

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **85109707.1**

51 Int. Cl.⁴: **F 04 D 29/38**
F 01 D 5/14

22 Anmeldetag: **02.08.85**

30 Priorität: **16.08.84 DE 3430182**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.03.86 Patentblatt 86/12

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

71 Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

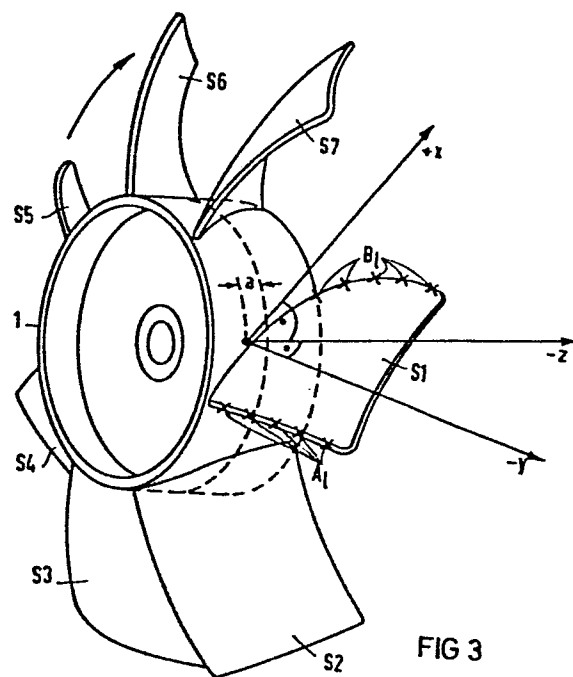
72 Erfinder: **Müller, Klaus-Dieter**
Oldenburger Strasse 34
D-8500 Nürnberg(DE)

72 Erfinder: **Rimkus, Andreas**
Ottensoozer Weg 37
D-8561 Speikern(DE)

54 **Axialventilator.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf einen Axialventilator mit einem Laufrad, das aus einer Mehrzahl von Schaufeln auf einer antreibbaren Nabe besteht, wobei jede einzelne Schaufel zur Luftförderung die gleiche, vorgegebene Schaufelgeometrie aufweist. Solche Ventilatoren verursachen üblicherweise Geräusche, die störend, lästig oder sogar gesundheitsschädigend sein können. Ziel ist es daher, die Geräuschemission zu minimieren. Gemäß der Erfindung wird dies dadurch erreicht, daß die einzelnen Schaufeln (S1 bis S7) in Laufrichtung nach vorn gekrümmt sind. Gegenüber den herkömmlichen Ventilatoren ergeben sich in Abhängigkeit vom Nabenabstand spezifische Abweichungen längs einer Kreisbogengeometrie. Die neue Fläche für die Schaufeln läßt sich in einem kartesischen Koordinatensystem durch eine Funktion fünften Grades beschreiben. Dabei ergeben sich 36 spezifische Konstanten.

./...



Siemens Aktiengesellschaft
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 84 P 3327 E

5 Axialventilator

Die Erfindung bezieht sich auf einen Axialventilator mit einem Laufrad, das aus einer Mehrzahl von Schaufeln auf einer antreibbaren Nabe besteht, wobei jede einzelne
10 Schaufel die gleiche vorgegebene Geometrie aufweist.

Beim Betrieb von Ventilatoren treten Geräusche auf. Mitunter werden Ventilatoren für solche Anwendungen eingesetzt, bei denen Geräusche stören oder sogar gesundheits-
15 schädigend sind. Bei üblicher Verwendung von Axialventilatoren für Heiz- und Kühlgeräte oder zur Belüftung von Gebäuden sollen die Geräusche soweit wie möglich minimiert werden.

20 Die Herabsetzung der Geräuschemission an technischen Einrichtungen ist eine grundsätzliche Forderung, bei der spezifische Randbedingungen bezüglich der Funktionsfähigkeit des jeweiligen Gerätes beachtet werden müssen. Speziell bei Ventilatoren soll die Geräuschminderung weder
25 den technischen Aufwand vergrößern noch zu einer Leistungs- und Wirkungsgradminderung führen. An technischen Kenngrößen sind insbesondere folgende Daten gleich zu halten: Die Abmessungen des Ventilators wie Außen- und Nabendurchmesser, Zahl und Breite der Schaufeln, eine
30 eventuelle Profilierung der Schaufeln, der Volumenstrom, die Druckerhöhung sowie die Leistungsaufnahme des Ventilators und der sich daraus ergebende Gesamtwirkungsgrad bezogen auf den jeweiligen Betriebspunkt des Ventilators.

35 Wht 2 Gr / 31.07.1984

Die Auslegung von Axialventilatoren erfolgt im allgemeinen nach den Maßgaben des Lehrbuches "Ventilatoren" von Bruno Eck (Springer Verlag Berlin 1972). Darüber hinaus wurden mit den älteren deutschen Patentanmeldungen

- 5 P 33 35 648.3 und P 33 35 649.1 bereits Vorschläge gemacht, mit denen ohne Verschlechterung des Laufradwirkungsgrades der spezifische Schalleistungspegel gesenkt werden soll. Gemäß der dort angegebenen Lehre sollen die abströmseitigen Ecken am Außenrand der Schaufeln der Ventilatoreinheit abgerundet sein, wobei spezifische Anforderungen an das Diffusor-Gehäuseteil gestellt werden. Daneben sind auch bestimmte Konstruktionsparameter für das Laufrad der Ventilatoreinheit angegeben: Im einzelnen werden speziell das Verhältnis von Nabendurchmesser und
10 Außendurchmesser des Laufrades, die Schaufelanstellwinkel am Außenschnitt und am Innenschnitt einer Schaufel gegen die Umfangsrichtung sowie das Verhältnis der Sehnenlängen zwischen Vorderkante und Hinterkante des Schaufelprofils im Innenschnitt und Außenschnitt beschrieben und vorgegeben.
15
20

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, aufgrund einer veränderten Schaufelform eine Geräuschminderung zu erreichen.

25

- Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die einzelnen Schaufeln in Laufrichtung nach vorn gekrümmt sind. Dabei weist jede einzelne Schaufel ein vorbestimmtes Krümmungsprofil in Abhängigkeit vom Nabenabstand auf, welches sich von denen der bisher bekannten Ventilatoren erheblich unterscheidet. Die Änderungen einer einzelnen Schaufel erfolgen gegenüber üblicher Schaufelfläche entlang einer Kreisbogengeometrie. Die relativen Abweichungen haben am Außenschnitt ein Maximum. Die Kante der
30 Schaufel ist am Außenschnitt gegenüber dem Innenschnitt in Laufrichtung versetzt.

Im Rahmen der Erfindung hat sich gezeigt, daß sich die neue Flächenform der Schaufeln in einem dreidimensionalen kartesischen Koordinatensystem mit x-, y- und z-Koordinaten durch eine Funktion $z=F(x, y)$ fünften Grades beschreiben läßt. Eine solche Funktion hat die Struktur:

$$(1) \quad z=F(x,y)=\sum_i C_i \prod_{m,n=0,1,\dots,5} x^m \cdot y^n \quad \text{mit } i=1,\dots,36$$

Die einzelnen Konstanten C_i haben Werte zwischen 10^1 und 10^{-10} und lassen sich jeweils rechnerisch ermitteln. Die Randkontur einer Schaufel läßt sich durch die Koordinaten eines Punktmusters in diesem Koordinatensystem beschreiben. Die Außenschnittlinie ist identisch mit dem Außendurchmesser des Ventilatorrades.

15

Durch die Erfindung ergibt sich gegenüber dem Serienventilator ohne weitere konstruktive Abänderung eine Verbesserung der Geräuschemission für den Kennlinienbereich nahe des Freiblaspunktes von etwa 3 dB (A). Durch umfangreiche experimentelle Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, daß die mit der Erfindung erzielte Minderung des Geräusches reproduzierbar ist. Die erreichten Geräuschemissionswerte wurden auf den Förderstrom und die statische Druckerhöhung bezogen und um Luftdruckschwankungen und Luftfeuchteabweichungen korrigiert.

Allein durch Geometrieänderungen an der Schaufelform kann also die geforderte Geräuschverminderung erzielt werden. Da die Herstellung von Ventilatoren mit geänderter Geometrie keine besonderen Umstellungen in der Fertigung erfordert, ist die Erfindung leicht in die Praxis umsetzbar.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung eines Ausführungsbeispiels im Vergleich zum Stand der Technik anhand der Zeichnung.

Es zeigen

die FIG 1 und FIG 3 einerseits das Laufrad eines bekannten Ventilators und andererseits ein Laufrad des mit der Erfindung vorgeschlagenen Ventilators jeweils in
5 perspektivischer Darstellung,

die FIG 2 und FIG 4 jeweils zu FIG 1 und FIG 3 einen Teilbereich der abgerollten Nabe mit darauf projizierten Schaufelschnitten und

10

die FIG 5 die Projektion einer einzelnen erfindungsgemäßen Schaufel in die x-y-Ebene der FIG 3 mit Angabe der relativen Änderungen gegenüber der vorbekannten Schaufel.

15 In FIG 1 ist ein Laufrad eines Axialventilators dargestellt, das im wesentlichen aus einer antreibbaren Nabe 1 mit darauf versetzt angeordneten einzelnen Schaufeln S1 bis S7 besteht. Statt sieben können auch acht oder mehr Schaufeln vorhanden sein.

20

Aus FIG 1 in Verbindung mit FIG 3 ist erkennbar, daß bei bekannten Ventilatorrädern einzelne Schaufeln auf der Nabe 1 mit gleichem Anstellwinkel gegeneinander angeordnet sind, wobei jede Schaufel S1 bis S7 in sich verwunden
25 ist, d.h. am auf der Nabe 1 liegenden Schnitt (Innenschnitt) IS1 eine andere Profillinie als am außenseitigen Schnitt (Außenschnitt AS1) aufweist.

Die Auslegung solcher Laufräder von Axialventilatoren
30 erfolgt im allgemeinen nach Gesetzmäßigkeiten der Strömungsmechanik, wie sie in dem bereits zitierten Lehrbuch "Ventilatoren" angegeben sind. Hierzu wird insbesondere die Beschaufelung in die Ebene abgewickelt sowie Schaufelgeometrie und -profil nach den Regeln der Strömung in
35 diesem Gitter ermittelt. Dabei ist aber die Geräuscentstehung durch die Strömung nur grob abschätzbar.

- Die Untersuchungen über Fragen der Geräuschminderung bei Ventilatoren sind meist mehr oder weniger empirischer Natur. Bisher wurde eine Reihe einzelner Maßnahmen im Hinblick auf die Geräuschminderung untersucht, wobei
- 5 jedoch immer nur e i n e Variation der Gesamtkonstruktion des Axialventilators zu einer Veränderung des Geräusches führte. Als Beispiele sind zu nennen: Die Vergrößerung des Abstandes zwischen Laufrad und Leitrad, gegen die Laufradebene geneigte Schaufeln, in Umfangs-
- 10 richtung geneigte Leitschaufeln, eine unregelmäßige Anordnung der Leitschaufeln, stufenförmige Leitschaufeln, geeignete Wahl von Laufschaufelzahl und Leitschaufelzahl, eine unregelmäßige Anordnung der Laufradschaufel, gegen die Laufradebene geneigte Laufradschaufeln, in Umfangs-
- 15 richtung geschwungene Laufradschaufeln, Turbulenzerzeugung an der Vorderkante der Laufradschaufeln, poröse Laufradschaufeln oder Schaufelspitzen etc. Auch durch Verbesserungen beim Einbau und Einsatz des Ventilators in die vorhandene Anlage können Geräuschminderungen er-
- 20 reicht werden. Diese Verbesserungen sind insbesondere eine Anpassung von Ventilator und Gesamtanlage, eine Beherrschung des Einflusses der Zuströmbedingungen sowie eine Volumenstromregelung durch Drehzahländerung.
- 25 Eine grobe Abschätzung des Zusammenhangs zwischen einer Änderung des Schalldruckpegels auf Grund veränderter Volumenstrom- und Druckverhältnisse wird üblicherweise durch folgende Beziehung angegeben:
- (2) $L_{WS} = L_W - 10 \log \dot{V} [\text{m}^3/\text{s}] - 20 \log \Delta p_t [\text{Pa}] \pm 4 \text{ dB (A)},$
- 30 wobei L_W den gemessenen Schalleistungspegel, L_{WS} den spezifischen Schalleistungspegel (d.h. volumenstrom- und -druckbezogen), $\dot{V}$ den Volumenstrom und Δp_t die Totaldruckerhöhung bedeuten. Untersuchungen von verschie-
- 35 denen Autoren ergaben allerdings eine große Unsicherheit und damit eine geringe Aussagekraft der diesbezüglichen Berechnungen.

Aus FIG 3 ergibt sich nun, daß bei der Erfindung nur die Schaufelgeometrie gegenüber dem Serienrad verändert ist. Dies wird anhand der perspektivischen Darstellung gemäß FIG 3 verdeutlicht: Insbesondere ist daraus ersichtlich, daß die einzelnen Schaufeln S1 bis S7 eines verbesserten Laufrades LR in einer ganz spezifischen Form in Laufrichtung nach vorn gekrümmt sind.

Es ergibt sich weiterhin, daß die Schaufeln eine andere Wölbung als beim Stand der Technik aufweisen und daß deren äußere Kanten dadurch in starkem Maße in die Laufrichtung versetzt sind.

Untersuchungen haben ergeben, daß mit einer solchen Krümmung der einzelnen Schaufeln im Vergleich zum Serienlaufrad eine Verringerung der Geräuschemission um etwa 3 dB (A) erreicht wird. Volumenstrom $\dot{V}$ und Druck p_t haben sich dabei im Vergleich zu den Werten des Serienlaufrades nicht verringert. Die gemessenen Geräuschemissionswerte wurden bezüglich Luftdruckschwankungen und Luftfeuchteabweichungen korrigiert.

Mit einer Vielzahl unabhängiger Messungen wurde die Geometrie der neugeformten Schaufeln überprüft. Es ergab sich für die erfindungsgemäßen Schaufeln eine Reproduzierbarkeit der Werte mit Abweichungen in der Geräuschemission von maximal 0,4 dB (A).

In FIG 5 ist eine einzelne Schaufel in die x-y-Ebene projiziert, wobei bezüglich der Nabe konzentrische Kreise eingezeichnet sind. Es hat sich gezeigt, daß bei der Erfindung die Abweichung gegenüber dem Serienlaufrad durch Angabe der geometrischen Änderungen längs dieser Kreisbogengeometrie erfaßbar sind. Die gefundenen Änderungswerte in mm sind für die einzelnen Kreislinien im

5 mm-Abstand angegeben. Insbesondere nahe dem Außendurchmesser liegen erhebliche relative Abweichungen gegenüber herkömmlicher Geometrie vor, was für die praktische Ausführung die oben bereits angegebene Krümmung der einzelnen Schaufeln in Laufrichtung ergibt.

Dieser Sachverhalt ist bereits auch aus FIG 4 entnehmbar. Bei der dort dargestellten Teilabwicklung der Nabe N bedeuten D die Drehrichtung und L die Luftströmungsrichtung. Eingezeichnet ist der Innenschnitt IS2 und der Außenschnitt AS2 einer einzelnen Schaufel. Während beim Stand der Technik gemäß FIG 2 der Innen- und Außenschnitt einen gemeinsamen Drehpunkt M haben, tritt bei der Erfindung eine Verschiebung der Mittelpunkte M_I und M_A in Drehrichtung auf. Ansonsten werden für die Sehnenlänge l_i und l_a von Innenschnitt und Außenschnitt und die Schaufeleinstellwinkel ϕ_i und ϕ_a die gleichen Werte wie beim Serienlaufrad verwendet.

20 Es liegt nun nahe, für die als besonders vorteilhaft er-
kannte Schaufelgeometrie eine mathematische Beziehung
zu ermitteln, welche die Schaufelfläche beschreibt. Hier-
zu kann ein kartesisches Koordinatensystem gewählt wer-
den, dessen Ursprung in die Nabe des Laufrades gelegt
25 ist, und bei dem zwei Koordinaten, z.B. x und y , in ra-
dialer und eine Koordinate, z.B. z , in axialer Richtung
verlaufen. Es kann auch zweckmäßig sein, das Koordina-
tensystem zu transformieren und in einen Eckpunkt der
Schaufel zu legen, so daß Δx unmittelbar die Breite und
30 Δy die Länge der Schaufel kennzeichnet. Im Beispiel
nach FIG 3 ist das Koordinatensystem ursprungsorien-
tiert gewählt, wobei aus praktischen Gründen der Ur-
sprungspunkt in z -Richtung gegenüber der Symmetrieebene
der Ventilatornabe um eine Strecke $a=11$ mm versetzt
35 ist. Für die Flächenform kann eine Gleichung $z=F(x, y)$
fünften Grades folgender Struktur angegeben werden:

$$(1) \quad z=F(x,y)=\sum_i C_i \underbrace{m,n=0,1,\dots,5}_{\text{II}} x^m \cdot y^n \quad \text{mit } i=1,\dots,36.$$

Dabei bedeuten C_i Konstanten, deren Werte im Anhang unter Punkt 1 aufgelistet sind. Diese Konstanten können in gewissem Maße variiert werden und sind von der Wahl des Betriebspunktes abhängig.

- Neben der eigentlichen Flächenform ist im praktischen Fall die Randkontur der Schaufel von Bedeutung. An der Außenschnittlinie ist diese üblicherweise identisch mit dem Außendurchmesser des Ventilatorrades. Die seitlichen Konturen lassen sich durch eine allgemeine Funktion oder im praktischen Fall durch ein Punktmuster im oben verwendeten Koordinatensystem angeben. Dafür sind im Anhang unter Punkt 2a und b für die Punkte A_1 und B_1 mit $l=0,\dots,8$ die Koordinaten x_1 , y_1 und z_1 der Vorder- und Hinterkante der Schaufel in Konsistenz zu Gl(1) angegeben. Die Teilung ist in mm-Einheiten gewählt. Bei einem Gesamtdurchmesser des so aufgebauten Ventilatorrades von $D=398$ mm ergibt sich dabei eine Schaufellänge von ca. 109 mm. Die Schaufelbreite muß mit Hilfe von Gl(1) ermittelt werden.
- Bei weiteren Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß Verrundungen an den Seitenkanten der Schaufel zweckmäßig sein können, aber keine zusätzlichen Geräuschminderungen ergeben. Die Verbesserung der Übergänge zwischen Nabe und Schaufel bewirken ebenfalls keine weitere Reduzierung des Schalldruckpegels. Entscheidend für die Geräuschminderung ist in jedem Fall die Krümmung der Schaufel in Laufrichtung.

10 Patentansprüche

35 5 Figuren

Anhang:1. Koeffizienten C_i für Gleichung (1):

	C_1	=	7,9711		C_{19}	=	$1,6079 \times 10^{-4}$
5	C_2	=	$4,1973 \times 10^{-1}$		C_{20}	=	$2,7082 \times 10^{-6}$
	C_3	=	$3,4846 \times 10^{-3}$		C_{21}	=	$1,7972 \times 10^{-8}$
	C_4	=	$-9,5546 \times 10^{-5}$		C_{22}	=	0
	C_5	=	$-1,3319 \times 10^{-6}$		C_{23}	=	0
	C_6	=	$-3,8490 \times 10^{-9}$		C_{24}	=	0
10	C_7	=	-1,8326		C_{25}	=	$4,6564 \times 10^{-6}$
	C_8	=	$-1,2314 \times 10^{-2}$		C_{26}	=	$-3,8342 \times 10^{-10}$
	C_9	=	$2,0881 \times 10^{-4}$		C_{27}	=	0
	C_{10}	=	$3,6366 \times 10^{-6}$		C_{28}	=	0
	C_{11}	=	$1,4240 \times 10^{-8}$		C_{29}	=	0
15	C_{12}	=	0		C_{30}	=	0
	C_{13}	=	$-3,6551 \times 10^{-2}$		C_{31}	=	$9,9959 \times 10^{-9}$
	C_{14}	=	$-1,0182 \times 10^{-3}$		C_{32}	=	0
	C_{15}	=	$-1,2937 \times 10^{-5}$		C_{33}	=	0
	C_{16}	=	$-5,2115 \times 10^{-8}$		C_{34}	=	0
20	C_{17}	=	0		C_{35}	=	0
	C_{18}	=	0		C_{36}	=	0

2. Koordinaten A_1 , B_1 der Schaufelkanten:

a) Vorderkante

25		x	y	z
	A_0	- 48,44	- 131,02	10,58
	A_1	- 47,63	- 128,98	11,02
	A_2	- 44,48	- 116,48	16,71
	A_3	- 42,98	- 104,30	20,50
30	A_4	- 40,50	- 88,93	23,67
	A_5	- 38,68	- 74,39	26,42
	A_6	- 37,00	- 58,83	28,55
	A_7	- 35,69	- 44,28	30,32
	A_8	- 34,68	- 22,72	31,81

0174487

VPA 84 P 3327 E

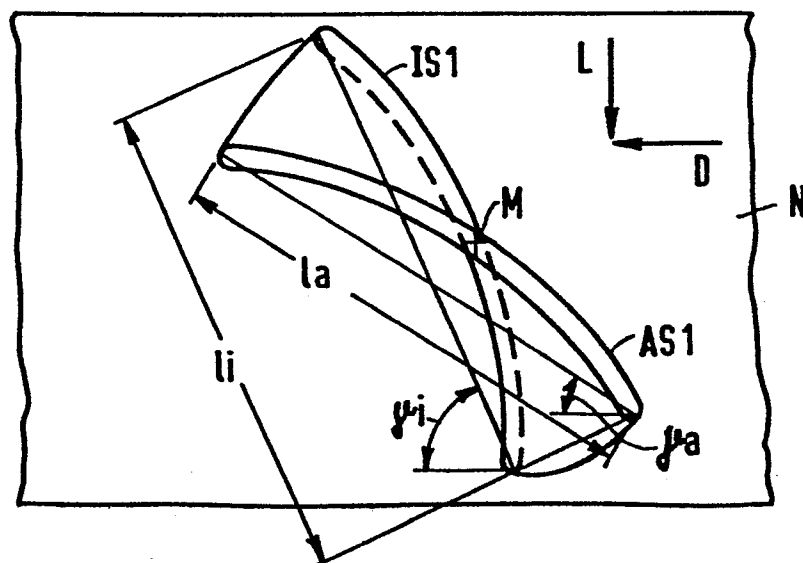
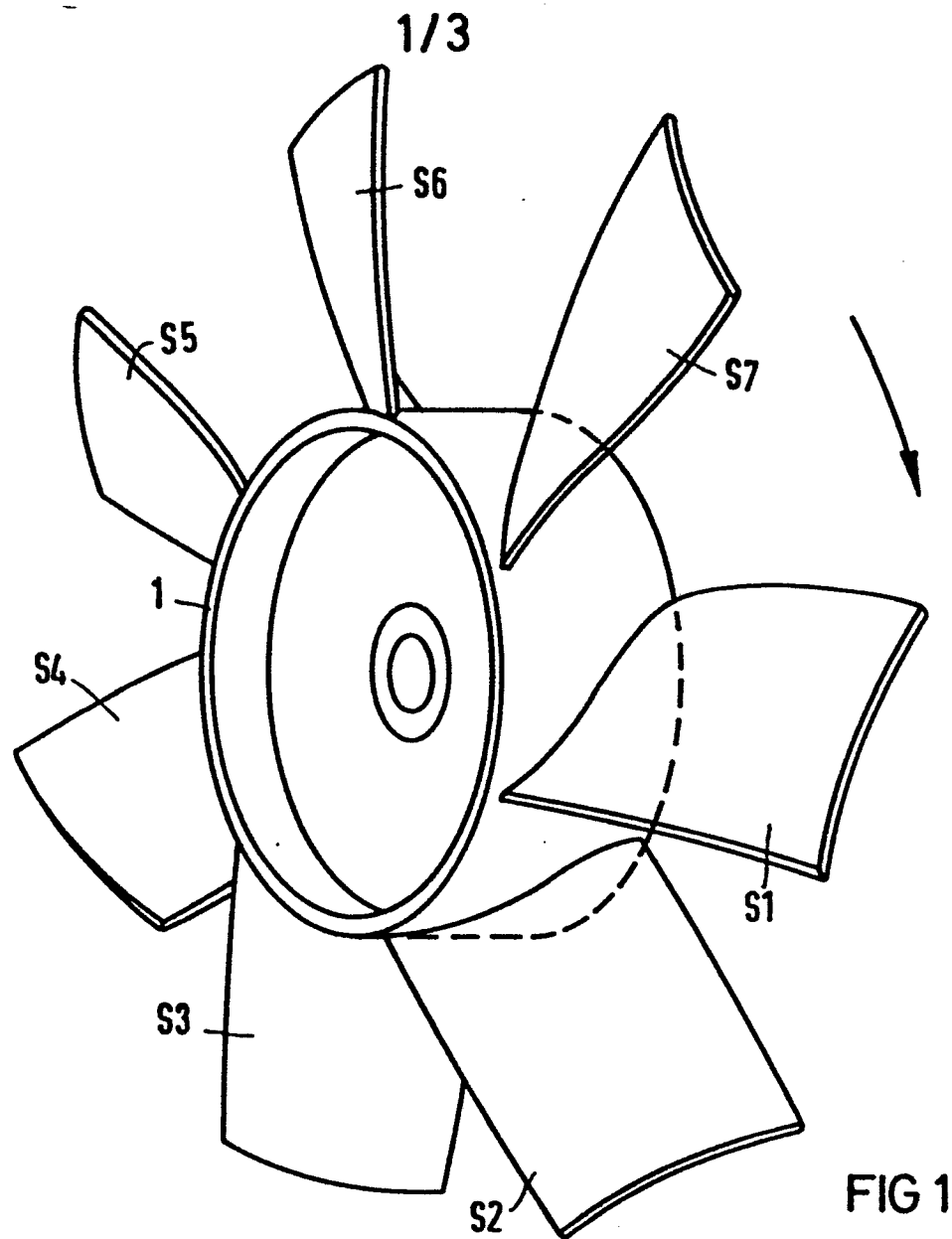
b) Hinterkante

	x	y	z
B ₀	30,52	- 130,47	- 34,62
B ₁	33,11	- 122,35	- 33,19
5 B ₂	35,27	- 109,79	- 30,53
B ₃	36,36	- 97,73	- 29,45
B ₄	36,95	- 82,33	- 30,18
B ₅	36,12	- 67,54	- 32,85
B ₆	32,96	- 52,46	- 36,17
10 B ₇	28,51	- 37,60	- 41,16
B ₈	25,16	- 23,40	- 45,43

Patentansprüche

1. Axialventilator mit einem Laufrad, das aus einer Mehrzahl von Schaufeln auf einer antreibbaren Nabe besteht, wobei jede einzelne Schaufel die gleiche vorgegebene Geometrie aufweist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die einzelnen Schaufeln (S1 bis S7) in Laufrichtung (L) nach vorn gekrümmt sind.
2. Axialventilator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß jede einzelne Schaufel (S1 bis S7) ein vorbestimmtes Krümmungsprofil in Abhängigkeit vom Nabenabstand aufweist.
3. Axialventilator nach Anspruch 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Fläche jeder einzelnen Schaufel (S1 bis S7) durch eine Funktion fünften Grades beschreibbar ist.
4. Axialventilator nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß für die Fläche einer Schaufel (S1 bis S7) gilt
- $$z=F(x,y)=\sum_i C_i \overset{m,n=0,1,5}{\text{---}} x^m \cdot y^n \quad \text{mit } i=1,\dots,36 \quad (1),$$
- wobei x, y, z Koordinaten eines kartesischen Koordinatensystems und C_i Konstanten bedeuten (Anhang 1).
5. Axialventilator nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Randkontur einer Schaufel (S1 bis S7) durch ein Punktmuster A_l, B_l beschreibbar ist, wobei A_l, B_l mit $l=0,\dots,8$ Werte (x_l, y_l, z_l) im kartesischen Koordinatensystem sind (Anhang 2).

6. Axialventilator nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Änderungen einer
einzelnen Schaufel (S1 bis S7) gegenüber üblicher Schaufel-
fläche entlang einer Kreisbogengeometrie erfolgen.
- 5
7. Axialventilator nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß jede einzelne Schau-
fel (S1 bis S7) eine Verwindung in der Schaufelfläche
hat, so daß deren Außenschnitt (AS2) und Innenschnitt
10 (IS2) in der Projektion auf die abgerollte Nabe (N)
unterschiedliche Lagen aufweisen.
8. Axialventilator nach Anspruch 7, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, daß bei den einzelnen
15 Schaufeln (S1 bis S7) der Mittelpunkt (M_A) des Außen-
schnitts (AS2) gegenüber dem Mittelpunkt (M_I) des
Innenschnitts (IS2) versetzt ist.
9. Axialventilator nach Anspruch 6, d a d u r c h
20 g e k e n n z e i c h n e t, daß die relativen Ände-
rungen der Schaufelgeometrie am Außenschnitt (AS2) einen
Maximalwert haben.
10. Axialventilator nach Anspruch 1 und Anspruch 9, d a-
25 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Kante
der Schaufel (S1 bis S7) am Außenschnitt (AS2) gegen-
über dem Innenschnitt (IS2) in Laufrichtung (L) ver-
setzt ist.



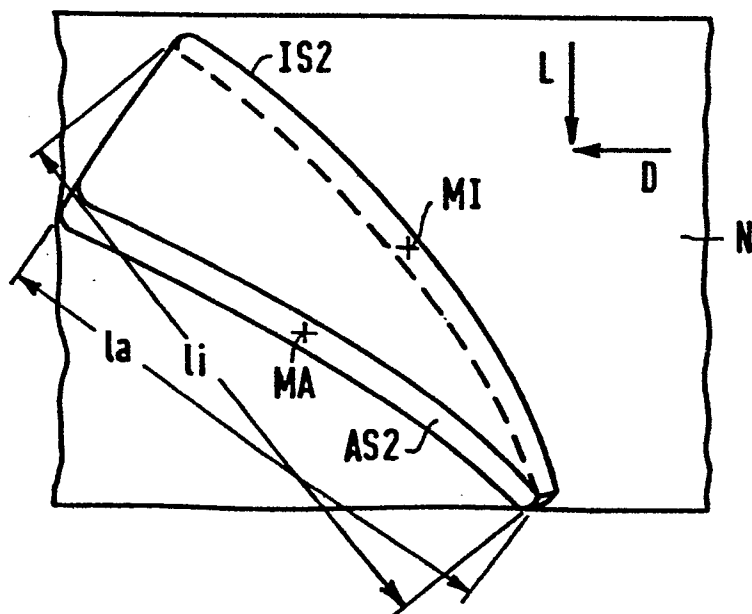
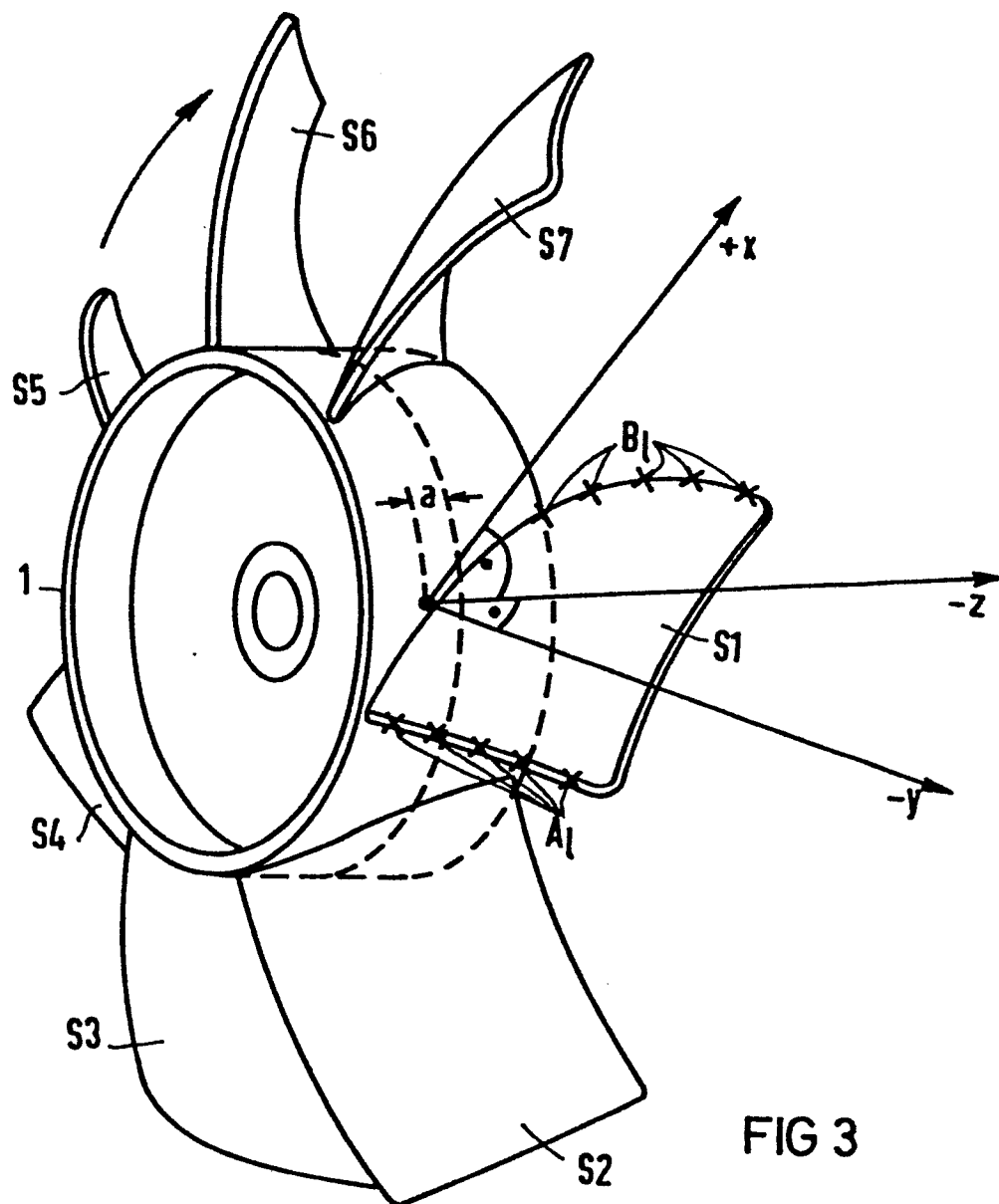
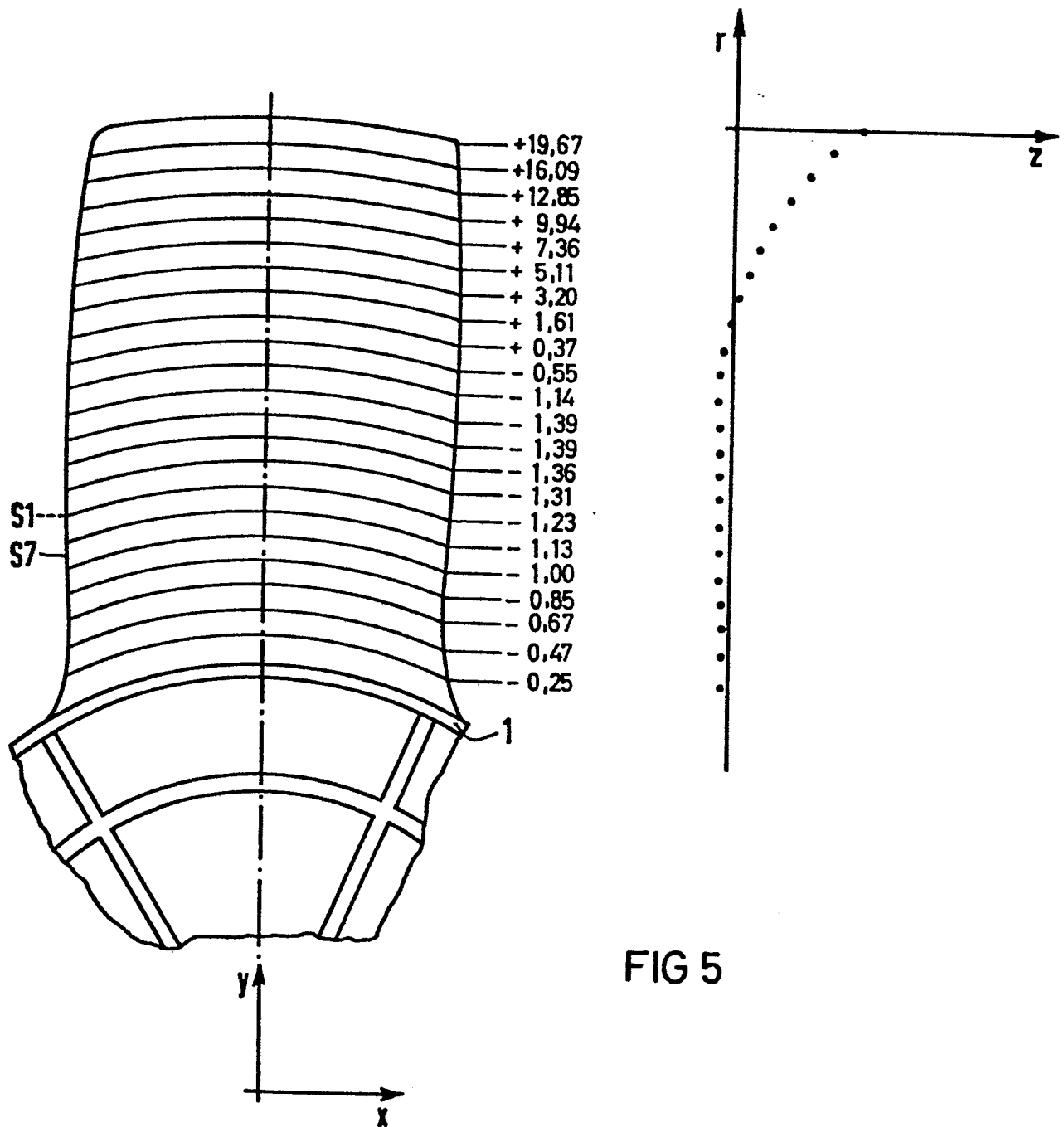


FIG 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0174487

Nummer der Anmeldung

EP 85 10 9707

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	NL-C- 35 918 (DEKKER) * Seite 1, Zeilen 52-59; Figuren *	1	F 04 D 29/38 F 01 D 5/14
X	GB-A- 459 206 (STEVENS) * Seite 1, letzter Absatz; Seite 2 bis Zeile 51 und Zeilen 79-109; Figuren 1-3 *	1, 2, 7, 8	
X	US-A-2 974 728 (CULP) * Spalte 1, Zeilen 42-52; Spalte 2, Zeile 21 - Spalte 3, Zeile 5; Figuren *	1, 2, 7, 8	
X	US-A-1 370 284 (CARLSON) * Seite 1, Zeilen 47-57; Figuren *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
X	GB-A- 478 104 (THOMSON-HOUSTON) * Seite 1, Zeilen 88-106; Seite 2, Zeilen 53-79; Figuren 1-3, 5 *	1	F 04 D F 01 D
A	US-A-2 684 723 (FABER) * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 3, Zeile 28; Figuren *	1, 2, 6, 8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 29-11-1985	
		Prüfer KAPOULAS T.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	