Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt

Detektion von tonalen Geräuschen von Flugzeugen im Landeanflug

Henri Siller und Simon Kieffer
DLR Institut für Antriebstechnik, Abteilung Triebwerksakustik, Müller-Breslau-Str. 8, 10623 Berlin
Henri.Siller@DLR.de

Problemstellung

Bei einigen modernen Flugzeugmodellen treten im Landeanflug kurzfristig tonale Geräusche mit hohen Schallpegeln auf. Diese Ereignisse werden vom DLR in enger Zusammenarbeit mit der Lufthansa und den Flughäfen Frankfurt und München untersucht. Das geschieht im Rahmen des Projekts EffFlug, das im Luftfahrtforschungsprogramm vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderten wird. Dort werden workflows entwickelt, mit denen die bisher nicht intensiv ausgewerteten Audiodateien der Fluglärmüberwachungsanlagen der Flughäfen zusammen mit Bahndaten der Flugzeuge aus Radar- oder Flugschreiberdaten detaillierter ausgewertet werden. Insbesondere werden die Daten im Frequenzbereich untersucht, um tonale Komponenten zu identifizieren, denen dann mit Hilfe von Bahn- und Performancedaten der Flugzeuge Schallquellenmechanismen zugeordnet werden sollen. In Zukunft sollen auf dieser Basis zum einen die von Fluglärmberechnungsverfahren benötigten Schallquellenmodelle verbessert werden, zum anderen aber auch Möglichkeiten identifiziert werden, wie solche Töne durch operationelle Verfahren oder technische Modifikationen an den Flugzeugen reduziert werden können.

Methode

Die im Rahmen gesetzlicher Vorschriften an den deutschen Flughäfen von den räumlich weit verteilten Fluglärmüberwachungsanlagen im Bereich der An- und Abflugrouten gemessenen Audiodaten stehen in der Regel nur in komprimierter Form, als MP3-Daten, zur Verfügung. Jedoch zeigen die Vergleiche mit höherwertigen Audiodaten im WAV-Format, dass mit MP3-Daten der interessante Frequenzbereich bis 6 kHz ebenso gut spektral analysiert werden kann, weil die MP3-Komprimierung vor allem den Effekt eines Tiefpassfilters hat. Durch zeitliche Synchronisation mit bekannten Flugbahndaten können die akustischen Signale bestimmten Segmenten der Anflugroute und den zeitlichen Verläufen der im Flugzeug aufgezeichneten Parametern, wie den Triebwerksdrehzahlen und den Klappenstellungen zugeordnet werden. Das geschieht anhand von anonymisierten Datensätzen, die Lufthansa im Rahmen von Betriebsvereinbarungen bereitstellt. Parallel dazu werden Methoden erarbeitet, um die Flugbahnen im Landeanflug aus den akustischen Daten näherungsweise zu bestimmen.

Ergebnis

Das Auftreten von kurzfristig auftretenden tonalen Spitzen, sogenannten Heultönen, kann mit großer Sicherheit automatisiert aus vorhandenen Audiodaten nachgewiesen werden. Bei der Anwendung des workflows auf konkrete Fallbeispiele zeigt sich, dass die Heultöne auftreten können, wenn der Schub erhöht wird, um die Fluggeschwindigkeit zu stabilisieren, was meist an relativ gut eingrenzbaren Abschnitten des Flugwegs passiert. Nach aktuellem Stand wird als Ursache dieser Töne das bekannte Phänomen der Tonentstehung in der Treibwerksbrennkammer aufgrund von transienten Übergängen vermutet. Die Töne werden jedoch nicht bei jeder Erhöhung des Schubs beobachtet. Die Datenbasis ist noch nicht ausreichend groß, um sichere Aussagen zu treffen und es laufen aktuell stehen noch weitere Untersuchungen, um eventuelle Korrelationen mit den Versionen der Flugzeuge und Brennkammern zu prüfen.

Validierung

Die vorgestellten Methoden bzw. workflows sind bisher auf relativ kleine Datensätze von Paarungen von Audio Daten mit GPS oder Radar Bahndaten beschränkt. Weitere Auswertungen sollen anhand von größeren Zahlen von Audiodaten ohne passende Flugbahndaten aber mit näherungsweiser Zuordnung der Schallereignisse zu Orten und Zeiten entlang der typischen Flugbahnen erfolgen. Am Ende des Projekts EffFlug soll dann eine Methode bereitstehen, mit der tonale Ereignisse detektiert und dann Positionen entlang der Flugbahnen im Landeanflug zugeordnet werden können.