

Einbauarten

Die DIN 24 163 gibt grundsätzliche Definitionen für die vom Ventilator erbrachte Leistung und wie die Leistung an einem Normprüfstand zu messen ist. Die Norm unterscheidet 4 Einbauarten.

Fan arrangements

The German standards DIN 24 163 give basic definitions for the fan output and methods, how this output is to be measured. The DIN is differentiating amongst 4 different fan arrangements.

Bezeichnung der Einbauart Symbol of installation mode	Beschreibung der Einbauart Fan installation mode	
	Saugseite des Ventilators Inlet side of fan	Druckseite des Ventilators outlet side of fan
A	Frei ansaugend free inlet	Frei ausblasend free outlet
B	Frei ansaugend free inlet	Druckseitig angeschlossen duct on outlet side
C	Saugseitig angeschlossen duct on inlet side	Frei ausblasend free outlet
D	Saugseitig angeschlossen duct on inlet side	Druckseitig angeschlossen duct on outlet side

Fig. 1 Verschiedene Einbauarten nach DIN 24 163
Different installation modes acc. to DIN 24 163

Bisher haben Ventilatorenhersteller und -anwender nur in den seltensten Fällen berücksichtigt, daß ein Ventilator genau genommen in diesen vier verschiedenen Einbauarten auch verschiedene Kennlinien hat. (Fig. 1)

Until recently fan manufacturers and users have only as an exception taken into account that a fan in reality in these 4 different installation modes has 4 distinctly different characteristics. (Fig. 1)

Wenn ein Ventilator saugseitig nicht angeschlossen ist, sondern frei aus dem Raum saugt, treten Verluste an den meist vorhandenen Ansaugschutzgittern auf, die dem Ventilator zuzurechnen sind. Kleine Veränderungen am Lufteintritt des Ventilators beeinflussen ferner die Kennlinie merklich, selbst wenn der Eintritt düsenförmig ist.

If a fan on the inlet side is not connected to a duct, but is taking its air directly from the room, losses will occur on inlet grills, which in this arrangement usually are part of the fan. Furthermore, small variations in the shape of the fan inlet will have an appreciable effect on the fan characteristic, in spite of all having a bell mouth.

Dieses wird durch die Fig. 2 illustriert (aus Bruno Eck, Ventilatoren, Springer Verlag).

This is illustrated in Fig. 2 (quoted from Bruno Eck, Ventilatoren, Springer Verlag).

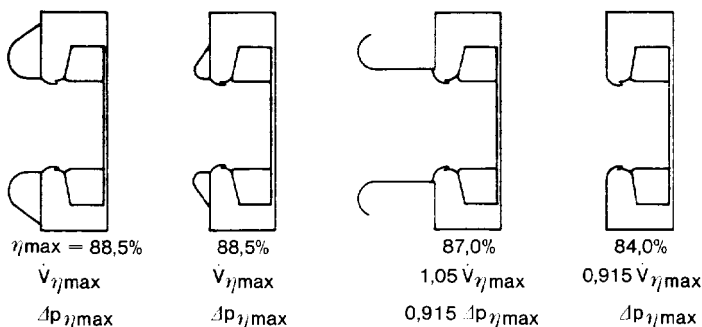


Fig. 2 Wirkung verschiedener Eintrittsbedingungen auf die Ventilatorleistung.

Effect of different inlet conditions on fan output.

Ausgleichsstrecke

Die Auswirkung des Vorhandenseins oder Fehlens einer druckseitigen Ausgleichsstrecke auf die Ventilatorcharakteristik ist meist noch größer.

Sowohl beim Axial- wie Radialventilator ist die Ausblasströmung sehr ungleichförmig über den Querschnitt verteilt (siehe Fig. 3). Durch eine druckseitige Ausgleichsstrecke kommt es zu einer Harmonisierung der Strömungsgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Erhöhung des saugseitig meßbaren statischen Drucks. Die Ausgleichsstrecke wirkt ähnlich einem Diffusor.

Outlet duct

The effect on the fan characteristic of the presence or absence of the connecting duct on the outlet side is normally even larger.

Both for axial and radial fans the outlet flow has a very uneven distribution over the outlet cross section (see Fig. 3). A connected duct will lead to a harmonisation of flow velocities, which leads to a simultaneous increase of the static pressure, which can be measured on the inlet side. The connected duct is having a similar effect as a diffuser.

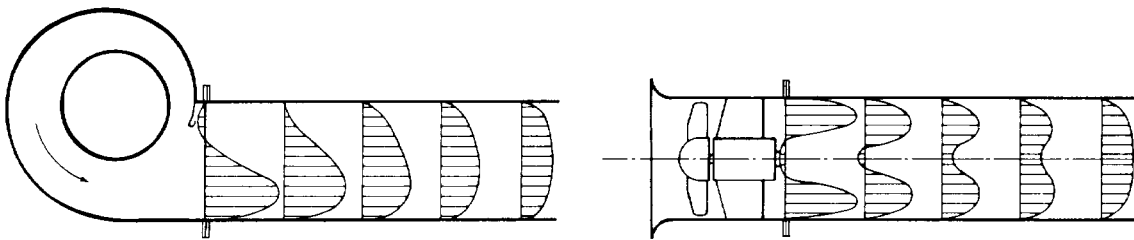


Fig. 3 Strömungsverlauf hinter einem Radial- bzw. Axialventilator
Downstream flow of radial and axial fan

Die DIN 24 163 läßt grundsätzlich die Leistungsmessung mit und ohne Ausgleichsstrecke zu. Hieraus resultieren grundverschiedene Leistungskurven, Fig. 4.

The DIN 24 163 permits fan tests to be carried out with or without such a duct on the outlet side. This results in remarkably different characteristics, see Fig. 4.

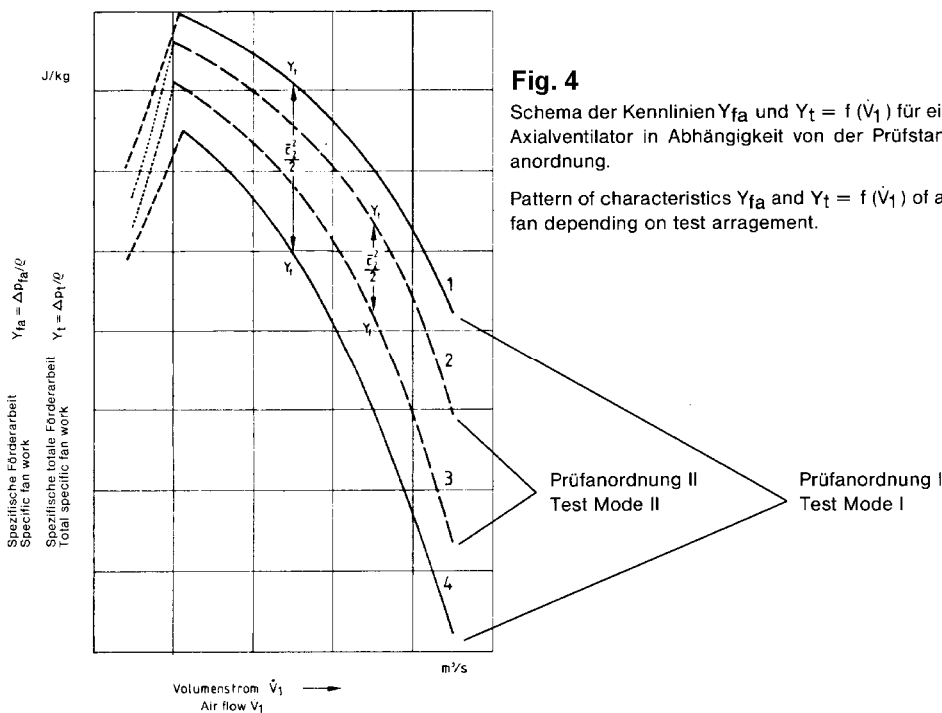
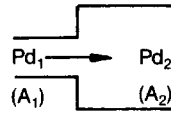


Fig. 4 Schema der Kennlinien Y_{fa} und $Y_t = f(\dot{V}_1)$ für einen Axialventilator in Abhängigkeit von der Prüfstands-anordnung.
Pattern of characteristics Y_{fa} and $Y_t = f(\dot{V}_1)$ of axial fan depending on test arrangement.



$$\Delta P_s = \zeta_1 \cdot Pd_1 = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 Pd_1$$

$$= \zeta_2 \cdot Pd_2 = \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2 Pd_2$$

ζ Branch/Abzweig/Branchement													
θ	c_b/c_a												
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
15°	0.81	0.65	0.51	0.38	0.28	0.20	0.11	0.06	0.14	0.30	0.51	0.76	1.0
30°	0.84	0.69	0.56	0.44	0.34	0.26	0.19	0.15	0.15	0.30	0.51	0.76	1.0
45°	0.87	0.74	0.63	0.54	0.45	0.38	0.29	0.24	0.23	0.30	0.51	0.76	1.0
60°	0.90	0.82	0.79	0.66	0.59	0.53	0.43	0.36	0.33	0.39	0.51	0.76	1.0
90°	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

ζ Main/Durchgang/Principal													
θ	c_a/c_c												
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
15°-90°	0.81	0.64	0.50	0.36	0.25	0.16	0.4	0	0.07	0.39	0.90	1.8	3.2

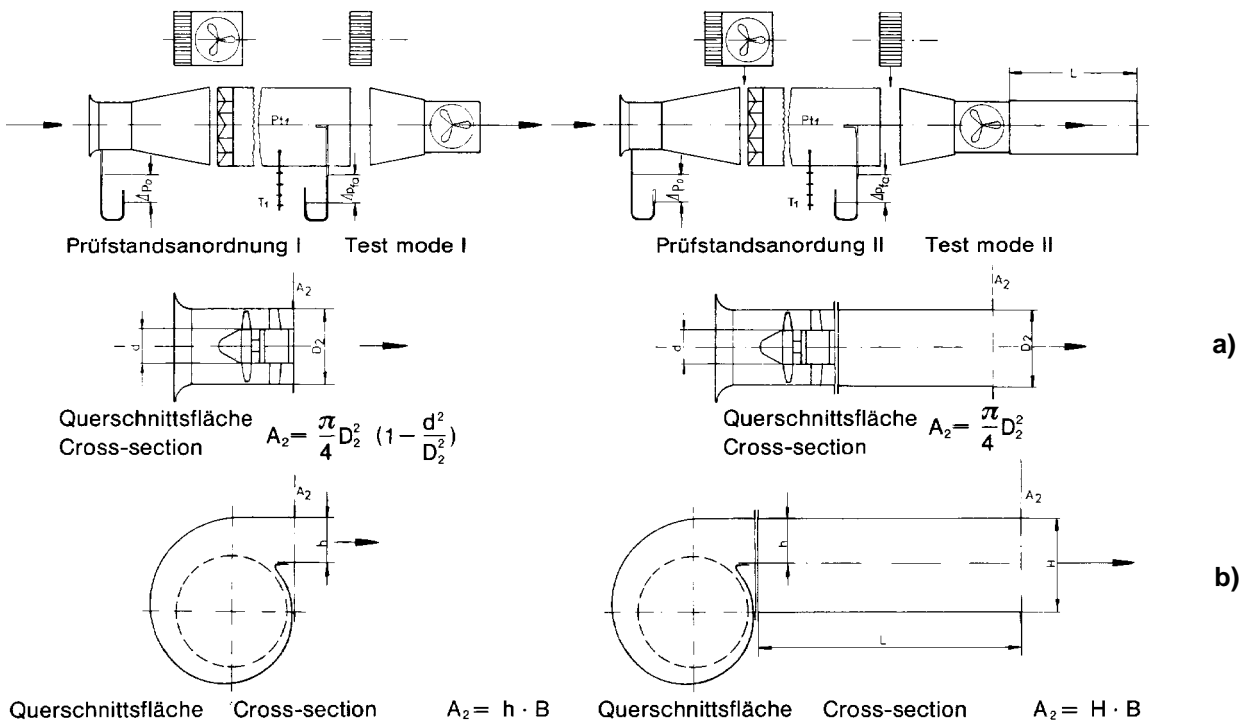


Fig. 5 Prüfstand für Ventilator, frei ausblasend
 Test arrangement for fan with free exhaust

Prüfstandsordnung für Ventilator mit Ausgleichsstrecke
 Test arrangement for fan with constant cross-section diffuser

Einbauart gem. Fig. 1 Installation mode acc. to Fig. 1	Austrittsverlustbeiwert ζ bei Ventilatorotyp Exhaust loss factor ζ for fan type					Eintrittsverlustbeiwert ζ aller Typen Inlet loss factor ζ for all types			
	N8 M8	N8L5 M8L5	X8 Y8 Y12	X8L5	Y8L5 X8L15 Y12L15			ohne Gitter without grill	mit konz. Gitter with concentric grill
A	-	-	-	-				0,05	0,20
B	0,5	0,1	0,7	0,2	0,8			0,05	0,20
C	-	-	-	-				-	-
D	0,5	0,1	0,7	0,2	0,8			-	-
Einbauverluste gleich $\zeta \times p_d$, wobei p_d immer auf den Querschnitt D_2 bezogen ist. Installation losses equal to $\zeta \times p_d$, where p_d always is referring to the cross-section D_2 .									

Fig. 6 Austritts- und Ansaugverluste bei verschiedenen Einbauarten von Axialventilatoren
Exhaust and inlet losses in different installation arrangements of axial fans

Einbauart gem. Fig. 1 Installation mode acc. to Fig. 1	Austrittsverlustbeiwert ζ bei Ventilatorotyp Exhaust loss factor ζ for fan type					Eintrittsverlustbeiwert ζ aller Typen Inlet loss factor ζ for fan type				
	RNN	RNZ	RSZ	LRZ PRZ	MRZ HRZ		RNN, RNZ	RSZ	LRZ PRZ	MRZ HRZ
A	-0,02	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6		0,2	0,2	0,2	0,2
B	-	-	-				0,2	0,2	0,2	0,2
C	-0,02	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6		-	-		
D	-	-	-				-	-		
Einbauverluste gleich $\zeta \times p_d$, wobei p_d immer auf den Querschnitt $H \times B$ bezogen ist. Installation losses equal to $\zeta \times p_d$, where p_d always is referring to the cross-section $H \times B$.										

Fig. 7 Austritts- und Ansaugverluste bei verschiedenen Einbauarten von Radialventilatoren
Exhaust and inlet losses in different installation arrangements of radial fans

Freier Austritt

Der Gesamtdruck hingegen, definiert als

$$\Delta p_t = \Delta p_{fa} + p_{d2} = \Delta p_{fa} + \rho \frac{\bar{c}_2^2}{2}$$

wobei \bar{c}_2 die durchschnittliche Austrittsgeschwindigkeit bezeichnet, ist größer bei fehlender Ausgleichsstrecke (Kurve 1) als bei Anwesenheit der Ausgleichsstrecke (Kurve 2). Der Austrittsverlust p_{d2} ist nämlich beim frei ausblasenden Ventilator bestimmt durch die relativ hohe Luftgeschwindigkeit, die sich in dem freien Ringquerschnitt zwischen Ventilatorschacht und Nabe bzw. Motor ergibt. Bei einer physikalisch korrekten Betrachtung muß berücksichtigt werden, daß die Strömungsgeschwindigkeit im Nabenschatten annähernd Null ist. Nach einer Ausblasstrecke mit einer Länge von 2 bis 3 mal dem Rohrdurchmesser (siehe Fig. 3) kommt es zu einem weitgehenden Geschwindigkeitsausgleich. Die niedrigere mittlere Austrittsgeschwindigkeit entspricht einem geringeren Austrittsverlust.

Formelmäßig beträgt der Austrittsverlust bei freiem Austritt annähernd:

$$p_{d2} = \rho \frac{\bar{c}_2^2}{2} = \rho \frac{\dot{V}^2}{2A^2} = \frac{\rho \dot{V}^2}{2 \left(\frac{\pi}{4} D_2^2 \right)^2 \cdot \left(1 - \frac{d^2}{D_2^2} \right)^2}$$

während er bei angeschlossener Ausgleichsstrecke nur

$$p_{d2} = \rho \frac{\bar{c}_2^2}{2} = \rho \frac{\dot{V}^2}{2A^2} = \frac{\rho \dot{V}^2}{2 \left(\frac{\pi}{4} D_2^2 \right)^2}$$

beträgt, wobei D_2 der Rohrdurchmesser, d der Nabdurchmesser ist. In entsprechender Weise ist der Austrittsverlust eines frei ausblasenden Radialventilators mit Zunge wesentlich größer als bei Vorhandensein einer nachgeschalteten Ausgleichsstrecke. Deshalb ergibt sich ein ähnlicher Satz Kennlinien, wie in Fig. 4 für einen Axialventilator gezeigt. Die Kurve 1 in Fig. 4 (Einbauart C) entspricht der wirklich vom Ventilator geleisteten Arbeit. Der Anlagenbauer muß natürlich auch den nach Gleichung II ermittelten tatsächlichen Austrittsverlust bei seiner Widerstandsberechnung einsetzen.

Prüfstandsordnung

Unsere Leistungskurven von Axialventilatoren basieren auf der Prüfstandsordnung Fig. 5a, entsprechend Einbauart C. Bei Anschluß des Ventilators in Einbauart A, B oder D tritt eine Minderung des Gesamtdrucks auf (Fig. 6).

Unsere Leistungsangaben bei Radialventilatoren basieren auf der Prüfstandsordnung Fig. 5b, entsprechend Einbauart D.

Ein-/Austrittsverluste

Die Ein- und Austrittsverluste bei anderen Anschlußarten gibt Fig. 7 an. Die negativen Werte bei freiem Ausblas bedeuten, daß der vom Ventilator erzeugte Gesamtdruck höher ist als in der Kurve angegeben. Der Anlagenbauer muß einen entsprechend erhöhten Ansatz der rechnerischen Austrittsverluste bei der Widerstandsberechnung des Systems machen.

Free exhaust

The total pressure, however, defined as

(I)

\bar{c}_2 being the average outlet velocity, is larger in the absence of a downstream duct (curve 1) than in its presence (curve 2). The reason is that exhaust losses p_{d2} are in that case determined by the relatively high air velocity occurring in the ring shaped cross-section formed by the fan duct and the fan hub or motor. In a correct physical treatment it has to be taken into account, that the flow velocity downstream of the hub is close to zero. In a connecting duct having the length 2 to 3 times the duct diameter (Fig. 3) the flow velocity distribution is getting rather even. The lower medium exhaust velocity corresponds to smaller exhaust losses.

In mathematical terms the exhaust losses with free exhaust are approximately:

(II)

while they with connected exhaust duct only are

(III)

where D_2 is the duct diameter and d the hub diameter. Exhaust losses of a radial fan with cut-off are in a similar way larger when it is not connected to a duct on the outlet side. Therefore a radial fan has a similar set of curves as shown for the axial fan in Fig. 4.

The curve 1 in Fig. 4 (installation mode C) corresponds to the work, which is really carried out by the fan. When calculating the resistance of a ventilation system, the designer must, of course, use the same exhaust losses as shown in equation II.

Fan test arrangement

Our fan curves for axial fans are based on a test arrangement as shown in Fig. 5a, which corresponds to installation mode C. If a fan is used in installation mode A, B or D a reduction of total pressure occurs (Fig. 6).

Our output curves for radial fans are based on test arrangement Fig. 5b, corresponding to installation mode D.

Inlet/outlet losses

Inlet and outlet losses occurring at other installation modes are given in Fig. 7. The negative values at free exhaust indicate, that the total pressure created by the fan in reality is higher than what is shown on the curve. When designing the ventilation system, correspondingly larger exhaust losses have to be taken into account at these modes, when making resistance calculation for the system.