

Swiss Aircraft Noise Database (SAND) als Teil der Empfehlung für Fluglärm-berechnungsverfahren

Maria Balmer¹, Frank Abbühl¹, Daniel Hiltbrunner², Walter Krebs³,

¹ Bundesamt für Umwelt BAFU, CH-3003 Bern, Schweiz, Email: maria.balmer@bafu.admin.ch

² Bundesamt für Zivilluftfahrt, CH-3003 Bern, Schweiz, ³ EMPA, CH-8600 Dübendorf, Schweiz

Einleitung

Die Ermittlung und Beurteilung von Fluglärmbelastungen im Umfeld von Flugplätzen erfolgt in der Schweiz grundsätzlich mit Hilfe von Berechnungen. Auf der Grundlage von Umweltschutzgesetz USG [1] und Lärmschutz-Verordnung LSV [2] erarbeitet das Bundesamt für Umwelt BAFU derzeit eine Empfehlung für Fluglärm-berechnungen. Im Zusammenhang mit dieser Rechtssetzungstätigkeit werden grundsätzliche Anforderungen formuliert und notwendige (Test-) Instrumente zur Verfügung gestellt. Der vorliegende Beitrag behandelt die Beweggründe zur Initiierung dieser Instrumente und stellt die neue akustische Quelldatenbank SAND [3] in den übergeordneten Kontext der geplanten Empfehlung.

Ausgangslage, Problemstellung

Die zur Ausarbeitung der Empfehlung eingesetzte Arbeitsgruppe unter Leitung des BAFU ging von folgender Ausgangslage aus: Berechnungen wurden bislang mit den beiden Programmen FLULA [4] der EMPA sowie dem IMPAC [5] durchgeführt, einer unabhängigen Entwicklung des Physikers E. Lobsiger. Beide Programme sind proprietär und können nur von zwei Büros angewendet werden. Sie beruhen auf sehr unterschiedlichen Modellansätzen und nutzen unterschiedliche zum Teil proprietäre akustische Datenquellen. Ein allgemein verbindlicher schweizerischer akustischer Quelldatensatz existierte nicht. Die Gleichwertigkeit der Berechnungsergebnisse konnte nicht überprüft werden.

Ziele und Herausforderungen

Die Arbeitsgruppe stellt sich mit dem zu erarbeitenden Rechtsdokument folgenden Herausforderungen: Die bisher praktizierte Methodenfreiheit soll erhalten bleiben. Sofern keine zwingenden Gründe vorliegen, soll kein abrupter Bruch zum heutigen Vollzug stattfinden. Die Möglichkeit Fluglärmimmissionen zu berechnen, soll nicht von staatlicher Seite auf zwei Büros begrenzt werden. Eine allgemein nutzbare und für Fluglärm-berechnungen in der Schweiz verbindliche akustische Quelldatenbank soll geschaffen und von den Vollzugsbehörden zur Verfügung gestellt werden.

Swiss Aircraft Noise Calculation SANC

Im benachbarten Ausland wird für die rechtlich relevante Lärmermittlung jeweils in einem Rechtsdokument im Detail vorgeschrieben, wie zu berechnen ist. Wie bereits erwähnt soll hier ein anderer Weg beschrieben werden: Unter Beachtung der Methodenfreiheit werden weder ein Referenzmodell noch -ansätze als zwingend anzuwenden vorgegeben. Gleichwertigkeit der Berechnungsergebnisse soll erreicht

werden, indem Unsicherheits-Korridore für die Berechnungen definiert werden. Für eine zielführende Realisierung eines solchen Vorgehens ist das Vorhandensein von entsprechenden Test-, Prüf- und Kalibrierungstools zwingende Voraussetzung. Die Instrumentensammlung Swiss Aircraft Noise Calculation SANC beinhaltet die akustische Quelldatenbank SAND [3, 7], die Testumgebung mit Szenarien Swiss Aircraft Noise Calculation Test Environment SANCTE [6] sowie die auf referenzierten Modellansätzen beruhende Referenzrahmen Swiss Aircraft Noise Calculation Reference Frames SANC-REF.

SANCTE V1.0

In einem ersten Schritt wurde mit SANCTE V1.0 ein Tool zum standardisierten Vergleich verschiedener Programme in Bezug auf rechtlich relevante Ergebnisse, zur Quantifizierung der „Streubreite“ sowie zur Beurteilung einzelner Einflussfaktoren erarbeitet. SANCTE Version 1.00 enthält auf einer Daten CD alle für eindeutig reproduzierbare Fluglärmimmissionsberechnung notwendigen Informationen - maschinenlesbar als reine ASCII Dateien. Für die Anwendung in verschiedenen Berechnungsprogrammen müssen die Daten vom Anwendenden in die jeweils vom einzelnen Programm benutzten Datenformate umgewandelt werden. Als Testumgebung von SANCTE dienen zwei künstlich generierte Flugplätze: Ein Grossflughafen AIRPORT – hauptsächlich für den Verkehr von Grossflugzeugen wie Boeing, Airbus, etc. aber auch militärische Kampfflugzeuge - sowie einen Regionalflugplatz AIRFIELD für die Kleinflugzeuge. Für beide Flugplätze wird ein schematisches Geländemodell zusammen mit verschiedenen An- und Abflugrouten definiert. Die akustischen Eigenschaften verschiedener Flugzeugtypen werden in einer allgemeinen Form festgelegt und dienen als Grundlage für die Umrechnung oder Skalierung der in den zu prüfenden Berechnungsmodellen benutzten Quelldaten. Zusätzlich werden insgesamt 6 verschiedene Szenarien realistischer Belastungszustände definiert.

Auswertungen der Berechnungen mit SANCTE V1.0

Es wurden Berechnungen mit 4 Fluglärm-berechnungsprogrammen und verschiedenen Varianten durchgeführt und u. a. im Hinblick auf den zu bildenden Referenzrahmen ausgewertet (mit Flula2, INM & Varianten, Impac & Varianten, und Soundplan).

Die vorgegebenen Quellenbeschreibungen genügen im Wesentlichen, um - was den Einfluss der Quellenmodellierung betrifft - vergleichbare Berechnungsergebnisse zu erzielen. Ob die Modellierung als Time-Step „Simulationsprogramm“ oder als „Segmentiertes Verfahren“ erfolgt, spielt keine Rolle, entscheidend ist hier ein angemessener Detaillierungsgrad. Als massgebende Einflussparameter im Hinblick auf

Immissionsberechnungen gemäss LSV können im Wesentlichen die Modellansätze für die Bodendämpfung, die unterschiedliche Modellierung der Startverfahren sowie die Berücksichtigung von Geländeabschattungen eruiert und deren Grössenordnung in Plots dargestellt werden.

Referenz-Basis Berechnungen

Um Referenz-Rahmen zu definieren, wird zunächst eine Referenz-Basisberechnung benötigt. Entsprechend den Auswertungen der untersuchten SANCTE Vergleichsberechnungen gilt es, neben den vorgegebenen Quellenbeschreibungen für die massgeblichen Einflussparameter Modellansätze zu referenzieren. Diese Basisberechnungen für die 6 Test- und Prüfscenarien in SANCTE V1.0 erfolgen mit dem Programm Impac. Dieses Tool verfügt über entsprechende Parametrierbarkeit, so dass die nachfolgenden Referenzansätze umgesetzt werden können.

Die nähere Diskussion der unterschiedlichen Startmodellierungen führte in der Arbeitsgruppe zum Ergebnis, dieser Teil sei als gleichmässig beschleunigte Bewegung zu modellieren. Der Formelansatz für die Bestimmung der Bodendämpfung ist in den untersuchten Berechnungsprogrammen sehr unterschiedlich. Die Referenzfestlegung erfolgte einerseits anhand von Ausschlusskriterien (massive Über- bzw. Unterschätzung gegenüber allen anderen vorliegenden Vergleichsberechnungen) und andererseits anhand von Gründen der Vollzugskontinuität. Als referenzierter Teilmodellansatz wird die Bodendämpfungsformel aus Flula2 festgelegt. Zudem führten die Diskussionen eindeutig zum Ergebnis, dass in einem Alpenland wie der Schweiz die Geländeneigung mit einzubeziehen ist. Referenziert wird dazu auf den entsprechenden Modellansatz des Impac (Winkelbestimmung aus Querprofil). Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass eine Berücksichtigung der Geländeabschattung mittlerweile zum Stand der Technik gezählt werden muss. Hier wird auf den einfachen quasi optischen Ansatz des Impac referenziert. Die Luftdämpfung wird für die Referenz Basis Berechnung gemäss ISO 9613 modelliert.

Referenz-Rahmen SANC-REF

Die Rahmen werden in dB-Abweichungen um die Basisberechnungskurven für die 6 Prüfscenarien definiert und ergeben sich aus der mehr oder weniger bekannten Messunsicherheit von 2-3 dB, Unsicherheitsbetrachtungen aufgrund des Berechnungsgitters, sowie aus dem Vergleich der vorliegenden SANCTE Berechnungen. Um der unterschiedlichen Unsicherheit der Berechnungen und vor allem der unterschiedlichen räumlichen Ausdehnung von dB-basierten Korridoren in Abhängigkeit der Flugbewegungen, der Entfernung zur Piste bzw. zur Quelle gerecht zu werden, werden mindestens 2 Referenz-

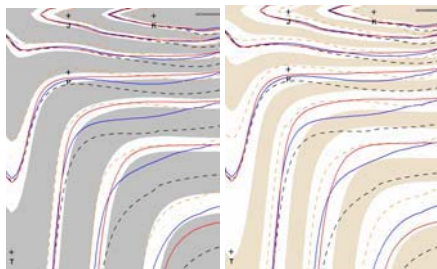


Abbildung 1: Ausschnitt aus einem Airportszenario. Dargestellt sind Berechnungen von vier Programmen jeweils im Rahmen $\pm 0,7$ bzw. $\pm 1,5$ dB

Rahmen Breiten gewählt. Der Unsicherheit der Berechnungen entsprechen im Rahmen $\pm 0,7$ dB in der Längenausdehnung der 60dB-Kurve eines Airfield Szenarios etwa ± 50 m. Parallel zur Pistenachse wird die gleiche räumliche Ausdehnung im ± 1.5 dB-Rahmen erzeugt.

SAND

Die Erfahrungen mit den Quelleninformationen in SANCTE V1.0 zeigten, dass zwar noch einige Verbesserungen vorgenommen werden können, aber die grundsätzliche Quellenbeschreibung den Anforderungen genügen: unterschiedliche Fluglärmerechnungsprogramme können ihre spezifischen Quellenmodellierung anhand der vorgegebenen Informationen so kalibrieren, dass gleichwertige Berechnungsergebnisse erzielt werden. In SANCTE V1.0 liegen aber nur Quelleninformationen für 13 Flugzeugtypen vor. Die Erweiterung auf eine umfassende allgemein verbindliche Quelldatenbank war daher zwingend notwendig. In SAND sind die bisher in der Schweiz verwendeten Quelldaten der EMPA und des BAZL eingeflossen. Sie bilden zwingend die akustische Quellenreferenz für Fluglärmerechnungen gemäss LSV in der Schweiz. Es ist vorgesehen, sie auf den Webseiten der Vollzugsbehörden sowie des BAFU zur Verfügung zu stellen.

Fazit, Ausblick

Die Ergebnisse aus den Berechnungen mit dem Tool SANCTE V1.0 zeigen, dass das gewählte Vorgehen geeignet ist, um den Vollzug hinsichtlich Fluglärmerechnungen in der Schweiz zu vereinheitlichen. Insbesondere kann mit den Instrumenten die Gleichwertigkeit der Berechnungsergebnisse gewährleistet werden, ohne die Vollzugskontinuität und damit die Rechtssicherheit zu gefährden oder die Methodenfreiheit in Frage zu stellen. Programme, welche Lärmbelastungen innerhalb der Rahmen SANC_REF berechnen, können grundsätzlich empfohlen werden. Die genauen Bedingungen werden zurzeit festgelegt. Ein erster vollständiger Entwurf der Empfehlung soll noch im 2007 vorliegen.

Literatur

- [1] Umweltschutzgesetz (Schweiz) (USG; SR 814.01)
- [2] Lärmschutz-Verordnung (Schweiz) (LSV; SR 814.41)
- [3] SAND Swiss Aircraft Noise Database, Daten CD Version 1.00, noch unveröffentlichte Arbeitsversion, Bundesamt für Umwelt BAFU, CH Bern, 2007
- [4] Flula2. Technische Programmdokumentation, Version 2.1, 2005. Empa, Abteilung Akustik, CH Dübendorf
- [5] IMMPAC, ein Verfahren und Programm zur Berechnung und Darstellung von Fluglärmimmissionen, E. Lobsiger, 2005, CH Belp
- [6] SANCTE Swiss Aircraft Noise Calculation Test Environment, Daten CD Version 1.00, noch unveröffentlichte Arbeitsversion, Bundesamt für Umwelt BAFU, CH Bern, 2005
- [7] Standardisierte akustische Quelldaten für Fluglärmerechnungen (SAND), W. Krebs et al., Beitrag DAGA 2007, Stuttgart