

## Akustischer Absorber zur Reduzierung von Fan-Lärm

J. Reichenberger<sup>1</sup>, R. Pongratz<sup>1</sup>, A. Schober<sup>1</sup>, J. Steigenberger<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EADS Innovation Works, 81663 München, E-Mail: johann.reichenberger@eads.net

### Einleitung

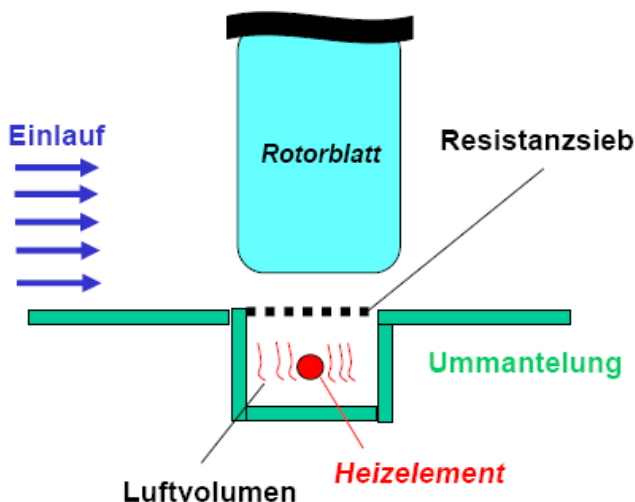
Durch die drastische Zunahme des Flugverkehrs gewinnt die Fluglärmbekämpfung immer mehr an Bedeutung. Dabei ist es unumgänglich neben lärmarmen Flugverfahren den Lärm direkt am Entstehungsort zu reduzieren. In dieser Arbeit wird ein Schallabsorber vorgestellt, der den Fan-Lärm breitbandig reduzieren soll. Ein wesentlicher Gesichtspunkt ist die Möglichkeit die Impedanzanpassung zwischen Absorber und Schallfeld zu tunen und damit für verschiedene Betriebszustände eine optimale Lärmreduktion zu erzielen. Der Beitrag behandelt das Design des Absorbers sowie die experimentellen Untersuchungen am EADS-eigenen Rotor / Stator - Prüfstand.

### Tunebarer akustischer Absorber

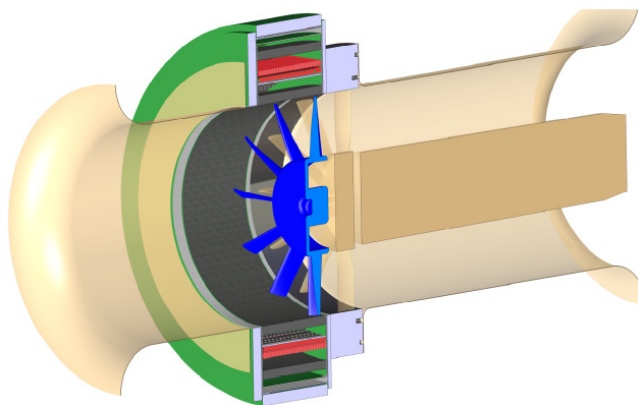
Der akustische Absorber (Abbildung 1) besteht aus einem Resistanzsieb und einem Luftvolumen (Reaktanz). Da die Impedanz des Absorbers temperaturabhängig ist [1],

$$W = W'(T, \dots) + W''(T, \dots)$$

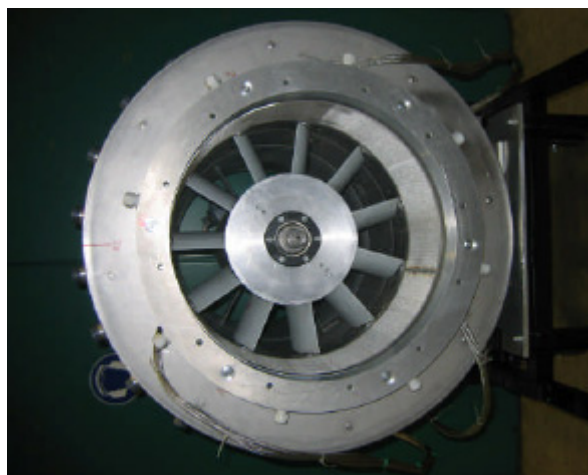
kann die Impedanzanpassung des Absorbers an das Schallfeld des Fan durch Beheizen des Luftvolumens optimiert werden. In den Abbildungen 2 und 3 ist die Entstehung des Absorbers vom Design bis hin zur Hardware dargestellt. Beim Design des Absorbers war darauf zu achten, daß das beheizte Luftvolumen thermisch isoliert wurde. Ein Wärmeübergang über das Resistanzsieb an die Strömung kann dabei nicht verhindert werden.



**Abbildung 1:** Tunebarer akustischer Absorber bestehend aus einem Resistanzsieb und einem beheizbaren Luftvolumen.



**Abbildung 2:** Akustischer Absorber an der Ummantelung der Rotorebene



**Abbildung 3:** Hardware des akustischen Absorbers

### Absorbtests am EADS - Fan -Prüfstand

Der tunebare akustische Absorber wurde am EADS-eigenen Fan-Prüfstand akustisch und aerodynamisch vermessen.

**Akustikmessungen:** Die Schallabstrahlung vom Kanaleinlauf ins Fernfeld wurde mit 17 Mikrofonen, die auf einem Kreisbogen angeordnet waren, aufgezeichnet (Abbildung 4). Das Schallfeld im Kanal wurde mit 4 Mikrofonringen (Abbildung 5) vermessen.

**Aerodynamikmessungen:** Die Strömungsgeschwindigkeit und der Turbulenzgrad wurden mit einer Hitzdrahtsonde am (i) Einlauf → Hitzdraht 1, (ii) zwischen Rotor / Stator → Hitzdraht 2, (iii) hinter dem Stator → Hitzdraht 3 und am (iiii) Kanalauslaß → Hitzdraht 4 vermessen (Abbildung 5).

Dabei konnte die Hitzdrahtsonde in radialer Richtung schrittweise verfahren werden.

Arbeitspunkte von Prüfstand und Absorber:

- Rotordrehzahl → 2100 U/min.
- Rotor Anstellwinkel → 35°
- Stator Anstellwinkel → 30°
- Absorbtemperatur → 20°C (unbeheizt), 92°C

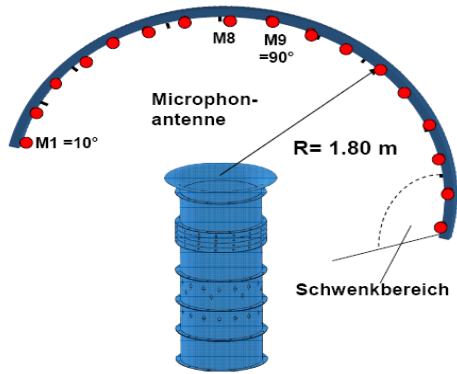


Abbildung 4: Fernfeldmikrophone am Kanaleinlauf

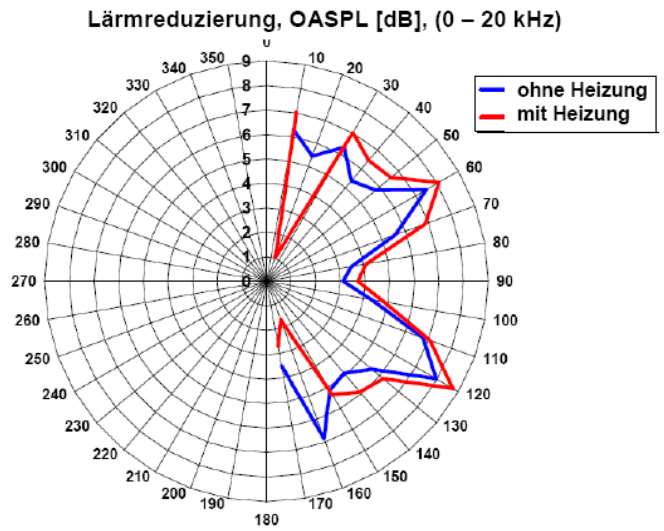


Abbildung 6: Reduktion des Gesamtschalldruckpegels (OASPL) im Fernfeld unter Verwendung des Absorbers

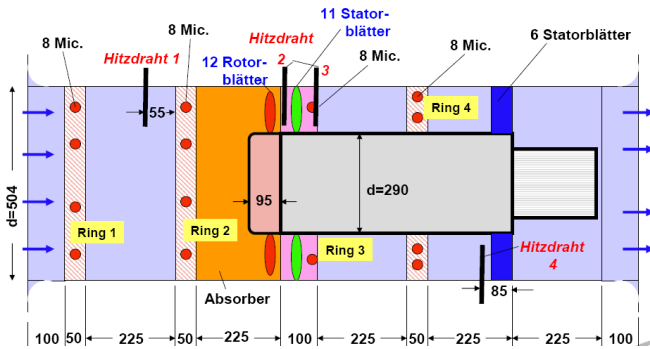


Abbildung 5: Positionen der Nahfeldmikrophone und Hitzdrahtsonden am EADS - Prüfstand

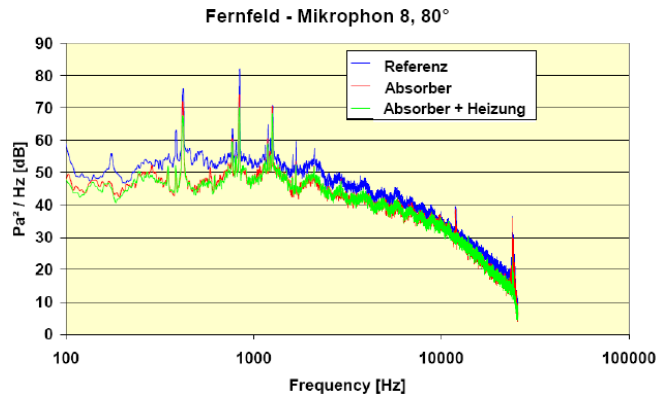


Abbildung 7: Schalldruckspektrum im Fernfeld, Vergleich zwischen Referenz und Absorber

**Lärminderung im Fernfeld**

Der akustische Absorber reduziert den Gesamtschalldruckpegel (OASPL) im Fernfeld um 3 – 8 dB (Abbildung 6). Der Absorber wirkt bereits unbeheizt sehr gut, d.h. die Impedanz des nichtgetuneten Absorbers ist an die akustische Impedanz des Fan-Schallfeldes angepasst. Ein Beheizen des Absorbers zeigt eine zusätzliche Lärmreduktion um 1 dB. Abbildung 7 zeigt, daß der Absorber auch breitbandig (0 – 20 kHz) sehr gut wirkt.

**Beeinflussung der Aerodynamik**

Die Hitzdrahtmessungen zwischen Rotorebene und Stator-ebene zeigen (Abbildung 8), daß der Absorber den Turbulenzgrad der Strömung reduziert und die Strömungsgeschwindigkeit erhöht.

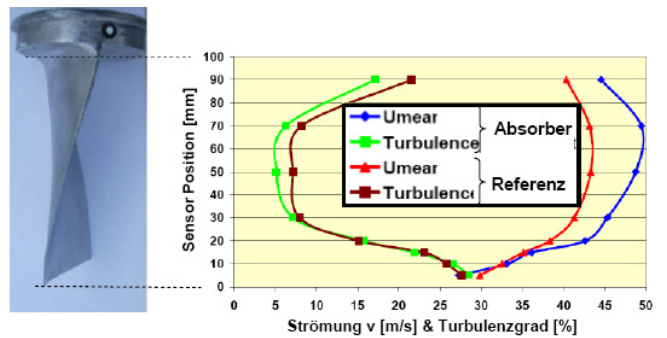


Abbildung 8: Turbulenzgrad und Strömungsgeschwindigkeit zwischen Rotorebene und Stator-ebene, Vergleich zwischen Referenz und Absorber

**Literatur**

[1] Roeder S., Diploma Thesis “Airframe noise studies of flat plates with heated boundary layer”, Munich University of Applied Sciences, Department 06, Munich, 2007