



vie mediation.at



DARSTELLUNG LÄRMZONENBERECHNUNGEN ./K

# LÄRMZONENBERECHNUNG FLUGHAFEN WIEN

**GRUNDLAGEN UND ERKLÄRUNGEN FÜR BERECHNUNGEN  
UND METHODEN IM RAHMEN DES MEDIATIONSVERFAHRENS**



## PRÄAMBEL

Im bisherigen Verlauf des Mediationsverfahrens wurde in unterschiedlichen Arbeitskreisen die für die jeweilige Aufgabe erforderlichen Methoden diskutiert und im Konsens deren Verwendung beschlossen bzw. in den jeweiligen Protokollen dies festgehalten. Des Weiteren wurden die nicht direkt im Verfahren verwendeten Berechnungen auf Anfrage erläutert.

Die gegenständliche Ausarbeitung soll insbesondere die Berechnungsmethoden im Mediationsverfahrens bzw. im Evaluierungsprozess zusammenfassend dokumentieren.

Ziel ist es auch, eine Übersicht über Methoden, bzw. die Erklärung der Berechnungen festzuhalten, um zukünftig bei Änderungen diese nachvollziehen zu können.

## ALLGEMEIN

Grundsätzlich wird die Richtlinie ÖAL Nr. 24, Blatt 1 und 5, Jänner 2004, bzw. in weiterer Folge die jeweils letztgültige Ausgabe für die Berechnungen herangezogen.

Die ÖAL-RL Nr.24 sieht die Einteilung der Flugzeuge in Gruppen vor. Diese Einteilung unterscheidet Antriebsart (Propeller oder Jet), Anzahl der Triebwerke, Lärmzulassung, Nebenstromverhältnis der Triebwerke, und maximales Abfluggewicht. Die Flugbewegungen werden gemäß dieser Richtlinie in Verbindung mit den An- bzw. Abflugstrecken erfasst.

FÜR DEN FLUGHAFEN WIEN RELEVANTE FLUGZEUGGRUPPEN  
(AUSZUG AUS KLAUSURUNTERLAGE MAI 2004)  
GESAMTE LISTE SIEHE ÖAL NR. 24

<b>Gruppe</b>	<b>Beispiel</b>
P 2.1	DASH 8, ATR72, DO 328
S 1.1	YAK 40, TU 154B
S 3.2	Ilyushin 76, Ilyushin 86
S 5.1	Canadair-Jet; Bae146, FK70
S 5.2	Airbus A320, B737-800
S 5.3	MD80, TU154M
S 5.4	„leisere“ Versionen von S 5.1
S 5.5	„leisere“ Versionen von S 5.2
S 6.1	Boeing 777, Airbus A330
S 6.2	MD11, L1011
S 6.3	Airbus A 340
S 7	Boeing 747

Jeder dieser Flugzeuggruppe ist ein Profil zugeordnet, das den Lärm in Abhängigkeit von der Entfernung und dem Schub festlegt. Diese drei Komponenten sind fix miteinander verknüpft, sodass z.B. eine Änderung des Steigprofiles eine Änderung der beiden anderen Parameter bedingt.

Vorgangsweise:

- Ermittlung des jeweiligen Maximalpegels des Flugzeuges beim Vorbeiflug
- Ermittlung der allenfalls auftretenden Pegelminderung bei sehr flachem Schall-Einfallswinkel
- Ermittlung der Leistungsstufe (zum Beispiel: volle oder bereits reduzierte Startleistung), entsprechende Pegelkorrektur
- Pegelkorrektur bei gekurvtem Vorbeiflug (Immissionsorte innerhalb einer Kurve werden höher belastet als außerhalb einer Kurve)
- Berechnung der Schallenergie des gesamten Vorbeifluges unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit und damit der Dauer des Schallereignisses, Bildung des sog. Schallereignispegels LAE
- Bildung des Dauerschallpegels Leq:

Dieser wird berechnet aus der Anzahl der Vorbeiflüge der Luftfahrzeuge im Bezugszeitraum und aus den ermittelten Schallereignispegeln. Diese werden summiert und der Durchschnittswert für eine bestimmte Bezugszeit (z.B. Tag, Abend oder Nacht) gebildet.

Wird der Dauerschallpegel über 24 Stunden gebildet, erfolgt eine Gewichtung nach Tageszeiten (Zuschlag von 5 dB für den Abendzeitraum, von 10 dB für die Nachtzeit). Für Lärmkarten erfolgt die Berechnung des Dauerschallpegels über die 6 verkehrsreichsten Monate.

Untersuchungen von Frau Prof. Lang haben gezeigt, dass die theoretischen Steigprofile der einzelnen Flugzeuggruppen an der unteren Grenze der tatsächlich geflogenen liegen. Daher wird in der Theorie immer lauter gerechnet, als es in der Praxis tatsächlich gemessen wird.

Als Software zur Berechnung der Fluglärmzonen wird das INM (Integrated Noise Model) der FAA (Federal Aviation Authority) verwendet, das auch weltweit von den verschiedensten Flughäfen und Behörden eingesetzt wird. Da dieses Programm Flugzeugtypen und keine Flugzeuggruppen enthält, ist es zur Anpassung an die Berechnungsmethode in Österreich notwendig, die Daten der Profile der jeweiligen Flugzeuggruppen direkt in das INM einzugeben.

Das Gelände wird grundsätzlich eben in Höhe Flughafen angenommen, Wind, Witterung, Bebauung, Bewuchs werden nicht berücksichtigt.

Bei Starts erfolgt die Berechnung der Immission ab Startschub (Beginn des Startlaufs). Für Landungen wird die Lärmberechnung mit dem Aufsetzen beendet, allfälliger Umkehrschub wird nicht mitberechnet. Das Rollen der Flugzeuge ist in der Berechnung nicht enthalten.

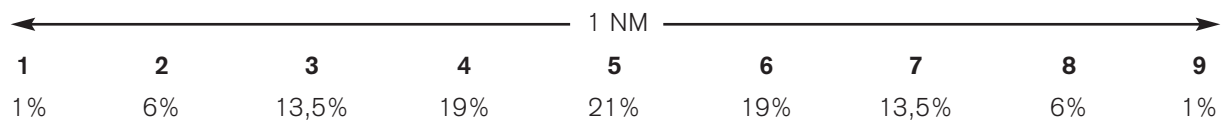
Bisher genannte Vorgangsweisen treffen für alle Berechnungen zu. Der Rechenablauf selbst ist aus dem Flussdiagramm und dem Beispiel im Anhang ersichtlich.

Die Berechnungen von Prognose und Evaluierung weisen unterschiedliche Vorgaben auf. Daher wird in den jeweiligen Fällen folgendermaßen vorgegangen:

## PROGNOSE

Der Untersuchungsraum stellt für die Leq - Berechnung ein Quadrat von 60 mal 60 km mit dem Flughafen im Mittelpunkt dar. Für die Berechnungen nach Sydney wird ein Quadrat von 40 mal 40km herangezogen, da andernfalls die Datei des berechneten Gitters zu groß wird.

In der Prognose werden die An- und Abflugstrecken entsprechend den Angaben der ACG eingegeben. Die Streubreiten betragen 1 NM. Innerhalb dieser Streubreite werden bis zur Außengrenze nach links und rechts jeweils 4 „Nebenstrecken“ gebildet, die mit Anteilen der Starts auf dieser Abflugstrecke belegt werden, um die statistische Verteilung zu simulieren. Diese Prozentzahlen wurden von dem TGM vorgegeben.



Die Landungen werden geradlinig mit 3° Sinkwinkel ab Eintritt in den Untersuchungsraum (somit ca. 30 Km zum Aufsetzpunkt) ohne Streubreiten in Pistenverlängerung (Anfluggrundlinie) angenommen. Immissionen infolge Heranführen und Einkurven auf die Anfluggrundlinie sind im Rechenmodell nicht enthalten.

## EVALUIERUNG

Für die Evaluierung werden die tatsächlich im zu evaluierenden Zeitraum geflogenen Flugspuren für die Berechnungen herangezogen. Dazu steht ein Programm der Firma Brüel&Kjaer zur Verfügung, mit dem die erfassten Radarspuren aller an- und abfliegenden Flugzeuge für das INM aufbereitet werden können. Dies kann mit vier verschiedenen Modi erfolgen:

Der Untersuchungsraum ist wie bei Prognosen mit 60 km x 60 km festgesetzt. Der Analysebereich wird im Einzelfall je nach Erfordernis festgesetzt (ca. 20 bis 30 km).

### **MODE 1: DIE EINZELNEN FLUGSPUREN WERDEN DIREKT FÜR DIE LÄRMZONENBERECHNUNG AUFBEREITET.**

**AUFBEREITUNG:** Jede einzelne Flugspur wird faktisch als Abflugstrecke betrachtet und berechnet, wobei direkt die jeweilige Flugzeuggruppe, die auf dieser Strecke geflogen ist, zugeordnet wird.

**VORTEIL:** Das Tagesgeschehen kann aufgrund jeder einzelnen Flugspur praxisnahe abgebildet werden.

**NACHTEIL:** Aufgrund der Tatsache, dass jede einzelne Flugspur berücksichtigt wird, entsteht eine sehr große Datenmenge. Der Berechnungszeitraum ist daher sehr beschränkt. In den Basisdaten selbst können keine Änderungen durchgeführt werden, Simulationen sind damit nicht möglich.

### **MODE 2: ZUSAMMENFASSUNG VON FLUGSPUREN**

**AUFBEREITUNG:** Flugspuren mit annähernd gleichem Verlauf werden zu Abflugstrecken zusammengefasst, wobei die jeweilige Bewegungsanzahl und Flugzeuggruppe der so entstandenen Strecke zugeordnet wird. Die Genauigkeit der Zusammenfassung kann entsprechend der durchzuführenden Analysen gewählt werden. Die Auflösung beträgt derzeit 1000m in einer Entfernung von 10km rund um den Flughafen (Quadrat mit 20km mal 20km mit Mittelpunkt Flughafen). Das bedeutet, dass in einer Distanz von 10 km vom Flughafen die Flugspuren, die seitlich weniger als 1000m voneinander entfernt sind, rechnerisch zusammengelegt werden.

**VORTEIL:** Durch die Zusammenfassung der Flugspuren können größere Zeiträume analysiert werden. Dieser Modus eignet sich für die Berechnung der sechs verkehrsreichsten Monate.

**NACHTEIL:** Durch die Mittelung nahegelegener Flugspuren entstehen neue Abflugstrecken mit individuellen Bezeichnungen. Damit können auch hier in den Basisdaten keine Änderungen vorgenommen werden, Simulationen sind damit nicht möglich.

### **MODE 3: AUF BASIS DER FLUGSPUREN WERDEN STATISTISCH DIE MITTELLINIE, SOWIE DIE JEWEILIGEN STREUBREITEN DER ABFLUGSTRECKEN ERMITTELT.**

**AUFBEREITUNG:** Die statistischen Werte (z.B. Standardabweichung) werden auf der Basis der Flugspuren berechnet und dargestellt. Die Anzahl der Unterteilungen der Streubreite kann von 3 bis insgesamt 9 „Nebenstrecken“ gewählt werden. Des Weiteren können in regelmäßigen Abständen entlang der Abflugstrecken automatisch Analysen der Flugspuren betreffend horizontaler und vertikaler Streuung durchgeführt werden, die in

einem Excel-File abgespeichert und dargestellt werden. Die Flugbewegungen der einzelnen Flugzeuggruppen werden den Abflugstrecken zugeordnet.

**VORTEIL:** Die Namen der Abflugstrecken bleiben erhalten, dadurch können Simulationen mit z.B. geänderten Bewegungszahlen erfolgen, da eine Zuordnung der Flugbewegungen zu den Abflugstrecken möglich ist. Die Analysen der Streubreiten in regelmäßigen Abständen geben das Flugverhalten wieder. Die Daten können auch in anderen Rechenprogrammen verwendet werden.

**NACHTEIL:** Aufgrund der anspruchsvollen Analysen ist eine hohe Rechnerleistung erforderlich. Damit verbunden ist eine Einschränkung des Analysezeitraumes auf ca. zwei Monate, sofern sämtliche Flugbewegungen in einem Rechenvorgang analysiert werden. Die Streubreiten selbst berücksichtigen jede Freigabe zum Verlassen der Abflugstrecke. Dies führt in Bereichen, in denen vorzugsweise Propellerflugzeuge freigegeben werden, zu überproportional großen Streubreiten, auf denen aber gleichmäßig die Flugbewegungen von Strahl- und Propellerflugzeugen aufgeteilt werden. Eine exakt getrennte Analyse der Jets und Props ist aufgrund fehlender Filtermerkmale nicht möglich.

#### **MODE 4: AUFBEREITUNG DER FLUGBEWEGUNGSDATEN FÜR BERECHNUNG MIT MODELLIERTEN AN- UND ABFLUGSTRECKEN**

**AUFBEREITUNG:** Aus den Flugspuren werden nur die Bewegungsdaten errechnet und für die Fluglärmzonenberechnung mittels modellierter Flugspuren aufbereitet.

**VORTEIL:** Aufgrund der eher geringen Datenmengen ist ein großer Analysezeitraum möglich. Da die Abflugstreckenbezeichnungen erhalten bleiben, können Simulationen durchgeführt werden.

**NACHTEIL:** Die Berechnung erfolgt nur auf Basis modellierter An- und Abflugstrecken, sowie Streubreiten.

#### **MODE 3 MODIFIZIERT**

Für die Anwendung in der Evaluierung hat sich als effizienteste Variante der MODE 3 erwiesen, da damit die Bezeichnungen der Abflugstrecken erhalten bleiben und damit eine Zuordnung der Flugbewegungsdaten aus anderen Vergleichszeiträumen möglich ist.

Um den Auswertzeitraum von den sechs verkehrsreichsten Monaten zu ermöglichen, wird folgendermaßen vorgegangen:

Im ersten Schritt werden die Flugspuren eines Zeitraumes von sechs Monaten für jede Pistenrichtung analysiert, wobei bei hoher Bewegungsanzahl auch nach Starts bzw. Landungen unterteilt werden kann. Die zu analysierende Datenmenge ist somit geringer, aber dennoch über den Auswertzeitraum vollständig. Diese einzeln erfassten Pistenrichtungen werden anschließend in eine Datei zusammenkopiert, mit der die Berechnungen durchgeführt werden können.

Dabei werden die horizontalen Streubreiten auch für die Landeanflüge (Berücksichtigung des „Einkurvens“ auf den Leitstrahl) statistisch ermittelt und fließt in der Berechnung mit ein. Die Steigprofile werden wiederum von der ÖAL-RL Nr.24 verwendet.

Trotz dieser Maßnahme – abgesehen von den bereits in der Beschreibung des MODE 3 angeführten Einschränkungen – treten aufgrund folgender Faktoren Unterschiede zu den tatsächlich gemessenen Werten auf:

(Auszug aus dem Anhang 1 der ÖAL-RL Nr.24, Teil 1)

## 1 ZUR DATENERFASSUNG

### 1.1 Flugwege

Bei Berechnungen der Fluglärmschutzzonen für bestehende Flughäfen sind die Flugwege mit der Zugrundelegung der mit Radar aufgezeichneten tatsächlichen Flugwege für die Berechnung sehr gut erfasst.

Bei Berechnungen für Prognosen für bestehende Flughäfen oder für neu geplante Flughäfen werden die geplanten Flugwege festgelegt und dazu die Flugprofile und die Verteilung der einzelnen Flüge in einem Streubereich um den festgelegten Flugweg abgeschätzt auf Grund der bestehenden Radaraufzeichnungen für den Ist Zustand oder für andere Flughäfen. Im tatsächlichen Betrieb können davon Abweichungen auftreten.

### 1.2 Schallemission der Luftfahrzeuge

Die Schallemission der Luftfahrzeuge wird mit den aus Messungen bei einer größeren Zahl von Abflügen und Anflügen für die einzelnen Gruppen abgeleiteten maximalen A-bewerteten Schallpegeln eingesetzt. Die Schallemission einzelner Luftfahrzeuge kann selbstverständlich davon abweichen.

Bei Prognosen muss eine Annahme über die zum Prognosezeitpunkt eingesetzten Luftfahrzeuggruppen getroffen werden.

### 1.3 Schallausbreitungsbedingungen

Die Bedingungen der Schallausbreitung werden normiert. Dabei werden die Dämpfung bei der Schallausbreitung flach über Boden (Winkel zwischen Schallausbreitungsrichtung und Boden unter 15°) und die Schallabsorption der Luft für eine festgelegte Temperatur und Luftfeuchtigkeit berücksichtigt. Wind, Temperatur, Wolkendecke usw., die im Einzelfall von Einfluß sein können, bleiben unberücksichtigt.

### 1.4 Örtliche Situation der Immissionspunkte

Die tatsächliche Höhe der Immissionspunkte sowie die Bebauung mit ihren Reflexionen oder Abschirmwirkungen werden nicht in den Berechnungen berücksichtigt, können aber von Einfluß sein. Sie können für spezielle Fragen in Einzelfällen berücksichtigt werden.

### 1.5 Verteilung der Flugbewegungen auf die Luftfahrzeuggruppen und Flugwege

Bei Berechnungen für bestehende Flughäfen wird die vom Flughafen laufend zu erfassende tatsächliche Zahl der Bewegungen der Luftfahrzeuge der einzelnen Gruppen auf den einzelnen Flugwegen im gesamten Bezugszeitraum von 6 Monaten (in Ausnahmefällen 3 Monaten) eingesetzt. Der in einzelnen Tagen oder Wochen gegebene Dauerschallpegel kann je nach Windrichtung und damit gegebenen An- und Abflugrichtungen von dem für den gesamten Zeitraum ermittelten wesentlich abweichen.

Bei Berechnungen für neue Flughäfen oder Prognosen für bestehende Flughäfen wird für den gesamten Kennzeichnungsraum eine bestimmte Verteilung der Gesamtzahl der prognostizierten Flugbewegungen auf verschie-



dene Luftfahrzeuggruppen und auf die verschiedenen Flugwege angenommen. Dabei wird der geplante Betrieb möglichst gut abgebildet, insbesondere auch die durch die Wetterbedingungen bedingte Verteilung auf die An- und Abflugrichtungen und eventuell dadurch verursachte Flugwegführungen.

## 2 ZUR ANWENDUNG (GENAUIGKEIT) DER ZONENLINIEN

Aus dem vorstehend Angeführten geht hervor, dass die Eingangsdaten und Rechenverfahren zum Teil auf Annahmen basieren. Die Rechenergebnisse können nicht genauer sein als die zur Berechnung verwendeten Daten; dies ist bei der Anwendung der Zonenlinien und bei der Planung von lärmempfindlichen Objekten grundsätzlich zu beachten.

### 2.1 Genauigkeit der Lage der Zonenlinien

Der Gradient der Iso-dB-Linien, die die Fluglärmschutzzonen begrenzen, d.h. die Abnahme der Schallimmission mit der Entfernung vom Flughafen, ist sehr gering und sollte bei der Festlegungen von Grenzen auch betrachtet werden. Als Beispiel wird angegeben, dass die Änderung der Anzahl der Flugbewegungen um 10% eine Änderung des äquivalenten Dauerschallpegels um 0,4 dB bedeutet; unter Berücksichtigung des sehr kleinen Gradienten von z.B. etwa 0,002 dB/m bei der Linie für  $LA_{eq} = 60$  dB bedeutet dies eine Verschiebung der Zonenlinie um 200 m!

### 2.2 Bedeutung der Zonenlinien

Die Schallimmission nimmt mit der Entfernung vom Flugplatz kontinuierlich ab. Die in den Karten eingezeichneten Zonenlinien grenzen Gebiete mit bestimmten Bereichen der Schallimmission ab, z. B. grenzt die 60 dB-Zonenlinie das Gebiet mit dem äquivalenten Dauerschallpegel von 55-60 dB von dem Gebiet mit 60-65 dB ab. Es darf jedoch nicht angenommen werden, dass bei Überschreiten einer Zonenlinie ein plötzlicher Abfall in der Fluglärmbelastung auftritt. Gebiete unmittelbar außerhalb einer Zonenlinie sind daher etwa gleich belastet wie die unmittelbar innerhalb dieser Linie!

(Ende des Auszuges aus dem Anhang 1 der ÖAL-RL Nr.24, Teil 1)

Für den Flughafen Wien ist noch folgendes zu berücksichtigen:

- Kurvenflug: Für Start 29 ist kein Waypoint als Drehpunkt definiert, sondern das Erreichen einer bestimmten Höhe. Aufgrund unterschiedlicher Beladungs- und Triebwerksleistungsunterschiede, sowie verschiedener Wetterbedingungen, wird der Drehpunkt in der Praxis unterschiedlich geflogen. Bei Verwendung von Modelleingaben wird dieser Drehpunkt für alle Flugzeuggruppen gleich gerechnet und orientiert sich an der „schwersten“ Flugzeuggruppe. Demzufolge ergeben sich im Abflugbereich 29 höhere Rechenwerte. Diese Differenz kann durch das Einsetzen der tatsächlichen Flugspuren vermindert werden (siehe „MODE 3“). Abgesehen davon ergibt die Rechnung meist höhere Werte, da das theoretische Steigprofil der Flugzeuggruppen entsprechend ÖAL flacher angesetzt ist als tatsächlich geflogen wird.

### 3 SIDNEY ZONEN

Die Zonen nach Sidney stellen dar, mit welcher Häufigkeit ein bestimmter Schwellwert beim Vornbeiflug in einem bestimmten Zeitraum überschritten wird. Festgelegt werden:

- Der Schwellwert für den Maximalpegel, z.B. 65 dB
- Die Schrittweite für die Darstellung der Überschreitungsanzahl; z.B. 10-15-20 ..... Überschreitungen

### 4 AUSWERTUNG DER BEVÖLKERUNGSZAHLEN

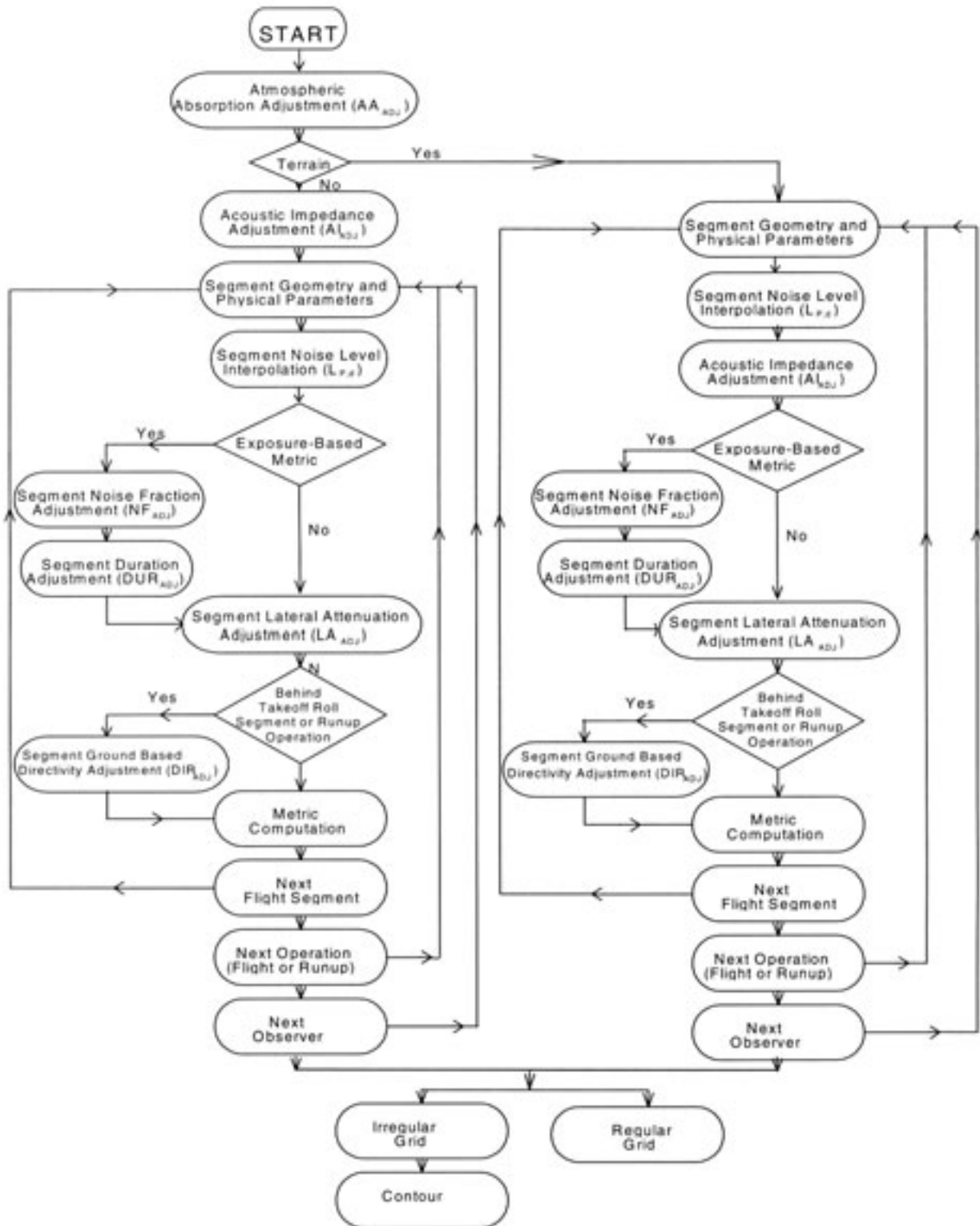
Um die Auswirkungen der Veränderungen von betrachteten Szenarien darstellen zu können, wird für die einzelnen Zonen die Anzahl der Personen ermittelt und gegenübergestellt. Dies erfolgt mit Hilfe eines GIS-Programmes (ArcMap 8), in dem die Zonen mit einem Bevölkerungsfile verschnitten werden. Dieses File enthält die geografischen Informationen der besiedelten Gebiete verbunden mit den Bevölkerungszahlen bezogen auf Zählsprenkel. Die im Verfahren bisher verwendeten Daten stammen aus dem Jahr 2001 und liegen im Nahbereich des Flughafens (Definition dafür ist etwa der Bereich der Tages-Zone mit einem äquivalenten Dauerschallpegel von 54 dB), sowie für das Stadtgebiet von Wien in Form von Blockdaten vor (Anzahl Personen pro Wohnblock). In weitere Entfernung des Flughafens wurde die Einwohneranzahl über das Ortsgebiet gerastert (100m mal 100m), sodass sich eine gleichmäßige Bevölkerungsdichte über die Ortschaft pro ha ergibt.

Die Blockdaten von Wien wurden von der MA66 zur Verfügung gestellt, die Blockdaten von NÖ vom ARC Seibersdorf erhoben, die Rasterdaten vom Büro Paula erstellt. Die Zusammenführung dieser Daten erfolgte durch das ARC Seibersdorf.

Als Ergebnis werden die Personenzahlen kumuliert für jede Zone ausgewiesen. Daraus wird die Personenanzahl pro Zone errechnet.

Anhang1: Berechnungsschema im INM

**INM 6.0 Technical Manual**



**Figure 3-1: INM 6.0 Acoustic Computation Process**

## Anhang 2

Beispiel, vereinfacht: Flugzeuggruppe S 5.2, Airbus A 320, Boeing 737-800  
Landeanflug über der Messstelle Margarethen am Moos

Ermittlung des jeweiligen Maximalpegels des Flugzeuges für einen Überflug (Landung) unter Zugrundelegung der Entfernung aus den Datentabellen ÖAL 24 Blatt 5

Die Entfernung der Messstelle zur Schwelle 34 beträgt 4100m.

Laut Modellannahme setzt das Flugzeug 300m nach der Schwelle auf.

Der Anflug wird mit einem Sinkwinkel von 3° durchgeführt.

Die Höhe über der Messstelle (=Entfernung des Flugzeuges zur Messstelle) beträgt daher 230,6m.

**Anflug**

Log s	Entf. s (m)	Pegel	P.minderung E
2,3	199,53	82,521	2,038
2,35	223,87	81,246	2,283
2,4	251,19	79,954	2,554

Der Maximalpegel L<sub>Amax</sub> im Anflug beträgt 80,9 dB (interpoliert) bei der Entfernung Flugzeug-Meßstelle von 230,6m.

Ermittlung einer allenfalls auftretenden Pegelminderung (siehe Tabelle) durch die Bodendämpfung bei sehr flachem Schall-Einfallswinkel unter 15°:

$$C = \left(1 - \frac{\sin \alpha}{\sin 15^\circ}\right) \cdot E \quad \text{Entfällt hier, da der Überflug direkt über der Messstelle erfolgt.}$$

Allfällige Pegelkorrektur in Abhängigkeit von der jeweiligen Schubleistung: Im konkreten Fall sind in dieser Entfernung (4300m) zum Aufsetzpunkt weder Zu- noch Abschläge vorgesehen

**Anflug**

s (m)	V (m/s)	H (m)	Zuschlag (dB)
-300		0	0
7400	70		0

Pegelkorrektur bei gekurvtm Vorbeiflug: hier nicht erforderlich, da es sich um einen geraden Überflug handelt

Berechnung der Schallenergie des gesamten Vorbeifluges unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit v und damit der Dauer des Schallereignisses, Bildung des Schallereignispegels LAE

Ermittlung der Vorbeiflughdauer, bei der der Schallpegel weniger als 10 dB unter LA, max liegt:

$$T = \frac{A \cdot s}{v + (s/B)} \quad \text{Konstanten lt ÖAL 24/5: } A=3, B=12; V = 70\text{m/sec, siehe Tabelle oben}$$

$$T = \frac{3 \cdot 230,6}{70 + (230,6/12)} = 7,75 \text{ sec}$$

Schallereignispegel:

$$L_{AE} = L_{A,max} + 10 \cdot \lg\left(\frac{T}{T_0}\right) \quad T \text{ ist die ermittelte Ereignisdauer, } T_0 \text{ ist 1 Sekunde}$$

$$L_{AE} = 80,9 + 10 \cdot \lg\left(\frac{7,75}{1}\right) = 89,8 \text{ dB}$$

Der LAE wird mit 89,8 dB errechnet.

Vergleich zur Messstelle Margarethen am Moos, Flugzeugtypenpegelstatistik 1995:

Pegelstatistik 1995		
	A 320	B 737-500
LA,max	78,7	79,9
LAE	87,6	87,9

Bildung des Dauerschallpegels: Die LAE-Werte aller Überflüge sind anschließend in die nachstehenden Formel einzusetzen, um den gemittelten Lärmpegel für den betrachteten Zeitraum zu erhalten. Die Zuschläge für Abend (+ 5dB ) und Nacht (+10 dB) sind gegebenenfalls entsprechend zu berücksichtigen.

$$L_{eq} = 10 \cdot \lg\left(\frac{1}{\text{Bezugszeit(Sekunden)}} \sum N \cdot 10^{(L_{AE})/10}\right) \text{ in dB}$$

(vereinfacht).