

Mikrofonarray (Array)

Messgrößen

- Schalldruck
- Ort

Prinzip

Schallquellen an ruhenden oder bewegten Objekten werden mit Mikrofonarrays geortet und analysiert. Damit kann z.B. eine Rangfolge der einzelnen Quellen aufgestellt werden. Das Programm ProSigma des DLR ermöglicht die Analyse von bewegten Objekten mit einem Entfaltungsverfahren, das die Abbildungseigenschaften des Mikrofonarrays kompensiert und eine wesentlich bessere Dynamik und räumliche Auflösung bietet als der klassische Beamforming Algorithmus.

Für die Messung wird ein Array aus vielen Mikrofonen, typisch sind 48 bis 240 Stück, in einer geeigneten Form aufgebaut. Die Größe des Arrays hängt vom zu untersuchenden Frequenzbereich und dem Abstand bzw. der Überflughöhe des Objekts ab. Bei Überflugmessungen werden zur Zeit Arrays mit 32 m Durchmesser und 238 Mikrofonen eingesetzt. Für Messungen an Luftfahrttriebwerken in geschlossenen Prüfständen werden lineare Mikrofonarrays nach einem vom DLR patentierten Verfahren aufgebaut.

Die Mikrofonsignale werden synchron aufgezeichnet. Zur Analyse der Daten werden noch die Positionen der Mikrofone, ihre Kalibrationsdaten sowie der Ort des Messobjekts relativ zum Mikrofonarray benötigt. Bei der Analyse von bewegten Quellen muss zuerst die Doppler-Frequenzverschiebung kompensiert werden. Dazu muss die Position des Objekts als Funktion der Zeit bekannt sein, in erster Näherung genügen oft Ort und Geschwindigkeit zu einer Referenzzeit. Zur Synchronisation der

Mikrofondaten mit externen Daten wird ein Zeitcode-Signal zusammen mit den Mikrofonsignalen aufgezeichnet.

Die Ergebnisse werden üblicherweise als Karten der Schalldruckverteilungen dargestellt. Dabei wird für jeweils ein Frequenzband, meistens in Terzbändern, eine Karte erstellt. Zusätzlich können gemittelte Schmalbandspektren berechnet werden, die dann die gleichen Informationen enthalten wie Messungen mit einzelnen Mikrofonen.

Das Programm ProSigma bietet die Möglichkeit, Quellbereiche zu definieren und eine Rangfolge der einzelnen Quellbereiche aufzustellen. Damit ist es z.B. möglich die einzelnen Beiträge der Hochauftriebssysteme, des Fahrwerks und der Triebwerke eines Flugzeugs zu ermitteln.

Die Arraytechnik erlaubt es auch, die Wirbelschleppen von Flugzeugen akustisch zu orten, zu verfolgen und spektral zu analysieren.

Anwendung

- 1998 Überflugmessungen mit A340 im Auftrag von Airbus
- 1999 Prüfstandmessungen an Modell-Mischerdüsen im Rahmen des LuFo Projekts
- „Leitkonzept Engine 3E 2010“
- 1999 Überflugmessungen mit A320 im Auftrag von Airbus
- 1999 Prüfstandmessungen am BR-715 Triebwerk im europäischen Projekt Ranntac
- 2001 Überflugmessungen mit A319 im Auftrag von Lufthansa
- 2002 Messung der Wirbelschleppes von A340 und ATTAS im europäischen Projekt C-Wake
- 2002 Überflugmessungen mit MD-11 im Auftrag von Lufthansa
- 2003 Überflugmessungen mit A340 in

Mikrofonarray für die Messungen im EU Projekt AWIATOR, im Hintergrund die A340 auf dem Rückflug zur Messstelle





den europäischen Projekten SILENCER und AWIATOR
2003 Überflugmessungen in Brasilien im Auftrag von Embraer
2003 Wirbelschleppenmessungen in Dever, USA im Auftrag von FST inc.
2004 Prüfstandmessungen an Rolls-Royce Trent 500 und ANTLE Triebwerken im europäischen Projekt SILENCER
2004 Überflugmessungen mit A319 im Rahmen des LuFo3 Projekt LanAb
2006 Messungen in der Prüfstandshalle von Rolls-Royce Deutschland im Rahmen des LuFo3 Projekts LEXMOS
2006 Überflugmessungen mit A340 im Rahmen des europäischen Projekts AWIATOR
2007 Messung der Schallquellen im Nahfeld eines Freistrahls im Rahmen des LuFo3 Projekts LEXMOS
2007 Prüfstandsmessungen an einem CF6 Triebwerk von Snecma bei Lufthansa-Technik im Rahmen des LuFo3 Projekts FREQUENZ
2008 Messungen in der Prüfstandshalle von Rolls-Royce Deutschland im Rahmen des LuFo3 Projekts LEXMOS
2008 Überflugmessungen mit B747 im Rahmen des LuFo3 Projekts FREQUENZ

Literatur / Referenzen

- ➔ H.A. Siller, F. Arnold, U. Michel. Investigation of aero-engine core-noise using a phased microphone array. AIAA paper 2001-2269, 2001.
- ➔ H.A. Siller, U. Michel. Buzz-saw noise spectra and directivity from flyover tests. AIAA paper 2002-2562, 2002.
- ➔ P. Böhning, U. Michel. Investigation of aircraft wake vortices with phased microphone arrays. AIAA paper 2002-2501, 2002.
- ➔ J.-F. Piet, U. Michel, P. Böhning. Localization of the acoustic sources of the A340 with a large phased microphone array during flight tests.

- AIAA paper 2002-2506, 2002.
- ➔ Guérin, S.; Michel, U.; Siller, H.; Finke, U.; Saueressig, G. (2005): Airbus A319 Database from Dedicated Flyover Measurements to Investigate Noise Abatement Procedures. In: 11th AIAA/CEAS Conference Papers, 11th AIAA/CEAS-Aeroacoustics Conference, Monterey, CA (USA)
- ➔ Guérin, S.; Weckmüller, Ch.; Michel, U. (2006): Beamforming and deconvolution for aerodynamic sound sources in motion. In: Proceedings: 1st Berlin Beamforming Conference (BeBeC) 2006, Berlin
- ➔ Pott-Pollenske, M.; Dobrzynski, W.; Buchholz, H.; Guérin, S.; Saueressig, G.; Finke, U. (2006): Airframe noise characteristics from flyover measurements and prediction. In: AIAA Journal, 12th AIAA/CEAS-Aeroacoustics Conference, Cambridge, MA (USA)
- ➔ Saueressig, G.; Dobrzynski, W.; Guérin, S.; Föhlich, S.; Jaegle, J.; Kiefner, B.; Kutner, M.; Michel, U.; Pott-Pollenske, M.; Siller, H.; Uhl, A.; Haag, K. (2006): FREQUENZ Part 3 - Investigation of noise reducing retrofit measures for existing aircraft. In: EURONOISE 2006, EURONOISE 2006, Tampere, Finland
- ➔ Guérin, S.; Michel, U. (2006): Circumferential analysis of the near-pressure field of a co-axial subsonic jet. In: Proceedings: 10th CEAS-ASC Workshop, 10th CEAS-ASC Workshop, School of Engineering, Trinity College Dublin, Ireland
- ➔ Siller, H.; Holland, K.; Böhning, P.; Arnold, F.; Kempton, A. (2006): Novel Methods for Acoustic Indoor Measurements and Applications in Aero-Engine Test Cells. In: Proceedings: Berlin Beamforming Conference 2006, TU-Berlin
- ➔ Siller, H.; Michel, U.; Zwiener, C.;



Saueressig, G. (2006): Reduction of approach noise of the MD-11. In: Proc.: 12th AIAA/CEAS - Aeroacoustics Conference, 12th AIAA/CEAS- Aeroacoustics Conference, Cambridge, MA (USA)

Kontakt

- ➔ Dr. Henri Siller, DLR-Institut für Antriebstechnik, Tel: +49 30 310006 57, Fax: +49 30 310006 39
- ➔ Jochen Krampe, Technologiemarketing, Tel: +49 2203 601 3665, Fax: +49 2203 695689
- ➔ Dr.-Ing. Alexander Born, Technologiemarketing, Tel: +49 30 67055 155, Fax: +49 30 67055 170
- ➔ Dr. Frank Holtmann, Technologiemarketing, Tel: +49 531 295 3420, Fax: +49 531 295 3422

Dieses Handout sowie Querverweise zu verwandten Messtechniken und Anlagen finden Sie unter: <http://messtec.dlr.de/link-62-de>.