

Luftverkehrslärm und die Notwendigkeit systematischer Untersuchungen mit flexiblen Fluglärmsimulationswerkzeugen

Gerd Saueressig¹, Ralf Gaffal², Ullrich Isermann³, Reinhard König⁴, Rainer Schmid³ und Karlheinz Haag¹

¹ Deutsche Lufthansa AG, Umweltkonzepte Konzern, FRA CP/U, 60546 Frankfurt,
E-Mail: gerd.saueressig@dlh.de und karlheinz.haag@dlh.de

² Flughafen München GmbH, Projektteam Kapazitäten, 85326 München, E-Mail: ralf.gaffal@munich-airport.de

³ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Inst. f. Aerodynamik und Strömungstechnik, 37073 Göttingen,
E-Mail: ullrich.isermann@dlr.de und rainer.schmid@dlr.de

⁴ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Inst. f. Flugsystemtechnik, 38108 Braunschweig,
E-Mail: reinhard.koenig@dlr.de

Einleitung

Ergänzende Lärminderungsmaßnahmen gewinnen an vielen Flughäfen zunehmend an Bedeutung. Diesbezügliche Untersuchungen umfassen dabei sowohl Änderungen von Flugverfahren als auch Lärm reduzierende Maßnahmen an den Schallquellen. In der Regel ist es schwierig die Effekte solcher Maßnahmen auf die Schallimmission zu quantifizieren, wenn konventionelle Fluglärmrechnerwerkzeuge genutzt werden: Diese sind entweder nicht für vergleichende Untersuchungen entwickelt worden, oder die Qualität ihrer Datenbasen reicht für diesen Zweck nicht aus.

Im Folgenden werden die Anforderungen an Lärmrechnerwerkzeuge und der sich daraus ergebende Bedarf zur Weiterentwicklung vorhandener Werkzeuge beschrieben, damit künftig die Lärmimmissionen und mögliche Lärminderungsmaßnahmen an einem Flughafen genauer analysiert und besser bewertet werden können.

Betrachtung des einzelnen Flugereignisses

Um die Wirksamkeit einer Maßnahme zu bewerten wird i.d.R. die Veränderung der Maximal- und Einzelereignispegel an einzelnen Immissionsorten bestimmt. Die Wirkung einer Lärm reduzierenden Maßnahme kann dabei sehr unterschiedlich ausfallen: Modifikationen im Ablauf der Klappensetzung können bspw. nur in bestimmten Abschnitten des Anflugs eine Änderung bewirken, während eine Modifikation an den Triebwerken über weite Strecken des Ab- und Anflugs Lärm reduzierend wirken kann. Verallgemeinert lassen sich zwei Kategorien von Maßnahmen unterscheiden (s. auch Abb. 1):

- 1) Reduzierung des Flugzeuggeräuschs durch Modifikation direkt an der Quelle: Hierzu gehören Maßnahmen am Triebwerk (z.B. Einlauf, Turbine oder Schubdüse) oder an der Flugzeugzelle (vornehmlich Klappensysteme, Flügel und Fahrwerke).
- 2) Reduzierung des Flugzeuggeräuschs durch optimierte Streckenführung oder veränderte Flugprozeduren: Im Anflug sind z.B. Veränderung der Konfigurationsabläufe (zeitlich oder sequenziell) oder der Wechsel von Sink- und Zwischenanflugsegmenten möglich. Analog können beim Abflug die Wechsel zwischen Steig- und Beschleunigungssegmenten variiert werden.

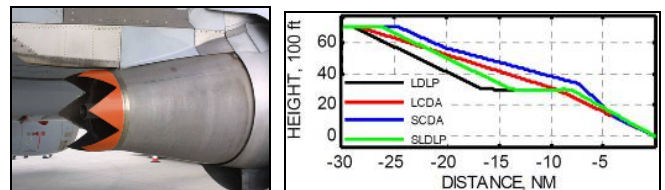


Abbildung 1: Beispiele für Modifikationen: gezahnte Schubdüse am Triebwerk (links) und verschiedene vertikale Anflugprofile (rechts, R. König, 2007).

Um die Wirkung einer Maßnahme auf die Immissionswerte zu berechnen, bedarf es zunächst einer möglichst genauen Kenntnis darüber, in welchen Segmenten des gesamten Flugverlaufs eine Modifikation die Schallimmission des Flugzeugs um wie viele Dezibel verändert (s. Abb. 2). Diese Informationen können prinzipiell durch Messungen ermittelt werden, jedoch sind die Ergebnisse i.d.R. stark abhängig von den speziellen Rahmenbedingungen der vermessenen Flüge (Gewicht, Flugleistungsdaten und Meteorologie u.a.), so dass eine Verallgemeinerung schwierig ist. Auch der Vergleich von gemessenen Zertifizierungsdaten mit und ohne Modifikation erlaubt nur vereinfachte Rückschlüsse auf die Wirkung einer Maßnahme.

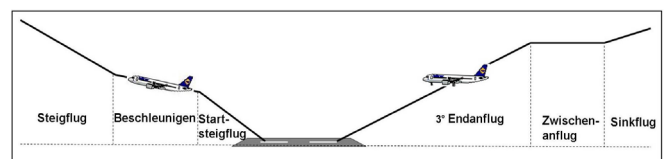


Abbildung 2: Die Wirkung einer Lärm reduzierenden Maßnahme muss für den gesamten Flugverlauf und die einzelnen Segmente möglichst detailliert bekannt sein.

Alternativ besteht die Möglichkeit einzelne Flüge mit hochauflösenden Fluglärmsimulationswerkzeugen zu analysieren. Diese müssen in der Lage sein, die unter 1) und 2) beschriebenen Modifikationen ausreichend genau abzubilden und so die Lärminderungspotenziale einer Maßnahme „sichtbar“ zu machen. Bei der Modellierung von Anflugverfahren erfordert dies zumindest ein einfaches Modell zur Berechnung des Umströmungslärms. Eines der wenigen zur Verfügung stehenden Programme, das diese Anforderungen erfüllt, ist das Fluglärmsimulationstool SIMUL des DLR [1]. Mit dessen Datenbasis kann momentan allerdings nur die A320-Flugzeug-Familie gut

simuliert werden. Es besteht also Bedarf an einer Erweiterung auf andere Flugzeugtypen. Weitere hierfür benötigte Basisdaten liegen z.Z. nur für die Boeing B747-400 vor. Sie wurden von DLR und Lufthansa im Rahmen von Überflugmessungen im Herbst 2008 ermittelt (LuFo3-Projekt FREQUENZ, Förderung BMWi), ihre Auswertung und die Integration in SIMUL stehen noch aus.

Betrachtung von Flugverkehrsszenarien

Ist das Lärminderungspotenzial einer Maßnahme ausreichend genau bekannt, so kann sie für den/die betrachteten Flugzeugtypen in einem Flugverkehrsszenario (d.h. die Modellierung eines Flugbetriebs an einem Flughafen) implementiert werden. Durch die Differenzbetrachtung der Fluglärmimmissionen mit und ohne Maßnahme (s. Beispiel in Abb. 3) lässt sich die lokale Wirkung einer Modifikation – z.B. auf den Dauerschallpegel – im komplexen gesamten Flugbetrieb gut veranschaulichen.

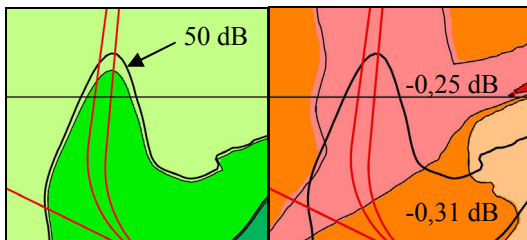


Abbildung 3: fiktives Szenario, in dem ein Flugzeugtyp wegen einer Modifikation leiser startet: die beispielhaft dargestellte 50 dB-Dauerschallpegelkontur schrumpft (links), die Differenzdarstellung zeigt ~0,3 dB niedrigere Immissionspegel (rechts).

Derzeit sind nur wenige Fluglärmrechnungsverfahren in der Lage, diesen Anforderungen umfassend zu entsprechen. Bspw. ist die Methode zur Fluglärmrechnung gemäß deutschem Fluglärmgesetz: (AzB/AzD) für vergleichende Untersuchungen („what-if-studies“) nur sehr bedingt geeignet, weil sie ein auf gesetzliche Zwecke ausgerichtetes Prognoserechnungsverfahren ist. Die standardisierte Datenbasis fasst Flugzeugtypen in Gruppen zusammen und legt gemeinsame Flugprofile fest. Modifikationen an einzelnen Flugzeugtypen oder Flugverfahren können daher nicht oder nur unter hohem Aufwand berücksichtigt werden.

Das kommerzielle Integrated Noise Model INM (das die Anforderungen des überarbeiteten ECAC Doc.29 erfüllt) erlaubt die Definition von Flugverfahren, hat allerdings seine Grenzen, wenn Umströmungsgeräusche zu berücksichtigen sind. Eine adäquate Modellierung von Anflugverfahren ist daher mit dem INM im Grunde nicht möglich.

Mit der geplanten DIN 45689 („Ermittlung von Fluggeräuschimmissionen an Flughäfen“ [2]) sollen künftig zahlreiche Verbesserungen hin zu flexibleren Strukturen eingeführt werden. Diese Norm soll auf dem akustischen Gerüst der AzB aufsetzen und das flugmechanische Modell des ECAC Doc.29 [3] integrieren. Damit verbunden werden der Übergang von Flugzeuggruppen zu Flugzeugtypen und die Möglichkeit der Durchführung von Flugleistungsrechnungen.

Berücksichtigung von Schadstoffemissionen

Im Sinne einer umfassenderen Analyse sollten Maßnahmen zur Lärmreduzierung auch auf ihre Auswirkungen auf die Schadstoffemissionen hin untersucht werden. Berechnungen hierzu basieren i.d.R. auf dem zu Zertifizierungszwecken entwickelten sogenannten ICAO-LTO-Zyklus, der jedoch als veraltet gilt, weil er operationelle Unterschiede im Bezug auf Flughäfen und Flugzeugtypen nicht berücksichtigt und belastbare Emissionswerte nur für vier Laststufen des Triebwerks zur Verfügung stehen. Die Werte für alle anderen operationellen Lastzustände werden derzeit mit Hilfe verschiedener Interpolationsmethoden abgeleitet.

Verfeinerungen und Anpassungen des LTO-Zyklus auf lokale Gegebenheiten sind möglich und führen zu realistischeren Ergebnissen bei Betrachtungen von Verkehrsszenarien [4]. Zur genaueren Quantifizierung der Schadstoffemissionen ist die Weiterentwicklung der Methodik hin zu einer leistungsabhängigen Emissionsberechnung nötig, die Schadstoffsimulationen für verschiedene Flugverfahren und definierte Verkehrsszenarien erlaubt.

Schlussfolgerungen

Insgesamt gesehen bedarf es einer flexibleren Berechnungsmethode für den Fluglärm bei komplexen Szenarien (z.B. DIN 45689), in die auch Ergebnisse hochwertiger Rechenverfahren für Einzelflüge (z.B. SIMUL) integriert werden können.

Für beide Kategorien Lärm mindernder Maßnahmen (Modifikationen an Schallquellen und Flugverfahren) können so Pegeländerungen an Immissionsorten, sowohl für einzelne Flüge als auch im vollständigen Verkehrsszenario, ausreichend genau berechnet werden. Dies ist Voraussetzung, um die Wirkung dieser Maßnahmen – auch unter Berücksichtigung von Schadstoffemission – vergleichend bewerten zu können.

Dementsprechend wird eine gemeinsame Initiative von Flughäfen, Fluggesellschaften, Flugsicherung, Herstellern und Behörden zur Verbesserung der Methodik und Datenlage von Fluglärm- und Schadstoffberechnungswerkzeugen empfohlen.

Literatur

- [1] Isermann, U.: Erweiterung des Rechenprogramms SIMUL. Forschungsverbund Leiser Verkehr, Bereich Leises Verkehrsflugzeug, Einzelaufgaben 1624-1627, Göttingen, Juni 2007
- [2] Usermann, U.: DIN 45689 - Eine AzB mit mehr Profil?, DAGA 2010, Vortrag 328, Berlin, 2010
- [3] European Civil Aviation Conference (ECAC): Methodology for Computing Noise Contours around Civil Airports. ECAC/CEAC Doc.29, 3rd Edition, December 2005
- [4] Fleuti, E. und Polimeris, J.: Aircraft NO_x-Emissions within the Operational LTO Cycle, Unique (Flughafen Zürich AG), 2004