

Ventilator Grundlagen

Gebläse für verschmutzte Luft, Fördergebläse

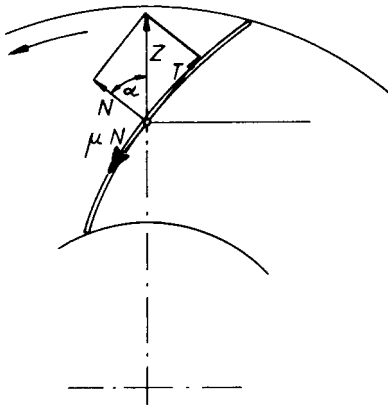
Fan Technology

Fans for polluted Air and Material Transport

Industrieventilatoren müssen oft staubhaltige Gase fördern. In vielen Fällen müssen auch relativ große feste Teile den Ventilator passieren können. Man unterscheidet zwischen zwei Fällen. Beim eigentlichen Fördergebläse steht die Förderung fester Substanzen im Mittelpunkt, während die Luft nur Transportmedium ist. Bei Gebläsen für verschmutzte Luft steht die Luftförderung im Mittelpunkt, während der Staub oder Schmutz nur eine unangenehme Nebenerscheinung ist.

In beiden Fällen ist es von größter Wichtigkeit, ein Gebläse mit größtmöglicher Betriebssicherheit einzusetzen. Selbst wenn hierbei ein schlechterer Wirkungsgrad in Kauf genommen werden muß, sollte man in allen Fällen, wo der Verdacht einer Verschmutzung besteht, Förderventilatoren einsetzen. Dieses wird auch empfohlen, wenn Filter, Zyklone oder Luftwäsche vorgeschaltet sind. Erstens betragen die Abscheidungsgrade niemals 100 % und zweitens ist immer damit zu rechnen, daß der Luftreiniger kürzere oder längere Zeit außer Betrieb sein kann.

Ob ein kleines festes Partikel durch das Laufrad hindurchgeht oder an ihm haften bleibt, kann an Hand der untenstehenden Figur untersucht werden.



Das Teilchen wird von der Zentrifugalkraft Z an die Schaufelrückseite angepreßt. Z kann wie gezeigt in seine Normalkomponente N und seine Tangentialkomponente T zerlegt werden. Die Tangentialkraft T versucht das Teilchen nach außen zu schleudern. Die Reibkraft μN widersetzt sich dieser Bewegung, wobei μ der Reibungskoeffizient zwischen Schaufel und Teilchen ist.

Ob das sich Teilchen nach außen verschieben kann hängt in erster Linie vom Winkel ab. Bei flach angestellten Schaufeln wird α klein, wie auch die Tangentialkraft T , während die Normalkraft N und damit auch μN groß wird. Das Teilchen wird fest an die Schaufel angedrückt.

The industrial application of blowers often requires the handling of polluted air. In many cases even relatively large solid particles have to pass the fan. Usually a distinction is made between two different cases. Either the transport of material is the chief matter, air only being the transporting medium, or, for blowers for polluted air, the transport of air is the chief matter, while dust or dirt only is an unintentional subordinate matter.

In both cases it is most important to employ a blower of greatest possible reliability. When ever there is a risk of pollution, a transport blower should be employed, even if a lower efficiency has to be accepted. This is also recommended, when filters, cyclones or other air cleaning devices are employed. This is partly the case, because the separation is never perfect, partly because the cleaning device may be out of service for shorter or longer periods.

Under which conditions a particle will pass through the impeller or fasten to it, may be discussed by means of the graph below.

Schnitt eines Laufrades mit rückwärts gekrümmten Schaufeln und Schmutzpartikel.

Section of an impeller with backwards curved blades and dirt particle.

The centrifugal force Z will press the particle against the back of the blade. Z may be decomposed into its normal component N and its tangential component T . The tangential force T will try to make the particle glide outwards. The frictional force μN will counteract this movement, μ being the coefficient of friction between the particle and the impeller blade.

Whether the particle may move outwards depends mainly on the angle. When the blade has a small slope α will be rather small, as well as the tangential force T , while the normal force N and consequently even μN will be rather important. The particle will be pressed against the blade.

Ventilator Grundlagen

Gebläse für verschmutzte Luft, Fördergebläse

Fan Technology

Fans for polluted Air and Material Transport

Bei steilangestellter Schaufel und dem daraus resultierenden großen α dagegen wirkt eine große Tangentialkraft T auf das Teilchen ein und wird dieses hinausschleudern, wenn der Reibungskoeffizient μ nicht sehr groß ist. Der Winkel α muß immer größer sein als der Schüttwinkel des Staubes, damit keine Ablagerungen auf den Schaufeln entstehen.

Diese Bedingung ist notwendig, aber nicht ausreichend um eine ausreichende Selbstreinigung des Laufrades zu garantieren. Bei Strömungsablösung kann auch eine Rückströmung an der Schaufel das Teilchen festhalten.

Aus dieser kurzen Darstellung geht hervor, daß die Schaufelverschmutzung prinzipiell unabhängig von der Drehzahl ist.

Es ist zu beachten, daß klebrige Substanzen, deren Schüttwinkel größer als 90 Grad ist, auch bei radialen Schaufeln zu einer Verschmutzung des Rades führen können. In diesem Falle ist eine periodische Reinigung des Rades erforderlich. Auf Wunsch versehen wir das Ventilatorgehäuse mit Reinigungsöffnungen.

Wenn ein Laufrad verschmutzt, führt das nicht nur zu Leistungsminderungen, sondern auch sehr schnell zu Unwuchten. Die Verschmutzung ist selten ganz gleichmäßig verteilt und es kann zur Ablösung größerer Schmutzkuchen kommen. Die Unwucht kann leicht so groß werden, daß der Ventilator selbst oder die Kugellager in kurzer Zeit zerstört werden.

Die Größenordnung verschiedener Staubteilchen geht aus folgender Tabelle hervor:

When, on the other hand, the blade is rather steep, α will be large and important tangential force T will sling the particle outwards, if the coefficient of friction μ is not too important. The angle α must be definitely larger than the angle formed between a horizontal surface and the material in question being poured out on it, if deposits on the blades are to be avoided.

This is a necessary condition, but it will not guarantee sufficient self cleaning of the impeller. In case of turbulence a back-flow along the blade may stop the movement of the particle.

It is obvious from what has been said that impeller-pollution is fundamentally independent of impeller speed.

It is to be noticed that sticky substances, which adhere to a vertical surface, even might lead to pollution of impellers with vertical blades. In this case periodical cleaning is indispensable. On request the fan casing may be equipped with a cleaning access.

A polluted impeller will not only lead to lowered output, but will destroy the balance of the impeller. This is partly the case because the distribution of polluting layers never is entirely even, partly because larger lumps of the material may fly off. The unbalance may easily become so important that the fan itself or the bearings may be damaged in short time.

The size of some typical dust particles is given in the table below:

Atmosph. Staub	1	-	0,01	[m ⁻⁶]	Atmospheric dust
Rauch (Zigaretten)	0,5	-	0,1	[m ⁻⁶]	Cigaret smoke
Quarzstaub	10	-	0,2	[m ⁻⁶]	Quartz dust
Wassernebel	100	-	1	[m ⁻⁶]	Water droplets, fog
Flugasche	80	-	3	[m ⁻⁶]	Flying ashes
Koksstaub	400	-	10	[m ⁻⁶]	Coke dust
Zementstaub	160	-	10	[m ⁻⁶]	Cement dust

Sowohl bei der Förderung verunreinigter Luft wie bei eigentlichen Förderanlagen, will man meist die Ablagerung in Transportkanälen usw. verhindern. Dazu ist es notwendig, daß die in folgender Tabelle angegebenen Fördergeschwindigkeiten nicht unterschritten werden:

Usually deposits in ducts etc are to be avoided both in installations for material transport and in equipment handling polluted air. To this end the minimum flow velocities given below are to be observed.

Transportiertes Material	v (m/s)	Material transported
Feiner organischer Staub, wie Textilfaser, Mehlstaub	10-12	Fine-grained organic dust f.e. from textiles, paper, flour or extremely small metal particles
Papierschnitzel, feinsten Metall- oder Holzstaub	14-16	Small particles of metal, wood, leather or sand
Feinster Metallstaub, Holzstaub, Lederstaub, Sand	18-20	Coarse cutting of metal, wood,
Grobe Metallspäne, Sandstrahlstaub		sand blasting dust or coarse sand