

# Zur Neufassung der ÖAL-Richtlinie 24 für die Berechnung von Lärmschutzzonen in der Umgebung von Flughäfen

Judith Lang, A-1090 Wien

## Einleitung

Im Mai 1984 wurde nach mehrjähriger Beratung und verschiedenen Vergleichsrechnungen die Richtlinie 24 des Österreichischen Arbeitsrings für Lärmbekämpfung als Unterlage für die Berechnung von Fluglärmschutzzonen veröffentlicht. Als Größe zur Beschreibung der Schallimmission durch den Flugbetrieb wurde der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel  $L_{A,eq}$  festgelegt. Diese Größe wird in Österreich allgemein zur Kennzeichnung von Schallimmissionen verwendet und es erschien unbedingt wünschenswert und vorteilhaft, daß auch die Schallimmission durch den Flugbetrieb in der Umgebung von Flugplätzen mit der gleichen Größe angegeben wird. Für die Emission der Luftfahrzeuge, sowohl des maximalen Schallpegels beim Überflug als auch des Schallereignispegels eines gesamten Überfluges lagen in Österreich keine Meßwerte vor. Es wurde daher in der Richtlinie nur angeführt, daß die Lärmemission „nach dem Stand der Technik“ einzusetzen ist und in einer Fußnote angeführt, daß als „derzeitiger Stand der Technik“ die in der BRD veröffentlichten Daten (AzB) anzusehen sind. Eine Unterteilung in die entsprechenden Flugzeuggruppen wurde daher in die Richtlinie aufgenommen. Für die Berechnung des Schallereignispegels wurde unter Zugrundelegung der Angabe in ISO 3891, daß der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel eines Überfluges durch den maximalen Schallpegel mit der Andauer der halben 10 dB-down-time ersetzt werden kann, die dafür in der AzB angeführte Formel entsprechend abgeändert aufgenommen. Auch die genormten Steigprofile wurden übernommen. Messungen in der Umgebung des Flughafens Wien im Jahre 1980 hatten gezeigt, daß damals die Rechenwerte für den maximalen Schallpegel und den Schallereignispegel der verschiedenen Flugzeuggruppen etwa im Streubereich der in der Praxis gemessenen Werte lagen.

Im letzten Jahrzehnt wurden neue Flugzeuge eingesetzt, deren Schallemission wesentlich geringer ist als die der Flugzeuge in den frühen 80-er Jahren und die höchstzulässigen Werte nach ICAO Kap.3 deutlich unterschreitet. Für diese neue lärmarme Generation von Flugzeugen wurden jedoch bis jetzt keine Daten in der BRD veröffentlicht.

Eine Überarbeitung der ÖAL-Richtlinie 24 war im Hinblick auf die Daten für die Schallemission und auch eine event. Anpassung des Rechenverfahren an die erfolgte Entwicklung der verfügbaren Rechnerkapazität erforderlich.

## Anforderungen an ein neues Rechenverfahren

Das neue Rechenverfahren soll

- als Kenngröße jedenfalls den A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel  $L_{A,eq}$ , getrennt für Tag, Abend und Nacht und  $L_{den}$  für 24 Stunden mit 5 dB Zuschlag für den Abend und 10 dB Zuschlag für die Nacht festlegen, im Hinblick auf
  - die Kontinuität mit den bis jetzt verwendeten Größen
  - die für die Anwendung in der EU vorgeschlagene Größe  $L_{den}$
  - die Möglichkeit die Schallimmission durch den Flugbetrieb mit der durch andere Schallquellen, die mit  $L_{A,eq}$  beschrieben werden, zu vergleichen und gegebenenfalls zu addieren
  - den Vergleich mit den Planungsrichtwerten für verschiedene Gebietskategorien der Raumordnungsgesetze, die für den  $L_{A,eq}$  für Tag und Nacht bestehen
- die Emissionsdaten für die Luftfahrzeuge nach dem derzeitigen Stand der Technik festlegen

- zur Ermittlung der Schallimmission ein dem heutigen Stand der Technik entsprechendes Rechenverfahren festlegen; dabei sollte auch die Möglichkeit bestehen, die tatsächliche Höhe der Immissionsorte zu berücksichtigen.

## Rechenverfahren in anderen Ländern

Als Grundlage für die Neubearbeitung der Richtlinie in einer Arbeitsgruppe des ÖAL wurden die in anderen Ländern bestehenden bzw. international festgelegten Rechenverfahren studiert.

Im Rahmen der ECAC (European Civil Aviation Conference) wurde das Doc.No29 „Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports“ ausgearbeitet und 1986 erstmals veröffentlicht und eine zweite vollständig überarbeitete Fassung 1997 herausgegeben..

Von der ICAO (International Civil Aviation Organisation) wurde 1988 ein ICAO-Circular „Recommended Method for Computing Noise Contours around Airports“ veröffentlicht.

In den **skandinavischen Ländern** wurde 1993 das Verfahren zur Berechnung von Fluglärmschutzzonen in Air Traffic Noise Calculation – Nordic Guidelines veröffentlicht.

In der **Schweiz** wurde in den letzten 15 Jahren in der EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) ein Programm zur Berechnung von Fluglärmschutzzonen entwickelt und wird als FLULA 2 (1) eingesetzt. Sämtliche Emissionsdaten (richtungsabhängige Schallabstrahlung) der einzelnen Flugzeugtypen wurden aus Messungen von der EMPA abgeleitet.

In den **USA** besteht seit 1978 das Programm INM (Integrated Noise Model). Dieses Programm wird nicht nur in den USA für die Berechnung der Fluglärmbelastung in der Umgebung von Flughäfen angewendet sondern auch darüber hinaus in vielen anderen Ländern, bzw. viele Länder haben auf der Basis des INM ihre Programme entwickelt oder verwenden Daten daraus.

**Zusammenfassend** konnte aus dem Vergleich entnommen werden:

Als Kenngröße wird überwiegend der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel verwendet; die Berücksichtigung von Tag und Nacht ist etwas unterschiedlich.

Emissionsdaten stehen in großer Zahl im INM zur Verfügung; sehr gute Emissionsdaten, die nicht nur die Schallpegel sondern auch die Richtcharakteristik genau angeben, bestehen in der Schweiz, unmittelbar aus umfangreichen Messungen abgeleitet. Emissionsdaten bestehen auch zu den Nordic Guidelines.

Für das Rechenverfahren bestehen zwei grundsätzlich unterschiedliche Ansätze: ein einfaches Verfahren, bei dem die Immission durch den gesamten Überflug durch einen Schallereignispegel, der nur vom kürzesten Abstand Flugzeug – Immissionsort abhängt (in einigen Fällen mit Korrektur für die Flugweggeometrie), beschrieben wird, und ein genaues Verfahren, bei dem der gesamte Vorbeiflug durch Simulation mit einer sich auf dem tatsächlichen Flugweg bewegenden Punktschallquelle nachgebildet wird.

Die zusätzliche Dämpfung für die seitliche Ausbreitung wird in den verschiedenen Verfahren etwas unterschiedlich eingesetzt.

Die Topographie in der Umgebung des Flugplatzes wird in den meisten Rechenverfahren berücksichtigt.

## Vergleich der Emissionsdaten

Die Festlegung der Emissionsdaten ist von wesentlicher Bedeutung. Es wurden daher die in den verschiedenen Verfahren festgelegten Daten verglichen, sowohl für die maximalen Schallpegel als auch für die Schallereignispegel der Überflüge. Besonders interessant schien auch der Vergleich der Meßergebnisse an den Fluglärm-Meßstellen in der Umgebung des Flughafens Wien-Schwechat.

In den meisten Ländern bzw. Rechenverfahren werden die Emissionsdaten aus dem INM verwendet. In der BRD im Umweltbundesamt vorliegende dem Stand der Technik entsprechende (unveröffentlichte) Daten (im Format der AzB) und die in der Schweiz von der EMPA ausgearbeiteten und für Fluglärmrechnungen eingesetzten Daten wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Es wurden daher die Daten dieser drei Verfahren verglichen; dabei wurden alle Flugzeugtypen, mit welchen im Jahre 1997 auf dem Flughafen Wien mehr als 600 Bewegungen erfolgten, oder für die sich die Anzahl der Bewegungen um mehr als 30 % von 1996 auf 1997 vergrößert hatte (d.h. neue, in Zukunft vermehrt zu erwartende Flugzeugtypen), erfaßt.

Da die Daten zur AzB die maximalen A-bewerteten Schallpegel angeben, erfolgte für alle Flugzeugtypen der Vergleich für die maximalen Schallpegel: Diese sind im INM zum Teil direkt enthalten, für andere wurden sie aus dem Schallereignispegel nach der angegebenen Formel umgerechnet. Für den Vergleich der Schweizer Daten wurde der Vorbeiflug auf verschiedenen Flugwegen in verschiedenen Abständen vom Immissionsort sowohl eben in unterschiedlichen Höhen als auch für einige Flugzeugtypen im Steigflug und im Sinkflug simuliert und der maximale Schallpegel aus dem Schallpegelverlauf beim Vorbeiflug abgelesen. Der Vergleich zeigte, daß die Daten im wesentlichen sehr gut übereinstimmen.

## Vergleich der Rechenverfahren

Zur Ermittlung des äquivalenten Dauerschallpegels ist die Berechnung des Schallereignispegels erforderlich. Im INM ist auch der Schallereignispegel unmittelbar angegeben (alle Vergleiche erfolgten für die im INM zugrunde gelegte Geschwindigkeit von 160 km um Umrechnungen zu ersparen). Für die Berechnung des Schallereignispegels mit den AzB-Daten wurde der maximale Schallpegel mit der halben 10 dB-down-time eingesetzt. Für die Schweizer Daten erfolgte die Berechnung aus der Simulation eines Vorbeifluges in verschiedenen Abständen und Höhen. Die Ergebnisse weichen nur wenig voneinander ab. Die Werte nach der AzB weisen einen geringfügig anderen Verlauf über dem Logarithmus der Entfernung auf als die INM- und die mit den EMPA-Daten berechneten Werte.

Um event. Unterschiede der verschiedenen Verfahren für nicht ebene und geradlinige Vorbeiflüge zu ermitteln, wurden vergleichende Berechnungen des Schallereignispegels für drei Flugzeugtypen (MD 80, B 737-300, A 310) durchgeführt:

- für einen geraden Flug in verschiedenen Abständen und Höhen
- für einen Steigflug und einen Landeanflug in verschiedenen Abständen
- für den Flug auf einem Flugweg mit einem Kreisbogen vom Radius 2400 m und 90 Grad in verschiedenen Höhen bei Lage des Immissionspunktes in verschiedenen Abständen innerhalb und außerhalb des Kreisbogens.

Die Ergebnisse für den Vorbeiflug auf einem Flugweg mit einem Viertelkreisbogen weichen deutlich (in den betrachteten Punkten bis zu - 1,6 dB und + 2,3 dB, etwas unterschiedlich je nach Flugzeugtyp) von den Werten für den Flug auf dem geraden Flugweg ab. Korrekturen für die Flugweggeometrie gemäß dem ECAC-Doc.29 liefern außerhalb des Kreisbogens etwa ähnliche, innerhalb des Kreisbogens jedoch deutlich geringere Werte.

## Vorschlag für ein neues österreichisches Rechenverfahren

Aus der Zusammenstellung der in verschiedenen Ländern derzeit angewendeten Rechenverfahren ergab sich der folgende Vorschlag für ein neues Rechenverfahren in Österreich:

Als Kenngröße soll jedenfalls der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel verwendet werden und zwar für

- den Tag (6 bis 18 Uhr) -  $L_d$
- den Abend (18 bis 22 Uhr) -  $L_e$
- die Nacht (22 bis 6 Uhr) -  $L_n$  und
- Tag+Abend+Nacht,  $L_{den}$ , mit einem Zuschlag von 5 dB für den Abend und 10 dB für die Nacht

Es werden mindestens die Zonen der Schallimmission

- $L_d = 60, 65, 70$  und  $75$  dB
- $L_e = 55, 60, 65$  und  $70$  dB
- $L_n = 50, 55, 60$  und  $65$  dB und
- $L_{den} = 60, 65, 70$  und  $75$  dB

berechnet. Daraus werden die Umhüllenden der Zonen von  $L_d = 60, L_e = 55, L_n = 50$  dB, bezeichnet mit  $L_U = 60$  dB, von  $L_d = 65, L_e = 60, L_n = 55$  dB, bezeichnet mit  $L_U = 65$  dB, von  $L_d = 70, L_e = 65, L_n = 60$  dB, bezeichnet mit  $L_U = 70$  dB und von  $L_d = 75, L_e = 70, L_n = 65$  dB, bezeichnet mit  $L_U = 75$  dB ermittelt.

Je nach den Anforderungen der Raumplanung in den verschiedenen Bundesländern oder für die Festlegung von vor Lärm besonders zu schützenden Gebieten oder Standplätzen kann es zweckmäßig sein auch die Zonen mit jeweils um 5 dB geringerer Schallimmission zu berechnen.

Die Zonen werden im Maßstab 1 : 25000 dargestellt, zweckmäßig auf Folien, die auf eine Karte der Umgebung des Flughafens aufgelegt werden können. Zusätzlich sind die Zonen jedenfalls auch als dxf-files auszugeben, so daß sie in einem beliebigen anderen Maßstab gezeichnet werden können und auch in GIS übernommen werden können.

Die Anzahl der Vorbeiflüge ist mit dem Mittelwert aus der Anzahl aller Vorbeiflüge im Bezugszeitraum (den 6 verkehrsreichsten Monaten des Jahres, die nicht aufeinander folgen müssen) einzusetzen. In Ausnahmefällen kann es notwendig sein, auch den sehr starken Verkehr in kürzeren Zeiträumen zu berücksichtigen; jedoch soll keinesfalls ein Mittelwert über einen kürzeren Zeitraum als die drei verkehrsreichsten Monate gebildet werden.

In Einzelfällen kann es erforderlich sein, zusätzlich die Anzahl und die zeitliche Verteilung der Überflüge und die dabei auftretenden maximalen Schallpegel (sofern diese  $\geq 75$  dB sind) zu betrachten.

Eine Rechnung mit Simulation des Vorbeiflugs ist jedenfalls vorzuziehen und mit den jetzt verfügbaren Rechnerkapazitäten ohne Schwierigkeiten durchzuführen. Für die Simulation sollten vorzugsweise die in der Schweiz erhobenen Daten mit der jeweils zutreffenden Richtcharakteristik verwendet werden. Bei Einsetzen von Daten nur in Abhängigkeit vom kürzesten Abstand des Flugweges muß jedenfalls eine Korrektur für gekrümmte Flugwege berücksichtigt werden.

Flugweg und Profil sollen in die Rechnung gemäß Radaraufzeichnungen über die tatsächlichen Flugbewegungen eingesetzt werden.

Für die Berechnung von Fluglärmschutzzonen wird es in der Regel ausreichend sein ebenes Gelände auf Flugplatzniveau für alle Immissionspunkte einzusetzen. Für detaillierte Rechnungen für einzelne Gebiete kann es zweckmäßig sein, die tatsächliche Höhe der jeweiligen Immissionspunkte einzusetzen.

(1) G. Thomann, R. Bütikofer: FLULA2 Ein Verfahren zur Berechnung und Darstellung der Fluglärmbelastung. EMPA, Akustik und Lärmbekämpfung CH-8600 Dübendorf 7/99