

Mehr Informationen zum Titel

9 Komponenten zur Luftaufbereitung

9.1 Ventilatoren

F. DITTWALD

Formelzeichen

A	Fläche, Anlagenkennlinie	Δp_t	Gesamtdruckdifferenz
B	Betriebspunkt	Δp_{th}	theoretische Druckdifferenz
c	Strömungsgeschwindigkeit	r	Reaktionsgrad
c_u	Umfangskomponente von c	SFP	Specific Fan Power
D	Durchmesser	u	Umfangsgeschwindigkeit
D_1, D_s	Ansaugdurchmesser	V	Volumen
D_2	Außendurchmesser	\dot{V}	(= q_V) Volumenstrom
HD	Hochdruck	w	Strömungs-, Relativgeschwindigkeit
L_{WA}	A-bewerteter Schalleistungspegel	β	Schaufelwinkel
MD	Mitteldruck	η	Wirkungsgrad
n	Drehzahl	η_{FU}	Wirkungsgrad des Frequenzumrichters
ND	Niederdruck	η_L	Wirkungsgrad des Ventilators
P	Leistung	η_M	Wirkungsgrad des Elektromotors
P_{el}	elektrische Leistung	η_W	Wirkungsgrad der Kraftübertragung
P_F	Förderleistung	λ	Rohrreibungszahl
p	Druck	ρ	Dichte
p_d	dynamischer Druck	ζ	Widerstandszahl
Δp	Druckdifferenz		
Δp_{st}	statische Druckdifferenz		

9.1.1 Aufgabe von Ventilatoren

Grundsätzlich haben Ventilatoren, auch die Bezeichnungen Gebläse und Lüfter sind üblich, die Aufgabe, Luft zu fördern. Dies geschieht mithilfe einer Gesamtdruckerhöhung Δp_t . Das kann ohne nennenswerte Erhöhung des statischen Druckes geschehen, wie z. B. bei Fensterlüftern ohne Anschluss an ein Kanalnetz. Hier wird nur dynamischer Druck, Bewegungsenergie der Luft, erzeugt. Ist der Ventilator jedoch in ein Kanalnetz eingebaut, ist immer ein Aufbau statischen Druckes notwendig, um die Druckverluste des Netzes überwinden zu können. Die Druckverluste und damit die vom Ventilator geforderten Druckerhöhungen können dabei je nach Einsatzbereich sehr unterschiedlich hoch sein. Schon in Klimaanlage, die üblich aus einer Zuluftanlage und einer Abluftanlage bestehen, liegt die Differenz der Druckverluste der beiden Einzelanlagen meist bei mehreren Hundert Pa.

9 Komponenten zur Luftaufbereitung

Die Einsatzgebiete sind vielfältig: Ventilatoren findet man in Klimageräten, Entstaubungsanlagen, Kraftwerken, im PC oder im Fön. Es wird deutlich, dass sich nicht nur die Druckerhöhungen, sondern auch die geförderten Volumenströme in sehr verschiedenen Größenordnungen bewegen. Die Volumenströme reichen von einigen wenigen m^3/h bei Haushaltslüftern bis hin zu mehreren $100\,000\ \text{m}^3/\text{h}$ in Tunnelbauwerken, Kühltürmen, Hüttenwerken usw.

Dementsprechend ist eine kaum überschaubare Menge von Ventilatoren am Markt vorhanden. Für den Einsatz in der Gebäudetechnik, sei es in Zentralen von RLT-Anlagen, in Entrauchungsanlagen, in Fan-Coil-Geräten oder in Hallendecken kommt aus diesem großen Spektrum jedoch nur eine begrenzte Auswahl infrage. Zweckmäßig ist es dennoch, bei der Einteilung der Ventilatoren systematisch vorzugehen.

9.1.2 Einteilungskriterien von Ventilatoren (Gebläsen, Lüftern)

Es haben sich im Grunde drei größere Einteilungsbereiche als zweckdienlich herausgestellt. Es wird oft nach Bauart, nach der Druckerhöhung sowie nach dem Einsatzbereich oder der Aufgabe des Ventilators unterschieden.

9.1.2.1 Unterscheidung nach der Bauart

Es gibt die beiden wesentlichen Bauarten Radial- bzw. Axialventilator (Bild 9.1-1 bzw. 9.1-2) und, davon abgeleitet, auch halbradial oder halbaxial wirkende Konstruktionen. Eine weitere eigenständige Bauart ist der Querstromventilator (Bild 9.1-5). In der Klimatechnik kommen überwiegend Radialventilatoren zum Einsatz, gelegentlich werden in Abluftanlagen Axialgebläse installiert. Bei großen RLT-Anlagen erfolgt mitunter die Außenluftansaugung zentral mittels Axialventilatoren, anschließend sorgen separate Klimageräte mit Radialventilatoren für die notwendige Druckerhöhung für die einzelnen Kanalnetze. Der Querstromventilator wird in Fan-Coil-Geräte und Umluftkühlgeräte eingebaut, ist jedoch für den Einsatz in zentralen Klimageräten vor allem wegen geringer Druckerhöhungen und bescheidener Wirkungsgrade ungeeignet.

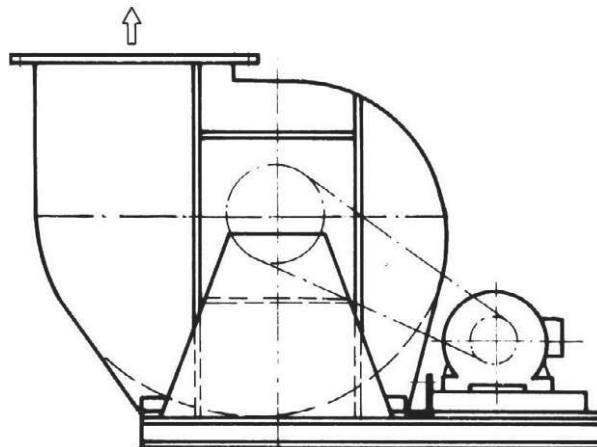


Bild 9.1-1: Radialventilator mit Spiralgewand und Riementrieb, TLT-Turbo [9.1-1]

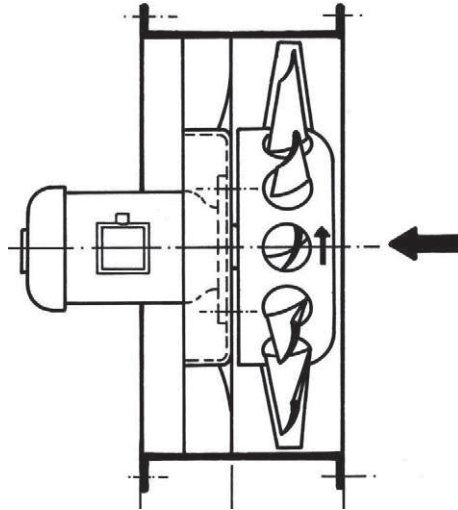


Bild 9.1-2: Axialventilator [9.1-1]

9.1.2.2 Unterscheidung nach der Druckerhöhung Δp_t

Wie eingangs erwähnt sorgt der Ventilator für eine Druckerhöhung Δp_t . Diese setzt sich zusammen aus einer Erhöhung des statischen Druckes Δp_{st} sowie der Erzeugung eines dynamischen Druckes p_d . Der zu erreichende statische Druck richtet sich nach den zu überwindenden Druckverlusten der versorgten Anlagenteile. Während in der Raumlufttechnik abluftseitig oft 1 000 Pa nicht überschritten werden, können insbesondere in der Reinraumtechnik zuluftseitig Druckerhöhungen von 2 000 Pa notwendig werden. In der Sonderlufttechnik/Prozesslufttechnik werden häufig noch höhere Drücke benötigt, bei Entstaubungsanlagen oft über 2 500 Pa, bei einzelnen verfahrenstechnischen Prozessen auch deutlich mehr. Die Bauweisen der für diese verschiedenen Druckerhöhungen geeigneten Ventilatoren unterscheiden sich. Analog zur Turbinentechnik werden die Begriffe Niederdruck, Mitteldruck und Hochdruck auch bei Ventilatoren verwendet. Als Richtwerte können gelten:

Niederdruck (ND); $\Delta p_t < 1\,000\text{ Pa}$

Mitteldruck (MD); $1\,000\text{ Pa} < \Delta p_t < 4\,000\text{ Pa}$

Hochdruck (HD); $4\,000\text{ Pa} < \Delta p_t < 30\,000\text{ Pa}$

(> 30 000 Pa: Verdichter)

Die Grenzen sind nicht fixiert, sondern sollen einen grundsätzlichen Überblick geben. Zum Teil liefern optimierte Konstruktionen ein Druckerhöhungsspektrum von 400 Pa bis 2 500 Pa, decken somit einen großen Bereich von ND bis MD ab.

9.1.2.3 Unterscheidung nach dem Einsatzbereich oder der Aufgabe

Ventilatoren kommen in vielfältigen Bereichen zum Einsatz. Im Folgenden soll darüber ein kurzer Überblick gegeben werden. Einige Beispiele sind:

9 Komponenten zur Luftaufbereitung

- a) Entrauchungsventilator
- b) explosionsgeschützter Ventilator
- c) Staubventilator
- d) Saugzugventilator
- e) Dachventilator
- f) Rohrventilator

Diese Reihe ließe sich beliebig fortsetzen. Bei den angesprochenen Typen ist der Entrauchungsventilator so auszuführen, dass er über einen bestimmten Zeitraum der Belastung durch eine hohe Brandgastemperatur standhält. Beispielsweise sind im Bergbau nur explosionsgeschützte (schlagwettergeschützte) Ventilatoren zulässig, um die Zündung von Grubengas unter allen Umständen auszuschließen. Staubventilatoren müssen hohe Drücke erzeugen, robust sein, und es sollte sich kein Staub an den Laufradschaufeln absetzen können. Saugzugventilatoren dienen der Erhöhung des Schornsteinzuges in größeren Anlagen wie Kraftwerken. Während Dachventilatoren oft sowohl frei aus einer Halle bzw. einem Saal ansaugen und anschließend frei ausblasen (Bild 9.1-3), werden Rohrventilatoren in der Regel in ein Netz eingebaut. Dies geschieht meist, um für entlegene Stränge eine zusätzliche Druckerhöhung zu erbringen („Druckerhöhungsventilator“).

Die Einsatzbereiche hinsichtlich Volumenstrom und Druckerhöhung zeigt Bild 9.1-4. Es wird die enorme Breite deutlich, die die Industrie mit ihren Produkten abdecken muss.

Dass innerhalb einer bestimmten Bauweise – hier Radiallaufräder mit rückwärts gekrümmten Schaufeln – auch deutliche Unterschiede auftreten können, wenn die Anforderungen an die Druckerhöhung unterschiedlich sind, kann Bild 9.1-6 entnommen werden. Verschiedene Geometrien von Radiallaufrädern ergeben sich aus den jeweiligen Anforderungen. Je größer das Verhältnis des Außendurchmessers D_2 zum Ansaugdurchmesser D_s ist, umso mehr Druck kann erzeugt werden. Mithilfe der Turbinengleichungen (9.1-8 und 9.1-9) lässt sich dies begründen.

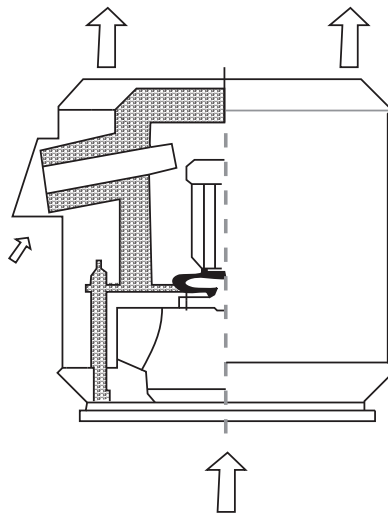


Bild 9.1-3: Dach-Entrauchungsventilator [9.1-1]

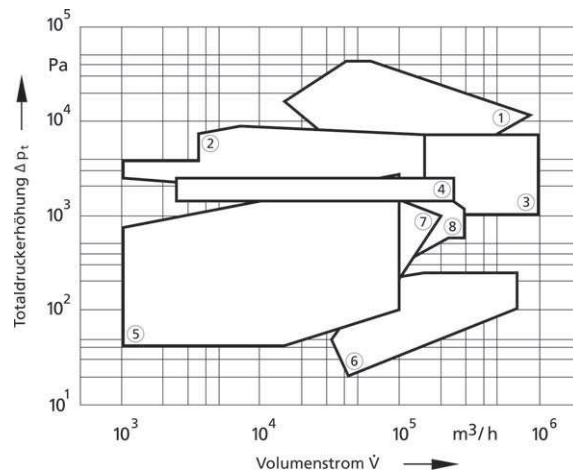


Bild 9.1-4: Einsatzbereiche von Ventilatoren;
1–3 schwere Lufttechnik, 6 Kühler, 7 leichte Lufttechnik, 8 Tunnelbelüftung

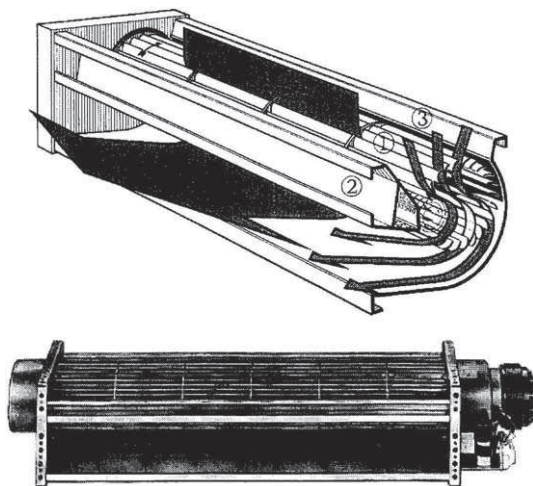


Bild 9.1-5: Querstromventilator (Fa. LTG Aktiengesellschaft)
1 Laufrad, 2 Wirbelbildner, 3 Ventilator-Leitblech

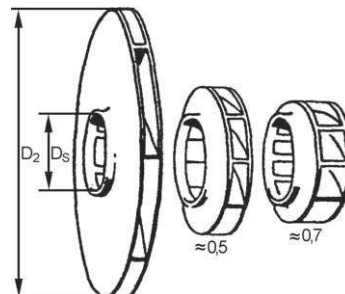


Bild 9.1-6: Laufräder für verschiedene Druckerhöhungen, nach [9.1-2]

Die Laufradgeometrie hat wesentlichen Einfluss auf die Druckerhöhung Δp_t , wobei das Verhältnis D_s/D_2 zwischen 0,1 und 0,9 variiert.

Von links nach rechts:

$D_s/D_2 \approx 0,25$; Hochdrucklaufrad

$D_s/D_2 \approx 0,5$; Mitteldrucklaufrad

$D_s/D_2 \approx 0,7$; Niederdrucklaufrad (am häufigsten)

nicht abgebildet:

$D_s/D_2 \approx 0,82$; Trommellaufrad mit vorwärts gekrümmten Schaufeln

9.1.3 Antrieb von Ventilatoren

Das Antriebskonzept ist von besonderer Bedeutung. Ventilatoren werden entweder direkt mit einem Elektromotor oder über einen Riementrieb angetrieben. Hierbei werden meist Schmalkeilriemen verwendet; in jüngerer Zeit hat der Flachriemen unter anderem aufgrund geringerer Verluste eine Renaissance erlebt. Der Keilriemenantrieb war für viele Anwendungen in der Raumlufttechnik jahrzehntelang der Standard, mittlerweile sind direkt getriebene Gebläse ähnlich häufig vertreten. Bild 9.1-7 zeigt einige dieser Antriebe.

Die folgende Übersicht gibt Hinweise zu den grundlegenden Eigenschaften der Antriebsarten.

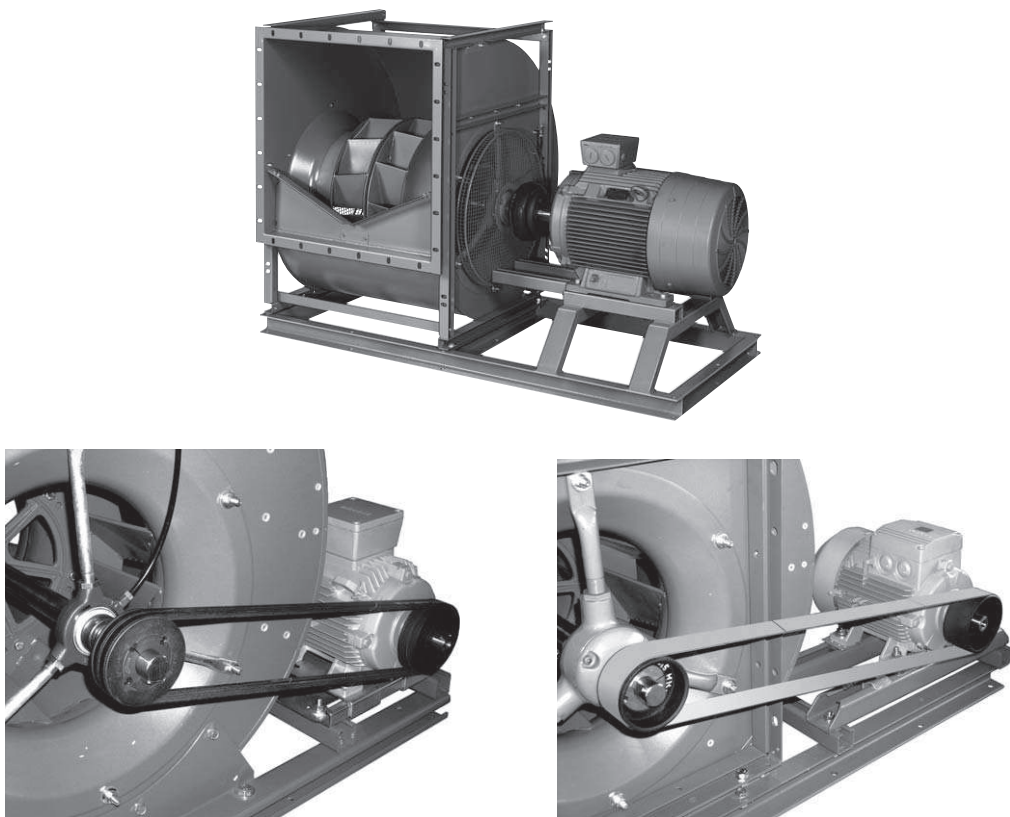


Bild 9.1-7: Direktantrieb, Keilriemenantrieb, Flachriemenantrieb [9.1-3]

Eigenschaften verschiedener Antriebe

Direktantrieb:

- verlustfrei bei der Übertragung der Motorleistung auf die Laufradwelle
- kein Staub durch Riemenabrieb
- kompakte Bauart
- Drehzahlregelung zweckmäßig