung der den Düsen zuführenden Luft beteiligten Teile auf ein Fünftel des bisherigen Umfangs möglich.

1

Die erfindungsgemäße Vorrichtung läßt sich sowohl nach dem Tragflächenprinzip als auch nach dem Luftkissenprinzip betreiben, je nachdem, ob an nur einem Längsrand die Düsen oder an beiden Längsrändern die Düsen vorgesehen sind.

5 Bevorzugt wird wegendes erheblich besseren
Tragkraftverhaltens eine Vorrichtung mit an beiden Rändern angeordneten Düsen. Dabei kann das Tragkraftverhalten weiter verbessert werden, wenn der von der Materialbahn und den
10 Freistrahlen eingeschlossene Anstellwinkel der Düsen der einen Reihe von dem der anderen Reihe verschieden ist.

15 Die konvex gekrümmte Oberfläche sollte zumindest an einem Rand der Strömungskörper ausgebildet und die Freistrahlen auf diesen Teil der Oberfläche gerichtet sein. Dadurch wird eine bessere Strahlausweitung und Umwandlung zu Wandstrahlen ermöglicht.

20 Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Summe des Anströmwinkels β und des von der Materialbahn und den Freistrahlen eingeschlossenen Anstellwinkels α zwischen 5° und 60° , vorzugsweise zwischen 15° und 35° liegt. Die Winkel sollten möglichst klein sein.

25 Das Erfindungsprinzip, mit Freistrahlen zunächst den Strömungskörper anzublasen und nach Umwandlung der Freistrahlen zu Wandstrahlen die Materialbahn anzublasen, läßt sich sowohl mit Freistrahlen verwirklichen, deren Strahlachse Sekanten, als auch Tangenten, als auch Passanten
30 zur gekrümmten Oberfläche des Strömungskörpers bilden. Im Falle, daß die Strahlachse der Freistrahlen eine Passante zur gekrümmten Oberfläche des Strömungskörpers bildet, sollten die Randbereiche der divergierenden Strömungsstrahlen mit wenigstens einem Drittel ihrer Mantelfläche den Strömungskörper anströmen. Vorzugsweise
35

1 beträgt der Abstand der Düsen von der angeströmten
Oberfläche des Strömungskörpers etwa 1/10 der Länge der der
Materialbahn zugekehrten Oberfläche des Strömungskörpers in
5 Strömungsrichtung.

Die konvex gekrümmte Oberfläche des Strömungskörpers kann
unterschiedliche Formen haben. Als zweckmäßig haben sich
die Form eines flachen Ellipsenbogens, eines flachen Korb-
bogens oder eines flachen Polygons erwiesen.
10

Bei mehreren in Materialbahnlaufrichtung hintereinander
angeordneten Strömungskörpern ist zwischen zwei
benachbarten Strömungskörpern ein gemeinsamer
15 Zuführkanal für das gasförmige oder flüssige Medium für
den beiden Strömungskörpern zugeordneten Düsen vorgesehen.
Besonders dicht ist die Folge der erfundungsgemäßen
Vorrichtungen, wenn bei mehreren in Materialbahnlaufrichtung
hintereinander angeordneten Strömungskörpern die
Strömungskörper als Zuführkanäle für das gasförmige oder
20 flüssige Medium ausgebildet sind und die Düsen tragen, die
den benachbarten Strömungskörpern zugeordnet sind.

Sofern jedem Strömungskörper zwei Reihen von Düsen
25 zugeordnet sind, also die Vorrichtung nach dem Luftkissen-
prinzip arbeitet, fließt aus dem Bereich einer jeden
Vorrichtung nur wenig Luft ab, denn nach Umkehr der
Strömungsrichtung oberhalb der Oberfläche und Vorbei-
streichen an der Materialbahn wird aus dieser Rückströmung
30 durch die Freistrahlen nach dem Injektorprinzip Luft

1

aufgenommen und wieder in den Bereich zwischen der Materialbahn und der Oberfläche der Vorrichtung eingespeist. Nur ein geringer Teil kann abströmen. Um das Abströmen zu vergleichmäßigen, kann nach einer Ausgestaltung der Erfindung zwischen den Düsen und dem Strömungskörper auf der der Materialbahn abgewandten Seite ein Abströmkanal vorgesehen sein. Die Luft kann dann zwischen die Freistrahlen in diesen Kanal strömen und von dort in einen Sammelkanal, der von dem Strömungskörper gebildet sein kann.

Dem Vorteil, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem geringen Luftvolumen auskommt, weil die aus dem Polster zwischen der Warenbahn und dem Strömungskörper zurückströmende Luft zu einem großen Teil wieder den Freistrahlen beigemischt wird, steht der Nachteil gegenüber, daß der Wärmeübergang zwischen dem Strömungsmedium und der Materialbahn wegen der stärkeren Wandreibung im Vergleich zu herkömmlichen mit großem Luftvolumen betriebenen Umlufttrocknern geringer ist. Dieser Nachteil läßt sich jedoch ohne Beeinträchtigung der Strömung der Freistrahlen mehr als ausgleichen, wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung in Kombination mit Heizkörpern betrieben werden kann. Anstelle von Heizkörpern können aber auch Kühlkörper vorgesehen sein.

Nach einer weiteren Ausgestaltung können die Strömungskörper selbst oder ein neben dem Strömungskörper angeordneter Körper als Heiz- oder Kühlkörper ausgebildet sein. Jeder Heiz- oder Kühlkörper kann eine Kammer aufweisen, der ein Heiz- oder Kühlmedium zuführbar ist. Insbesondere kann der Heizkörper als Infrarot-Dunkelstrahler ausgebildet sein. Als Heizmedium kommt beispielsweise Thermoöl in Frage.

35

Der Heizkörper kann aber auch als gasbeheizter Infrarot-

1

Hellstrahler ausgebildet sein. Dieser kann in unmittelbarer Nachbarschaft zu der Vorrichtung angeordnet sein.

Vorzugsweise wechseln sich bei mehreren in Materialbahn-

5 laufrichtung hintereinander angeordneten Vorrichtungen zum schwebenden Führen diese mit den Heiz- oder Kühlkörpern in dichter Folge ab.

Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zum

10 Betrieb eines Trockners mit mehreren insbesondere auf beiden Seiten der Materialbahn angeordneten erfindungsgemäßen Vorrichtungen zum schwebenden Führen der Materialbahn und diesen zugeordneten Heizkörpern. Das Verfahren ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß den Düsen 15 Frischluft unter hohem Druck und mit einem solchen Volumen zugeführt wird, wie zur Aufnahme des von der Materialbahn bei der Trocknung abgegebenen flüchtigen Stoffe benötigt wird. Diese Verfahrensmaßnahme bringt eine Reihe von Vorteilen. Die den Düsen zuzuführende Frischluft ersetzt 20 lediglich die aus dem Trockner abgeföhrte Abluft. Die Energiebilanz ist günstig, weil nur so viel Volumen an zu erwärmender Frischluft zugeführt wird, wie der Trocknungsprozeß notwendig macht. Für die schwebende Führung ist dieses geringe Volumen nicht nachteilig, da das geringe 25 Volumen durch hohe Strömungsgeschwindigkeit des aus den Düsen austretenden Freistrahls kompensiert wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher

30 erläutert:

Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 einen Längsrund eines Strömungskörpers einer
35 Vorrichtung zum schwebenden Führen von Material-

1

bahnen im Querschnitt in Materialbahnlaufrichtung in schematischer Darstellung,

5 Fig.2a- Vorrichtungen bzw.Strömungskörper von Vorrichtungen zum schwebenden Führen von Warenbahnen im Querschnitt in Materialbahnlaufrichtung in schematischer Darstellung, und zwar links bekannte Vorrichtungen und
10 rechts entsprechende Strömungskörper erfindungsgemäßer Vorrichtungen,

15 Fig.6a erfindungsgemäße Vorrichtungen im Wechsel mit gasbeheizten Infrarot-Hellstrahlern im Querschnitt in Materialbahnlaufrichtung,

Fig.6b die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß Fig.6a in einem vergrößerten Ausschnitt,

20 Fig.7a auf beiden Seiten einer Materialbahn angeordnete erfindungsgemäße Vorrichtungen zum schwebenden Führen einer Materialbahn mit als Heizkörper ausgebildeten Strömungskörpern,

25 Fig.7b eine Vorrichtung gemäß Fig.7a im Querschnitt und in vergrößerter 1/4-Quadrantendarstellung,

30 Fig.7c die Vorrichtung gemäß Fig.7a in vergrößertem Ausschnitt und in Aufsicht auf zwei benachbarte Düsenreihen,

Fig.7d eine Vorrichtung gem. Fig.7a im Querschnitt in Materialbahnlaufrichtung mit schematisch dargestellter Strömung und

35 Fig.8 ein Diagramm des Tragkraftverhaltens

1

verschiedener Vorrichtungen zum schwebenden
Führen von Materialbahnen.

5 In Fig.1 sind die verschiedenen Möglichkeiten dargestellt,
mit denen die aus Düsen als Freistrahlen austretenden
Strömungsstrahlen 3,4,5 einen konvex gekrümmten
Strömungskörper 2 anblasen. In jedem Fall trifft der
Strömungsstrahl 3,4,5 unter flachem Anströmwinkel β auf die
10 konvex gekrümmte Oberfläche auf und wird unter Ausnutzung
des Coanda-Effektes in einen Wandstrahl umgewandelt.

Der Strömungsstrahl 3 ist senkrecht, der Strömungsstrahl 4
schräg unter einem Winkel α und der Strömungsstrahl 5
15 parallel zur Materialbahn gerichtet. Die schematisch die
Mittelachsen der Strömungsstrahlen 3,4,5 darstellenden
Pfeile treffen in den Punkten 6,7,8 auf die gekrümmte
Oberfläche des Strömungskörpers 2 auf. Infolge des Coanda-
Effektes werden sie an dieser Oberfläche entlanggeführt
20 erreichen im Punkt 9 eine bestimmte Stärke, die für jede
Vorrichtung typisch ist, bei der erfindungsgemäßen
Vorrichtung jedoch mit dem Unterschied, daß dieser Effekt
mit einer auf einen Bruchteil reduzierten Luftmenge einer
bestimmten Verdichterenergie erreicht wird.

25

Diese Effekte lassen sich mit verschiedenen Strömungs-
körpern verwirklichen. In den Figuren 2b,3b,4b,5b sind
charakteristische Beispiele dargestellt. Von diesen
Beispielen werden die besten Effekte mit dem Beispiel gemäß
30 Fig.5b erzielt.

Links neben den Beispielen der Figuren 2b bis 5b sind die
dazugehörigen herkömmlichen Vorrichtungen dargestellt. Die
Vorrichtungen 2a,4a,5a arbeiten nach dem Luftpinnenprinzip,
35 während die Vorrichtung gem. Fig.3a nach dem Tragflächen-
prinzip arbeitet.

1

In Fig. 8 sind für diese bekannten Vorrichtungen und für die erfindungsgemäßen Vorrichtungen zum schwebenden Führen von Materialbahnen charakteristische Kurven für die Tragkraft über den Abstand der Materialbahn von der Oberfläche des Strömungskörpers dargestellt. Um einen wahren Vergleich der verschiedenen Vorrichtungen zu erhalten, sind sowohl für die Abszisse dimensionslose Abstandswerte als auch für die Ordinate dimensionslose Tragkraftwerte gewählt. Der dimensionslose Abstand ist das Verhältnis zwischen absolutem Abstand zur Ausdehnung des Strömungskörpers in Materialbahnlaufrichtung. Die dimensionslose Tragkraft ist das Verhältnis zwischen absoluter Tragkraft zum Produkt aus dem dynamischen Anfangsdruck und dem Querschnitt der Düsen unter Berücksichtigung der Kontraktion.

Die Kurve 43 stellt das Tragkraftverhalten von nach dem Luftkissenprinzip arbeitenden Vorrichtungen dar, also das Verhalten der Vorrichtungen gemäß den Figuren 2a, 4a, 5a.

Die Tragkraft einer solchen Vorrichtung bei nach Null gehendem Materialbahnabstand wächst zwar auf verhältnismäßig hohem Niveau steil an, doch geht die Tragkraft bei zunehmendem Materialbahnabstand nur ganz allmählich nach Null. Das bedeutet, daß sich mit solchen Vorrichtungen keine stabile Schwebelage erreichen läßt. Solche Vorrichtungen sind deshalb zur Führung von Warenbahnen nur geeignet, wenn sie auf beiden Seiten der Warenbahn angeordnet und nach Möglichkeit noch gegeneinander zur Erzielung einer welligen Führung der Warenbahn angeordnet sind.

30

Die Kurve 44 stellt das Tragkraftverhalten der nach dem Tragflächenprinzip arbeitenden Vorrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3a dar. Bei einer solchen Vorrichtung läuft zwar die Kurve für die Tragkraft mit einer gewissen Steilheit in den Nullwert der Tragkraft ein, so daß

1

sich insoweit eine stabile Schwebelage erzielen lässt, doch ist das Niveau der Tragkraft insgesamt klein.

5 Demgegenüber ist das Tragkraftverhalten der erfindungsgemäßen Vorrichtung erheblich besser.

Die Kurve 45 stellt das Tragkraftverhalten der nach dem Luftkissenprinzip arbeitenden Vorrichtung gemäß dem

10 Ausführungsbeispiel der Fig. 5b dar. Trotz des nur einen Bruchteil vom Luftvolumen herkömmlicher, nach dem Luftkissenprinzip arbeitender Vorrichtungen benötigten Luftvolumens wird mit dieser erfindungsgemäßen Vorrichtung im Nahbereich der Materialbahn etwa das durchaus 15 zufriedenstellende Tragkraftverhalten der herkömmlichen, nach dem Luftkissenprinzip arbeitenden Vorrichtungen erreicht, wobei jedoch im Gegensatz zu diesen herkömmlichen Vorrichtungen die Kurve der Tragkraft mit einer gewissen Steilheit in den Nullwert für die Tragkraft einläuft. 20 Insgesamt ergibt sich also bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein verbessertes Tragkraftverhalten.

25 Das gilt auch im Prinzip für die beiden anderen ebenfalls nach dem Luftkissenprinzip arbeitenden Vorrichtungen der Figuren 2b und 4b.

Der Aufbau und das Wirkungsprinzip einer erfindungsgemäßen Vorrichtung wird im folgenden im einzelnen am Ausführungsbeispiel der Figuren 6a und 6b beschrieben. Ein Strömungskörper 10 mit flachelliptisch zur Materialbahn gekrümmter Oberfläche ist zwischen zwei Düsenkästen 24 angeordnet, 30 in denen als Düsen 11a, 11b kleine Rundlöcher mit einem Querschnitt vom 1mm^2 bis 10mm^2 in Reihe und mit einem gegenseitigen Abstand von 10mm bis 40mm angeordnet sind. 35 Der Abstand der Düsen 11a, 11b von dem Strömungskörper 10 beträgt etwa 1/10 oder mehr der Breite der gekrümmten

1 Oberfläche des Strömungskörpers 10. Der Düsenkasten 24 ist
als Verteilerkanal für die aus einem Zuführkanal 25
zuzuführende Blasluft ausgebildet. Der Strömungskörper 10
5 ist als Sammelkanal 14 für die zu einem Abfuhrkanal 26 zu
leitende Luft ausgebildet. Die abzuleitende Luft 31 gelangt
in den zwischen dem Düsenkasten 24 und dem Sammelkanal 14
liegenden Kanal 12 und von hier über ein Sieb 32 in den
Sammelkanal 14. Die mit hoher Strömungsgeschwindigkeit als
10 Freistrahlen aus den Düsen 11a austretende, mit ihren
Strahlachsen schematisch dargestellten Blassstrahlen 15
treffen unter spitzem Anströmwinkel auf die gekrümmte
Oberfläche des Strömungskörpers 10 auf und werden hier
15 infolge des Coanda-Effektes in der Krümmung folgende
Wandstrahlen umgewandelt. Da von beiden Rändern des
Strömungskörpers 10 Blasluft in den Raum zwischen der
Materialbahn 1 und der gekrümmten Oberfläche des
Strömungskörpers 10 eingeblasen wird, findet eine Umlenkung
20 der Strömung statt, die an der Materialbahn 3 mit geringer
Dicke entlangströmt und nach einer gewissen Strecke wieder
entsprechend dem Strömungspfeil 30 umgelenkt wird. Infolge
der Injektorwirkung des Freistrahls 15 wird aus dieser
abgelenkten Luft ein erheblicher Volumenanteil dem
25 Strömungsstrahl 15 beigemischt. Nur ein kleiner
Volumenanteil gelangt zwischen die Freistrahlen in den Kanal
12 und über ein Sieb 32 in den Sammelkanal 14. Die
besonderen Effekte bezüglich des Tragkraftverhaltens der
erfindungsgemäßen Vorrichtung im Vergleich zu einer nach dem
Umluftverfahren, also mit erheblich höherem Luftvolumen
30 betriebenen Vorrichtung bestehen darin, daß das Volumen der
Freistrahlen 15 und der durch Injektorwirkung beigemischten
gemischten Luft verhältnismäßig klein ist. Die
Energieverluste der Freistrahlen durch das Beimischen von
Luft halten sich dadurch in wirtschaftlich vertretbaren
Grenzen. Das progressive Luftpolster wirkt zwar dennoch,
35

1

doch ist das für das Tragkraftverhalten einer nach dem Luftkissenprinzip arbeitenden Düse sehr vorteilhaft, weil das zu einer steileren Kennlinie führt. Wegen des geringeren

5 Luftvolumens bildet sich auch bei der Rückströmung eine verhältnismäßig dünne Luftsicht aus, die zu einer schnelleren Geschwindigkeitsabnahme führt. Deshalb kommt es im Bereich der Umlenkung 30 bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht zu der sonst üblichen Staubildung und
10 Beeinflussung benachbarter Düsen. Letzteres ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn wie im Ausführungsbeispiel der Figuren 6a und 6b auf jeder Seite der Vorrichtung zum schwebenden Führen ein gasbeheizter Infrarot-Hellstrahler vorgesehen ist. Aus den geschilderten Gründen beeinflußt
15 die Strömung der erfindungsgemäßen Vorrichtung den Betrieb dieses Strahlers nicht negativ, sondern ermöglicht, daß die Rauchgasströmung 29 der Strömung der Blasluft beigemischt wird.

20 Gemäß Fig.6a ist jeweils zwischen benachbarten Zuführkanälen 25 ein gasbeheizter Infrarotstrahler vorgesehen. Die Strahlungsfläche 18 der Strahlelemente 17 ist parallel zur Materialbahn 1 in einem Abstand von etwa 50mm angeordnet. Auf der der Materialbahn abgekehrten Seite,
25 die für die Bedienung und Wartung zugänglich ist, befindet sich ein Zuführrohr 19 für die Verbrennungsluft. Das entsprechende Zuführrohr 20 für das Gas liegt neben dem erstgenannten Zuführrohr 19. Luft und Gas werden einem Mischer 21 zugeführt. Ferner sind in dem Raum zwischen den
30 Kanälen 25 Elemente 22 für die Zündung und Flammenüberwachung der Infrarotstrahler vorgesehen. Eine Abschirmung 23 aus strahlungsreflektierendem Material schützt die Vorrichtung zur schwebenden Führung, insbesondere die Verteilkanäle 24 vor Infrarotstrahlung.

1

Beim Ausführungsbeispiel der Figuren 7a bis 7d sind auf beiden Seiten der Warenbahn Vorrichtungen zum schwebenden Führen angeordnet, wie sie aus dem Prinzipbild der Figur 5b bekannt sind. Der Strömungskörper 10 besteht aus einem Rohr 14. Diese Rohre 14 sind miteinander über Rohrbögen 34 verbunden. Diese Verkuppelung macht es möglich, daß den rohrförmigen Strömungskörpern 10 erhitztes Thermoöl zugeführt werden kann. Durch diese Art der Beheizung wirken sie als Infrarot-Dunkelstrahler.

Zwischen je zwei Strömungskörpern 10,14 ist ein Düsenrohr 35 angeordnet, in dem in zwei Reihen Düsen mit kreisförmigem Querschnitt und Abstand voneinander angeordnet sind. Aus den Düsen tritt Blasluft in Form von Freistrahlen 15,16 aus und strömt den Strömungskörper 10,14 unter spitzem Anströmwinkel flach an, so daß sich eine Strömung, wie durch die Wandstrahlen 27, die Rückströmung 28 und die Strömungsumkehr 30 dargestellt ist, (vergl. Fig.6b) ausbildet.

20

25

30

35

PATENTANWÄLTE:

Dipl.-Ing. W. COHAUSZ · Dipl.-Ing. R. KNAUF · Dipl.-Ing. H. E. COHAUSZ · Dipl.-Ing. D. H. WERNER · Dr. rer. nat. B. REDIES

23.02.1987

KN/So 46066EP

- 1 -

1

A n s p r ü c h e

5

1. Vorrichtung zum schwebenden Führen von Materialbahnen, bestehend aus einem länglichen quer zur Laufrichtung der Materialbahn angeordneten Strömungskörper mit auf der Materialbahnseite konvex gekrümmter Oberfläche und aus an mindestens einem der beiden Längsränder des Strömungskörpers in Reihe und mit Abstand zur Oberfläche des Strömungskörpers angeordneten Düsen, mit denen zwischen die konvex gekrümmte Oberfläche des Strömungskörpers und die Materialbahn ein gasförmiges oder flüssiges Medium einblasbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (11a,11b) als Freistrahldüsen ausgebildet sind, die mit spitzem Anströmwinkel (β) flach auf die Oberfläche der Strömungskörper (10) derart gerichtet sind, daß die als Freistrahlen (15,16) aus den Düsen (11a,11b) austretenden Strömungsstrahlen erst nach Auftreffen auf der Oberfläche des Strömungskörpers (10) und Umwandlung zu Wandstrahlen (27) an der Oberfläche des Strömungskörpers die Materialbahn (1) anblasen.
- 25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei beiden Längsrändern des Strömungskörpers (10) zugeordneten Düsen (11a,11b) der von der Materialbahn (1) und den Freistrahlen (15,16) eingeschlossene Anstellwinkel (α)

1

der Düsen (11a) der einen Reihe von dem der Düsen (11b) der anderen Reihe verschieden ist.

5 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlrichtung der Düsen (11a,11b) derart ausgerichtet ist, daß die Freistrahlen (15,16) auf den am Rand konvex gekrümmten Teil der Oberfläche auftreffen.

10

10 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe des Anströmwinkels (β) der Freistrahlen (15,16) und des von der Materialbahn (1) und den Freistrahlen (15,16) eingeschlossene Anstellwinkels (α) zwischen 5° und 60° , vorzugsweise zwischen 10° und 30° , liegt.

15 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlachse der Freistrahlen (15,16) einer jeden Düse (11a,11b) eine Sekante, Tangente oder Passante zur gekrümmten Oberfläche des Strömungskörpers (10) bildet und daß der Abstand der Düse (11a,11b) von der Oberfläche des Strömungskörpers (10) unter Berücksichtigung des Divergenzwinkels des Freistrahls derart bemessen ist, daß bei fehlender Materialbahn (1) der Freistrahl (15,16) mit wenigstens einem Drittel seines Umfangs die Oberfläche des Strömungskörpers (10) anströmt.

20 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Düsen (4,4a,4b) von der angeströmten Oberfläche des Strömungskörpers (10) etwa $1/10$, insbesondere $1/5$ der Länge der der Materialbahn zugekehrten Oberfläche des Strömungskörpers (10) in Strömungsrichtung beträgt.

1

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die konvex gekrümmte Oberfläche des Strömungskörpers (10) im

5 Querschnitt die Form eines flachen Ellipsenbogens, eines flachen Korbbogens oder eines flachen Polygons hat.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei
10 mehreren in Materialbahnlaufrichtung hintereinander angeordneten Strömungskörpern (10) zwischen zwei benachbarten Strömungskörpern (10) ein gemeinsamer Zuführkanal (35) für das gasförmige oder flüssige Medium für die den beiden Strömungskörpern (10) zugeordneten Düsen
15 (11a, 12a, 11b) vorgesehen ist (Fig.7a bis 7d).

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren in Materialbahnlaufrichtung hintereinander
20 angeordneten Strömungskörpern die Strömungskörper als Zuführkanäle für das gasförmige oder flüssige Medium ausgebildet sind und die Düsen tragen, die den benachbarten Strömungskörpern zugeordnet sind.

25 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Düsen (11a, 11b) und dem Strömungskörper (10) auf der der Materialbahn (1) abgewandten Seite ein Abströmkanal (12) ausgebildet ist.

30 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Abströmkanal (12) in einen Sammelkanal (14) mündet, der von dem Strömungskörper (10) gebildet ist.

1

12. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß zur
Wärmebehandlung, insbesondere Trocknung, Glühung oder
5 Kühlung der Materialbahn der Strömungskörper (10) oder ein
neben dem Strömungskörper (10) angeordneter Körper (17,18)
als Heiz- und Kühlkörper ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12,
10 dadurch gekennzeichnet, daß der Heiz-
oder Kühlkörper (10) eine Kammer (14) aufweist, der ein
Heiz- oder Kühlmittel zuführbar ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12,
15 dadurch gekennzeichnet, daß der
Heizkörper (10) als Infrarot-Dunkelstrahler ausgebildet
ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch
20 gekennzeichnet, daß der Heizkörper (17,18)
als gasbeheizter Infrarot-Hellstrahler ausgebildet ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß bei
25 mehreren in Materialbahnlaufrichtung hintereinander
angeordneten Strömungskörpern (10) und Heiz- oder
Kühlkörpern (17,18) die Strömungskörper (10) und die Heiz-
oder Kühlkörper (17,18) in dichter Folge einander
abwechseln.

30 17. Verfahren zum Betrieb eines Trockners mit mehreren
insbesondere auf beiden Seiten der Materialbahn
angeordneten Vorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis
16, dadurch gekennzeichnet, daß den
35 Düsen Frischluft unter hohem Druck und mit einem solchen

1

Volumen zugeführt wird, wie zur Aufnahme der von der Materialbahn bei der Trocknung abgegebenen flüchtigen Stoffe benötigt wird, und daß eine der zugeführten Frischluftmenge 5 entsprechende Abluftmenge aus dem Trockner abgeführt wird.

10

15

20

25

30

35

0235723

1/5

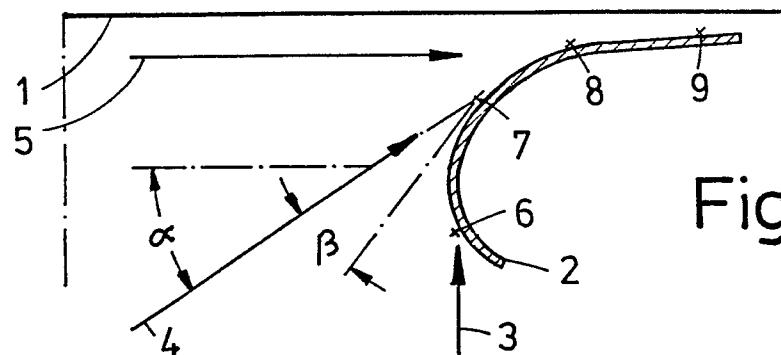


Fig.1

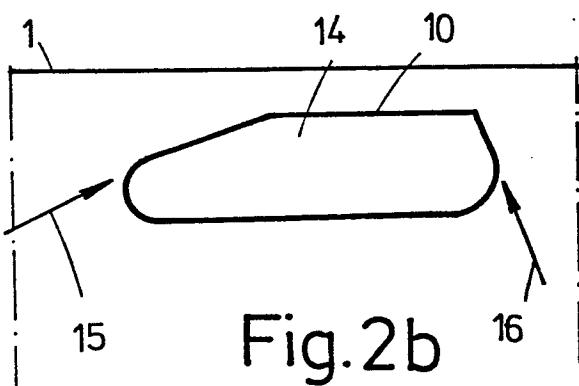
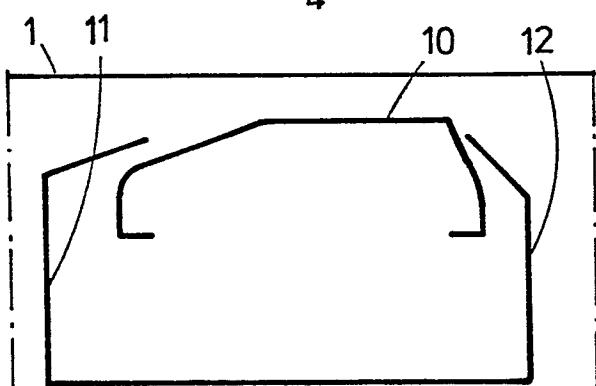


Fig.2a

Fig.2b

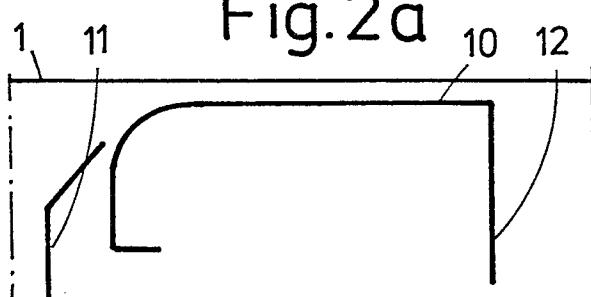


Fig.3a

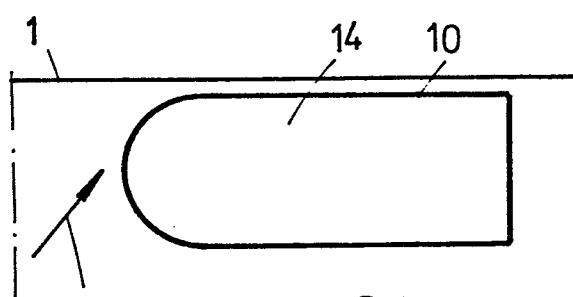


Fig.3b

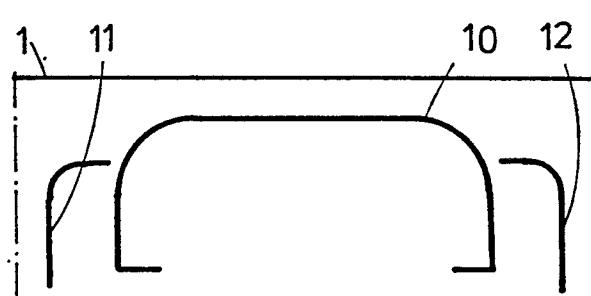


Fig.4a

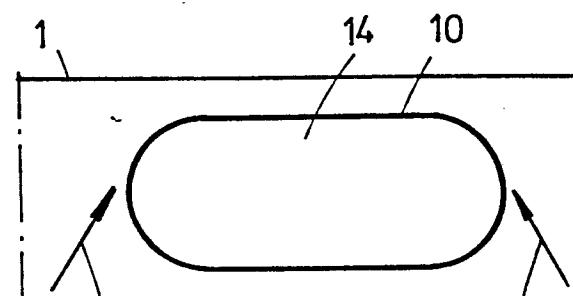


Fig.4b

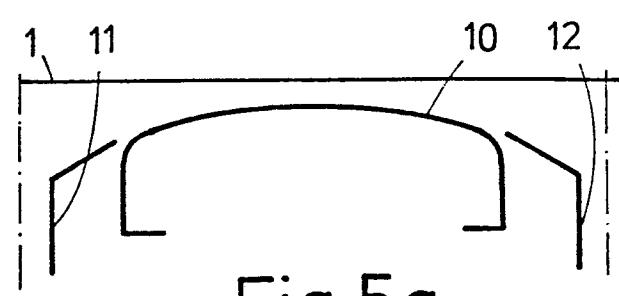


Fig.5a

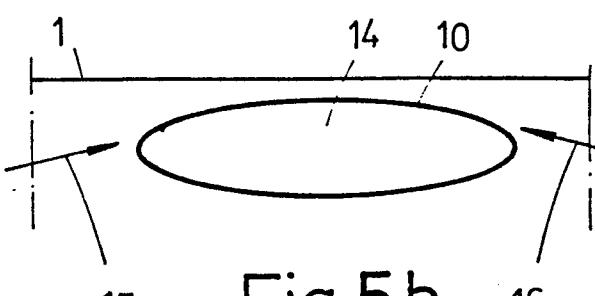


Fig.5b

0235723

2/5

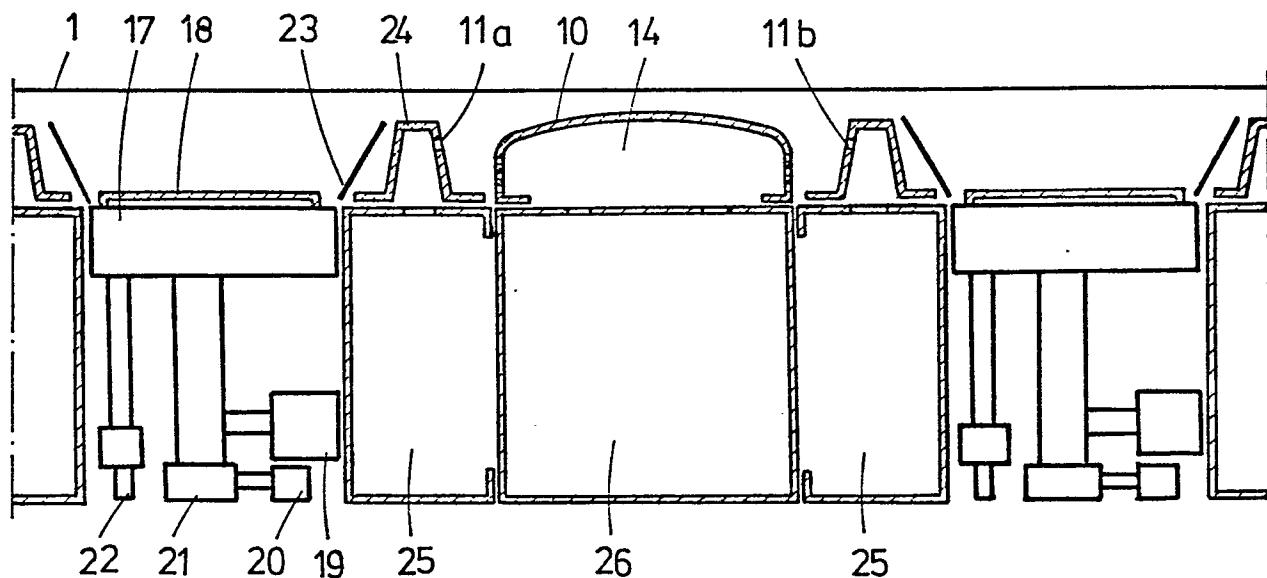


Fig. 6a

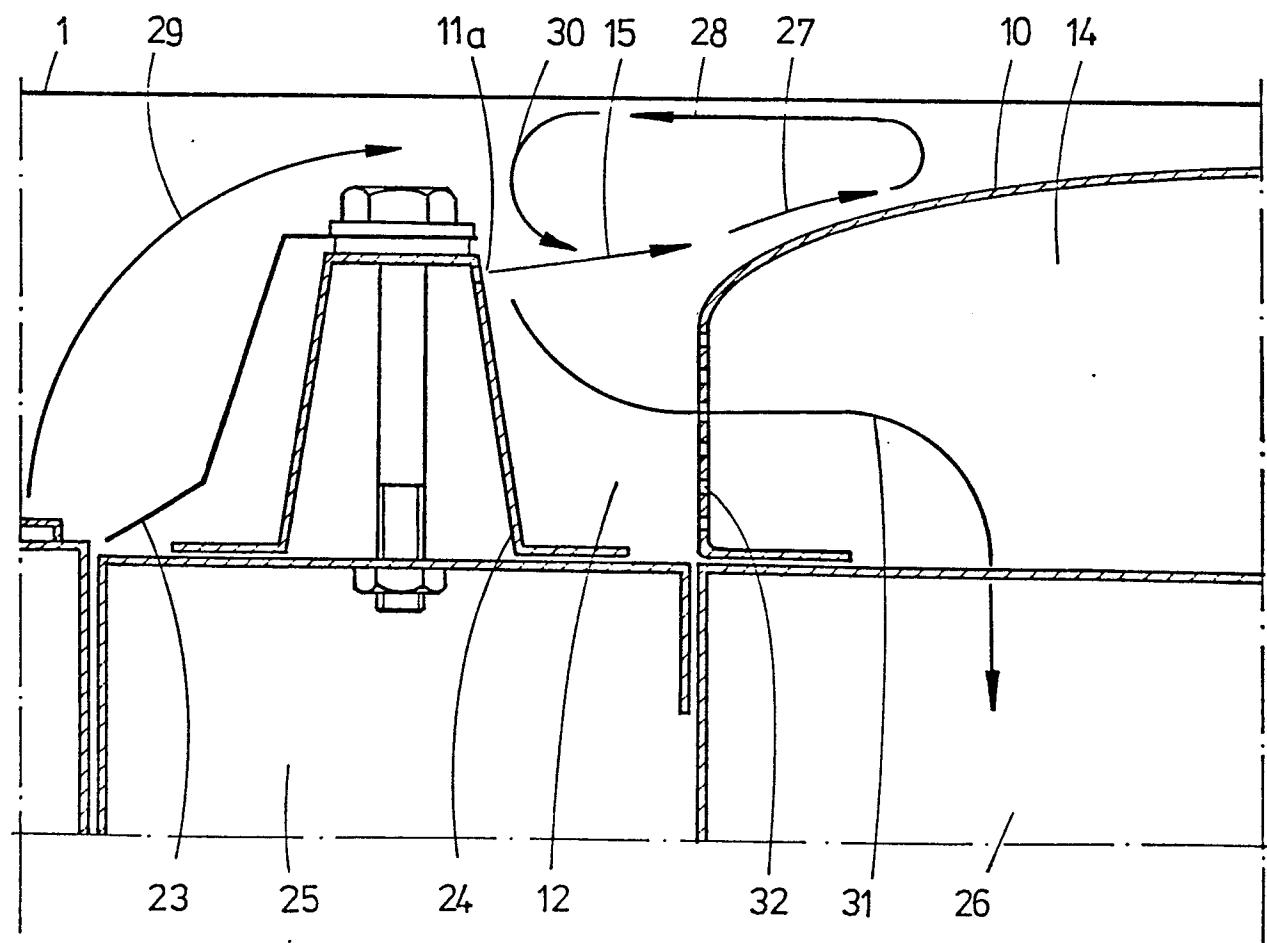


Fig. 6b

0235723

3/5

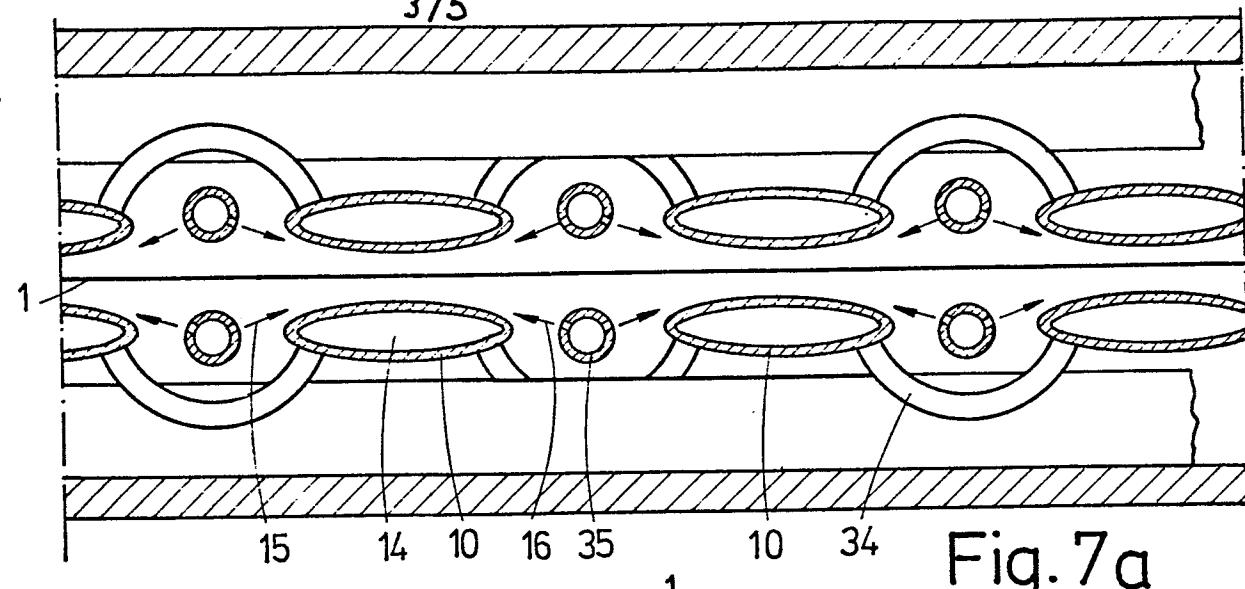
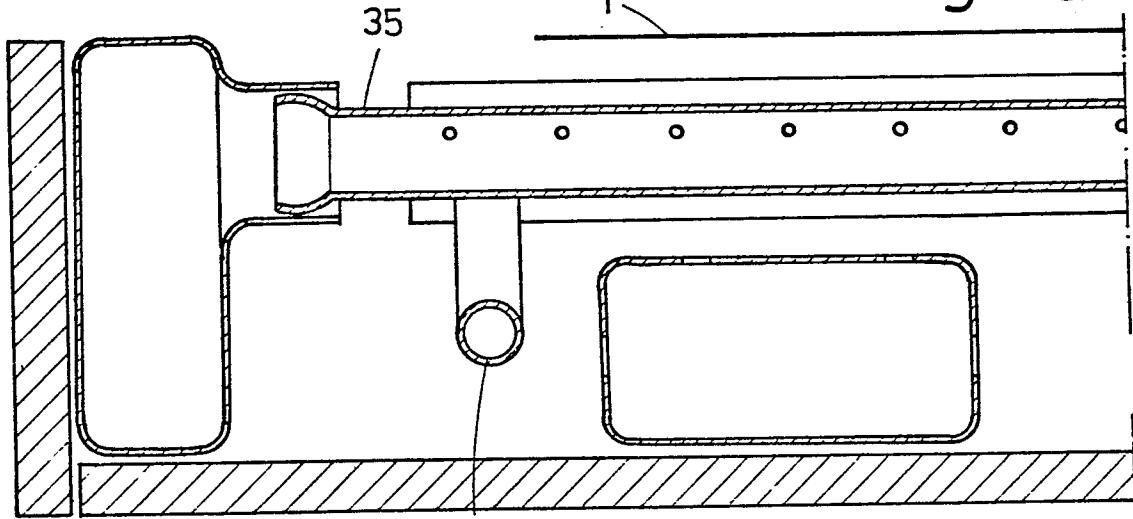


Fig. 7a



34

Fig. 7b

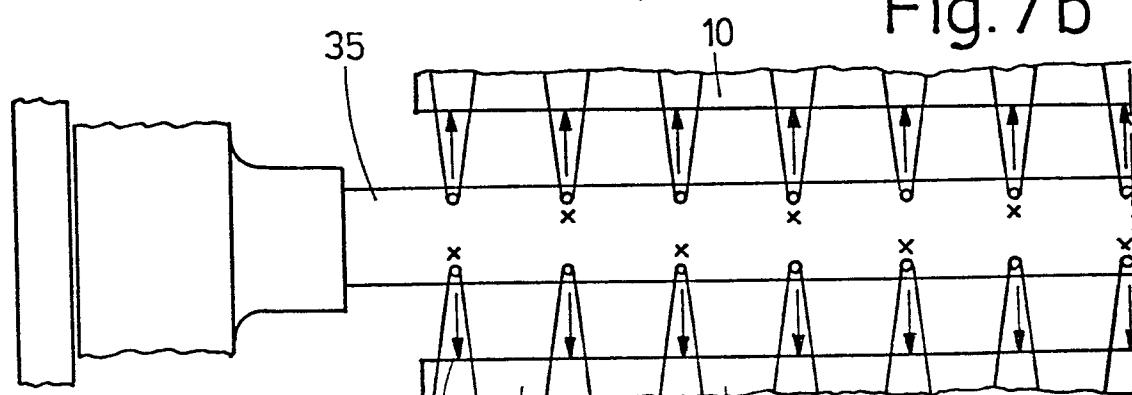


Fig. 7c

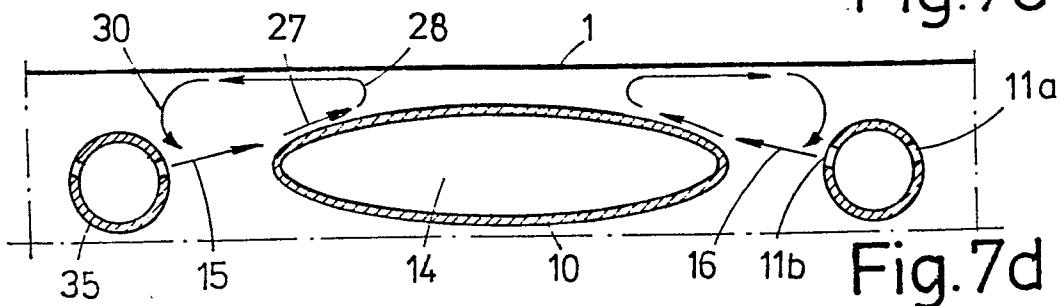


Fig. 7d

0235723

4/5

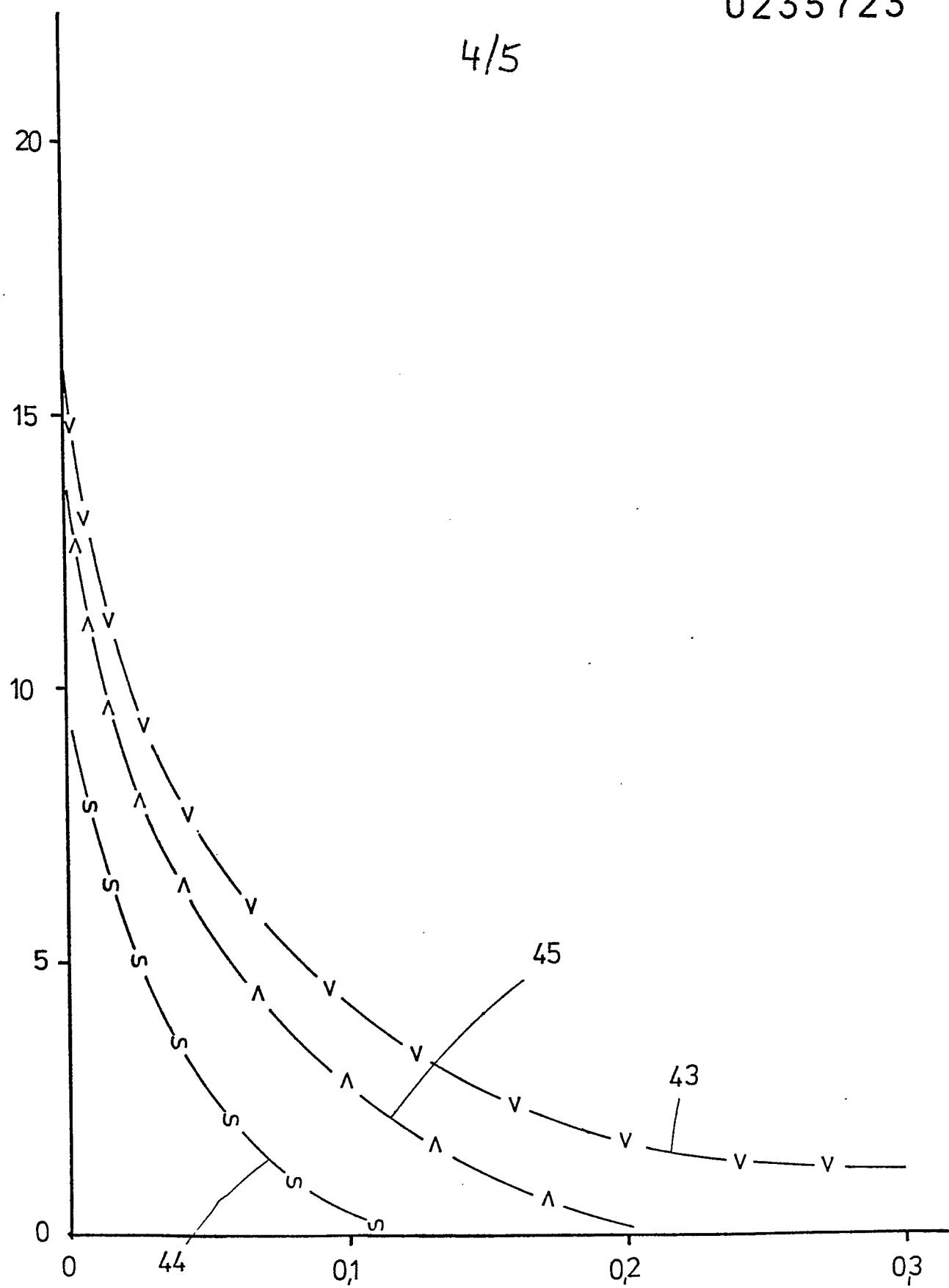


Fig. 8

0235723

5/5

