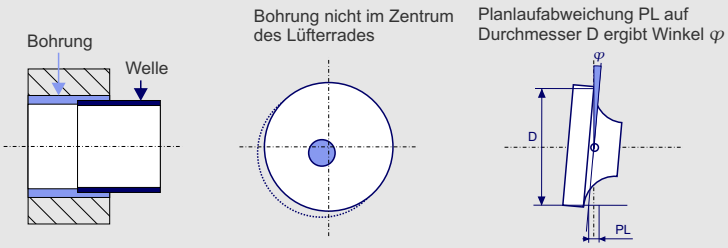
Lüfter, Gebläse, Ventilatoren...

Anwendungsbericht

Jedes Laufrad braucht einen Antrieb! Damit es seiner Bestimmung nach dem vorgesehenen Einsatzzweck gerecht wird, sind neben der Leistungsabstimmung des Antriebs, die Lagerung und das Laufverhalten maßgeblich für einen dauerfesten und störungsfreien Einsatz, oft unter rauen Bedingungen im industriellen Umfeld.

Elektromotoren wandeln die zugeführte elektrische Energie in eine Drehbewegung um, welche auf das Laufrad durch direkte Montage auf der Motorwelle oder mittels Riemenantrieb auf die Lüfterwelle übertragen wird. Massen die sich drehen, und deren Schwerpunkt nicht auf der Drehachse liegt, erzeugen Fliehkräfte die mit der Drehfrequenz umlaufen. Als Folge nicht ausgeglichener Fliehkräfte treten Schwingkräfte oder Schwingbewegungen auf, welche auf die Lager übertragen werden und wir haben es per Definition (DIN ISO 21925) mit einer Unwucht zu tun.

In der Praxis entstehen bei der Montage zusätzlich unvermeidliche Fehler durch Passungsspiel. Hinzu kommen Fehler durch Rundlauf- und Planlaufabweichungen.



Passungsspiel **Rundlauf** **Planlauf**

Die sich aus den vorgenannten Einflüssen ergebenen Einzelunwuchten von Laufrad und Antriebsmotor addieren sich im Betrieb vektoriell zu einer Gesamtunwucht.

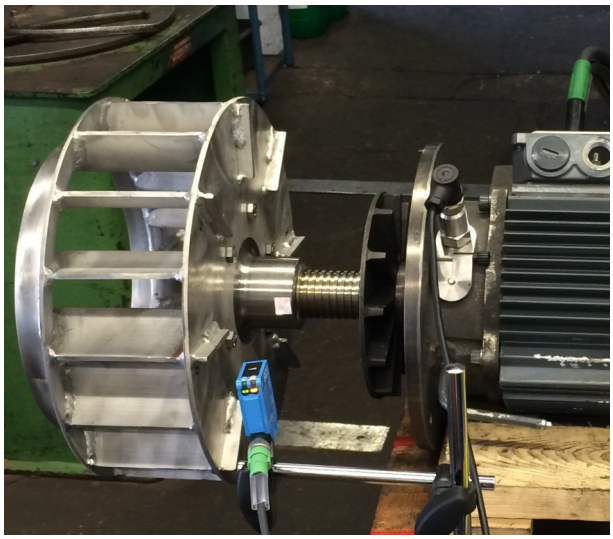


Bild 1) Radiallüfter montiert auf der Motorwelle.

Zum Auswuchten werden die Schwingungen am Lagergehäuse mit einem Beschleunigungsaufnehmer gemessen. Die Drehzahl und Winkellage wird mit Hilfe einer Reflexionsmarke am Laufrad durch eine Lichtschranke detektiert.

Das Auswuchten aller Komponenten im Betriebszustand bietet den Vorteil, dass sämtliche Einflüsse aus Passungsspiel und Restunwuchten der Einzelkomponenten (Motor, Lüfter) kompensiert werden. Verlässt man sich nur auf die zulässige Unwucht der Einzelkomponenten, können sich diese im ungünstigsten Fall nach der Montage so addieren, dass die zulässige Gesamtunwucht überschritten wird.

AWB - 15/2016/02

Lüfterauswuchten

Anwendungsbericht

Wie kann ich feststellen welche Restunwucht für meine Lüfter zulässig ist und ob diese auch nach der Montage aller Einzelkomponenten eingehalten wird?

Die internationale Norm DIN ISO 1940 gibt Empfehlungen für zulässige Restunwuchten starrer Rotoren und definiert sogenannte Auswucht-Gütestufen für verschiedene Rotortypen. Die Gütestufe gibt direkt den Wert der maximal zulässige Schwinggeschwindigkeit in mm/s bezogen auf das Gewicht des Rotors bei einer vorgegebenen Drehzahl an. Nach folgendem Zusammenhang:

$$G = e \cdot \omega = \frac{U}{m} \cdot \omega = \frac{u \cdot r}{m} \cdot \omega = Güte \left[\frac{mm}{s}\right]$$

mit:

u = Unwuchtmasse [g], [kg]
r = Radius zur Unwucht
U = u·r = Unwucht [g·mm]
m = Masse des Rotors [g], [kg]
e = Exzentrizität der Masse [mm], [µm]
$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = \frac{\pi \cdot n}{30}$ = Kreisfrequenz $\left[\frac{1}{s}\right]$
f = Drehfrequenz $\left[\frac{1}{s}\right]$
n = Drehzahl $\left[\frac{1}{min}\right]$

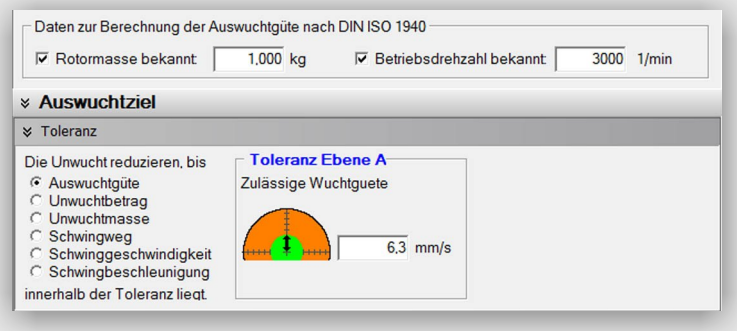
Lüfter, Ventilatoren oder Gebläse werden üblicherweise der Auswucht-Gütestufe 6,3 zugeordnet.

Wie groß ist dann die zulässige Restunwucht e_{zul} bezogen auf Gütestufe 6,3 bei einer Betriebsdrehzahl von 3000 min^{-1}?

Lösung: $e_{zul} = \frac{G}{\omega} = \frac{6{,}3}{314} = 0{,}020 \mu m$

oder 20 g·mm/kg.

Diese Angabe entspricht dem Gewicht einer Ausgleichsmasse bei einem Rotor von 30kg (30·20gmm = 600gmm) auf einem Ausgleichsradius von 200mm (600gmm / 200mm) von 3g um die umlaufenden Fliehkräfte theoretisch komplett aufzuheben.



Für ein schnelles und effizientes Arbeiten bietet Ihnen der InnoBalancer® Pro aus dem Vibromatrix® Schwingungsmesssystem die Möglichkeit die zulässige Wuchtgüte vorzugeben. So wird automatisch bei jedem Kontrolllauf überprüft, ob die Wuchtgüte eingehalten wurde.

Bild 2) Mit dem VibroMatrix®-System messen Sie nicht nur die Maschinenschwingungen vor Ort, Sie verbessern die Laufruhe an Ort und Stelle durch dynamisches Auswuchten in 1 und 2 Ebenen.

Kann die vorgegebenen Wuchtgüte aufgrund der gegebenen Passungstoleranzen, Plan- und Rundlaufabweichungen überhaupt erreicht werden?

Nehmen wir an das Lüfterrad wurde von einem Lohnwuchter auf Wuchtgüte 6,3 gewuchtet. Bei einer Betriebsdrehzahl von 3000 min^{-1} entspricht das einer zulässigen Restunwucht von 20 gmm/kg. Das Lüfterrad hat ein Gewicht von 15kg. Die zulässige Restunwucht beträgt dann 15 · 20gmm = 300 gmm.

1.) Unwucht U_S aus Passungsspiel

Für die Montage des Lüfterrades ist eine Passungstoleranz von H7/h6 (s. ISO 286) für einen Nenndurchmesser der Welle des Elektromotors von 25mm vorgegeben. Daraus ergibt sich ein maximales Spiel von 34 µm. Die Exzentrizität e_S infolges des Spiels also 17µm

$U_S = e_S\, m = 17 \cdot 15 = 255$ gmm

2.) Unwucht U_r aus Rundlaufabweichung

Aus der zulässigen Rundlaufabweichung von 15 µm ergibt sich eine Exzentrizität e_S von 7,5 µm und somit eine maximale Unwucht infolge der Verlagerung der Exzentrizität:

$U_r = e_r\, m = 7{,}5 \cdot 15 = 112{,}5$ gmm

Die Einzelunwuchten aus Passungsspiel und Rundlaufabweichung addieren sich vektoriell, dass heißt im ungünstigsten Fall die Summe der Beträge. Dann ergibt sich bereits an dieser Stelle eine maximale Unwucht für den Rotor nur durch die Montage, ohne weitere Unwuchten z.B. durch Planlaufabweichung von :

$U_p = e_p\, m$ =367,5gmm / 15kg = 24,5 µm bzw. gmm/kg

Die zulässige Schwerpunktexzentrizität von 20 µm wird bereits durch die passungsbedingten Unwuchten überschritten. Um die geforderte Wuchtgüte 6,3 einzuhalten muss der Lüfter also im Betriebszustand gewuchtet werden oder die Passungstoleranz neu festgelegt werden.

AWB - 15/2016/02