

# Analyse Zürcher Fluglärm-Index (ZFI)

September 2006



Im Auftrag von:

- HEV Dübendorf & Oberes Glattal
- VFSN, Verein Flugschneise Süd - NEIN

**kallisto management gmbh**  
grossplatzstrasse 20, 8118 pfaffhausen  
tel: 044 825 25 50 / 079 347 72 12  
www.kallisto.ch

ansprechpartner:  
thomas morf

## Inhaltsverzeichnis

	Seite:
<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
<b>Definitionen</b>	<b>4</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
Aussagen Regierungsrat	5
Analyse ZFI generell	5
<b>Analyse der Funktionen der Eckwerte im ZFI</b>	<b>6</b>
<b>Mathematische Formel zur Berechnung des ZFI</b>	<b>8</b>
<b>Die Komponenten der ZFI Formel</b>	<b>9</b>
Tag	9
Analyse der Berechnungsformel für den Tag	10
Analyse Zuschlag für erste und letzte Tagesrandstunde	11
Nacht	13
Analyse der Berechnungsformel für die Nacht	15
<b>Die Elemente des ZFI</b>	<b>16</b>
<b>Richtwert</b>	<b>16</b>
Analyse Definition Richtwert	16
<b>Analyse Eckwerte</b>	<b>17</b>
Flottenmix	17
An- und Abflugrouten	18
Bevölkerungszahl	19
Änderung Nachtsperreordnung	20
Flugbewegungen	20
<b>Massnahmen</b>	<b>21</b>
<b>Analyse der Massnahmen</b>	<b>21</b>
Änderung Flottenmix	21
Änderung An- und Abflugrouten	21
Änderung der Bevölkerungszahl	22
Änderung der Nachtsperreordnung	22
Änderung der Anzahl Flugbewegungen	22
<b>Die Analyse ZFI im Überblick</b>	<b>23</b>
<b>Was fehlt beim ZFI</b>	<b>23</b>

## Vorwort

Die vorliegende Analyse des ZFI basiert auf den öffentlich zugänglichen Informationen die vom Regierungsrat am 24.08.2006 präsentiert wurden.

Weitere fachliche Informationen stammen von Mitgliedern der Projektgruppe ZFI. Diese Informationen beschränken sich auf allgemeines Fachwissen.

Die technischen Berichte zum ZFI wurden vom Verfasser bei der Volkswirtschaftsdirektion angefordert. Sie sind jedoch erst anfangs Oktober verfügbar.

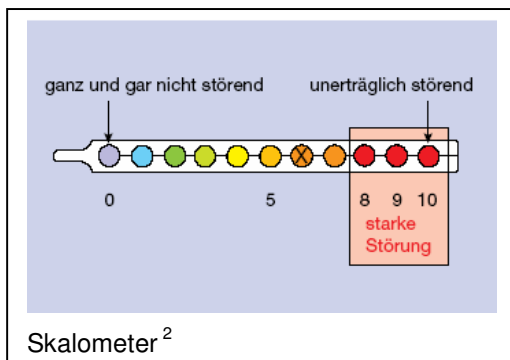
Ohne die technischen Berichte lassen sich einige Aspekte des ZFI nicht analysieren, resp. es müssen Annahmen getroffen werden.

**Die vorliegende Analyse des ZFI ist darum nicht abschliessend. Sie ermöglicht aber trotzdem einen Überblick über die Wirkungsweise und die Möglichkeiten des ZFI.**

Pfaffhausen, im September 2006  
Thomas Morf

## Definitionen

ZFI	Zürcher Fluglärm-Index
HA	highly annoyed Anzahl der „stark gestörten (~belästigten) Personen“, auch AsgP Begriff wird seit ca. 1970 in der Fachwelt verwendet
HSD	highly sleep disturbed Anzahl „stark schlafgestörter Personen“, auch AsSP
Leq	Äquivalenter Dauerschallpegel (Mittelungspegel)
L <sub>DEN</sub>	Day-Evening-Night-Pegel, ab 2007 in EU geplant
IGW	Immissionsgrenzwert Der IGW wird bei jener (Lärm) Dosis festgelegt, wo eine Wirkung von 25% HA zu erwarten ist. Gemäss Schweizerischer Lärmschutzverordnung 62 dB (Leq <sub>16</sub> )
AW	Alarmwert (Lärmschutzverordnung, LSV)
PW	Planungswert (Lärmschutzverordnung, LSV)
AWR	Aufwachreaktion = Negative Änderung der Schlaftiefe Die Anzahl AWR wird beim ZFI mit den Spitzenwerten beim Überflug berechnet
DWB	Dosis-Wirkung-Beziehung
SIL	Sachplan Infrastruktur Luftfahrt
DVO	Deutsche Ausführungsverordnung
LSV	Lärmschutz Verordnung

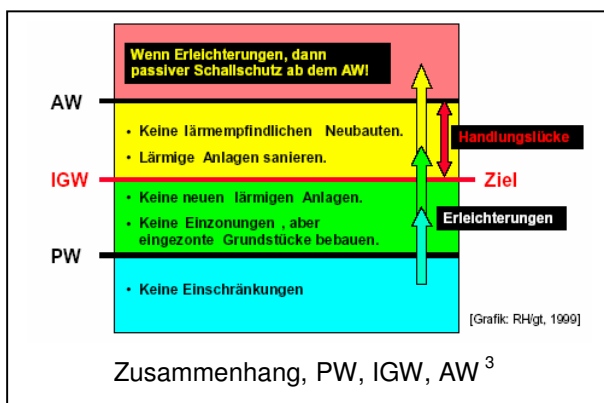


### Beispiel Dosis-Wirkung-Beziehung

Bei einer Belastung (Dosis) von 62 dB (Leq tags) ist die Wahrscheinlichkeit für starke Belästigung (Angabe 8 -10 auf Skalometer) einer Nennung 25%, d.h. von 100 Befragten werden (vermutlich) 25 eine starke Belästigung melden.<sup>1</sup>

Diese Dosis wird dann als Immissionsgrenzwert (IGW) festgelegt.

Solche Aussagen sind naturgemäss mit einer beträchtlichen Unsicherheit behaftet, da immer auch nicht akustische Faktoren mitwirken.



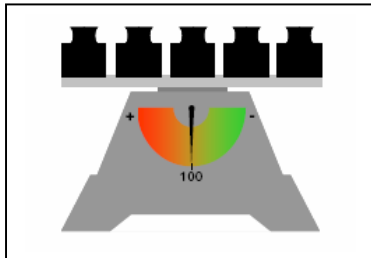
<sup>1</sup> Quelle: Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich, Vertieftes Glossar Dr. R. Hofmann

<sup>2</sup> Quelle: Dr. R. Hofmann, 25 Jahre Lärmbekämpfung – eine Bilanz, 30. Juni 1999

<sup>3</sup> Quelle: Rev. Referat von Georg Thomann anlässlich der 202. Plenarsitzung des ÖAL

## Zusammenfassung

### Aussagen Regierungsrat



Für den Regierungsrat sind bei der Fluglärmbekämpfung die betroffenen Menschen das wichtigste Kriterium, nicht die Flugbewegungen.

Der ZFI ist dabei (Fluglärmbekämpfung, Red.) ein wichtiger Bestandteil, dem nicht nur im Vollzug, sondern bereits bei der Erarbeitung des Objektblatts Flughafen Zürich zum Sachplan Infrastruktur Luftfahrt (SIL) grosse Bedeutung zukommt.

Der ZFI funktioniert wie eine Waage. Dabei zeigt er, auf Grund welcher Änderung eines Eckwertes, welche Veränderung der Anzahl stark belästigter Personen statt gefunden hat.

### Analyse ZFI generell

Dass für den ZFI die betroffenen Menschen das wichtigste Kriterium sind, kann nicht festgestellt werden. Im Gegenteil, ein Rückgang der Lärmbelastung infolge verbesserter Technik bei den Fluggeräten, kommt einzig und alleine den möglichen Flugbewegungen zu Gute. So ermöglicht eine Reduktion des Dauerschallpegels ( $Leq_{16}$ ) um 3 dB eine Verdoppelung der Flugbewegungen – ohne dass sich der Monitoringwert verändert. Weder in der Präsentation noch im Regierungsratsbeschluss 1159 ist ein Hinweis vorhanden, dass die betroffene Bevölkerung an technischen Verbesserungen partizipieren könnte.

Weiter kann festgestellt werden, dass die Hauptursachen für die bestehenden Probleme (zusätzliche Ost- und neue, provisorische Südanflüge) am Flughafen Zürich vom ZFI nur bescheiden erfasst und abgebildet werden.

Auch wenn im ZFI neue Ansätze aus der Lärmforschung einbezogen werden, für die Abbildung der Problematik der zusätzlichen Ost- und den neuen Südanflügen ist der äquivalente Dauerschallpegel ( $Leq_{16}$ ) nicht geeignet.

Durch die Verwendung der Dosis-Wirkung-Beziehung (DWB) von Miedema im ZFI, resultieren in Gebieten mit sehr grossem Fluglärm signifikant weniger stark betroffene Menschen, als dies z.B. mit der DWB nach Oliva (Grundlage für die LSV) der Fall wäre. Der ZFI verwendet ab 60 dB ( $Leq_{16}$ ) eine DWB, die dem Willen des Bundesgerichtes widerspricht (Entscheid vom 8.12.2000 bezüglich Festlegung der Lärmgrenzwerte). Dass mit der DWB von Miedema auch die betroffenen Menschen unter einem  $Leq_{16}$  von 54 dB erfasst werden, ist positiv und ein Schritt in die richtige Richtung.

Für den Tagesrandzuschlag sind zwei Varianten denkbar: a) Der Zuschlag erfolgt auf dem realen  $Leq_{16}$  Wert und erhöht ihn. b) Mit dem Zuschlag wird die Lärmkurve verändert. Das bewirkt, dass sich die Fläche der entsprechenden Lärmkurve vergrössert und demzufolge ein grösseres Gebiet mit den darin lebenden Menschen erfasst wird.

Mit Variante b) würde eine grössere Anzahl HA resultieren.

Bezüglich der zu ergreifenden Massnahmen kann festgestellt werden, dass der Regierungsrat bei keinem Eckwert eine direkte Möglichkeit hat, diesen nachhaltig zu beeinflussen. Dort wo noch minimale Chancen für Massnahmen bestehen, dürften politische und/oder wirtschaftliche Faktoren Massnahmen ausschliessen.

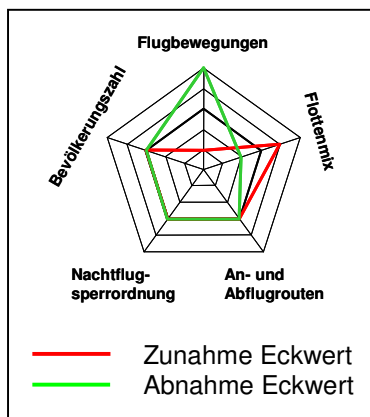
Der Regierungsrat kommuniziert eine fixe Zahl, die eine extrem hohe Bedeutung hat und mit einer komplexen, nur von Fachleuten verständlichen Formel, errechnet wird. Gleichzeitig erklärt der Regierungsrat, dass dies Zahl „nicht höchsten wissenschaftlichen Ansprüchen genügen muss“ und nicht absolut sei.

Auch wenn sich belegen lässt, dass dieser „Widerspruch“ für künftige Auswertungen (Monitoring) nicht von Belang ist, für das dringend benötigte politische Vertrauen in die Flughafenpolitik der Regierung ist der ZFI ungeeignet.

Im Gegensatz zu den diversen Plafonierungsinitiativen, die eine obere Grenze der Flugbewegungen festlegen wollen, erscheint der ZFI eher als eine Plattform von 325'000 Flugbewegungen, von der aus diese weiter gesteigert werden können.

### Zusammenfassung der Funktionen der Eckwerte im ZFI

Die folgende Zusammenfassung zeigt Wirkungsweise, Abhängigkeiten und die Eignung als Massnahme der einzelnen Eckwerte auf. Die detaillierte Analyse kann den entsprechenden Kapiteln entnommen werden.



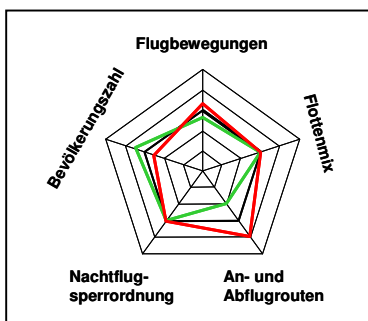
#### Änderung Flottenmix

Änderungen im Flottenmix haben nur Auswirkungen auf die Anzahl Flugbewegungen.

Bei einer infolge von leiseren Fluggeräten bewirkten Reduktion des Mittelungspegels ( $Leq_{16}$ ) um 3 dB, können die Flugbewegungen verdoppelt werden, ohne dass sich der Monitoringwert ändert.

Der Trend zu leiseren Fluggeräten dürfte auch weiterhin anhalten, die Anzahl Flugbewegungen kann damit substantiell gesteigert werden, ohne dass sich damit der Monitoringwert ändert.

Der Flottenmix kann vom Regierungsrat nur indirekt über lärmabhängige Start- und Landegebühren beeinflusst werden.



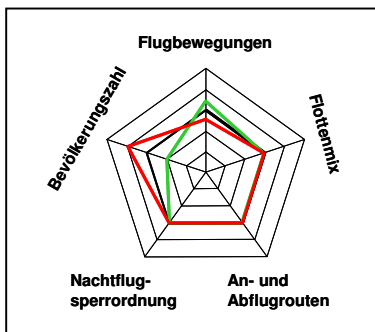
#### Änderung An- und Abflugrouten

Jede Änderung der An- und Abflugrouten führt zu einer Veränderung der Lärmkurven und damit auch zu einer Veränderung der Zahl der betroffenen Menschen.

Die Auswirkungen auf den Monitoringwert wirken sich jedoch nicht 1:1 aus, da durch die Verwendung der DWB nur ein Bruchteil der betroffenen Bevölkerung in einem Hektarquadrat relevant ist.

Die Auswirkungen von Änderungen der An- und Abflugrouten dürften darum auch die Anzahl Flugbewegungen nur geringfügig beeinflussen.

Auf Grund gültiger Gesetze und dem bestehenden Pistensystem, sind grundsätzlich neue An- und Abflugrouten ohne neue Pisten am Flughafen Zürich kaum möglich. Der Handlungsspielraum des Regierungsrates ist hier beschränkt.



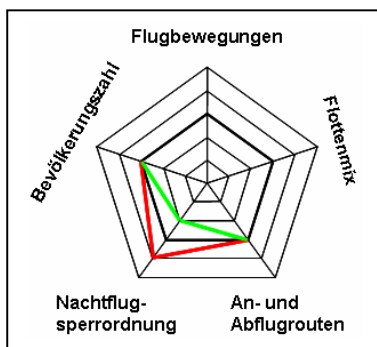
### Änderung der Bevölkerungszahl

Das Risiko, dass die Bevölkerungszahl gravierende Auswirkungen auf dem Monitoringwert hat, ist auf Grund der LSV gering und kalkulierbar.

Für den Regierungsrat sind folgende Massnahmen zur Beeinflussung dieses Eckwertes denkbar:

- Umsiedlung von grossen und bevölkerungsreichen Gebieten. Kleine, schwach bevölkerte Gebiete hätten infolge der DWB nur marginalen Einfluss auf den Monitoringwert.
- Rückzonung von unbebautem Bauland in der näheren Umgebung des Flughafens.

Beide Massnahmen dürften weder aus politischer noch aus finanzieller Sicht realistisch sein.



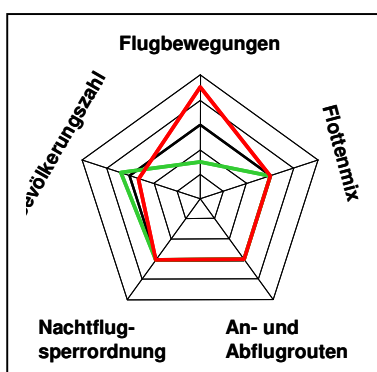
### Änderung der Nachtsperordnung

Eine Analyse der Auswirkung kann infolge noch nicht publizierter Unterlagen nicht vorgenommen werden.

Eine Verkürzung der Nachtsperordnung kann aus heutiger Sicht ausgeschlossen werden.

Eine Verlängerung dürfte politisch kaum durchsetzbar sein.

An diesem Eckwert kann und wird der Regierungsrat mit grosser Wahrscheinlichkeit auf längere Zeit nichts ändern.



### Änderung der Anzahl Flugbewegungen

Der einzige Eckwert, der sich substantiell ändern kann. Das grosse Potential für die Steigerung dieses Eckwertes liegt in den technischen Verbesserungen der Fluggeräte (leisere).

Eine Änderung der Anzahl Flugbewegungen wirkt sich auf Grund der Berechnungsmethodik aber relativ schwach auf den Monitoringwert aus.

Der ZFI wird kaum je dazu führen, dass die Flugbewegungen begrenzt werden müssen, denn die Reserven sind mehr als genügend. Mit den zu erwartenden Verbesserungen im Flottenmix, dürfte zudem die resultierende Anzahl möglicher Flugbewegungen die Kapazität des bestehenden Pistensystems bei weitem übersteigen.

## Mathematisch Formel zur Berechnung des ZFI

$$\mathbf{ZFI = HA + HSD}$$

$$\mathbf{HA} = \sum_i N_{pop,i} \cdot \frac{\%HA_i}{100} \quad \%HA_i = -1.395 \cdot 10^{-4} \cdot (Leq_{16,i}^* - 42)^3 + 4.081 \cdot 10^{-2} \cdot (Leq_{16,i}^* - 42)^2 + 0.342 \cdot (Leq_{16,i}^* - 42)$$

$$\mathbf{HSD} = \sum_i N_{pop,i} \cdot \frac{\%HSD_i}{100} \quad \%HSD_i = GsS \cdot AWR_i \quad GsS = 100 \cdot \frac{C}{A \cdot B}$$

$$AWR_i = \sum_j AWR_{ij} = \sum_j n_j \cdot \int H_{ij}(L_{AS,max} + D) \cdot P_{AWR,ij}(L_{AS,max} + D)$$

$$P_{AWR,ij}(L_{AS,max} + D) = 1.894 \cdot 10^{-5} \cdot (L_{AS,max,ij} + D)^2 + 4.008 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{AS,max,ij} + D) - 3.3243 \cdot 10^{-2}$$

### Zeichenerklärung:

ZFI	Zürcher Fluglärm-Index
HA	highly annoyed, Anzahl der „stark gestörten (~belästigten) Personen“
HSD	highly sleep disturbed, Anzahl „stark schlafgestörter Personen“
$N_{pop,i}$	Anzahl Personen pro Hektarpunkt
$Leq_{16,i}$	Äquivalenter Dauerschallpegel über 16 Stunden, 06:00 Uhr – 22:00 Uhr
$L_{AS,max}$	Maximal Pegel eines Überfluges
GsS	Gewichtsfaktor für starke Schlafstörung
AWR	Aufwachreaktion = Negative Änderung der Schlaftiefe
A	Anteil der spontanen Reaktionen, welche als kritisch zu werten sind
B	Anzahl spontaner Reaktionen, die im Mittel pro Nacht ohne Lärmeinfluss auftreten
C	Anteil der exponierten Bevölkerung, die sich im Schlaf als stark gestört bezeichnet
D	Einfügungsdämpfung (Korrektur von -15dB auf den $L_{as,max}$ , Lautstärke im Innenraum bei einem Fenster, das einen spaltbreit geöffnet ist).
$P_{AWR}$	Aufwachwahrscheinlichkeit bei einem vorgegebenen Maximal Pegel
$n_j$	Anzahl Flugbewegungen
$H_{ij}$	Maximalpegelhäufigkeitsverteilung



### Die Komponenten der ZFI Formel

#### Tag

$$HA = \sum_i N_{pop,i} \cdot \frac{\%HA_i}{100}$$

Diese Formel beschreibt die Bildung der Summe aller im Dosisbereich Tag, > 47 dB (Leq<sub>16</sub>) liegenden gestörten Personen.

**ZFI = HA + HSD**

$$HA = \sum_i N_{pop,i} \cdot \frac{\%HA_i}{100}$$

$$\%HA_i = -1.395 \cdot 10^{-4} \cdot (Leq_{16,i} - 42)^3 + 4.081 \cdot 10^{-2} \cdot (Leq_{16,i} - 42)^2 + 0.342 \cdot (Leq_{16,i} - 42)$$

$HSD = \sum_i N_{pop,i} \cdot \frac{\%HSD_i}{100}$       $\%HSD_i = G_{HS} \cdot AWR_i$       $G_{HS} = 100 \cdot \frac{C}{A \cdot B}$

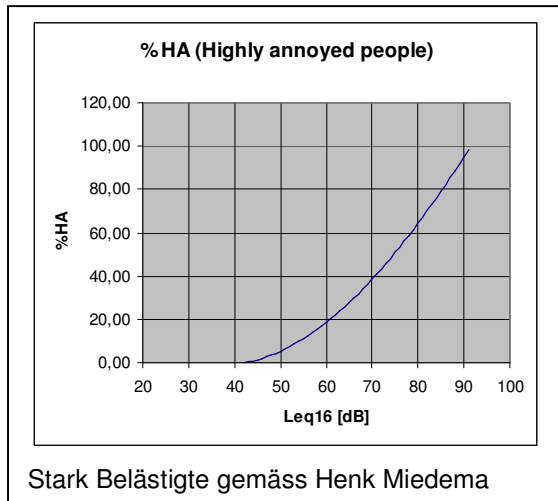
$AWR_i = \sum_j AWR_{i,j} = \sum_j \int H_j(L_{A1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22}) \cdot P_{AWR_j}(L_{A1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22} - D)$

$P_{AWR_j}(L_{A1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22} - D) = 1.894 \cdot 10^{-7} \cdot L_{A1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22}^2 + 4.1008 \cdot 10^{-4} \cdot L_{A1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22} - 3.3243 \cdot 10^{-2}$

Der ZFI ist in seiner Grundidee sehr einfach. Er beruht auf der Einteilung des Gebietes rund um den Flughafen in Quadrate von 100 x 100 Metern. Diese Quadrate werden Hektarquadrate genannt. Für jedes dieser Quadrate gibt es eine berechnete Fluglärmbelastung, die so genannte „Dosis“. Für den Tag ist dies eine Angabe des Mittelungspegels über 16 Stunden (z.B. 55 dB).

Dabei werden die Flüge in den Tagesrandstunden (06-07 und 21-22 Uhr) mit einem Zuschlag von 5 dB auf den Leq<sub>16</sub> belegt, bevor die Pegel in die Berechnung des Mittelungspegels eingehen <sup>4</sup>.

$$\%HA_i = -1.395 \cdot 10^{-4} \cdot (Leq_{16,i}^* - 42)^3 + 4.081 \cdot 10^{-2} \cdot (Leq_{16,i}^* - 42)^2 + 0.342 \cdot (Leq_{16,i}^* - 42)$$



Diese Formel dient zur Bestimmung des Prozentsatzes der Anzahl stark gestörter Personen in Abhängigkeit des 16 Stunden Mittelungspegels (Leq<sub>16</sub>).

Je höher der Leq<sub>16</sub>, umso mehr Personen fühlen sich prozentual stark gestört (vergl. Skizze).

Die DWB beruht auf der Formel von Henk Miedema <sup>5</sup>

In dieser Formel ist der Zuschlag für die Tagesrandstunden nicht enthalten.

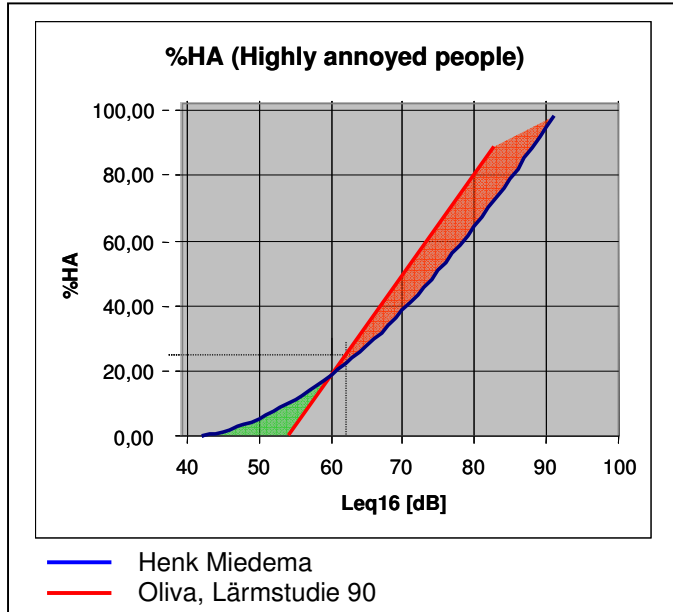
**Beispiel:**

Bei einem Leq<sub>16</sub> von 70 dB fühlen sich 38.5% der Personen stark gestört.

<sup>4</sup> Quelle: Newsletter zur Zürcher Flughafenpolitik, September 2006

<sup>5</sup> Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals, Henk M.E. Miedema and Catharina G.M. Oudshoorn. <http://www.ehponline.org/members/2001/109p409-416miedema/miedema.pdf>

**Analyse der Berechnungsformel für den Tag**



**Dosis-Wirkung-Beziehung (DWB)**

Ein Vergleich der DWB von Henk Miedema und Oliva (Lärmstudie 90, Basis für LSV) zeigt folgendes:

- Miedema rechnet ab 42 dB, Oliva ab 54 dB Belastung (Leq<sub>16</sub>)
- Die beiden Linien schneiden sich bei 60 dB, dies entspricht 18.6% stark gestörter Personen

**Die DWB von Oliva ist die Basis für die Lärmschutzverordnung des Bundes. Der ZFI auf der Basis von Miedema unterschreitet ab 60 dB (Leq<sub>16</sub>) die LSV signifikant.**

Mit der DWB von Miedema im ZFI werden demzufolge auch Personen als „stark gestört“ erfasst, die in einem Hektarquadrat mit einer Lärmbelastung unter 54 dB (Leq<sub>16</sub>) leben. Die Untergrenze liegt im ZFI bei 47 dB (Leq<sub>16</sub>) (= 2.7% Anteil an stark gestörten Personen). In diesem Bereich resultieren mit der DWB von Henk Miedema mehr stark gestörte Personen.

**Dies ist grundsätzlich sehr positiv und ein Schritt in die richtige Richtung.**

Ab 60 dB (Leq<sub>16</sub>) resultiert, gegenüber der DWB Oliva, mit dem ZFI eine kleinere Anzahl stark gestörter Personen.

Solange der Richtwert wie auch der Monitoringwert immer mit der gleichen DWB berechnet werden, bleibt dies ohne Auswirkung auf das Verhältnis der Änderung.

Um den Flughafen Zürich liegen jedoch einige sehr stark besiedelte Gebiete (Opfikon-Glattbrugg, Zürich-Schwamendingen, Kloten). Da sich diese Gebiete zudem nahe an den Pistenenden befinden, sind die Leq<sub>16</sub>-Werte dementsprechend hoch (> 65 dB).

**Wenn nun der ZFI wie geplant im SIL-Prozess für die Beurteilung von An- und Abflugvarianten verwendet wird, kann dieser Unterschied der DWB aber von Bedeutung sein, denn durch die Verwendung der DWB von Miedema resultieren in Gebieten mit sehr grossem Fluglärm signifikant weniger stark betroffene Menschen, als dies mit der DWB nach Oliva der Fall wäre.**

**Beispiel:** Opfikon-Glattbrugg<sup>6</sup>, Leq<sub>16</sub> = 65 – 70 dB.

Leq <sub>16</sub>	HA Miedema	HA Oliva	Differenz abs.	Differenz relativ
65	27.7%	34.2%	+ 6.5%	+ 23.5%
70	38.5%	49.7%	+ 11.2%	+ 29.0%

Die exakten Auswirkungen der Vor- und Nachteile der DWB von Miedema können nur Modellrechnungen aufzeigen.

<sup>6</sup> Quelle: Unique, Fluglärmbelastung 2004, Karte 1, Gesamtverkehr Tag, EMPA

## Wesen und Wirkung des Äquivalenten Dauerschallpegels

Äquivalente Dauerschallpegel korrelieren gut mit der mittleren Störwirkung über längere Zeiträume.

Äquivalente Dauerschallpegel sind nur begrenzt geeignet zur Beschreibung von Betriebsszenarien mit wenigen Flugbewegungen.

Mit einer Verdoppelung der Bewegungszahlen erhöht sich der Mittelungspegel um 3 dB.

Obwohl sich die Fachleute einig sind, dass der Mittelungspegel  $Leq_{16}$  die Lärmsituation in speziellen Situationen, wie z.B. durch die zusätzlichen Ost- und neuen Südanflüge, nur ungenügend abbilden kann, basiert der ZFI auf diesem ungeeigneten Lärmmass.

## Analyse Zuschlag für erste und letzte Tagesrandstunde

Um die unbefriedigende Situation in den Tagesrandstunden zu entschärfen, werden diese im ZFI mit einem Zuschlag von 5 dB belastet.

Der Zuschlag wird wie folgt berechnet:

Auf dem  $Leq_1$  der Tagesrandstunde werden 5 dB addiert. Dieser Wert geht dann als 1/16 in die Berechnung des  $Leq_{16}$  ein.

Pro Tagesrandstunde resultiert damit ein Zuschlag von ca. 1 dB auf den gesamten  $Leq_{16}$ .

Da in den Unterlagen der Volkswirtschaftsdirektion keine weiteren Angaben ersichtlich sind, werden folgende, mögliche Varianten verglichen:

- a) Der Zuschlag erfolgt auf dem realen  $Leq_{16}$  Wert und ihn. Mit diesem höheren  $Leq$ -Wert wird anschliessend der Prozentsatz der HA berechnet.
- b) Mit dem Zuschlag wird die Lärmkurve verändert. Das bewirkt, dass sich die Fläche der entsprechenden Lärmkurve vergrössert und demzufolge ein grösseres Gebiet mit den darin lebenden Menschen erfasst wird.

### Zu a)

Diese Variante (entspricht in etwa dem  $L_{DEN}$ ) würde den  $Leq_{16}$  Wert nur geringfügig anheben. Aus der entsprechenden DWB würden ca. 2% mehr stark gestörte Personen resultieren. Ein bescheidenes Resultat, das kaum der kommunizierten Absicht des Regierungsrates entsprechen würde.

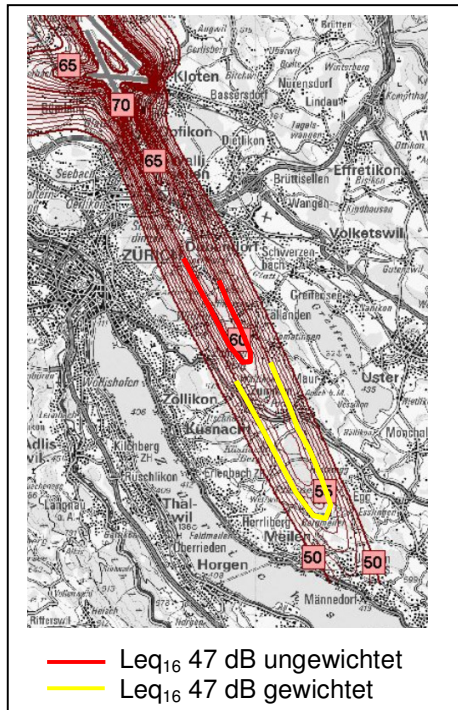
Dazu hält R. Hofmann<sup>7</sup> fest: „Wer davon allerdings eine wesentlich schärfere Beurteilung des Lärms durch Südanflüge erwartet, sieht sich getäuscht. Die Berechnung ergibt für Melchrüti (Gde. Wallisellen, Red.) einen  $L_{DEN}$  von 57.9 dB, verglichen mit dem  $Leq(LSV)$  ( $Leq_{16}$ , Red.) von 55.9 dB.

Eine Bewertung mit dem in der EU geplanten  $L_{DEN}$  würde zwar die Beurteilung im Gebiet der Südanflüge leicht verschärfen, ohne aber zu einem grundsätzlich anderen Ergebnis zu führen als das heutige schweizerische Verfahren.

---

<sup>7</sup> Quelle Lärmbelastung von Wallisellen durch Südanflüge, August 2004, R. Hofmann

Zu b)



Die folgenden Angaben beruhen auf Schätzungen und einer Publikation des DLR<sup>8</sup>.

Aus dem Malus von 5 dB resultiert eine Erhöhung des  $Leq_{16}$  von ca. 1 dB.

Gemäss Isermann entspricht eine Absenkung um 1 dB einer Flächenzunahme der Kontur um ca. 20%.

Überträgt man nun die Erkenntnisse z.B. auf eine Lärmkarte der Südanflüge (vBR, Konzept 3 Süd), so dürfte für die reale Situation 2004/2005 der „ $Leq_{16}$  47 dB ungewichtet“ (siehe Karte, rot) resultieren.

Mit der Absenkung infolge des Zuschlages für die Tagesrandstunde resultiert in etwa die Kontur „ $Leq_{16}$  47 dB gewichtet“ (siehe Karte, gelb).

Diese Flächenzunahme der Kontur um ca. 20% betrifft selbstverständlich sämtliche Himmelsrichtungen.

Mit dieser Variante würden, bei entsprechender Besiedelung, bedeutend mehr Menschen von ZFI erfasst. Zu beachten ist, dass auch bei diesem gewichteten  $Leq$ -Wert von 47 dB, gemäss DWB lediglich 2.7% der Bevölkerung in einem Hektarquadrat als stark gestört gelten.

Mit grosser Wahrscheinlichkeit dürfte diese Variante b) im ZFI zur Anwendung kommen.

<sup>8</sup> Ullrich Isermann, DLR, Einführung zum Themenkomplex Fluglärmbewertung, Effekt von Grenzwertabsenkungen

**Nacht**

$$HSD = \sum_i N_{pop,i} \cdot \frac{\%HSD_i}{100}$$

Formel 1)

Diese Formel beschreibt die Bildung der Summe aller im Dosisbereich Nacht, > 37 dB (Leq<sub>8</sub>) liegenden gestörten Personen auf der Basis der Hektarquadrate.

**ZFI = HA + HSD**

Formel: 1)  $\sum_i N_{pop,i} \cdot \frac{\%HSD_i}{100}$  2)  $\%HSD_i = GsS \cdot AWR_i$  3)  $GsS = 100 \cdot \frac{C}{A \cdot B}$

$HSD = \sum_i N_{pop,i} \cdot \frac{\%HSD_i}{100}$

$\%HSD_i = GsS \cdot AWR_i$

$GsS = 100 \cdot \frac{C}{A \cdot B}$

4)  $AWR_i = \sum_j AWR_{ij} = \sum_j n_j \cdot \int H_{ij}(L_{AS,max} + D) \cdot P_{AWR,ij}(L_{AS,max} + D)$

5)  $P_{AWR,ij}(L_{AS,max} + D) = 1.884 \cdot 10^{-5} \cdot \beta_{AS,max} \cdot D^2 + 4.008 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{AS,max} \cdot D - 3.3243 \cdot 10^{-2}$

$$\%HSD_i = GsS \cdot AWR_i$$

Formel 2)

Diese Formel bildet die Summe in % aller stark schlafgestörten Personen.

GsS = Gewichtungsfaktor für starke Schlafstörung (siehe Formel 3)

$$GsS = 100 \cdot \frac{C}{A \cdot B}$$

Formel 3)

A = Anteil der spontanen Reaktionen, welche als kritisch (erfolgtes Aufwachen, an das man sich erinnert) zu werten sind. A = 0.04<sup>9</sup>

B = Anzahl spontane Reaktionen, die im Mittel pro Nacht ohne Lärmeinfluss auftreten. B = 24<sup>9</sup>

C = Anteil der exponierten Bevölkerung, die sich im Schlaf als stark gestört bezeichnet. C = 0.25 (empirisch festgelegt)

$$AWR_i = \sum_j AWR_{ij} = \sum_j n_j \cdot \int H_{ij}(L_{AS,max} + D) \cdot P_{AWR,ij}(L_{AS,max} + D)$$

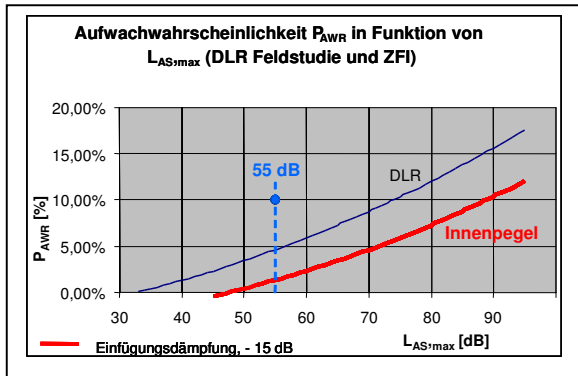
Formel 4)

Mit dieser Formel werden die Anzahl Aufwachreaktionen aufsummiert unter Berücksichtigung des Maximalpegels von jedem einzelnen Fluggerät.

<sup>9</sup> gemäss Studien des DLR (Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt), Schutzkonzept Leipzig

$$P_{AWR,ij}(L_{AS,max} + D) = 1.894 \cdot 10^{-5} \cdot (L_{AS,max,ij} + D)^2 + 4.008 \cdot 10^{-4} \cdot (L_{AS,max,ij} + D) - 3.3243 \cdot 10^{-2}$$

Formel 5)



Dieser Wert dient als Multiplikator in der Formel 4) zur Berechnung der Anzahl Aufwachreaktionen. Er zeigt auf, wie viele Personen bei einer bestimmten maximalen Lärmgrösse als stark gestört gelten.

Dies geschieht im ZFI durch die (konservative) Annahme, dass 1 zusätzliche AWR pro Nacht als Indikator für „starke Schlafstörung“ dienen soll. Eine solche Annahme ist plausibel, aber natürlich nicht unumstritten<sup>9</sup>.

Die Berechnung der Wahrscheinlichkeit von AWR beruht auf der Feldstudie des DLR (Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt). Akustische Basis ist der Maximalpegel beim Überflug, also nicht der Mittelungspegel Leq.

Der Maximalpegel wird noch mit der Einfügungsdämpfung reduziert (Korrektur von -15dB auf  $L_{as,max}$ , Lautstärke im Innenraum bei einem Fenster, das einen spaltbreit geöffnet ist).

**Beispiel:** Bei einem Überflug mit 90 dB ( $L_{AS,max}$ ) beträgt die Aufwachwahrscheinlichkeit ca. 10%. Das bedeutet, dass nach **zehn** Überflügen mit 90 dB ( $L_{AS,max}$ ) eine Aufwachreaktion (Faktor = 1) gegeben ist.

Im Gegensatz dazu stellt eine Studie der ETHZ<sup>10</sup> kurz zusammengefasst<sup>11</sup> fest:

- $L_{AS,max}$  grösser als 45 bis 50 dB(A) (Innengeräusch, Red.) führt zu einem Verlust an Schlafentiefe
- $L_{AS,max}$  von 55 dB(A) bewirkt 10 % Aufwachwahrscheinlichkeit
- Aufwachwahrscheinlichkeit steigt mit zunehmendem  $L_{AS,max}$
- Ein präventives Schutzziel ist ein  $L_{AS,max}$  kleiner als 50 bis 55 dB(A)
- Die Aufwachwahrscheinlichkeit kumuliert sich mit der Anzahl Lärmereignisse. Daher führen 10 Spitzen mit  $L_{AS,max}$  von 55 dB(A) zu einer Aufwachwahrscheinlichkeit von 100 %.

<sup>9</sup> Quelle: Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich, Vertieftes Glossar, Dr. R. Hofmann

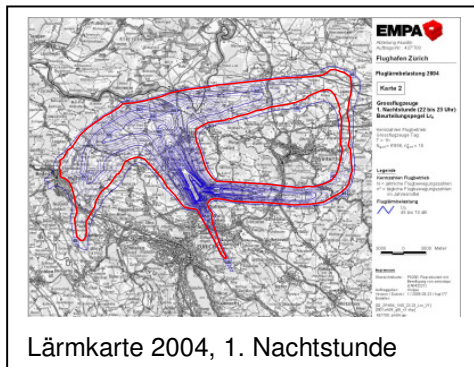
<sup>10</sup> Brink, Mark: Schlafqualität und Fluglärm in den Nachtstunden; Methodik und erste Ergebnisse einer laufenden Feldstudie im Umkreis des Zürcher Flughafens, Akustisches Kolloquium an der ETHZ vom 28.1.04

<sup>11</sup> Lärmstudie Südanflug, Ingenieurbüro R. Müller, Küssnacht

## Analyse der Berechnungsformel für die Nacht

„Stark schlafgestörte Personen“ existieren gemäss Definition ZFI nur am Abend nach 22:00 Uhr bis 23:00 Uhr, resp. bis 23:30 Uhr bei Flügen zum Abbau von Verspätungen.

Warum definiert der ZFI „stark schlafgestörte Personen“ nicht auch für die Morgenstunde zwischen 06.00 bis 07:00 Uhr und am Wochenende z.B. bis 08:00 Uhr?



Das Abbruchkriterium für Berechnungen im ZFI liegt bei 37 dB ( $Leq_8$ ). Damit werden Gebiete, auf die diese Berechnungsart angewendet wird, kleiner als sie bei einem Perimeter mit  $Leq_1$  ausfallen würden.

Auf eine Modellrechnung für die Nachtformel muss auf Grund diverser dem Verfasser nicht zugänglicher Unterlagen verzichtet werden.

Auch wenn damit keine abschliessende Analyse möglich ist, die extremen Beurteilungsunterschiede in den Studien der ETHZ und dem DLR bezüglich der Aufwachreaktionen lassen berechnete Zweifel an der generellen Ausgereiftheit von Nacht-Formeln aufkommen.

Grundsätzlich wird mit einer eigenen Beurteilungsmethode für die Nacht von der Lärmforschung ein vernünftiger und notwendiger Ansatz verfolgt.

## Die Elemente des ZFI

Der ZFI besteht aus:

Richtwert  
Eckwerte:  
Flugbewegungen (2000)  
Bevölkerungszahlen (2000)  
Flottenmix (2004)  
An- und Abflugrouten (2004)  
Nachtflugsperrordnung (gem. beantragtem vBR)  
Monitoringwert  
Bericht  
Massnahmen

### Richtwert

Definition Richtwert gemäss Regierungsrat

- Als maximaler Richtwert soll die Zahl der von Fluglärm am Tag stark belastigter bzw. im Schlaf stark gestörter Personen bei 47'000 begrenzt werden
- Der Richtwert (fix), legt die Grenze der Anzahl von Fluglärm belastigten Personen fest
- Mit dem Richtwert wird eine «Gewichtslimite» festgelegt, die nicht überschritten werden darf

### Analyse der Definition Richtwert

Der Regierungsrat hält aber auch fest:

- Der ZFI erfasst die Anzahl der von Fluglärm belastigten Personen **nicht absolut**.
- Nicht die absolute Zahl ist massgebend, sondern die Veränderung.
- (RRB 1159) Die im Rahmen des ZFI erhobenen Daten können sich der Zahl nur schätzungsweise nähern. Das schadet der Qualität des ZFI jedoch nicht, denn dieser dient dazu, Veränderungen zu erfassen und zu beurteilen.  
Sie müssen nicht höchsten wissenschaftlichen Ansprüchen genügen, sondern eine nach dem heutigen Stand der Wissenschaft (Lärmwirkungsforschung) vertretbare Grundlage für die Zwecke des ZFI bilden.  
Es ist deshalb davon auszugehen, dass die Grundlagen des ZFI in den kommenden Jahren noch verbessert werden.

#### ZFI schafft kein Vertrauen:

**Einerseits kommuniziert der Regierungsrat eine fixe Zahl, die eine extrem hohe Bedeutung hat und mit einer komplexen, nur von Fachleuten verständlichen Formel, errechnet wird. Gleichzeitig erklärt der Regierungsrat, dass diese Zahl „nicht höchsten wissenschaftlichen Ansprüchen genügen muss“ und nicht absolut sei.**

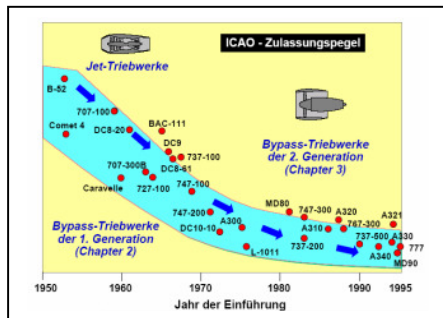
**Auch wenn sich belegen lässt, dass dieser „Widerspruch“ für künftige Auswertungen (Monitoring) nicht von Belang ist, für das dringend benötigte politische Vertrauen in die Flughafenpolitik der Regierung ist der ZFI denkbar ungeeignet.**



## Analyse der Eckwerte

Folgend wird analysiert welche Auswirkungen die Änderungen eines bestimmten Eckwertes auf die übrigen Eckwerte haben.

### Flottenmix (2004)



Mit dieser schematischen Darstellung<sup>13</sup> zeigt der Regierungsrat die technischen Fortschritte bei der Entwicklung von lärmgünstigeren Triebwerken auf.

Experten sind sich einig, dass auch in Zukunft leisere Triebwerke und Verbesserungen bei der Aerodynamik zu leiseren Fluggeräten führen werden. Quantensprünge werden aber nicht erwartet.

## Analyse Eckwert Flottenmix

Da für den Flottenmix kein „Lärmass“ besteht, sind genaue Auswirkungen nur durch sehr aufwändige Berechnungen von nominellen Situationen möglich.

Auf Grund der folgenden Fakten aus der Pegelarithmetik kann aber abgeleitet werden, dass Änderungen im Flottenmix tendenziell grosse Auswirkungen auf die Anzahl Flugbewegungen haben:

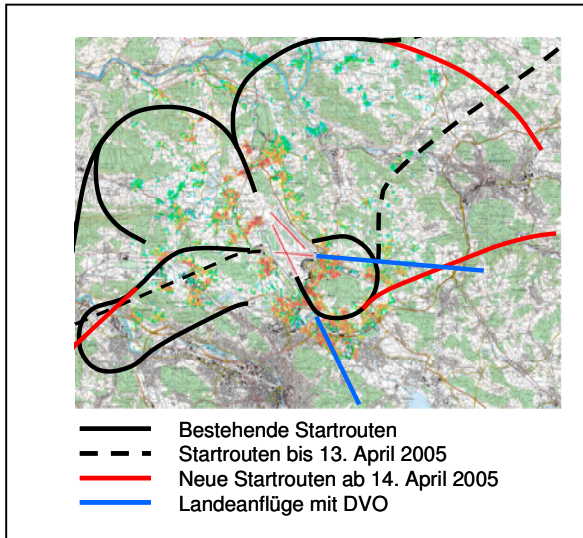
- eine Verdoppelung der Flugbewegungen bewirkt nur eine Zunahme des  $Leg_{16}$  um 3 dB.

**Änderungen im Flottenmix haben nur Auswirkungen auf die Anzahl Flugbewegungen. Bei einer infolge von leiseren Fluggeräten bewirkten Reduktion des Mittelungspegels ( $Leq_{16}$ ) um 3 dB, können die Flugbewegungen verdoppelt werden, ohne dass sich der Monitoringwert ändert.**

**Der Trend zu leiseren Fluggeräten dürfte auch weiterhin anhalten, die Anzahl Flugbewegungen kann damit substantiell gesteigert werden, ohne dass sich damit der Monitoringwert ändert.**

<sup>13</sup> Quelle: Präsentation, Regierungsrätin Rita Fuhrer, 24. August 2006

### An- und Abflugrouten (2004)



Als Auslöser für die Problematik am Flughafen Zürich kann u.a. die DVO und die damit verbundene Einführung der zusätzlichen Ost- und der neuen Südanflüge angenommen werden.

Von grossem Interesse ist darum die Frage, welche Auswirkungen diese veränderten Flugrouten haben.

Der Basiswert des ZFI (60'000 HA+ HSD) wurde mit dem Flugregime 2000 berechnet.

Um die Veränderung „vor DVO“ und „nach DVO“ abzubilden, ist aber das Jahr 2000 nur bedingt geeignet, da in diesem Jahr während drei Monaten mit Südstarts straight geflogen wurde (Bauarbeiten an der 5. Ausbautetappe).

Der Basiswertverhalten, als Referenzwert für den Zustand „vor DVO“, dürfte darum tendenziell zu hoch sein.

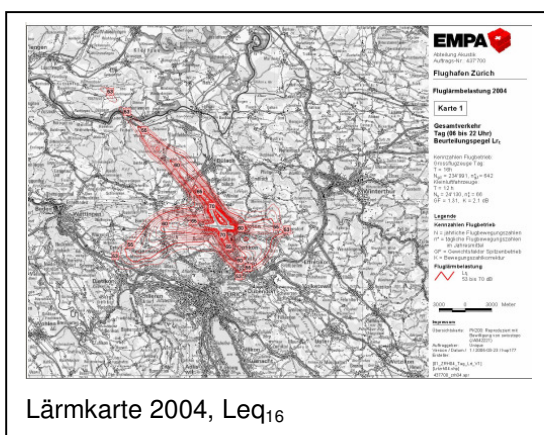
Per 14. April 2005 wurde eine vollständig überarbeitete Luftraumstruktur in Betrieb genommen. Durch die Verlegung von Warteräumen auf Schweizer Gebiet waren vor allem bedeutende Änderungen der Startrouten notwendig.

Per 30. Oktober 2005 wurde der ILS Anflug auf Piste 34 eingeführt.

Warum wurde für die Festlegung des Richtwertes nicht das Jahr 2005 gewählt und damit diese bedeutenden Änderungen berücksichtigt?

### Analyse Eckwert An- und Abflugrouten

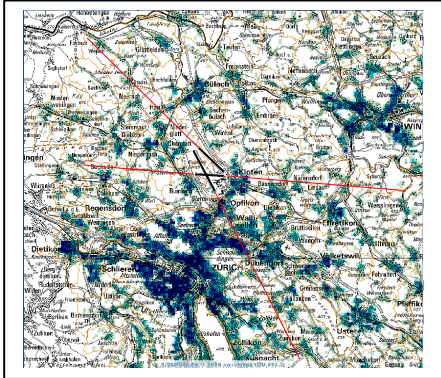
Jede Änderung der An- und Abflugrouten führt zu einer Veränderung der Kontur der Lärmkurven und damit auch zu einer Veränderung der Zahl der betroffenen Menschen, die innerhalb dieser Kontur leben. Zusätzlich wird die Kontur noch durch die Anzahl Flugbewegungen auf diesen Routen geprägt.



Lärmkarte 2004, Leq<sub>16</sub>

**Die Auswirkungen auf den Monitoringwert verhalten sich jedoch nicht 1:1, da durch die Verwendung der DWB nur ein Bruchteil der betroffenen Bevölkerung in einem Hektarquadrat relevant ist.**

## Bevölkerungszahl (2000)



Basis ist die Volkszählung 1999-2000.

Seither laufend erhobene statistische Zahlen werden bei der Festlegung des Richtwertes nicht berücksichtigt.

Dies dürfte vor allem praktische Gründe haben. Im GIS (Geographisches Informationssystem) sind nur die Bevölkerungszahlen 2000 öffentlich ersichtlich. Eine Nachführung ist nicht vor 2010 geplant.

## Analyse Eckwert Bevölkerungszahl

Das Risiko, dass die Bevölkerungszahl gravierende Auswirkungen auf dem Monitoringwert hat, ist gering und kalkulierbar. In allen Gebieten die über dem Immissionsgrenzwert (ES II, 60 dB) liegen, dürfen keine lärmempfindlichen Neubauten erstellt werden. In Gebieten die über dem Planungswert (ESII 50/55 dB) sind, dürfen keine neuen Einzonungen vorgenommen werden. Eingezonte Grundstücke dürfen bebaut werden.

Zudem bewirkt die Dosis-Wirkung-Beziehung (Tag), dass immer nur ein Bruchteil der Bevölkerung in einem Hektarquadrat für den Monitoringwert gezählt wird.

Damit ein Monitoringwert mit aktuellen Bevölkerungszahlen erhoben werden kann, sollte/muss das GIS jährlich nachgeführt werden.

### Beispiel:

Auswirkungen steigende Bevölkerungszahl Bassersdorf auf Monitoringwert

Bevölkerung 2000 = 7515

Bevölkerung 2005 = 9295 (+1780 Personen = +23.7%)

Mittelwert 55 dB (Leg<sub>16</sub>)

Prozentsatz HA gemäss ZFI: 11%

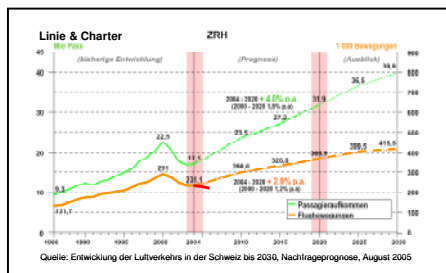
Der Monitoringwert (Tag) erhöht sich um 196 Personen

Der Monitoringwert Nacht kann infolge fehlender Möglichkeiten nicht ausgewiesen werden.

## Änderung der Nachsperrordnung

Eine Analyse der Auswirkung kann infolge noch nicht publizierter Unterlagen nicht vorgenommen werden.

## Flugbewegungen (2000)



Mit 325'622 Flugbewegungen im Jahre 2000 verzeichnete der Flughafen Zürich einen absoluten Rekord. Seither sinken die Flugbewegungen kontinuierlich.

Im Jahre 2000 wurde 290'867 Flugbewegungen Linie und Charter durchgeführt. Beim gegenwärtigen Entwicklungstrend ist per Ende 2006 mit ca. 220'000 (-24.4%) Flugbewegungen Linie und Charter zu rechnen, trotz boomender Wirtschaft.

Neben der konjunkturellen Situation waren aber vor allem die folgenden, künstlich erzeugten „Nachfragen“ für den überproportionalen Anstieg der Flugbewegungen bis ins Jahr 2000 in Zürich verantwortlich:

- Verlegung der Swissair Langstreckenflotte von Genf nach Zürich
- Hunterstrategie der Swissair

Der Regierungsrat begründet die Wahl des Jahres 2000 mit 325'000 Flugbewegungen als Eckwert mit der damaligen „breiten Akzeptanz“ der Bevölkerung und der politischen Akzeptanz für 320'000 Flugbewegungen, wie sie in der Behördeninitiative zum Ausdruck kommt.

Folgende Fakten werden vom Regierungsrat jedoch **nicht** beachtet:

- Im Jahre 2000 fanden keine zusätzlichen Ostanflüge und auch keine neuen Südanflüge über dicht besiedelte Wohngebiete statt.
- In der Behördeninitiative wird ein absoluter, oberster Plafond von 320'000 Flugbewegungen gefordert.

## Analyse Eckwert Flugbewegungen (2000)

Im ZFI fixiert der Eckwert 325'000 Flugbewegungen eine relativ sichere Ausgangsplattform die sicherstellt, dass diese Anzahl dem Flughafen „mit Garantie“ immer zur Verfügung steht. Technische Verbesserungen im Lärmverhalten der Fluggeräte stellen zudem eine Reserve dar, mit der in Zukunft gerechnet werden kann.

**Dass die Bevölkerung an technischen Fortschritten nicht beteiligt wird, ist in Anbetracht der Beteuerungen des Regierungsrates, die Bevölkerung und nicht die Flugbewegungen in den Vordergrund zu stellen, nicht verständlich.**

## Massnahmen

Massnahmen sind zu ergreifen, wenn die Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten Personen droht, eine bestimmte Grenze zu erreichen oder diese Grenze bereits überschritten hat.<sup>14</sup>

Zeigt der Vergleich, dass der Monitoringwert den Richtwert zu überschreiten droht, so sind die Behörden des Kantons Zürich zum Handeln verpflichtet. Auf diese Weise besteht vor allem für den Regierungsrat die Pflicht, Veränderungen beim Lärmempfinden der Bevölkerung frühzeitig zu erkennen und nötigenfalls mit allen ihm zur Verfügung stehenden Mitteln Massnahmen gegen einen Anstieg der Anzahl belästigter Personen zu ergreifen.<sup>14</sup>

Den Möglichkeiten des Regierungsrates und der anderen Behörden des Kantons Zürich, kraft eigenen Rechts Massnahmen zu treffen, damit der Monitoringwert nicht höher zu liegen kommt als der Richtwert, sind Grenzen gesetzt.<sup>14</sup>

## Analyse der Massnahmen

**Massnahmen müssen die Eckwerte beeinflussen, da aus denen der Richt- resp. der Monitoringwert errechnet wird.**

Folgend soll untersucht werden, welche Eckwerte durch Massnahmen beeinflusst werden können.

### Änderung Flottenmix

Wenn überhaupt, so kann der Flottenmix nur indirekt über Start- und Landegebühren beeinflusst werden, die leisere Fluggeräte bevorzugen. Eine Erhöhung der heutigen lärmbedingten Abgaben erscheint unwahrscheinlich, da damit hauptsächlich die Swiss als Homecarrier betroffen wäre. Eine Einflussnahme des Regierungsrates ist beschränkt und wirtschaftspolitisch kaum denkbar.

### Änderung An- und Abflugrouten

Auf Grund gültiger Gesetze und dem bestehenden Pistensystem, sind grundsätzlich neue An- und Abflugrouten ohne neue Pisten am Flughafen Zürich kaum möglich. Neue, genauere Navigationsmethoden werden es jedoch in Zukunft ermöglichen, dass Siedlungsgebiete umflogen werden können. Dies dürfte jedoch nur Siedlungen betreffen, die in einiger Distanz von den Pistenschwellen liegen. In Folge der Dosis-Wirkung-Beziehung dürften die Auswirkungen auf den ZFI nicht von entscheidender Bedeutung sein.

Bedeutend mehr Spielraum dürfte in der Verteilung der Flugbewegungen und der Intensität der Benutzung der einzelnen Flugrouten liegen. Mit einem entsprechenden Management könnte der Monitoringwert in beschränkten Grenzen optimiert werden, z.B. mit einer breiten Fluglärmverteilung kann die DWB minimiert werden, was den Monitoringwert günstig (im Sinne einer minimalen Zunahme der HA/HSD) beeinflusst.

Die Einflussmöglichkeit des Regierungsrates ist aber als tendenziell klein einzustufen.

---

<sup>14</sup> Quelle: Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich

### **Änderung der Bevölkerungszahl**

Grundsätzlich stehen dazu zwei Massnahmen zur Verfügung:

- Umsiedelung von grossen und bevölkerungsreichen Gebieten. Kleine, schwach bevölkerte Gebiete hätten infolge der DWB nur marginalen Einfluss auf den Monitoringwert.
- Rückzonung von unbebautem Bauland in der näheren Umgebung des Flughafens.

Beide Massnahmen dürften weder aus politischer noch aus finanzieller Sicht realistisch sein.

### **Änderung der Nachtsperreordnung**

Eine Verkürzung der Nachtsperreordnung kann aus heutiger Sicht ausgeschlossen werden.

Eine Verlängerung dürfte politisch kaum durchsetzbar sein.

An diesem Eckwert kann der Regierungsrat mit grosser Wahrscheinlichkeit auf längere Zeit nichts ändern.

### **Änderung der Anzahl Flugbewegungen**

Mit den zu erwartenden Verbesserungen im Flottenmix, dürfte die resultierende Anzahl möglicher Flugbewegungen die Kapazität des Pistensystems bei weitem übersteigen. Der Regierungsrat wird bei diesem Eckwert nie Massnahmen zur Beschränkung der Flugbewegungen ergreifen müssen.

**Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der Regierungsrat bei keinem Eckwert eine direkte Möglichkeit hat, diesen nachhaltig zu beeinflussen. Dort wo noch minimale Chancen für Massnahmen bestehen, dürften politische und/oder wirtschaftliche Faktoren Massnahmen ausschliessen.**

## Die Analyse ZFI im Überblick:

Ein Rückgang der Lärmbelastung infolge verbesserter Technik kommt einzig und alleine den möglichen Flugbewegungen zu Gute.

Eine Reduktion des Dauerschallpegels ( $Leq_{16}$ ) um 3 dB ermöglicht eine Verdoppelung der Flugbewegungen – ohne dass sich der Monitoringwert verändert.

Durch die Verwendung der DWB von Miedema im ZFI, resultieren in Gebieten mit sehr grossem Fluglärm signifikant weniger stark betroffene Menschen, als dies z.B. mit der DWB nach Oliva (Grundlage für die LSV) der Fall wäre. Positiv ist, dass damit auch Personen die in Gebieten mit einer Belastung kleiner 54 dB erfasst werden.

Die extremen Beurteilungsunterschiede in den Studien der ETHZ und dem DLR bezüglich der Aufwachreaktionen lassen berechtigte Zweifel an der generellen Ausgereiftheit von Nacht-Formeln aufkommen.

Der Zuschlag für die Tagesrandstunden bewirkt je nach Variante: a) kein grundsätzlich anderes Ergebnis als das mit dem  $Leq_{16}$  ohne Zuschlag resultiert würde oder aber b) eine Ausdehnung der Kontur der Lärmkurve und damit eine bessere Berücksichtigung der Menschen.

Dass die Bevölkerung an technischen Fortschritten nicht beteiligt wird, ist in Anbetracht der Beteuerungen des Regierungsrates, die Bevölkerung und nicht die Flugbewegungen in den Vordergrund zu stellen, nicht verständlich.

## Was fehlt beim ZFI:

Die folgende Aufzählung ist nicht abschliessend, sondern weist nur auf einige wichtige Punkte hin.

Die Transparenz:

Welche Himmelsrichtung trägt wie viel HA+HSD zum Richtwert bei?

Welches „Gewicht“ hat die Tagesrandstunde im Vergleich zur Nachtstunde?

usw.

Die Partizipation der Bevölkerung:

Die Bevölkerung soll/muss vom technischen Fortschritt der Fluggeräte profitieren, minimal zu 50%.

Die Vernunft:

Den absoluten Rekordwert bezüglich Anzahl Flugbewegungen als Basis zu verwenden entspricht nicht einer „politischen Vernunft“.

Der Praxisbezug

Dass für den Grossteil der Bevölkerung die Nacht um 6:00 Uhr, und dies auch am Wochenende, normalerweise beendet ist, dürfte kaum der Realität entsprechen. Randstunden die von einem grossteil der Bevölkerung als Nacht empfunden wird, sollten auch vom ZFI als Nachtstunden erfasst und abgebildet werden.

Eine DWB die nicht schlechter, sondern besser als die LSV ist.