

# Lüfterbauformen und Strömungsverhalten

Andreas Zeiff

**So unterschiedlich wie die Einsatzbedingungen gibt es auch Ausführungen der Lüfter. Sie unterscheiden sich im Prinzip der Energieübertragung auf das Medium Luft. Weitere Eigenschaften umfassen die Geräuschkentwicklung und das Verhalten bei Gegendruck.**

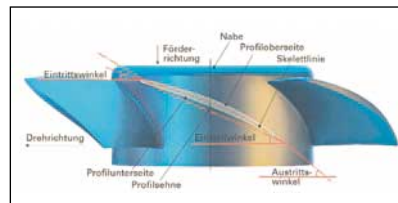
Um einen Luftstrom zu erzeugen, muss man der ruhenden Umgebungsluft Energie zuführen, um sie in Bewegung zu versetzen. Bei einem Flugzeugpropeller überträgt ein profilierter Drehflügel die Wellenleistung in die Luft, ein gerichteter Luftstrom entsteht. Aber auch Laufräder mit radialen Flügeln und Walzen mit Längslamellen sowie Bauarten mit Übergängen zwischen diesen Ausführungen eignen sich für die Gasförderung.

## Axiallüfter: viel Wind bei wenig Druck

Das Prinzip des Propellers gilt im Axiallüfter. Die Durchströmung des Laufrades mit den Schaufeln erfolgt weitgehend parallel zur Rotorachse (Bild 1). Neben der Krümmung der ganzen Schaufel ändert sich das Profil des Schaufelblatts auch mit dem Durchmesser. Der Grund dafür liegt in der steigenden Umfangsgeschwindigkeit der einzelnen Blattabschnitte mit zunehmender Entfernung von der Antriebsachse.

Die angesaugte Luft strömt aus dem Raum auf den Einlass zu. Dabei übernimmt das Außengehäuse die Funktion des Ansaugtrichters. Die Einströmkannten sind daher abgerundet. Auf der Förderseite wird die Luft in Achsrichtung ausgestoßen. Dafür sorgen die Schaufeln des Lüfters, die die Luft quasi durch den Lüfter drücken. Das Ziel liegt in einem möglichst homogenen Strömungsverlauf ohne Wirbelbildung. Ein so ausgelegter Lüfter arbeitet sehr leise. Außerhalb des

optimalen Arbeitspunktes, d.h. bei zunehmendem Gegendruck, ändert sich dies. Die Förderung durch Zentrifugalbeschleunigung der Gasmoleküle im Lüfterrad überlagert zunehmend die »Verdrängungsförderung«. Der Grund liegt darin, dass der zunehmende Druck zusätzliche Energie erfordert, wenn die gleiche Luftmenge durch das Schaufelrad strömen soll. Zusätzliche Energie bedeutet aber höhere Drehzahl. Die auf eine bestimmte Drehzahl hin optimierte Schaufelgeometrie ist dann überfordert. Die zunehmende Zentrifugalbeschleunigung der Gasmoleküle führt dazu, dass sich die Luftströmung zunehmend vom inneren, achsnahen Bereich des Lüfterrades ablöst und nach außen drängt. Im Bereich der abgelösten Strömung nahe der Lüfterachse bilden sich Ablösewirbel (Bild 2). Diese erzeugen Turbulenzen und damit Geräusche.

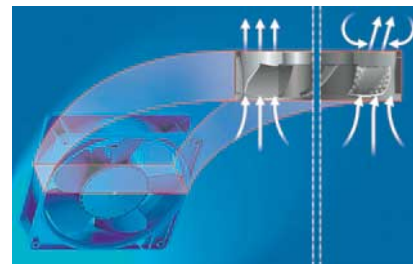


**Bild 1: Schnittbild durch ein Schaufelprofil; das Profil hängt vom Abstand zum Laufradmitte ab**

## Flüsterbetrieb durch konstruktive Maßnahmen

In der Elektronik Kühlung findet man überwiegend Axiallüfter mit komplettem Außengehäuse. Diese Kompaktbauweise mit Montagebohrungen an den Flanschen erlaubt eine platzsparende Befestigung. Ein Nachteil der Kompaktlösung liegt in den unverzichtbaren Streben vom Motorgehäuse zum Außengehäuse. Streichen im Betrieb die Schaufelkanten des Läufers über die Streben, so entstehen zwangsläufig Druckstöße, die das Laufgeräusch eines Lüfters deutlich erhöhen können.

Abhilfe schafft hier eine optimierte Gestaltung der Geometrie von Schaufelendkante und Steg sowie der Anzahl der Schaufeln und Stege. Prinzipiell wirkt sich ein gleitender Übergang zwischen Schaufel und Steg günstig aus, z.B. durch spiralförmig geformte Stege. Je weniger Wirbelbildung auftritt, desto leiser läuft der Lüfter.



**Bild 2: Wirbelablösung an der Nabe durch zu hohe Drehzahl**

## Radiallüfter für hohen Druck und geringes Fördervolumen

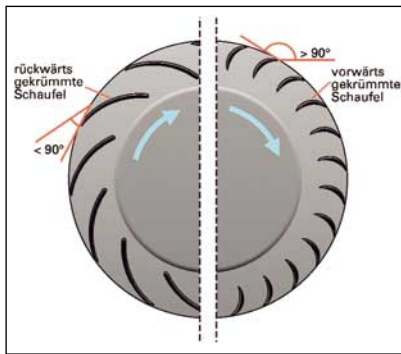
Für Einsätze, die einen hohen Druckaufbau bei geringerem Volumenstrom erfordern, eignet sich der Radiallüfter. Bei ihm verlässt der gesamte Luftstrom das Laufrad am Außendurchmesser. Die so mögliche höhere kinetische Energie der Luftmoleküle erzeugt einen höheren Druck als das Axialgebläse, dessen Umfangsgeschwindigkeit an der Radnabe begrenzt ist.

Auch hier gibt es die Ausführung als Radial-Komplettlüfter mit Gehäuse. Daneben enthält z.B. das Programm der Firma Papst unterschiedliche Motor-/Laufradkombinationen für Anwendungen, bei denen die Luftführung für den Druckaufbau in das Gerät integriert werden kann.

Dabei muss man zwischen zwei unterschiedlichen Laufrädern unterscheiden. Es gibt Laufräder mit in Laufrichtung vorwärts gekrümmten und solche mit rückwärts gekrümmten Schaufeln (Bild 3). Vorwärts gekrümmte Schaufeln erlauben eine stärkere Umlenkung der Luftströmung und erreichen so eine höhere Energieumsetzung. Nachteilig wirkt sich dabei allerdings der höhere Drall der austretenden Luft aus. Diesen Drall muss ein nachfolgender Leitapparat in Druck umsetzen. Die einfachste Lösung dafür bildet ein Spiraldiffusor, der ins Lüftergehäuse integriert werden kann. Aber auch Leitbleche bzw. Diffusoren im Geräteinneren kann man dazu heranziehen. Im Gegensatz dazu erreichen rückwärts gekrümmte Schaufeln einen nicht ganz so hohen bauraumbezogenen Wirkungsgrad. Ihr Vorteil liegt darin, dass der Druck sich bei dieser Anordnung bereits weitgehend im Laufrad selbst aufbaut.

Für größere Luftleistungen können auch so genannte doppelblättrige Radial-

Dipl.-Chem. Andreas Zeiff,  
Redaktionsbüro Stutensee, nach  
Unterlagen von Papst-Motoren,  
St.Georgen, und dem Buch »Papst-Lüfter«  
von Dr. Siegfried Harmsen



**Bild 3: Laufrad Radiallüfter, vorwärts/rückwärts gekrümmt**

gebläse zum Einsatz kommen. Bei ihnen kann die Luft von beiden Seiten in das Laufrad einströmen. Eine weitere Ausführung des Radiallüfters stellt der so genannte Trommelläufer dar (Bild 4). Dieser mit vorwärtsgekrümmten Schaufeln versehene Läufer arbeitet bei Anwendungen für kleine radiale Abmessungen.

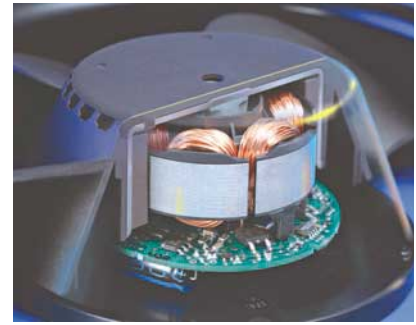
### Hybridlösung: der Diagonallüfter

Eine Zwischenstellung zwischen den beiden bisher besprochenen Lüfterbau-



**Bild 4: Trommelläufer für besonders kleine radiale Abmessungen**

arten nimmt der so genannte Diagonallüfter ein. Dieses Prinzip nutzt sowohl den »Schaufeleffekt« der Lüfterflügel als auch die Zentrifugalbeschleunigung. Das wichtigste Merkmal eines Diagonallüfters liegt in seiner konischen Läufer-nabe. Auch der Diagonallüfter saugt die Luft weitgehend axial an. Die als Kegelmantel ausgebildete Nabe hat im Einzugsbereich einen kleinen Querschnitt. Zur Förderseite hin steigt der Durchmesser an. Die damit verbundene höhere Umfangsgeschwindigkeit der Schau-



**Bild 5: Schnittbild Diagonallüfter; das besondere Kennzeichen bildet die konische Nabe**

felspitzen am Auslass bedeutet auch eine höhere Zentrifugalbeschleunigung der Luft (Bild 5). Der Strömungsweg wird so den aerodynamischen Vorgängen angepasst. Bei identischer Baugröße gelangt mehr Energie in die Luft, der erreichbare Druck steigt an. Die Wirbelbildung bleibt durch die Kegelform des Lüfterrades klein. Auch bei hoher Drehzahl bzw. hohem Druckaufbau arbeitet der Lüfter daher sehr leise.

[www.papst.de](http://www.papst.de)