

Leicht und leise – weniger Lärm in der Flugzeugkabine

Active-passive-hybrid noise reduction methods for novel fuselage structures

Gitterversteifte Rumpfstrukturen (Gridstrukturen) sind potenziell leichter als ihre konventionellen Pendanten in Stringer-Spant-Bauweise. Die Gewichtsvorteile gehen jedoch zu Lasten der Akustik, weil leichte und hochsteife Rumpfstrukturen den Schall sehr effizient leiten und somit hohe Störpegel in der Kabine hervorrufen können. Während Lärmreduktionsmaßnahmen für konventionelle Rumpfstrukturen seit längerem am DLR erforscht werden (vgl. Algemissen, Haase, Unruh, Misol, *Aktive Lärmreduktion im aeroakustischen Windkanal-Experiment*, Innovationsbericht 2016, S. 57), sind die vibroakustischen Eigenschaften von Gridstrukturen wenig erforscht. Es ist jedoch zu erwarten, dass die geänderten geometrischen und dynamischen Eigenschaften von Gridstrukturen auch neue Akustikmaßnahmen erfordern. Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs (SFB) 880 forscht das DLR seit 2016 an einer Kombination aus aktiven und passiven (aktiv-passiv-hybriden) Lärmreduktionsmaßnahmen für Rumpfstrukturen zukünftiger Flugzeuge. Im Fokus stehen innovative Konzepte zur leichtbaukonformen Reduktion von tieffrequentem Kabinenlärm.

Summary

Grid-stiffened panels are considered a promising lightweight alternative to conventional fuselage structures. The low transmission loss, however, may induce high noise levels in the cabin. Tailored solutions are required to provide sufficient low-frequency transmission loss with acceptable mass. A combination of active and passive (active-passive-hybrid) damping treatments is investigated at the example of a flat, grid-stiffened fuselage panel. The fuselage panel is excited by loudspeakers in such a way that the induced structural vibration and sound radiation is similar to cruise condition with a dominating turbulent boundary layer excitation. Numerical simulations are carried out to assess and optimise the performance of acoustic treatments. The research work is done within the framework of the Sonderforschungsbereich (SFB) 880. The activities started in 2016. Financial support provided by the German Research Foundation (Deutsche Forschungsgemeinschaft – DFG) is gratefully acknowledged.

Maßgeschneiderte Akustikmaßnahmen

Die Umsetzung von Akustikmaßnahmen für Leichtbaustrukturen erfordert häufig einen Kompromiss zwischen Masse und Schalldämmung. Dies gilt insbesondere bei tiefen Frequenzen, weil dort die Schalldämmung direkt von der Masse abhängt (Massengesetz). Maßgeschneiderte Akustikmaßnahmen sind gefordert, um den bestmöglichen Kompromiss für ein Bauteil

Bestimmung der abgestrahlten Schalleistung des Gridpaneels mit einer Schallintensitätsmesssonde

Measurement of the radiated sound power of the grid panel with a sound intensity probe



zu erzielen. Aus diesem Grund werden im Rahmen des SFB 880 aktiv-passiv-hybride Maßnahmen am Beispiel eines luftfahrttypischen Gridpaneels erforscht. Als Versuchsträger dient ein ebenes, tridirektional versteiftes Paneel, welches mit Lautsprechern in Schwingung versetzt wird. Dabei werden die Lautsprecher so angesteuert, dass sie die Anregung einer turbulenten Grenzschicht ersetzen und ein ähnliches Schwingungs- und Schallfeld wie im Reiseflug entsteht. Für diesen Lastfall werden aktiv-passiv-hybride Dämpfungsmaßnahmen experimentell erprobt. Flankierend erfolgen Simulationen mit einem Finite-Elemente-Strukturmodell, um Varianten von Akustikmaßnahmen zu bewerten und zu optimieren.

Neue Lastpfade und Geometrie für die Akustik nutzen

Maßgeschneiderte Lösungen sind für jedes Bauteil individuell. Im Unterschied zu klassischen orthogonal versteiften Paneelen mit relativ großen Hautfeldern besitzen Gridpaneel mehr Rippen und kleinere Hautfelder. Ein wesentliches Ziel der Forschungsarbeiten ist es daher, zu untersuchen, ob eine gezielte Nutzung der geometrischen und dynamischen Eigenschaften von Gridpaneelen zu besseren Akustikmaßnahmen führt. Messergebnisse einer auf die Rippendynamik optimierten Dämpfungsmaßnahme zeigen eine Reduktion der abgestrahlten Schalleistung des Gridpaneels von bis zu 20 Dezibel pro Kilogramm in Terzbändern. Diese und andere Maßnahmen werden gegenwärtig im Rahmen des SFB 880 systematisch erforscht.

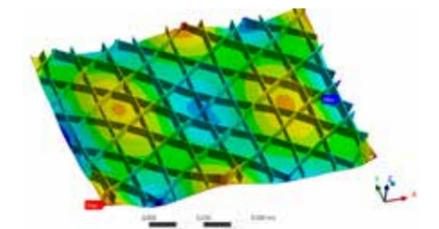
Gridpaneel mit aktiv-passiv-hybriden Dämpfungsmaßnahmen

Grid panel with active-passive-hybrid damping



Berechnete Schwingungseigenform des Gridpaneels aus der FE-Simulation

Calculated vibration mode of the grid panel from FE simulation



Autoren:
Dr.-Ing. Malte Misol
Maik Titze, M.Sc.

