

SANCTE: Eine standardisierte Testumgebung zur Überprüfung von Fluglärmrechnungsprogrammen

Walter Krebs¹, Ernst Lobsiger², Maria Balmer³

¹ *Empa - Materials Science & Technology, 8600 Dübendorf, Schweiz, Email: walter.krebs@empa.ch*

² *Lobsiger Consulting, 3123 Belp, Schweiz, Email: lobsiger@sis.unibe.ch*

³ *Bundesamt für Umwelt, Abteilung Lärmbekämpfung, 3003 Bern, Schweiz, Email: maria.balmer@bafu.admin.ch*

Einleitung

Die Ermittlung der Fluglärmimmission in der Umgebung von Verkehrsflughäfen erfolgt vorwiegend mit Hilfe von Berechnungsverfahren. Wegen den weitreichenden rechtlichen und wirtschaftlichen Folgen der darauf basierenden raumplanerischen Entscheide werden hohe Anforderungen an die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der hierzu verwendeten Berechnungsprogramme gestellt. Da sich die heute im Gebrauch befindenden Programme sowohl bezüglich der Art der verwendeten Eingabedaten wie auch bezüglich der Rechenmethoden und Datenformate stark unterscheiden, ist es sehr schwierig, die Gleichwertigkeit verschiedener Programme zu beurteilen. Mit dem Ziel, die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Fluglärmrechnungsprogramme zu erleichtern, hat das Bundesamt für Umwelt (BafU) die Testumgebung SANCTE (Swiss Aircraft Noise Calculation Test Environment) in Auftrag gegeben.

Das Konzept SANCTE

SANCTE ist eine Testumgebung für die Analyse und den Vergleich von Fluglärmrechnungsprogrammen. Mit Hilfe dieser Testumgebung sollen unterschiedliche Verfahren und Programme zur Ermittlung der Fluglärmbelastung in einer standardisierten Art überprüft und beurteilt werden. Um wirklich vergleichbare Berechnungen durchführen zu können, werden in SANCTE möglichst alle für die Berechnung von Fluglärmbelastungen erforderlichen Informationen bereitgestellt. Diese Informationen sind in einer grösseren Zahl von maschinenlesbaren Dateien enthalten. Zusätzlich wird eine umfassende Dokumentation im PDF-Format mit detaillierten Erläuterungen zu den einzelnen Daten angeboten. Damit die Informationen für verschiedene Implementationen von Berechnungsprogrammen generell anwendbar sind, werden die eigentlichen Eingabedaten und -parameter in einer einheitlichen Form als reine ASCII-Dateien vorgegeben. Die Daten sind so strukturiert, dass sie einerseits auf unterschiedlichen Computern und Betriebssystemen maschinenlesbar sind und andererseits mit jedem Texteditor gelesen und übersichtlich dargestellt werden können. Für die tatsächliche Anwendung in realen Berechnungsmodellen müssen diese Daten vom Anwender in die von den einzelnen Programmen benutzten Datenformate umgewandelt werden.

Inhalt

Mit SANCTE werden alle für eine konkrete Fluglärmrechnung relevanten Daten in einer eindeutigen Weise bereitgestellt. Damit die Resultate in einer einfachen und

einheitlichen Art überprüft und dargestellt werden können, werden auch Minimalanforderungen an die Ausgabeformate der Berechnungsergebnisse festgelegt. Für die Darstellung der Resultate wird auf das frei verfügbare Programm NMPlot von Wasmer Consulting zurückgegriffen [1].

Die Testumgebung SANCTE umfasst zwei verschiedene virtuelle Flugplätze: Einen Grossflughafen AIRPORT sowie einen Regionalflugplatz AIRFIELD. Für beide wird ein schematisches Geländemodell zusammen mit verschiedenen An- und Abflugrouten definiert. Die Stützpunkte des Geländemodells stellen zugleich das Immissionsraster für die Darstellung der Berechnungen dar. 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. Insgesamt umfasst der SANCTE-Datensatz 2 Flugplätze, 13 verschiedene Flugzeugtypen sowie 24 Flugspuren.

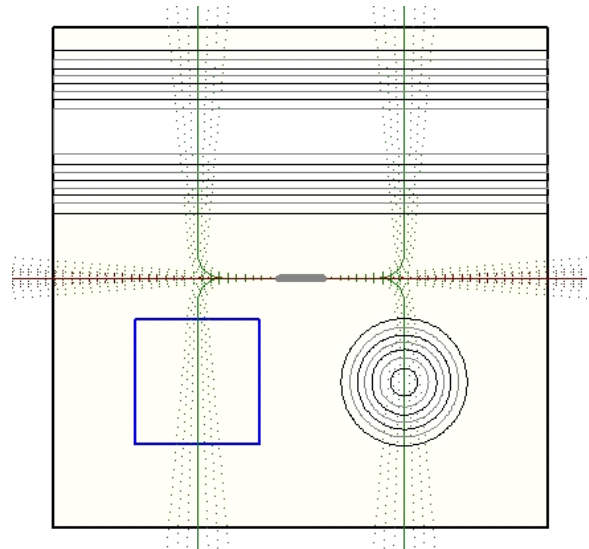


Abbildung 1 Geländemodell und Flugspuren AIRPORT.

Neben den standardisierten Inputdaten für Berechnungen werden in SANCTE auch Kennwerte zu den für eine eindeutige Berechnung wichtigen Randbedingungen vorgegeben. Hierzu gehören Angaben über die massgebende Empfängerhöhe über Grund sowie über die atmosphärischen Bedingungen zur Berechnung der Schallausbreitung. Um die Vergleichbarkeit verschiedener Berechnungsmodelle zu vereinfachen werden in SANCTE auch einzelne Szenarien vordefiniert. Diese Szenarien stellen eine gewichtete Kombination von Fluglärmbelastungen einzelner An- und Abflüge dar und lassen so einen integralen Vergleich von realitätsnahen Belastungszuständen zu. Um einen quantita-

tiven Vergleich verschiedener Berechnungen weiter zu erleichtern, werden einzelne auf die Flugspuren abgestimmte Immissionspunkte vorgegeben. Diese Punkte sind in unterschiedlicher seitlicher Entfernung entlang der An- und Abflugrouten angeordnet. Durch die Gegenüberstellung der von verschiedenen Fluglärmprogrammen berechneten Belastungen an den Immissionspunkten lassen sich quantitative Vergleiche zwischen verschiedenen Modellen leicht herstellen.

Die Datenstruktur

Alle in SANCTE enthaltenen Dateien haben eine einheitliche Datenstruktur. Die Files bestehen aus ASCII-Text (Bytewerte <128, z.B. keine Umlaute), dessen Zeilen in DOS/Windows-Manier mit CR+LF umgebrochen werden. Jeder Datensatz enthält einen standardisierten Header, eingeleitet mit # in erster Position jeder Zeile, gefolgt vom maschinenlesbaren Datensatz. Der Header beinhaltet eine knappe Beschreibung der nachfolgenden Daten sowie Informationen über Erstellungsdatum, Filename und File-Version. Auf den Projektbezeichner SANCTE folgt der maschinenlesbare Datensatz. Allen aufgeführten Daten wird ein eindeutiger Variablenname zugeordnet. Solche Namen werden ausschliesslich mit Grossbuchstaben bezeichnet. Sämtliche Grössen werden in der Dokumentation näher beschrieben.

Die Filenamen halten sich an den kleinsten gemeinsamen Nenner aller Betriebssysteme. Es wird das 8.3 Format mit den Zeichen 'A..Z', '0..9' und dem Underline '_' verwendet. Die Bezeichnungen enthalten Zähler und lassen dadurch auch gewisse zukünftige Erweiterungen zu. Die Dateinamen sind einmalig, so dass sich sämtliche Files im selben Unterverzeichnis vertragen. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit werden die Daten aber dennoch in mehreren, thematisch gegliederten Verzeichnissen bereitgestellt. Die File-Endungen (Extensions) sind immer 'TXT'. Damit können die Dateien problemlos auch in Betriebssystemen verwendet werden, welche diese Endungen zum Start von Applikationen benutzen.

Hinweise zum Datensatz

Zentrales Element aller Fluglärmrechnungsprogramme stellen die akustischen Quelldaten sowie die Fluggeometrien dar. Für die Modellierung dieser Daten gelangen in den einzelnen Berechnungsprogrammen sehr unterschiedliche Methoden zum Einsatz. Für eine möglichst allgemein gültige Quellenbeschreibung werden in SANCTE, in Anlehnung an die Quellendefinition in Noisemap [2], die Abwerteten Immissionspegel LAE und Lmax für einen standardisierten Überflug vorgegeben. Um die Ausbreitungsdämpfung berücksichtigen zu können werden zudem das zum Maximalpegel gehörende Terzspektrum sowie der betreffende Emissionswinkel bezüglich der Flugrichtung vorgegeben. Mit je zwei Zusatzpegel für Starts und für Landungen können Pegeländerungen als Folge unterschiedlicher Flugkonfiguration vorgegeben werden. Mit Hilfe dieser Daten können die in den einzelnen Programmen

erforderlichen Quelldaten abgeleitet oder NPD-Kurven generiert werden.

SANCTE gibt Flugspuren sowie Flug- und Emissionsprofile vor. Die Überlagerung zu einer dreidimensionalen Flugbahn ist Sache der Anwender bzw. der zu testenden Programme. Die Flugspuren werden in zwei unterschiedlichen Formaten bereitgestellt: Einerseits als Vektorspuren (Streckenstücke und Kreisbogensegmente) andererseits als Liste einzelner Spurpunkte. Die Flugbahnstreuung wird wie in Doc29 [3] durch Vorgabe von je 3 linken und rechten Seitenspuren zusammen mit den dazugehörigen Gewichtsfaktoren modelliert. Die Berücksichtigung der Flugbahnstreuung ist optional und wird durch einen entsprechenden Parameter in den allgemeinen Projektdaten gesteuert.

Fluglärmrechnungen mit SANCTE

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel eines mit den Parametern von SANCTE ermittelten Footprints für den Start einer Boeing B747-400, berechnet mit Flula2 [4]. Durch die vorgegebenen Datenformate lassen sich die resultierenden Lärmkonturen mit Hilfe von NMPlot leicht grafisch darstellen und mit anderen Berechnungen vergleichen.

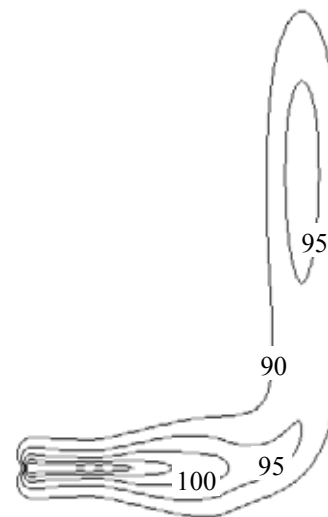


Abbildung 2: Footprint eines Starts einer B747-400 auf AIRPORT Route D02. Dargestellt sind die Lärmkonturen für die Belastungsniveaus $L_{AE} = 90 \dots 110$ dB

Literatur

- [1] NMPlot, URL: <http://wasmerconsulting.com/nmplot.htm>
- [2] NMAP 7.0 User's Manual, Wyle research Report WR 98-13, URL: <http://www.stormingmedia.us>
- [3] ECAC.CEAC Doc29 (3rd edition, 2005). Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports, Volume 2: Technical Guide.
- [4] Flula2. Technische Programmdokumentation, Version 2.1, 2005. Empa, Abteilung Akustik. URL: http://wwws.empa.ch/plugin/template/empa/*/*37718/