

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3
EPÜ

21 Anmeldenummer: **88906824.3**

51 Int. Cl.⁵: **F04D 29/66, F04D 17/08**

22 Anmeldetag: **25.05.88**

86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/SU88/00120

87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 89/11596 (30.11.89 89/28)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.08.90 Patentblatt 90/34

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

71 Anmelder: **UNIVERSITET DRUZHGBY**
NARODOV IMENI PATRISA LUMUMBY
ul, Miklukho-Maklaya 6
Moscow, 117198(SU)

72 Erfinder: **EVTEEV, Igor Vladimirovich**
ul. Demyana Bednogo, 9-63
Moscow, 123423(SU)
Erfinder: **PADALKIN, Anatoly Vladimirovich**
Poselok fabriki 1 Maya, 41-6 Podolsky raion
Moskovskaya obl. p/o Ryazanovo, 142001(SU)
Erfinder: **ALEXEEV, Andrian Petrovich**
ul.Standartnaya, 1-59
Moscow, 127410(SU)
Erfinder: **EIKALIS, Naum Davydovich**
ul. Gumanjuka, 7-12
Moskovskaya obl. Domodedovo, 142040(SU)
Erfinder: **LUPAREV, Alexei Ivanovich**
ul. Kashirskaya, 25-9 Moskovskaya obl.
Domodedovo, 142040(SU)
Erfinder: **MISHIN, Largy Vladimirovich**
ul. Gumanjuka, 23/2-113
Moskovskaya obl. Domodedovo, 142040(SU)

74 Vertreter: **Finck, Dieter et al**
Patentanwälte v. Fünér, Ebbinghaus, Finck
Mariahilfplatz 2 & 3
D-8000 München 90(DE)

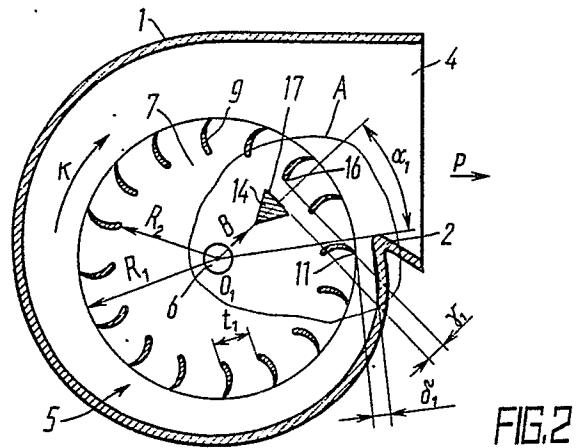
EP 0 382 845 A1

54 **RADIALE BLASVORRICHTUNG.**

57 Der Radiallüfter enthält ein Spiralgehäuse (I) mit einer Zunge (2), einer Eintritts- und einer Austrittsöffnung (3 bzw. 4). Im Spiralgehäuse (I) ist ein Läufer (5) untergebracht. Der Läufer (5) enthält eine Welle

(6), die eine Scheibe (7) trägt. Am Umfang der Seitenfläche der Scheibe (7) sind Flügel (9) unter Bildung eines Läuferinnenraums angebracht. Am Spiralgehäuse (I) ist eine Trennwand fliegend befe-

stigt. Das freie Ende (14) der Trennwand ist im Läuferinnenraum mit einer Versetzung (α_1) hinsichtlich der Zunge (2) nach der zur Drehrichtung des Läufers (5) entgegengesetzten Seite hin angeordnet. Der Spalt (δ_1) zwischen der Zunge (2) und der Austrittskante (II) des der Zunge nächstliegenden Flügels (9) ist in einem Bereich von 0,03 bis 0,2 des Abstandes (R_1) zwischen der Drehachse (O_1-O_1) des Läufers (5) und der Austrittskante (II) des Flügels (9) angeordnet.



RADIALLÜFTER

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Lüftung und Klimatisierung sowie auf das Gebiet der Beförderung von Gasen und betrifft insbesondere den Aufbau eines Radiallüfters.

Zugrundeliegender Stand der Technik

Die modernen Radiallüfter enthalten ein Spiralgehäuse mit einer Eintritts- und einer Austrittsöffnung. Im Spiralgehäuse ist ein Läufer gelagert. Der Läufer enthält eine Welle, die eine Scheibe trägt, an deren Seitenfläche, und zwar am Umfang der letzteren, Flügel angebracht sind, derart, dass ein Läuferinnenraum gebildet wird. Das Spiralgehäuse weist einen Spiral- und einen Diffusorteil auf. Die Verbindungsstelle zwischen dem Spiral- und dem Diffusorteil des Spiralgehäuses im Bereich des minimalen radialen Spaltes zwischen dem Läufer und dem Gehäuse heisst "Zunge des Spiralgehäuses".

Diese Radiallüfter arbeiten wie folgt. Bei der Drehung des Läufers wird durch den Antrieb im Läuferinnenraum ein Unterdruck erzeugt, unter dessen Wirkung das Gas durch die Eintrittsöffnung des Spiralgehäuses in den Läuferinnenraum eingesaugt und von den Flügeln erfasst wird. Bei der Berührung der Flügel durch das Gas wird ihm die mechanische Energie des Antriebs zugeführt. Dadurch wird ein Förderdruck des Gases erzeugt. Hinter dem Läufer wird das Gas vom Spiralgehäuse gesammelt und über die Austrittsöffnung dem Verbraucher zugeleitet. Die Gasmenge, die vom Radiallüfter je Zeiteinheit gefördert wird, nennt man den Gasförderstrom. Der Förderdruck und der Förderstrom des Gases sind die aerodynamischen Kennwerte eines Radiallüfters.

Es ist weit bekannt, dass die Grösse des Förderstroms und des Förderdrucks des Gases in den Radiallüftern von der Grösse des Spaltes zwischen der Zunge des Spiralgehäuses und der Austrittskante des der Zunge nächstliegenden Flügels des Läufers abhängt, wobei mit der Verringerung dieses Spaltes der Förderstrom und der Förderdruck steigern. Dies hängt damit zusammen, dass bei grossen Spalten (Spalten, die bekanntlich den Wert

von 0,2 des Abstands zwischen der Drehachse des Läufers und der Austrittskante des Flügels übersteigen) wenn wesentlicher Gasanteil hinter dem Läufer nicht gleich in die Austrittsöffnung des Spiralgehäuses, sondern erst
 5 nach dem Zurücklegen eines weges durch den erwähnten Spalt um den Läufer herum im Spiralgehäuse einströmt, was mit Energieverlusten für die Reibung des Gases am Gehäuse und für die Änderung der Strömungsrichtung des Gases in ihm verbunden ist. Wenn man den Spalt verringert,
 10 so vermindert sich entsprechend die Gasmenge, welche durch diesen Spalt durchströmt, und vergrössert sich die Gasmenge, welche gleich der Austrittsöffnung des Spiralgehäuses zufliesst. Ausserdem wird der Betrieb des Lüfters von einem aerodynamischen Geräusch beglei-
 15 tet, das eine schädliche Einwirkung auf den lebenden Organismus ausübt. Der gesamte Geräuschpegel des Radiallüfters ist sein akustischer Kennwert. Bei einem grossen Spalt wird der gesamte Geräuschpegel durch ein Wirbelgeräusch bestimmt, das beim Umströmen eines beliebigen
 20 Lüfterteils durch das Gas entsteht und in einem breiten Frequenzbereich hervortritt. Bei einem kleinen Spalt aber wird der gesamte Geräuschpegel durch ein Sirenen-
 25 geräusch bestimmt, dessen Pegel um 10 bis 15 dB den Pegel des Wirbelgeräusches übersteigt. Der Auftritt des Sirenen-
 30 geräusches hängt damit zusammen, dass sich beim Umströmen der Flügel durch das Gas hinter jedem Flügel ein aerodynamischer Nachlauf bildet. Die nichtstationäre Wechselwirkung der aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers mit der Zunge des Spiralgehäuses verursacht das Sirenen-
 35 geräusche. Dabei macht sich das Sirenen-
 geräusch auf der Flügelfrequenz bemerkbar, welche sich aus der Gleichung

$$f = \frac{n \cdot z}{60} \cdot T \quad [\text{Hz}]$$

ergibt, wo "n" die Rotationsfrequenz des Läufers, die
 35 der Umdrehungszahl des Läufers je Minute gleich ist,
 und "z" die Anzahl der Flügel im Radiallüfter bedeutet.

Dementsprechend werden die Radiallüfter mit Rücksicht auf die schädliche Wirkung des Geräusches auf den lebenden Organismus mit einem grossen Radialspalt ausgeführt, bei dem der gesamte Geräuschpegel durch das
5 Wirbelgeräusch bestimmt wird, aber solch eine Ausführung der Radiallüfter führt dazu, dass sie niedrige Werte des Förderstroms und des Förderdrucks des Gases haben.

Es ist ein Radiallüfter (GB, A, 2123893) bekannt, der ein Spiralgehäuse mit einer Zunge, einer Eintritts-
10 und einer Austrittsöffnung, einen Läufer, der im Gehäuse untergebracht ist und eine Welle aufweist, die eine Scheibe trägt, an deren Seitenfläche, und zwar am Umfang der letzteren Flügel unter Bindung eines Läuferinnenraums und eines Spaltes zwischen der Zunge und der Austritts-
15 kante des der Zunge, nächstliegenden Flügels angebracht sind, sowie eine fliegend am Gehäuse befestigte Trennwand, deren freies Ende sich im Läuferinnenraum befindet, enthält.

Bei dem betreffenden Radiallüfter übersteigt die
20 Grösse des Radialspaltes zwischen der Zunge des Spiralgehäuses und der Austrittskante des der Zunge nächstliegenden Flügels den Wert von 0,2 des Abstandes zwischen der Drehachse des Läufers und der Austrittskante des Flügels. Folglich liegen die Werte des Förderstroms und
25 des Förderdrucks des Gases bei diesem Radiallüfter niedrig, und der gesamte Geräuschpegel wird durch das Wirbelgeräusch bestimmt. Der Radiallüfter dieser Bauart ist mit einer Trennwand versehen, deren freies Ende im Läuferinnenraum des Lüfters angeordnet ist. Das freie
30 Ende der Trennwand stellt ein Blech dar, das in einer Ebene liegt, die durch die Drehachse des Läufers und die Zunge des Spiralgehäuses verläuft. Das freie Ende der Trennwand verringert die Intensität der Wirbelbewegung des Gasstromes im Läuferinnenraum des Radiallüfters.
35 Dies führt dazu, dass erstens die Werte des Förderdrucks und des Förderstroms des Gases aufgrund der Verminderung der Energieverluste für die Wirbelbildung im Läuferinnenraum des Radiallüfters geringfügig ansteigen, und zweitens der gesamte Geräuschpegel des Radiallüfters auf-

grund der Senkung des Pegels des Wirbelgeräusches in Läuferinnenraum geringfügig herabgesetzt wird. Die Senkung des Wirbelgeräusches im Läuferinnenraum hängt mit der Verminderung der Intensität der Wirbelbewegung des Gasstroms in diesem Raum zusammen. Die hier beschriebene Ausführung des Radiallüfters ist jedoch nicht imstande, hohe Werte für den Förderdruck und Förderstrom des Gases zu sichern, da die Intensität der Wirbelbewegung des Gasstroms im Läuferinnenraum gering ist und folglich die Verminderung der damit verbundenen Energieverluste für die Wirbelbildung auch gering ist. Darüber hinaus wird auch eine wesentliche Senkung des gesamten Geräuschpegels des Radiallüfters nicht erreicht, und zwar, weil erstens der Anteil des Wirbelgeräusches im Läuferinnenraum im gesamten Geräuschpegel des Radiallüfters im Vergleich zu dem Anteil des Wirbelgeräusches der Wirbel, die beim Umströmen der Flügel des Läufers durch das Gas entstehen, klein ist, und zweitens die nichtstationäre Wechselwirkung des hinter der Trennwand entstehenden aerodynamischen Nachlaufs mit den Eintrittskanten der Flügel des Läufers zum Anwachsen des gesamten Geräuschpegels des Radiallüfters auf der Flügelfrequenz führt.

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Radiallüfter zu schaffen, bei dem die Grösse des Spaltes zwischen der Zunge des Spiralgehäuses und der Austrittskante des der Zunge nächstliegenden Flügels sowie die Anordnung des freien Endes der Trennwand gegenüber der Zunge des Spiralgehäuses es ermöglichen, die Überströmung des Gases um den Läufer herum durch den genannten Spalt zu verringern und gleichzeitig die nichtstationäre Wechselwirkung der aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers mit der Zunge des Spiralgehäuses zu beseitigen und somit seine aerodynamischen und akustischen Kennwerte zu verbessern.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, dass bei einem Radiallüfter, enthaltend ein Spiralgehäuse mit einer Zunge und einer Eintritts- und einer Austritts-

öffnung, einen im Gehäuse untergebrachten Läufer, der eine Welle enthält, welche eine Scheibe trägt, an deren Seitenfläche, und zwar am Umfang der letzteren, Flügel angebracht sind, derart, dass ein Läuferinnenraum und ein Spalt zwischen der Zunge und der Austrittskante des der Zunge nächstliegenden Flügels gebildet sind, sowie eine am Gehäuse fliegend befestigte Trennwand, deren freies Ende sich im Läuferinnenraum befindet, erfindungsgemäss das freie Ende der Trennwand in bezug auf die Zunge mit einer Versetzung nach der zur Drehrichtung des Läufers entgegengesetzten Seite hin angeordnet ist und der Spalt zwischen der Zunge und der Austrittskante des der Zunge nächstliegenden Flügels in einem Bereich von 0,03 bis 0,2 des Abstandes zwischen der Drehachse des Läufers und der Austrittskante des Flügels liegt.

Die Ausführung des Spaltes zwischen der Zunge und der Austrittskante des der Zunge nächstliegenden Flügels im Bereich von 0,03 bis 0,2 des Abstandes zwischen der Drehachse des Läufers und der Austrittskante des Flügels gewährleistet bei dem erfindungsgemässen Radiallüfter den Anstieg der Werte für den Förderdruck und den Förderstrom durch Verminderung der Überströmung jenes Gasteils, der vor der Abgabe an den Verbraucher durch den genannten Spalt geht und um den Läufer herum im Spiralgehäuse unter Energieverlusten für die Reibung des Gases am Gehäuse und für die Änderung der Gasströmungsrichtung in ihm strömt. Ein dabei entstehendes Sirenengeräusch, das in diesem Fall den gesamten Geräuschpegel des Radiallüfters bestimmt und durch die nichtstationäre Wechselwirkung der aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers mit der Zunge des Spiralgehäuses erzeugt wird, sinkt dank der Anbringung des freien Endes der Trennwand. Die Abnahme des Sirenengeräusches mittels des freien Endes der Trennwand erklärt sich dadurch, dass sich beim Umströmen dieses freien Endes der Trennwand durch das Gas hinter diesem Ende ein aerodynamischer Nachlauf bildet, in dessen Bereich die Gasgeschwindigkeit niedriger als ausserhalb des Nachlaufs ist. Da die Trennwand unbe-

weglich relativ zu der Zunge ist, so trägt die Wechselwirkung zwischen dem aerodynamischen Nachlauf hinter dem freien Ende dieser Trennwand und der Zunge des Spiralgehäuses einen stationären Charakter. Beim Eintritt jedes der Flügel in den Bereich des aerodynamischen Nachlaufs hinter dem freien Ende der Trennwand entartet sich der aerodynamische Nachlauf hinter jedem der Flügel in bedeutendem Masse infolge der verminderten Umströmungsgeschwindigkeit des Gases an diesen Flügeln. Dadurch wird die nichtstationäre Wechselwirkung der aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers mit der Zunge des Spiralgehäuses beseitigt, welche Wechselwirkung die Ursache des Sirenengeräusches ist. Man muss berücksichtigen, dass mit der Entfernung des Gases von jedem der Flügel der Entartungsgrad des aerodynamischen Nachlaufs, der sich beim Umströmen des jeweiligen Flügels durch das Gas bildet, steigt.

Die Anordnung des freien Endes der Trennwand mit einer Versetzung in bezug auf die Zunge des Spiralgehäuses nach der zur Drehrichtung des Läufers entgegengesetzten Seite hin hängt damit zusammen, dass während des Drehens des Läufers der aerodynamische Nachlauf hinter dem freien Ende der Trennwand unter dem Einfluss des Läufers nach der Seite, hin, die mit der Drehrichtung desselben zusammenfällt abgetrieben wird. Deswegen muss man diese Anordnung vornehmen, um den aerodynamischen Nachlauf hinter dem freien Ende der Trennwand mit der Zunge des Spiralgehäuses zu vereinigen.

Bei der Ausführung des Spaltes zwischen der Zunge und der Austrittskante des der Zunge nächstliegenden Flügels kleiner als 0,03 des Abstandes zwischen der Drehachse des Läufers und der Austrittskante des Flügels entsteht erneut ein Sirenengeräusch, weil die Zunge wieder in die Bereiche der nach der Anbringung der Trennwand zurückbleibenden aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers eintritt.

Bei der Ausführung des Spaltes grösser als 0,2 werden die Werte des Förderarucks und des Förderstroms des Gases vermindert, und zwar dadurch, dass sich jener

Teil des Gases vergrössert, der sich nicht gleich der Austrittsöffnung des Spiralgehäuses zugeleitet wird, sondern erst nach Zurücklegen des Weges durch den erwähnten Spalt um den Läufer herum im Spiralgehäuse unter
5 Energieverlusten für die Reibung des Gases am Gehäuse und für die Änderung der Gasströmungsrichtung in ihm in diese Öffnung strömt.

Es ist auch eine Ausführung des Radiallüfters möglich, bei der erfindungsgemäss die Stirn des freien Endes der Trennwand gegenüber der ihr zugewandten Seitenfläche der Scheibe in einem Abstand von 0,01 bis 0,08
10 des Abstandes zwischen der Drehachse des Läufers und der Eintrittskante des Flügels angeordnet ist.

Es ist weit bekannt, dass bei der Drehung des Läufers auf der Seitenfläche der Scheibe eine Grenzschicht
15 des Gases erzeugt wird, innerhalb deren die Gasgeschwindigkeit kleiner als ausserhalb dieser Schicht ist. Die Grenzschicht des Gases, deren Dicke sich im Bereich des freien Endes der Trennwand zum Abstand zwischen der
20 Drehachse des Läufers und der Eintrittskante des Flügels proportional verhält, geht bei der Arbeit des Radiallüfters durch den Läufer hindurch und wirkt mit der Zunge zusammen. Ausserhalb der Grenzschicht des Gases trägt dabei die Wechselwirkung der aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers mit der Zunge des
25 Spiralgehäuses beim Ausbleiben des freien Endes der Trennwand einen nichtstationären Charakter, was zum Entstehen eines Sirenengeräusches führt. Zu gleicher Zeit werden die aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln
30 des Läufers in der Grenzschicht des Gases infolge der wirbelartigen Gasströmung in dieser schnell ausgewaschen, ohne die Zunge des Spiralgehäuses zu erreichen. Deshalb führt das Umströmen der Zunge durch das Gas im Bereich der Grenzschicht des Gases nicht zum Entstehen eines
35 Sirenengeräusches. Dementsprechend muss die Stirn des freien Endes der Trennwand in einem solchen Abstand in zu der dieser Stirn zugewandten Seitenfläche der Scheibe angeordnet werden, dass der durch dieses freie Ende der Trennwand gebildete aerodynamische Nachlauf nur mit jenem

Zungeabachnitt in Wechsälwirkung stehen sollte, wo die Zunge mit der Grenzschiht des Gases nicht zusammenwirkt. Dies ist der Fall, wenn die Stirn des freien Endes der Trennwand gegenüber der dieser Stirn zugewandten Seitenfläche der Scheibe in einem Abstand von 0,01 bis 0,08 des Abstandes zwischen der Drehachse des Läufers und der Eintrittskante des Flügels angeordnet ist.

Wenn dieser Abstand den Wert von 0,01 unterschreitet, ändern sich der gesamte Geräuschpegel und der Sirenenengeräuschpegel nicht, verringern sich aber die Werte des Förderdurcks und des Förderstroms des Gases wegen erhöhter Energieverluste, welche durch die Vergrösserung des Flächeninhalts des gasumströmten freien Endes der Trennwand verursacht werden. Zum anderen erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass das freie Ende der Trennwand an die Scheibe stösst, was zum Ausfall des Radiallüfters führen kann.

Wenn der genannte Abstand den Wert von 0,08 überschreitet, erhöht sich wesentlich der gesamte Geräuschpegel wegen der Erhöhung des Pegels des Sirenenengeräusches, welches bei der nichtstationären Wechselwirkung eines Teils der Zunge des Spiralgehäuses mit den aerodynamischen Nachläufen hinter den Flügeln des Läufers entsteht.

Es ist gemäss der Erfindung zweckmässig, die Seitenfläche des freien Endes der Trennwand, welche den an ihr nächstliegenden Flügeln zugewandt ist, gegenüber den Eintrittskanten dieser Flügel in einem Abstand von 0,025 bis 0,09 des Abstandes zwischen der Drehachse des Läufers und der Eintrittskante des Flügels anzuordnen.

Der aerodynamische Nachlauf hinter dem freien Ende der Trennwand beseitigt, indem er stationär mit der Zunge des Spiralgehäuses zusammenwirkt, die nichtstationäre Wechselwirkung der aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers mit der Zunge des Spiralgehäuses und gewährleistet dadurch die Senkung des Pegels des Sirenenengeräusches. Der gleiche aerodynamische Nachlauf hinter dem freien Ende der Trennwand kommt jedoch mit den Eintrittskanten der Flügel des Läufers in Wech-

selwirkung. Diese Wechselwirkung hat einen nichtstationären Charakter und ist folglich eine weitere Quelle des Sirengeräusches. Die Anordnung des freien Ende der Trennwand im Läuferinnenraum hat also zwei Effekte zur Folge, wobei der erste Effekt in der Abnahme des Sirengeräusches besteht, welche durch die Beseitigung der nichtstationären Wechselwirkung der aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers mit der Zunge des Spiralgehäuses hervorgerufen wird, und der zweite Effekt in der Zunahme des Sirengeräusches besteht, welche wegen des Auftretts der nichtstationären Wechselwirkung des aerodynamischen Nachlaufs hinter dem freien Ende der Trennwand mit den Eintrittskanten der Flügel des Läufers geschieht. Der Effekt der Abnahme des Sirengeräusches ist immer grösser als der Effekt der Zunahme desselben. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die Geschwindigkeit der Umströmung der Zunge des Spiralgehäuses durch das Gas immer höher ist als die Geschwindigkeit der Umströmung der Eintrittskanten der Flügel des Läufers durch das Gas. Die Summe dieser Effekte heisst summarischer Effekt der Verminderung des Sirengeräusches. Wenn die Seitenfläche des freien Endes der Trennwand in einem Abstand von unter 0,025 des Abstandes zwischen der Drehachse des Läufers und der Eintrittskante des Flügels des Läufers angeordnet ist, erhöht sich das Sirengeräusch, hervorgerufen durch die nichtstationäre Wechselwirkung des aerodynamischen Nachlaufs hinter dem freien Ende dieser Trennwand mit den Eintrittskanten der Flügel des Läufers, und steigt dementsprechend der Effekt der Zunahme des Sirengeräusches, wodurch der summarische Effekt der Abnahme des Sirengeräusches vermindert wird.

Wenn die Seitenfläche des freien Endes der Trennwand, in einem Abstand von über 0,09 des Abstandes zwischen der Drehachse des Läufers und der Eintrittskante des Flügels angeordnet ist, entartet sich der aerodynamische Nachlauf hinter dem freien Ende der Trennwand an der Zunge des Spiralgehäuses in bedeutendem Masse, wodurch das Sirengeräusch, hervorgerufen durch die nichtstationäre Wechselwirkung der aerodynamischen Nachläufe hinter den Flü-

geln des Läufers mit der Zunge des Spiralgehäuses, wächst und folglich der Effekt der Abnahme des Sirenengeräusches steigt. Die Verminderung des Effektes der Abnahme des Sirenengeräusches führt zur Verminderung des summarischen Effektes der Abnahme des Sirenengeräusches.

Es ist eine Ausführung des Radiallüfters möglich, bei dem, gemäss der Erfindung, das freie Ende der Trennwand im Querschnitt ein ∇ -förmiges Profil aufweist, und eine der Spitzen dieses Profils der Drehachse des Läufers zugewandt ist.

Dies gewährleistet den Anstieg des Förderstücks bei dem Radiallüfter aufgrund der Reduzierung der Energieverluste für die Änderung der Gasstromrichtung bei dem Umströmen des freien Endes der Trennwand durch das Gas. Dabei vergrössert sich auch die Steifigkeit des freien Endes der Trennwand, die eine höhere Zuverlässigkeit des Radiallüfters ermöglicht.

Es ist eine weitere Ausführung des Radiallüfters möglich, bei der gemäss der Erfindung auf die Seitenfläche des freien Endes der Trennwand, die den an ihr nächstliegenden Flügeln zugewandt ist, ein Überzug aus einem Schalldämmenden Material aufgebracht wird.

Durch Aufbringung eines Überzugs aus einem schalldämmenden Material auf die Seitenfläche des freien Endes der Trennwand, die den an ihr nächstliegenden Flügeln zugewandt ist, wird die Senkung des gesamten Geräuschpegels aufgrund der Schalldämmung nahe dem Bereich der Wechselwirkung des aerodynamischen Nachlaufs hinter dem freien Ende der Trennwand mit den Eintrittskanten der Flügel des Läufers erzielt.

Vorteilhafterweise kann die grösste Breite des freien Endes der Trennwand, erfindungsgemäss in einem Bereich von 1,0 bis 1,8 des Abstandes zwischen den Eintrittskanten der benachbarten Flügel liegen.

Wenn die grösste Breite des freien Endes der Trennwand kleiner als 1,0 ausgeführt ist, entartet sich der aerodynamische Nachlauf hinter dem freien Ende der Trennwand, ohne aus dem Laufer auszutreten, und verhindert nicht die nichtstationäre Wechselwirkung der aerodyna-

mischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers mit der Zunge des Spiralgehäuses, was zum Anstieg des Pegels des Sirenengeräusches und somit des gesamten Geräuschpegels des Radiallüfters führt.

5 Wenn die grösste Breite des freien Endes der Trennwand den Wert 1,8 überschreitet, wird zwar die stationäre Wechselwirkung der aerodynamischen Nachläufe hinter den Flügeln des Läufers mit der Zunge des Spiralgehäuses sichergestellt, doch fällt der Förderdruck des Radial-
10 lüfters aufgrund der Vergrösserung der Energieverluste für die Änderung der Gasstromrichtung beim Umströmen des freien Endes der Trennwand durch das Gas.

 Es ist eine derartige Ausführung des Radiallüfters möglich, bei der gemäss der Erfindung das freie Ende der
15 Trennwand eine veränderliche Breite aufweist, wobei sich die Breite des freien Endes der Trennwand mit der Annäherung an die Scheibe verringert.

 Die Ausführung des freien Endes der Trennwand mit einer veränderlichen Breite gewährleistet die Senkung
20 des gesamten Geräuschpegels durch Verringerung des Pegels des Sirenengeräusches welches bei der Wechselwirkung des aerodynamischen Nachlaufs hinter dem freien Ende der Trennwand mit den Eintrittskanten der Flügel des Läufers entsteht, indem diese Wechselwirkung in der Zeit ausser
25 Phase gebracht wird.

 Es ist auch eine derartige Ausführung des Radial-
 lüfters möglich, bei der gemäss der Erfindung das freie Ende der Trennwand zur Drehachse des Läufers nach der zu seiner Drehrichtung entgegengesetzten Seite in einem
30 spitzen Winkel geneigt ist.

 Die Neigung des freien Endes der Trennwand ist erforderlich, um den aerodynamischen Nachlauf hinter diesem freien Ende der Trennwand mit der Zunge des Spiralgehäuses genauer zu vereinigen. Die Notwendigkeit der Neigung
35 ergibt sich daraus, dass der Gasförderstrom in verschiedenen Bereichen des Läuferinnenraums des Radiallüfters unterschiedlich ist. Es ist bekannt, dass der Gasförderstrom im nahe der Austrittsöffnung des Spiralgehäuses befindlichen Bereich den Gasförderstrom im Bereich nahe der

Scheibe des Läufers übersteigt. Einem kleineren Gasförderstrom entspricht ein kleinerer Winkel des Gasstromaustritts aus dem Läufer. Der Winkel des Gasstromaustritts aus dem Läufer nahe der Eintrittsöffnung des Spiralgehäuses übersteigt also den Winkel des Gasstromaustritts nahe der Scheibe des Läufers. Je kleiner der Winkel des Gasstromaustritts aus dem Läufer ist, desto grösser ist der Abstand zwischen der Austrittsstelle des aerodynamischen Nachlaufs aus dem Läufer und der Zunge des Spiralgehäuses. Folglich muss die Austrittsstelle des aerodynamischen Nachlaufs hinter dem freien Ende der Trennwand an der Eintrittsöffnung näher zur Zunge liegen als die Austrittsstelle des aerodynamischen Nachlaufs hinter dem freien Ende der Trennwand an der Scheibe des Läufers. Dies wird durch die erwähnte Neigung des freien Endes der Trennwand erzielt, welches diesen aerodynamischen Nachlauf hinter sich erzeugt.

Darüber hinaus bewirkt die Neigung des freien Endes der Trennwand eine zusätzliche Verringerung des gesamten Geräuschpegels, welche Verringerung aufgrund der Senkung des Pegels des bei der Wechselwirkung des aerodynamischen Nachlaufs hinter dem freien Ende der Trennwand mit den Eintrittskanten der Flügel des Läufers entstehenden Sirenengeräusches durch Ausser-Phase-Bringen der erwähnten Wechselwirkung in der Zeit erfolgt.

Es ist zweckmässig, bei dem Radiallüfter gemäss der Erfindung die Kanten der Seitenfläche des freien Endes der Trennwand, die längs der Drehachse des Läufers verlaufen, wellenförmig und zueinander abstandsgleich auszubilden.

Dadurch wird der gesamte Geräuschpegel des Radiallüfters gesenkt, und zwar aufgrund der Senkung des Pegels des Sirenengeräusches, welches mit der Wechselwirkung des aerodynamischen Nachlaufs hinter dem freien Ende der Trennwand mit den Eintrittskanten der Flügel des Läufers zusammenhängt, indem die erwähnte Wechselwirkung in der Zeit ausser Phase gebracht wird, weil das freie Ende der Trennwand in diesem Fall einen wellenförmigen aerodynamischen Nachlauf längs der Drehachse des Läufers

bildet und die Teile des Flügels über die Länge des letzteren in diesen Nachlauf oder aus ihm nicht gleichzeitig ein- bzw. austreten werden.

Es ist auch eine Ausführung des Radiallüfters möglich, bei der gemäss der Erfindung die Stirn des freien Endes der Trennwand spitzwinklig zu der Seitenfläche der letzteren ausgebildet ist, welche Seitenfläche den an ihr nächstliegenden Flügeln zugewandt ist.

Dadurch steigt der Förderdruck des Radiallüfters aufgrund der Senkung der Energieverluste für die Änderung der Gasstromrichtung beim Umströmen des freien Endes der Trennwand durch das Gas.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachstehend wird die Erfindung an Hand einer ausführlichen Beschreibung des Radiallüfters mit Hinweisen auf beigefügte Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 die Gesamtansicht des erfindungsgemässen Radiallüfters, im Längsschnitt;

Fig. 2 einen Schnitt nach Linie II-II der Fig. 1;

Fig. 3 die Stelle A in der Fig. 2;

Fig. 4 eine teilweise Ansicht der Trennwand in der Fig. 2 in Pfeilrichtung B;

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform der Trennwand, analog der Fig. 4;

Fig. 6 eine dritte Ausführungsform der Trennwand, analog der Fig. 4.

Beste Ausführungsform der Erfindung

Nachstehend wird eine Ausführungsform des Radiallüfters beschrieben. Der betreffende Radiallüfter enthält ein Spiralgehäuse I (Fig. 1) mit einer Zunge 2 (Fig. 2). Im Spiralgehäuse I sind eine Eintrittsöffnung 3 (Fig. 1) und eine Austrittsöffnung 4 (Fig. 2) ausgebildet. Im Spiralgehäuse I ist ein Läufer 5 (Fig. 1) untergebracht, der eine Welle 6 enthält, welche eine Scheibe 7 trägt, an deren Seitenfläche 8, und zwar am Umfang der letzteren, Flügel 9 angebracht sind, derart, dass ein Läuferinnenraum 10 (Fig. 2) und ein Spalt δ_I zwi-

- schen der Zunge 2 und der Austrittskante II des der Zunge 2 nächstliegenden Flügel 9 gebildet sind. Der Läufer 5 dreht sich durch einen Antrieb I2 (Fig. I), der einen Elektromotor darstellt. Am Spiralgehäuse I ist eine
- 5 Trennwand I3 fliegend angebracht, deren freies Ende I4 im Läuferinnenraum I0 mit einer Versetzung α_I (Fig. 2) gegenüber der Zunge 2 nach der zu der mit Pfeil K angeordneten Drehrichtung des Läufers 5 entgegengesetzten Seite hin angeordnet ist. Der Spalt δ_I zwischen der
- I0 Zunge 2 und der Austrittskante II des der Zunge nächstliegenden Flügels 9 befindet sich in einem Bereich von 0,03 bis 0,2 des Abstandes R_I zwischen der Drehachse O_I-O_I des Läufers 5 und der Austrittskante II des Flügels 9.
- I5 Die Stirn I5 (Fig. I) des freien Endes I4 der Trennwand I3 ist gegenüber der ihr zugewandten Seitenfläche 8 der Scheibe 7 in einem Abstand V_I von 0,01 bis 0,08 des Abstandes R_2 (Fig. 2) zwischen der Drehachse O_I-O_I des Läufers 5 und der Eintrittskante I6 des Flügels 9
- 20 angeordnet.
- Die Seitenansicht I7 des freien Endes I4 der Trennwand I3, welche dem an ihr nächstliegenden Flügel 9 zugewandt ist, befindet sich gegenüber der Eintrittskante I6 dieses Flügels 9 in einem Abstand X_I von 0,025 bis
- 25 0,09 des Abstandes R_2 zwischen der Drehachse O_I-O_I des Läufers 5 und der Eintrittskante I6 des Flügels 9.
- Das freie Ende I4 (Fig. 3) der Trennwand I3 weist im Querschnitt ein ∇ -förmiges Profil auf, und die Spitze a_I dieses Profils ist der Drehachse O_I-O_I des
- 30 Läufers 5 zugewandt.
- Die Seitenfläche I7 des freien Endes I4 der Trennwand I3, die dem an ihr nächstliegenden Flügel 9 zugewandt ist, trägt einen Überzug b_I aus einem schalldämmenden Material, gegebenenfalls aus Polyetherthan.
- 35 Die grösste Breite S_I des freien Endes I4 der Trennwand I3 liegt in einem Bereich von 1,0 bis 1,8 des Abstandes t_I zwischen den Eintrittskanten I6 der benachbarten Flügel 9.

In der Fig. 4 ist eine Ausführungsform des freien

Endes der Trennwand dargestellt, wo das freie Ende I8 der Trennwand I9 eine veränderliche Breite S_2 aufweist, wobei sich die Breite S_2 des freien Endes I8 der Trennwand I9 mit der Annäherung an die Scheibe 7 verringert.

- 5 In der Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform des freien Endes der Trennwand dargestellt, wo das freie Ende 20 der Trennwand 2I in einem spitzen Winkel ϵ_I zur Drehachse O_I-O_I des Läufers 5 geneigt ist, u.zw. nach der Seite, die seiner mit dem Pfeil K angedeuteten Dreh-
 IO richtung entgegengesetzt ist.

- In der Fig. 6 ist eine dritte Ausführungsform des freien Endes der Trennwand dargestellt, wo die Kanten 22, 23 der Seitenfläche I7 (Fig. 3) des freien Endes 24 (Fig. 6) der Trennwand 25, die längs der Drehachse
 I5 O_I-O_I des Läufers 5 verlaufen, wellenförmig und zueinander abtznsgleich ausgebildet sind.

- Die Stirn I5 des freien Endes I4 der Trennwand I3 ist in einem spitzen Winkel φ_I (Fig. I) zu ihrer Seitenfläche I7, die dem an ihr nächstliegenden Flügel 9
 20 zugewandt ist, geneigt.

Der Radiallüfter arbeitet folgenderweise.

- Bei der Drehung des im Spiralgehäuse I des Radial-
 lüfters untergebrachten Läufers 5 durch den Antrieb I2
 (Fig. I) in der mit dem Pfeil K angedeuteten Richtung
 25 (Fig. 2) tritt das Gas in mit dem Pfeil N angedeuteter Axialrichtung durch die Eintrittsöffnung 3 des Spiralgehäuses I in den Läuferinnenraum IO ein, aus dem es unter Einwirkung eines durch die Drehung des Läufers 5 an den Eintrittskanten 16 (Fig. 2) der Flügel 9 erzeugten Unterdrucks seine axiale
 30 Strömungsrichtung für die radiale ändert und den Flügeln 9 des Läufers zuströmt. Dabei bildet sich aufgrund der Umströmung des freien Endes I4 der Trennwand I3 hinter dem freien Ende I4 ein aerodynamischer Nachlauf, innerhalb dessen die Gasgeschwindigkeit wesentlich geringer
 35 als ausserhalb desselben ist. Weiterhin wird dem Gas, indem es durch den Läufer 5 strömt, die Energie vom Antrieb I2 der Reihe nach über die Welle 6, die Scheibe 7 und die Flügel 9 zugeführt, wodurch ein Gasförderdruck erzeugt wird. Beim Durchgang durch den Läufer 5 wird

der vom freien Ende I4 der Trennwand I3 gebildete aero-
 dynamische Nachlauf in der vom Pfeil K angedeuteten Dreh-
 richtung des Läufers 5 abgetrieben. Hinter dem Läufer 5
 wird das Gas vom Spiralgehäuse I angesammelt und durch
 5 die Austrittsöffnung 4 in der vom Pfeil P angedeuteten
 Richtung dem Verbraucher zugeführt. Dabei strömt ein Teil
 der Gasmenge vor der Abgabe an den Verbraucher vorläufig
 durch den Spalt δ_I zwischen der Zunge 2 und der Aus-
 trittskante II des der Zunge nächstliegenden Flügels 9
 10 und vollführt einen Kreislauf um den Läufer 5 herum im
 Spiralgehäuse I. Der vom freien Ende I4 der Trennwand I3
 gebildete aerodynamische Nachlauf beseitigt, indem er
 stationär mit der Zunge 2 des Spiralgehäuses I zusammen-
 wirkt, die nichtstationäre Wechselwirkung der aerodyna-
 15 mischen Nachläufe hinter den Flügeln 9 des Läufers 5
 mit der Zunge 2 des Spiralgehäuses I und sorgt somit für
 die Senkung des Sirenenengeräuschpegels.

Nachstehend wird in Tabelle I eine Zusammenfassung
 der Ausführungsbeispiele für die Radiallüfter aufgeführt,
 20 wo es bedeutet:

R_I den Abstand zwischen der Drehachse O_I-O_I des
 Läufers 5 und der Austrittskante II des Flügels 9;

R_2 den Abstand zwischen der Drehachse O_I-O_I des
 Läufers 5 und der Eintrittskante I6 des Flügels 9;

25 t_I den Abstand zwischen den Eintrittskanten I6 der
 benachbarten Flügel 9;

δ_I den Spalt zwischen der Zunge 2 des Spiralgehäu-
 ses I und der Austrittskante II des der Zunge 2 nächst-
 liegenden Flügels 9;

30 ν_I den Abstand zwischen der Stirn I5 des freien
 Endes I4 der Trennwand I3 und der ihr zugewandten Seiten-
 fläche 8 der Scheibe 7;

γ_I den Abstand zwischen der Seitenfläche I7 des
 freien Endes I4 der Trennwand I3 und der Eintrittskante
 35 I6 des Flügels 9;

S_I die Breite des freien Endes I4 der Trennwand I3;

G_{\max} den maximalen Massenförderstrom des Gases;

H_I den Förderdruck, der nach dem Gesamtdruck am
 Austritt des Radiallüfters bestimmt ist, bei maximalem

Massenförderstrom G_{\max} des Gases;

L_f den Geräuschpegel auf der Flügelfrequenz, der im Gasstrom am Austritt des Radiallüfters bestijmt ist;

5 L_s den gesamten Geräuschpegel, der im Gasstrom am Austritt des Radiallüfters bestimmt ist.

Die Rotationsfrequenz des Läufers des Radiallüfters beträgt 1450 U/min.

Die Anzahl der Flügel im Radiallüfter ist 36.

Tabelle I

Lfd. Nr.	R_1	R_2	t_I	$\frac{\sigma_1}{R_1}$	$\frac{V_1}{R_2}$	$\frac{\gamma_1}{R_2}$	$\frac{S_I}{t_I}$	G_{\max}	H_I	L_f	L_s
-	mm	mm	mm	-	-	-	-	kp/s	Pa	dB	dB
I	77,5	65	11,3	0,05	0,01	0,025	1,0	0,35	110	69	70
2	77,5	65	11,3	0,19	0,08	0,09	1,8	0,33	110	65	67
3	77,5	65	11,3	0,05	0,08	0,025	1,8	0,35	110	68	70
4	77,5	65	11,3	0,19	0,01	0,09	1,8	0,33	100	64	66,5
5	77,5	65	11,3	0,19	0,08	0,025	1,8	0,33	100	65	67
6	77,5	65	11,3	0,05	0,08	0,09	1,8	0,35	100	69	71
7	77,5	65	11,3	0,05	0,08	0,09	1,0	0,35	110	69	71,5
8	77,5	65	11,3	0,19	0,08	0,025	1,0	0,33	110	68	69,5
9	77,5	65	11,3	0,19	0,08	0,025	1,0	0,33	110	68	70
10	77,5	65	11,3	0,05	0,01	0,025	1,8	0,35	100	68	69,5
11	77,5	65	11,3	0,05	0,08	0,025	1,0	0,35	110	69	70,5
12	77,5	65	11,3	0,19	0,01	0,09	1,0	0,33	110	69	71

IO Durch Ausführung des Spaltes zwischen der Zunge des Spiralgehäuses und der Austrittskante des der Zunge nächstliegenden Flügels im obenerwähnten Bereich sowie durch Anordnung der Trennwand im Läuferinnenraum in obenerwähnter Weise konnte die aerodynamischen Kennwerte des Radiallüfters unter Verbesserung seiner akustischen Kennwerte

I5 durch Senkung des Pegels des Sirenengeräusches auf die Werte des Wirbelgeräusches erhöht und die Quermasse des Radiallüfters vermindert werden.

Gewerbliche Verwendbarkeit

Der Radiallüfter der erfindungsgemässen Bauart kann

für die Luftzufuhr und -entnahme in Lüftungs- und Klimatisierungssystemen in Dienstleistungs- und Industriegebäuden und -bauwerken, in Rechenzentren, in Räumlichkeiten gemeinschaftlicher Nutzung wie Theater, Lichtspielhäuser, 5 Untergrundbahnen, Bahnhofsgebäude, sowie in Klimaanlage verschiedenartiger Zweckbestimmung, einschliesslich Klimaanlage für Verkehrsmittel, in Lüftungssystemen von Viehzuchträumen sowie für die Beförderung von Gasen in verschiedenen technologischen Anlagen 10 eingesetzt werden.

PATENTANSPRUCHE:

1. Radiallüfter, enthaltend ein Spiralgehäuse (I) mit einer Zunge (I) und einer Eintritts- und einer Austrittsöffnung (3, 4), einen im Gehäuse (I) untergebrachten Läufer (5), der eine Welle (6) enthält, welche eine Scheibe trägt, an deren Seitenfläche (8), und zwar am Umfang der letzteren, Flügel (9) angebracht sind, derart, dass ein Läuferinnenraum (IO) und ein Spalt (δ_I) zwischen der Zunge (2) und der Austrittskante (II) des der Zunge nächstliegenden Flügels (9) gebildet sind, sowie eine am Gehäuse (I) fliegend befestigte Trennwand (I3, I9, 2I, 25), deren freies Ende (I4, I8, 20, 24) sich im Läuferinnenraum (IO) befindet, dadurch gekennzeichnet, dass das freie Ende (I4, I8, 20, 24) der Trennwand (I3, I9, 2I, 25) in bezug auf die Zunge (2) mit einer Versetzung (α_I) nach der zur Drehrichtung des Läufers (5) entgegengesetzten Seite hin angeordnet ist, und der Spalt (δ_I) zwischen der Zunge (2) und der Austrittskante (II) des der Zunge (2) nächstliegenden Flügels (9) in einem Bereich von 0,03 bis 0,2 des Abstandes (R_I) zwischen der Drehachse (O_I-O_I) des Läufers (5) und der Austrittskante (II) des Flügels (9) liegt.

2. Radiallüfter nach Anspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass die Stirn (I5) des freien Endes (I4) der Trennwand (I3) hinsichtlich der ihr zugewandten Seitenfläche (8) der Scheibe (7) in einem Abstand (V_I) von 0,01 bis 0,08 des Abstandes (R_2) zwischen der Drehachse (O_I-O_I) des Läufers (5) und der Austrittskante (I6) des Flügels (9) angeordnet ist.

3. Radiallüfter nach Anspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenfläche (I7) des freien Endes (I4) der Trennwand (I3), die dem ihr nächstliegenden Flügel (9) zugewandt ist, hinsichtlich der Eintrittskante (I6) dieses Flügels (9) in einem Abstand (χ_I) von 0,025 bis 0,09 des Abstandes (R_2) zwischen der Drehachse (O_I-O_I) des Läufers (5) und der Eintrittskante (I6) des Flügels (9) angeordnet ist.

4. Radiallüfter nach Anspruch I, dadurch gekennzeichnet, dass das freie Ende (I4) der

Trennwand (I3) im Querschnitt ein ∇ -förmiges Profil aufweist und eine der Spitzen dieses Profils der Drehachse (O_I-O_I) des Läufers (5) zugewandt ist.

5 5. Radiallüfter nach Anspruch I, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t, dass die Seitenfläche (I7) des freien Endes (I4) der Trennwand (I3), die dem an ihr nächstliegenden Flügel (9) zugewandt ist, einen Überzug (b_I) aus einem Schalldämmenden Material trägt.

IO 6. Radiallüfter nach Anspruch I, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t, dass die grösste Breite (S_I) des freien Endes (I4) der Trennwand (I3) in einem Bereich von 0,1 bis 1,8 des Abstandes (t_I) zwischen den Eintrittskanten (I6) der benachbarten Flügel (9) liegt.

I5 7. Radiallüfter nach Anspruch I, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t, dass das freie Ende (I8) der Trennwand (I9) eine veränderliche Breite (S_2) aufweist, wobei sich die Breite (S_2) des freien Endes (I8) der Trennwand (I9) mit der Annäherung an die Scheibe (7) verringert.

20 8. Radiallüfter nach Anspruch I, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t, dass das freie Ende (20) der Trennwand (2I) zur Drehachse (O_I-O_I) des Läufers (5) nach der der Drehrichtung des letzteren entgegengesetzten Seite hin in einem spitzen Winkel (ξ_I) geneigt ist.

25 9. Radiallüfter nach Anspruch I, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t, dass die Kanten (22, 23) der Seitenfläche (I7) des freien Endes (24) der Trennwand (25), die längs der Drehachse (O_I-O_I) des Läufers (5) verlaufen, wellenförmig und zueinander abstandsgleich
30 ausgeführt sind.

IO. Radiallüfter nach Anspruch I, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t, dass die Stirn (I5) des freien Endes (I4) der Trennwand (I3) zu der Seitenfläche der letzteren (I7), die dem an ihr nächstliegenden Flügel
3 5 (9) zugewandt ist, in einem spitzen Winkel (φ_I) ausgeführt ist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/SU 88/00120

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC IPC ⁴ F 04 D 29/66, 17/08		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC ⁴	F 04 D 29/66, 17/00-17/08	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	GB, A, 2123893 (TOKYO Shibaura Denki Kabushiki Kaisha), 08 February 1984 (08.02.84) see figures 3-6, claims 1-5, cited in the description & JP, A2, 59-18291, 30.01.84 AU, B2, 541422, 10.01.85 US, A, 4573869, 04.03.86 --	1-10
A	EP, A1, 0039459, (Deutsche Forschungs-und Versuchsanstalt für Luft-und Raumfahrt e.V.u.a) 11 November 1981 (11.11.81) see figures 1,2,13; claims 1-7 --	1
A	SU, A1, 1265399 (Universitet druzhby narodov im Patrisa Lumumby) 23 October 1986 (23.10.86). -----	1,9
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>¹⁰ * Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
22 December 1988 (22.12.88)		24 February 1989 (24.02.89)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
ISA/SU .		