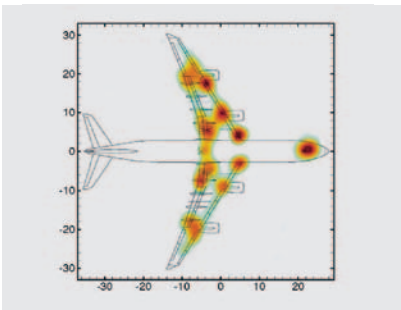


# Schallquellenanalyse an Verkehrsflugzeugen im Überflug



Mikrofonarray mit dem Schatten eines Airbus A340.



Schallquellen am A340 im 5kHz-Band bei einer Überflughöhe von 160 m.

**Die Lage und Stärke der Schallquellen an einem Verkehrsflugzeug kann während des Überflugs mit einem Mikrofonarray untersucht werden. Bei dieser Technik, die auch unter dem Namen akustische Kamera bekannt ist, wird die Verteilung der Schallquellen aus den Daten vieler Mikrofone, die über eine große Fläche am Boden verteilt sind, berechnet und in Schallkarten dargestellt.**

Diese Messtechnik basiert auf der Kompensation von Laufzeitunterschieden des Schalls von einer Quelle hin zu den verschiedenen Mikrofonen des Arrays. Die Ebene des zu untersuchenden Objekts wird abgetastet, indem das Mikrofonarray auf alle möglichen Quellpunkte fokussiert wird. Dazu werden die einzelnen Mikrofonensignale entsprechend ihrer Laufzeit vom Quellpunkt aus zeitlich verschoben und anschließend summiert. Die Anteile der Mikrofonensignale, die vom Quellpunkt kommen, überlagern sich konstruktiv. Anteile von anderen Quellen haben bezüglich der Mikrofone eine andere Phasenlage und werden durch die Mittelwertbildung unterdrückt. Für bewegte Schallquellen müssen die Mikrofonensignale vor der Phasenkorrektur noch um die Frequenzverschiebung durch den Dopplereffekt korrigiert werden. Voraussetzung dafür ist, dass die Position des Flugzeugs über die Zeit der Messung genau bekannt ist. Deswegen wird parallel zu den Mikrofonensignalen ein Zeitsignal mit einer Auflösung von einer Millisekunde aufgezeichnet. So kann die mit einem Global Positioning System (GPS) erfasste Bewegung des Flugzeugs bei der Datenauswertung mit den Mikrofonensignalen synchronisiert werden. Eine weitere Voraussetzung ist, dass die Positionen aller Mikrofone im Feld auf den Millimeter genau bekannt sind.

Die Aufzeichnung der Messdaten erfolgt mit einem beim DLR entwickelten Datenerfassungssystem, das bis zu 512 Kanäle simultan aufzeichnet. Die Auflösung beträgt 24 Bit, und es sind Abtastraten von 52 kHz bei bis zu 512 Kanälen möglich. Wird die Zahl der Kanäle auf 128 reduziert, kann mit bis zu 200 kHz abgetastet werden.

Da die Auflösung eines Mikrofonarrays von der Überflughöhe und der tiefsten zu analysierenden Frequenz abhängt, müssen möglichst große Arrays aufgebaut werden. Zur Zeit werden um die 200 Mikrofone über eine Fläche von 32 m Durchmesser verteilt, was eine Ortung von Schallquellen bis hin zu tiefen Frequenzen um 250 Hz bei Überflughöhen bis über 200 m erlaubt. Die obere Grenzfrequenz eines Mikrofonarrays wird durch den kleinsten vorkommenden Mikrofonabstand, weit mehr aber noch von der atmosphärischen Dämpfung bestimmt. Hohe Frequenzanteile werden bei ihrer Ausbreitung in der Atmosphäre weitaus stärker gedämpft als tiefe, was die Bandbreite der Auswertung nach oben hin auf etwa 10 kHz begrenzt.

Institut für Antriebstechnik,  
Turbulenzforschung

Prof. Dr. Wolfgang Neise  
Telefon: +49 30 310006-18  
Telefax: +49 30 310006-139  
wolfgang.neise@dlr.de