

Die AneCom AeroTest Schallmesskammer

Europas größter Aero-Akustischer Prüfstand für Flugzeugtriebwerks-Lüfter

Detlef Müller

AneCom AeroTest GmbH, 15745 Wildau, Deutschland, E-Mail: detlef.mueller@anecom.de

Einleitung

Europas größter aero-akustischer Prüfstand zum Testen von Triebwerkslüftern wurde im Mai 2004 in Betrieb genommen. Die Schallmesskammer ist Teil des Kompressor-test-zentrums Wildau, angesiedelt im Technologiezentrum für Luft- und Raumfahrt Wildau in der Nähe von Berlin.



Abbildung 1: Blick in die AneCom AeroTest Schallmesskammer.

Die AneCom AeroTest GmbH als der Betreiber des Kompressor-test-zentrums konzipierte und baute die verschiedenen Prüfstände in einer Bauzeit von insgesamt zwei Jahren. AneCom AeroTest ist eine unabhängige Einrichtung, die Prüfstands- und Testdienstleistungen für Kunden aus der Gasturbinen-Industrie anbietet.

Die Schallmesskammer wurde speziell ausgelegt, um den Anforderungen zum Testen von Triebwerkslüftern zu genügen. Das Grunddesign der Kammer wurde zusammen mit führenden Triebwerksherstellern entwickelt. Lüfter bis zu einem Durchmesser von 1,14 m (45-inch) können bis zu einer Drehzahl von 15.000 RPM getestet werden, wobei der Lüfter über einen Elektromotor mit 18 MW Antriebsleistung angetrieben wird. Der maximale durch den Lüfter bewegte Luftmassenstrom kann bis zu 200 kg/s betragen.

Die Schallkammer selbst besitzt eine Grundfläche von 30 m x 35 m und eine Höhe von 10 m. Das umbaute Volumen beträgt mehr als 10.000 m³. Alle Flächen der Kammer von insgesamt ca. 3.500 m² sind mit mehr als 40.000 schallschluckenden Keilen ausgerüstet, die eine vollständige reflektionsarme Charakteristik zwischen 200 Hz und 40 kHz gewährleisten.

Technische Realisierung der Schallkammer

Die Größe der Schallmesskammer orientiert sich an der Anforderung für eine Schallquelle mit einem Durchmesser von ca. 1,1 m (d. h. einem Triebwerkslüfter) das akustische Fernfeld zu erfassen. Aufgrund des hohen Nebenstromverhältnisses moderner Triebwerke ist der Lüfter im Durchmesser häufig größer als 1,1 m, weshalb in diesem Fall skalierte Modelllüfter getestet werden. Die Entfernung der Mikrofone wurde auf 18,5 m festgelegt. Dies entspricht ungefähr dem 17-fachen des Lüfterdurchmessers. Für die Entfernung der Mikrofone und des Prüflings zur nächsten Wand wurde ein Mindestabstand von 5 m festgelegt. Dadurch ergab sich eine Höhe der Kammer von 10 m.

Diese Anforderungen führten zu einem Grundriss der Schallmesskammer wie in Abbildung 2 gezeigt. Zu sehen sind der Einlaufturm, der Motorraum, der Auslassturm und die auf einem Kreissegment um den Prüfling angeordneten Mikrofone.

Spezielles Augenmerk wurde auf den Lufteinlass und die Luftführung innerhalb der Kammer gerichtet. Abbildung 3 zeigt den Lufteinlauf in die Kammer mit den Abmaßen 10 m x 8 m. Der große Einlauf in Kombination mit profilierten Umlenkböden führt zu sehr geringen Eintrittsgeschwindigkeiten von maximal 2 m/s bei einem maximalen Luftmassenstrom von 200 kg/s. Abbildung 3 zeigt den Lufteinlass zusammen mit den Mikrofonständern. Einen Eindruck von der Größe der Schallmesskammer vermittelt die Person im Vordergrund des Lufteinlasses.

Oberhalb des Lufteinlasses befindet sich ein 20 m hoher Ansaugturm, der mit den notwendigen Luftfiltern und Ansaugschalldämpfern ausgerüstet ist.

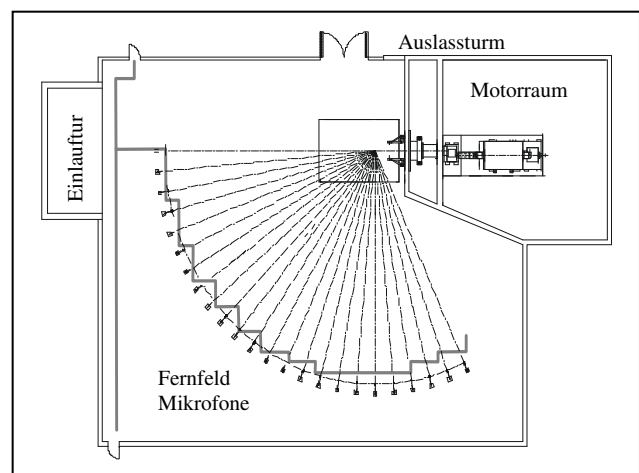


Abbildung 2: Grundriss der Schallmesskammer

Das Austrittsluftsystem wurde ausgelegt um 2-Strom-Triebwerkslüfter testen zu können, d. h. es erlaubt den eingesaugten Massenstrom für den Mantelstrom und den Kernstrom separat zu führen und zu messen. Abbildung 4 zeigt einen Vertikalschnitt durch die Schallmesskammer. Zu sehen sind die Kammer, der Auslassturm für den Mantelstrom („Bypass Exhaust Stack“) mit separat geführtem „Core Exhaust Pipework“ das zu einem zweiten Auslassturm, dem „Core Exhaust Stack“ führt. Zudem ist der Motor gezeigt, der auf einem soliden 600 Tonnen schweren Betonfundament steht.



Abbildung 3: Blick in die AneCom AeroTest Schallmesskammer.

Akustische Schallisolation

Die gewählten akustischen Absorber gewähren eine schallarme Charakteristik der Kammer im Frequenzbereich von 200 Hz bis 40 kHz. Neben der reflexionsarmen Charakteristik waren auch Aspekte wie Brandklasse und Langzeitstabilität wichtig. Nach Untersuchung verschiedener Absorberkonzepte fiel die Wahl schließlich auf die Verwendung von Keilen aus Mineralwolle mit einer Glasfaserhülle, einer Keilhöhe von 350 mm und einem Raumgewicht von 35 kg/m³.

Mess- und Kontrollsysteme

Die Schallmesskammer ist mit moderner Messtechnik, Datenerfassungs- und Kontrollsystem ausgerüstet. Die Messsysteme erlauben die Erfassung von ca. 900 Drücken, 400 Temperaturen, diversen sonstigen Eingangskanälen sowie 128 dynamischen Signalen. Für die akustischen Messungen liegt hierbei das Augenmerk auf dem dynamischen Messwerterfassungssystem. Dieses System erlaubt die Erfassung und online Verarbeitung von 128 Kanälen bis Bandbreiten von 200 kHz. Bestandteil des Systems sind auch die 25 Fernfeldmikrofone inklusive der notwendigen Signalaufbereitungselektronik.

Typischer Testablauf

Die einem typischen Test zugrunde liegenden Abläufe wurden auf maximale Testeffizienz optimiert. Der Prüfling wird in der Vorrüsthalle vorbereitet, d. h. alle Messsensoren aber auch Versorgungsleitungen (Öl, Luft) werden an die entsprechenden Schnellkupplungen angeschlossen. Nach Abschluss dieser Arbeiten kann der Prüfling in den Prüfstand gehängt und nach kurzer Rüstzeit schon in Betrieb genommen werden. Während der Installation laufen die Vorarbeiten zur Konfiguration der Messsysteme. Auch diese Arbeiten sind so weit optimiert, dass die Konfiguration der Messtechnik mit minimalem zeitlichen Aufwand abläuft. Besonderes Augenmerk wird auf die tägliche Validierung der Messdaten und Überprüfung kritischer Messketten gelegt. Beispielsweise werden die Mikrofonmessketten täglich kalibriert, wobei auch diese Kalibrierung so weit optimiert ist, dass sie innerhalb von 30 Minuten durchgeführt werden kann.

Literatur

- [1] Europe's Largest Aero Acoustic Test Facility for Aero Engine Fans – The Development and Operation of the AneCom AeroTest Anechoic Chamber, AIAA-2005-3050

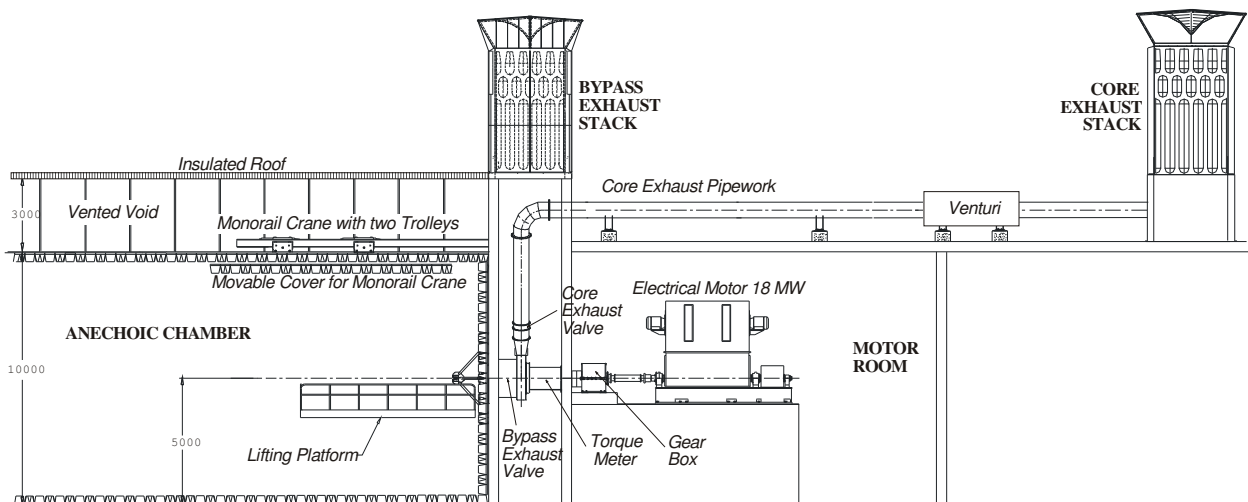


Abbildung 4: Schnitt durch das Kompressorprüfzentrum mit Schallmesskammer und Motorraum