

## Messung an Lüfterrädern

Korte, T.; Kruk, R.; Rolshofen, W.

*Im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Firma Howden Ventilatoren wurden am Institut für Maschinenwesen Schwingungsuntersuchungen an unterschiedlichen Lüfterrädern erfolgreich durchgeführt*

*In collaboration with Howden Ventilatoren the Institute of Mechanical Engineering tested vibration behaviour of different fans successfully.*



### 1 Einleitung

Das Institut für Maschinenwesen (IMW) verfügt über eine umfangreiche messtechnische Ausstattung mit Schwingungsaufnehmern, Dehnungsmesstechnik und entsprechender Telemetrie, so dass auch an rotierenden Bauteilen Messungen durchgeführt werden können. Bedingt durch diese Ausstattung kam es in diesem Jahr zu interessanten Projekten; u.a. die experimentelle Beanspruchungsermittlung an Rotorstrukturen.

In Zusammenarbeit mit der Howden Ventilatoren GmbH aus Heidenheim wurden Industrielüfter für Tunnelbelüftungen untersucht. Die Versuche konnten aufgrund der Baugröße der Lüfter und der umgewälzten Luftmenge nicht auf dem Schleuderprüfstand des IMW durchgeführt werden. Sie fanden vor der Versuchshalle auf dem ehemaligen Bundeswehrgelände Tannenhöhe in Clausthal statt.

### 2 Lüfteruntersuchung

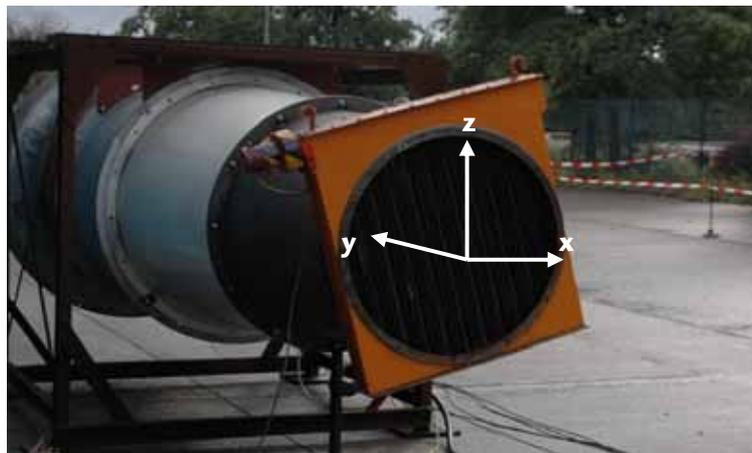
Im Rahmen der Messungen sind zwei Lüfter untersucht worden, die jeweils mit APR- bzw. APA-Schaufeln bestückt waren. Das Versuchsprogramm bestand daher aus zwei Abschnitten, die durch das Institut für Maschinenwesen durchgeführt wurden. Nachfolgend werden die jeweiligen Versuchsabschnitte im Detail erläutert.

#### 2.1 Lüfter 1 (APR-Schaufel)

Der Lüfter wurde auf einem Gestell montiert und inklusive Motor angeliefert, dessen maximale Drehzahl beträgt 1500 1/min bei einer

Leistung von 45 kW. Da die Lüfter wie im Auslieferungszustand betrieben werden sollten, wurde kein Frequenzumrichter eingesetzt. Das **Bild 1** zeigt den gesamten Aufbau, der ebenfalls eine Drosselklappe mit Verstelleinheit umfasst. Mit dieser können unterschiedliche Betriebszustände erzeugt werden.

Auf dem Gehäuse sind drei einachsige Beschleunigungsaufnehmer angebracht worden (s. **Bild 2**), die im Betrieb die jeweiligen Schwingungen aufzeichnen. Außerdem sollte in Umfangsrichtung die Spannung in den Halbschalen, die als Nabe der Lüfterwelle dient, durch Dehnungsmessstreifen (DMS) gemessen werden. Hierzu sind an vorgegebenen Stellen vier DMS angebracht worden (s. **Bild 3**, rechts).



**Bild 1:** Gestell mit Lüftergehäuse, Konus und Drosselklappe, die verstellbar ist und unterschiedliche Strömungszustände ermöglicht.

Position	Name (Serien-Nr.)	Empfindlichkeit [mV/g]	Schwingungs- richtung
L1	PCB_3937	20,06	X
L2	PCB_3938	18,77	Y
L3	PCB_3939	19,72	Z

**Tabelle 1:** Sensoren auf dem Gehäuse

## 2.2 Lüfter 2 (APA-Schaufel)

Um Aussagen zum Schwingungsverhalten der einzelnen Schaufeln zu erhalten, sind zwei Beschleunigungsaufnehmer direkt auf gegenüberliegende Schaufeln geklebt worden (s. **Bild 3**, links). Dies waren ein einachsiger und ein dreiachsiger Sensor, der nur in zwei Richtungen aktiv war (tangential zur Schaufel PCB\_29894\_Y und axial in Strömungsrichtung PCB\_29894\_Z).

Position	Name (Serien-Nr.)	Empfindlichkeit [mV/g]	Schwingungsrichtung
L4	PCB_25674	99,8	axial (Y)
L5	PCB_29894_Y	9,7	tangential
L5	PCB_29894_Z	10,1	axial (Y)

**Tabelle 2:** Sensoren direkt auf einer Schaufel



**Bild 2:** Sensorpositionen der einachsigen Beschleunigungsaufnehmer auf dem Gehäuse.

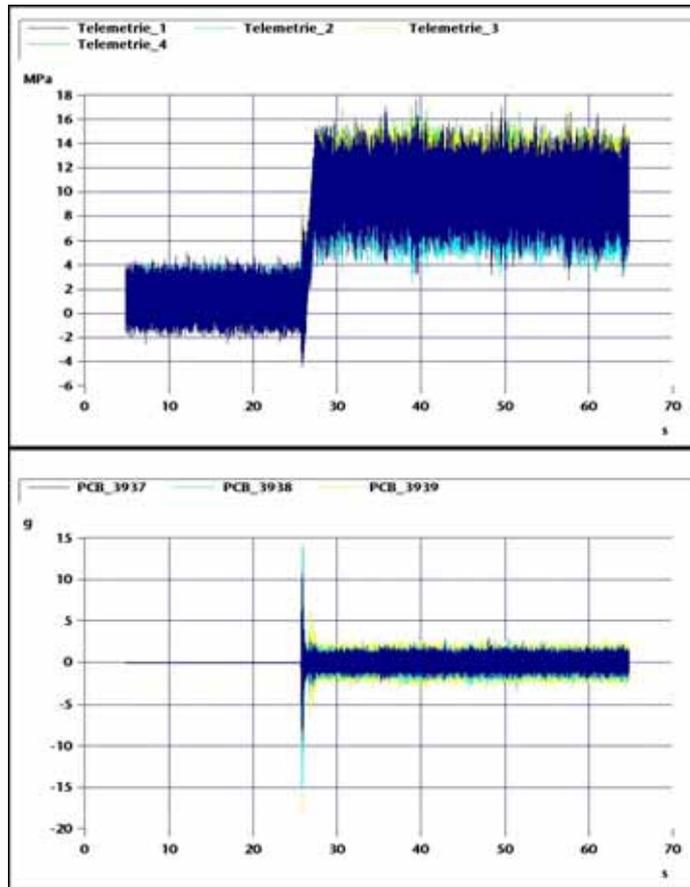
Bei dieser Untersuchung wurden ebenfalls die Sensoren an den Positionen L1, L2 und L3 aus den Versuchen zu Lüfter 1 verwendet.



**Bild 3:** Sensorposition des einachsigen (L4) und dreiachsigen (L5) Beschleunigungsaufnehmer direkt auf der Schaufel (linke Spalte). DMS Position 1 und 2 sowie 3 und 4 auf der Halbschale zur Spannungsermittlung und Flansch zur Aufnahme des Telemetriesenders (rechte Spalte).

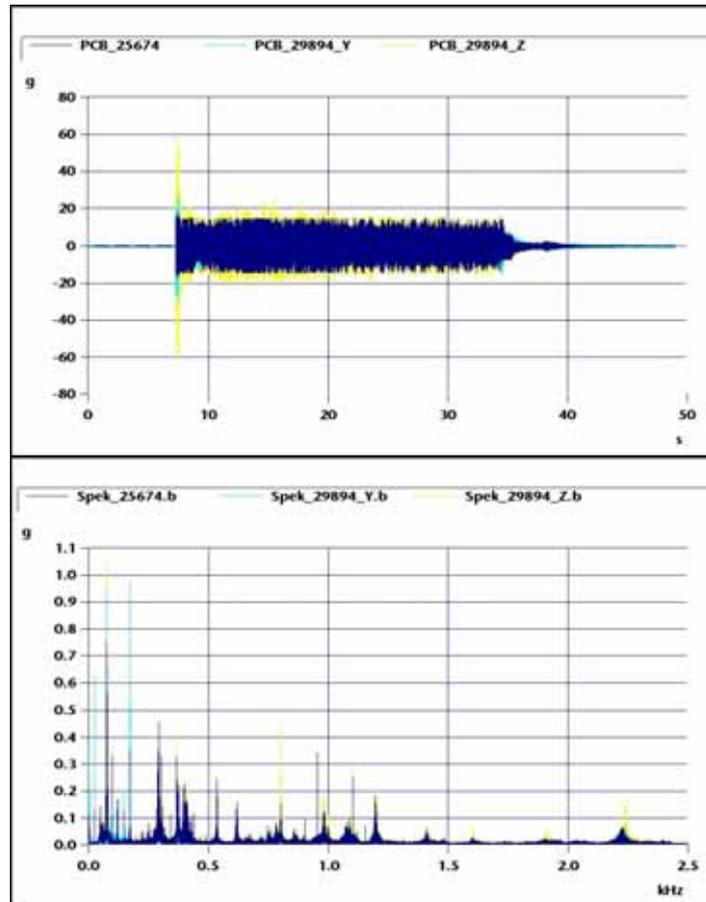
### 3 Ergebnisse

Während der Versuche wurde beobachtet, wie sich das Signal der Sensoren bei veränderten Betriebszuständen verhält. Dargestellt sind in **Bild 4** die Zeitsignale der Beschleunigungsaufnehmer (L1, L2, L3) auf dem Gehäuse und das DMS-Signal von den Halbschalen. Deutlich ist zu Erkennen wie Spannung und Beschleunigung ansteigen nachdem der Lüfter eingeschaltet wurde.



**Bild 4:** Zeitsignal der vier DMS (Telemetrie\_1 bis Telemetrie\_4) auf der Halbschale, sowie der einachsigen Beschleunigungsaufnehmern (PCB\_3937, PCB\_3938 und PCB\_3939) auf dem Gehäuse während des Einschaltvorgangs des Lüfters.

Außerdem wurde aus den Beschleunigungen der Sensoren, welche sich direkt auf einer Schaufel befanden, das Amplitudenspektrum für einen Frequenzbereich von 0-2500 Hz ermittelt, um Aussagen zum Schwingungsverhalten zu machen (s. Bild 5). In diesem Versuchslauf ist nicht nur der Einschaltvorgang sondern auch das Abschalten des Lüfterbetriebs deutlich zu erkennen.



**Bild 5:** Beschleunigungssignale der Sensoren, die auf der Schaufel befestigt waren (PCB\_25674, PCB\_29894\_Y und PCB\_29894\_Z), und das entsprechende Amplitudenspektrum für einen Frequenzbereich von 0 - 2500 Hz.

#### 4 Zusammenfassung

Insgesamt lässt sich feststellen, dass jeder veränderte Betriebszustand in den Sensorsignalen zu erkennen ist. Neben den Schwingungsfrequenzen der Lüfterschaukeln ist auch eine Zu- bzw. Abnahme der Sensorsignale aufgrund des Ein- bzw. Ausschaltvorgangs zu beobachten.