

Was der Zürcher Fluglärm Index (ZFI) wirklich leistet

Autor: Hans Bantli

Datum: 1. Sept 2006

Beim Zürcher Fluglärm Index (ZFI) herrscht momentan viel Konfusion. Schuld daran ist hauptsächlich die Medien-Präsentation des Zürcher Regierungsrates, bei welcher die Formeln auf einer Folie vorgestellt wurden. Dabei wurde auf ein Glossar gänzlich verzichtet. Was sollen aber irgendwelche Formeln aussagen, wenn nicht einmal die Bedeutung der einzelnen Formelsymbole klar ist! Rita Fuhrer sagte, sie verstehe die Formeln selber auch nicht, aber man solle jetzt einfach den Experten glauben. Das war natürlich Wasser auf die Mühlen der Gegner gegossen. Die Bürger rund um den Flughafen wollten endlich einmal klare Fakten sehen, aber das Gegenteil war der Fall. Deshalb soll in diesem kurzen Bericht etwas Licht ins Dunkel der ZFI-Formel gebracht werden. Sie ist im Gegenvorschlag des Regierungsrats schliesslich von zentraler Bedeutung. Anstatt jedoch nur mathematisch auf sie einzugehen, wird das Ganze in einem Fragen und Antwortspiel (FAQ) beantwortet:

Was ist der Zürcher Fluglärm Index ZFI?

Er ist ein Mass für die totale Anzahl von stark belästigten Personen rund um den Flughafen.

Warum ist der ZFI nur ein Mass (Index) für die Anzahl von stark belästigten Personen?

Die Berechnung der absoluten Zahl (ZFI-Formel) stark belästigter Personen ist mit grösseren Ungenauigkeiten verbunden. Diese sind stark abhängig von der gewählten Dosis-Wirkungsbeziehung und den zugrunde gelegten Umfragen. Deshalb interessiert in erster Linie die Veränderung des Indexes und nicht etwa dessen Zahl selbst.

Was ist über die Umfragebasis zu sagen?

Sie stützt sich auf eine Meta-Studie (Studie über div. Studien), deren Umfragen meist schon Jahre zurückliegen. Der Grund dafür war, dass man sich für die Auswertung der Statistik und die Bestimmung der Formel auf eine möglichst grosse Zahl von Umfragen abstützen wollte. Der zu zahlende Preis dafür war die fehlende Aktualität der Umfragen. Neuere Umfragen lagen ausserdem kaum, oder bei den Südanflügen gar keine vor. Auch befürchtete man, dass wegen der „üblichen Übertreibung“ (stammt nicht von mir) der neu Betroffenen die alten Umfragen hätten ungünstig beeinflusst werden können. Der Auftrag der Regierung war schliesslich klar: Man will dem Flughafen Tür und Tore offen lassen!

Wird die Umfragebasis irgendwann einmal angepasst?

Nein, es wird immer von der gleichen (veralteten) Umfragebasis ausgegangen. Das heisst, es werden auch in Zukunft nie neue Umfragen in den ZFI einbezogen.

Was ist die Konsequenz, wenn die Umfragebasis nie angepasst wird?

Es bedeutet, dass mit dem vorgestellten Berechnungs-Modell einem zukünftigen, veränderten Lärmempfinden der Bevölkerung nie Rechnung getragen werden kann. Das ist vor allem deshalb von Bedeutung, weil es sich beim ZFI-Richtwert alles andere als nur um eine kurzfristige Angelegenheit handelt. Bei einer neuen, angepassten Umfragebasis hätte natürlich jeweils auch der Richtwert entsprechend angepasst werden müssen. Das hätte aber keine grossen Schwierigkeiten bereitet.

Wie ist der Einfluss neuer Lärmmesswerte auf den ZFI?

Das hat überhaupt keinen Einfluss auf die Berechnung des ZFI! Es werden stattdessen immer mit dem EMPA-Programm FLULA berechnete, theoretische Lärmwerte verwendet. Das ist

übrigens auch bei allen anderen, in der Lärmschutzverordnung (LSV) vorkommenden Lärmgrössen der Fall. Beide Beurteilungspegel und Leq-Wert basieren zum Beispiel auf berechneten und nicht etwa gemessenen Schalldruckpegeln.

Für was werden denn überhaupt noch Lärmesswerte verwendet?

Die Fluglärm-Simulation beruht auf Quellendaten, welche gemäss EMPA in Zürich am fliegenden Flugzeug ermittelt wurden und die unabhängig von Hersteller- oder anderen Angaben sind.

Was für Lärmwerte werden genau berechnet?

Es werden die Spitzenpegel LASmax, sowie die Leq1- und Leq16-Werte berechnet.

Von welchen Grössen hängen die berechneten Lärmwerte ab?

Sie hängen für ein bestimmtes Flugregime (z.B. Süd- oder Ostkonzept) von den Flugrouten, der Anzahl Flugbewegungen und dem Flottenmix ab.

Wie setzt sich der ZFI-Index zusammen?

Er setzt sich aus einem Tages- (06.00 Uhr - 22.00 Uhr) und einem Nachtanteil (22.00 Uhr - 06.00 Uhr) von stark belästigten Personen zusammen. Die Summe der beiden Anteile ist der gesuchte Fluglärm Index ZFI.

Wie werden die beiden kritischen Tagesrandstunden (06-07 Uhr und 21-22 Uhr) speziell berücksichtigt?

Mit einem Randstundenzuschlag von 5 dB auf den Leq1-Wert vor der Berechnung des Leq16-Wertes. Es werden also keine Spitzenpegel für diese beiden Randstunden verwendet, wie man vielleicht als erstes vermuten würde.

Warum verwendet man nicht ebenfalls das Nachtmodell (22.00 Uhr - 06.00 Uhr) für die beiden Tagesrandstunden anstelle des Leq-Zuschlags von 5 dB?

Das ist eine interessante Frage und muss noch genauer abgeklärt werden. Beim Nachtmodell wird von einem Dosis-Wirkungsmodell der DLR-Feldstudie (2005) ausgegangen. Mit der übernommenen PAWR- Formel (Aufwachwahrscheinlichkeit in Funktion des Spitzenpegels) lässt sich die Anzahl Aufwachreaktionen und damit schliesslich auch die Anzahl stark gestörter Personen nachtsüber ermitteln. Ein ähnliches Vorgehen würde sich auch für die Tagesrandstunden aufdrängen.

OK, dann wenden wir uns im folgenden dem Tagesmodell (06.00 Uhr – 22.00 Uhr) zu.

Wenn ein Leq16-Wert mit einem Randstundenzuschlag von 5 dB an einem gewissen Ort bekannt ist, wie berechnet sich dann die Anzahl von Belästigten?

1. Generell werden nur Belästigte berücksichtigt, deren Leq16-Wert über 47 dB liegt. Das ist restriktiver, als es zunächst erscheint. Ebmatingen hat zum Beispiel einen Leq1-Wert von ca. 53 dB. Weil aber am Morgen nur eine Stunde geflogen wird, sind von diesem Wert exakt 12 dB abzuziehen. Dazu kommt ein Randstundenzuschlag von 5 dB. Also kommt Ebmatingen noch auf $Leq16 = (53 - 12 + 5) = 46$ dB. Dies genügt nicht mehr, um bei der Berechnung von Belästigten berücksichtigt zu werden. Andererseits hat Gockhausen einen Leq1-Wert von ca. 63 dB, was einen Leq16-Wert von $(63 - 12 + 5) = 56$ dB ergibt. Dies ist nicht gerade viel bei Spitzenpegeln von 80-85 dB, aber Gockhausen wird wenigstens berücksichtigt.
2. Der prozentuale Belästigungsgrad %HA (highly annoyed) bezieht sich immer auf eine untersuchte Personengruppe mit gleichem Leq16-Wert. Dazu teilt man sich am besten die Karte in einen Raster auf und zählt die Leute, die in jedem Rechteck enthalten sind. Zu jedem dieser Rechtecke gehört auch ein Leq16-Wert, mittels dessen und der Formel sich

der prozentuale Anteil Belästigter berechnen lässt. Eine Prozentumrechnung gibt schliesslich die Anzahl Belästigter. Die totale Anzahl der Belästigten ergibt sich schliesslich aus der Summierung der Belästigten über alle Raster-Rechtecke. Die Genauigkeit ist von der Feinheit der Raster-Rechtecke abhängig.

Wie verhält sich der prozentuale Belästigungsgrad %HA mit zunehmendem Leq16-Wert?

Der Belästigungsgrad %HA nimmt wie erwartet, mit zunehmendem Leq16-Wert zu. Siehe dazu das Diagramm im Anhang. Deshalb leisten kleine Leq16-Werte nur einen geringen Anteil an der Gesamtzahl von Belästigten.

Jeder wievielte Gockhausener würde sich laut %HA-Formel von 06.00 Uhr - 07.00 Uhr belästigt fühlen, wenn man vom obigen Leq16-Wert von 56 dB ausgeht?

Angenommen, es gelte für alle Gockhausener Einwohner derselbe Leq16-Wert von 56 dB, so ergibt die Formel einen prozentualen Anteil %HA = 12.40 %. Glaubt man der Formel, würde sich nur jeder 8-te Gockhausener gestört fühlen! Das dies nicht stimmen kann, ist offensichtlich.

Wo liegt der Hund bei der obigen, durchgeführten Rechnung begraben?

Die Formel gibt zwar die Anzahl der Belästigten für jede einzelne Personengruppe und Leq16-Wert an, macht aber als Einzelresultat keinen Sinn. Nur die Summe aller Belästigten (ZFI) ist eine aussagenkräftige Grösse. Für sie wurde die Formel aus Umfragen speziell entwickelt.

Wie verhält sich der ZFI, wenn die Anzahl der Flugbewegungen von 265'000 auf 325'000 zunimmt?

Für eine genaue Berechnung müsste man die Bevölkerungsdichte innerhalb des betrachteten Gebiets (Leq16 > 47 dB) und die mit dem EMPA-Programm FLULA berechneten Leq16-Werte (nicht Messwerte!) kennen. Trotzdem lässt sich folgendes sagen: Der ZFI-Index zeigt die altbekannte Schwäche Leq-basierter Fluglärm-Indices auf – sie sind fast resistent gegen eine Erhöhung der Anzahl Flugbewegungen! Das hatten wir doch schon einmal, werden sich jetzt viele Leser sagen. Der Leq16-Wert nimmt nämlich bei einer Erhöhung der Anzahl Flugbewegungen von 265'000 auf 325'000 gerade einmal um $10 \cdot \log(325'000/265'000) = 0.886$ dB zu, was nicht gerade viel ist. Die beiden Kurvenpunkte liegen folglich praktisch aufeinander, weshalb die Anzahl Belästigter nur minim zunimmt.

Wenn der Leq16-Wert um 0.886 dB zunimmt, dann vergrössert sich auch das Gebiet des Lärmperimeters Leq16 > 47 dB. Was hat das für einen Einfluss auf die Anzahl berücksichtigter Einwohner und damit Belästigter?

Wie die Lärmkarten zeigen, nimmt die Fläche innerhalb des Leq16-Perimeters nur minim zu. Bei kleinen Leq-Werten liegen die äquidistanten Lärmkurven sehr eng beieinander. Weiter haben die neu hinzugekommen Einwohner einen tiefen Leq16-Wert (=kleiner Belästigungsgrad), weshalb sie unter dem Strich nicht viel zum Resultat beitragen.

Wie steht es mit der Anzahl Belästigter, wenn alles (Flugregime, Anzahl Flugbewegungen und Flottenmix) gleichbleibt und nur die Bevölkerungszahl ändert?

Der Fluglärm Index ZFI verhält sich in diesem Falle proportional zur Bevölkerungszahl. Das macht auch Sinn. Deshalb gibt die %HA-Formel immer die prozentuale und nicht die effektive Anzahl von belästigten Personen an.

In der letzten Zeit sieht man immer wieder, dass Flugzeuge von der ihnen zugewiesenen Flugroute abweichen. Wie wirkt sich das auf den ZFI aus?

Antwort Empa, 17. Jan 2008: „Die Empa berechnet die Lärmbelastung des bestehenden oder vergangenen Flugbetriebs auf der Basis der echten Radardaten der Flüge. Bisher wurde dabei eine statistisch repräsentative Auswahl von Flügen verwendet. Da sind demnach auch diejenigen Flüge berücksichtigt, welche sich nicht an die "ihnen zugewiesene Flugroute" halten.

Sie sind also in der Berechnung drin. Zukünftig werden wir auch in der Lage sein, alle Radardaten und somit alle Flüge praktisch lückenlos zu berechnen.

Nur für Berechnungen in die Zukunft, wo man ja nicht weiss, wo die Flugzeuge fliegen, werden die Flüge auf vorgegebenen Flugwegen (inkl. Berücksichtigung einer angenommenen Streuung) berechnet.“

Wie gross ist der gegenwärtige Zürcher Fluglärm Index?

Der ZFI beträgt momentan 38'000, was dem Jahr 2004 mit 267'000 Flugbewegungen entspricht.

Welche Eckwerte hat der Regierungsrat für den Richtwert von 47'000 festgelegt?

- Flugbewegungen Jahr 2000 (rund 325'000)
- Bevölkerungszahl Jahr 2000
- Flottenmix Jahr 2004
- An- und Abflugrouten Jahr 2004 (Südanflüge!)
- Nachtsperreordnung sieben Stunden (plus eine halbe Stunde Verspätungsabbau) gemäss vBR

Der ZFI macht eine Aussage über die totale Anzahl stark belästigter Personen aufgrund der Leq-Werte und der Bevölkerungsdichte. Ist dies auch eine Grundlage für die zukünftigen Flugrouten?

Nein, man könnte gerade so gut direkt von der Bevölkerungsdichte rund um den Flughafen herum ausgehen. Ausserdem spricht das Umweltschutz- und Raumplanungsgesetz eine deutliche Sprache.

Für was kann man denn überhaupt noch den ZFI-Index gebrauchen?

Eigentlich für gar nichts! Wenn der Fluglärm zunimmt, merkt das der Bürger auch ohne Fluglärm Index. Selbst wenn er die Formel versteht, wird ihm das nichts nützen. Der Regierung fehlen nämlich effektive Massnahmen, den zunehmenden Fluglärm aufgrund des ZFI einzudämmen. Also macht der ganze Formelsalat auch keinen Sinn. Für die Wahl der zukünftigen Flugrouten genügt es, die Bevölkerungsdichte aufzuzeigen und entsprechend zu berücksichtigen. Zusammen mit dem Umweltschutz- und Raumplanungsgesetz sollte es nun endlich auch für den Regierungsrat klar sein, wo zukünftig durch zu fliegen ist.

Anhang

Anzahl stark belästigte Personen tagsüber (06.00 Uhr – 22.00 Uhr)

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

