

Fluglärmforum Süd

**Gemeinden
Fällanden, Küsnacht, Männedorf,
Maur, Meilen, Stäfa, Uetikon**

LÄRMSTUDIE SÜDANFLUG

Messkampagne Sommer 2004

SCHLUSSBERICHT

**Ingenieurbüro Roland Müller
Seestrasse 85
8700 Küsnacht**

Dezember 2004

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	1
1.1 Aufgabenstellung.....	1
1.2 Aufbau des vorliegenden Berichts	1
2. VORGEHEN.....	2
2.1 Festlegung der Messpunkte.....	2
2.2 Messperioden.....	3
2.3 Geräte.....	3
2.4 Ablauf der Messungen	3
2.5 Meteodaten	4
2.6 Auswertung.....	4
2.7 Begutachtung durch die Fachstelle Lärmschutz	4
3. ERGEBNISSE	5
3.1 Allgemeine Charakterisierung der Lärmsituation.....	5
3.2 Charakterisierung der Lärmsituation durch Spitzenwerte.....	7
3.3 Ergebnis der Ermittlung der Lärmspitzenwerte.....	8
3.4 Einflüsse auf die Lärmspitzenwerte	10
3.5 Aequivalenter Dauerschallpegel Leq.....	11
3.5.1 Durchschnittsbildung über den Tag und die Woche.....	11
3.5.2 Tagesmittelwerte einer Woche	12
4. BEURTEILUNG	13
4.1 Beurteilungsgrundlage.....	13
4.2 Besonderheiten des Fluglärms	13
4.3 Beurteilung nach Fluglärmspitzen	14
4.3.1 Hinweise aus der Schlafforschung	14
4.3.2 Querbezug zum gewollten Aufwachen.....	16
4.4 Beurteilung nach dem aequivalenten Dauerschallpegel Leq Flug.....	17
4.4.1 Beurteilung nach Lärmschutzverordnung	17
4.4.2 Sensitivität der Leq-Werte.....	18
4.5 Bemerkungen zum Beurteilungsverfahren nach Lärmschutzverordnung	19
4.5.1 Bemerkungen zum Leq als Kenngrösse	19
4.5.2 Bemerkungen zu den Belastungsgrenzwerten der Lärmschutzverordnung.....	19
4.5.3 Bemerkungen zur zeitlichen Festlegung des zulässigen Störmasses	20
5. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN.....	21

ANHANG A: Objektblätter Messpunkte

ANHANG B: Beurteilung durch Leiter Fachstelle Lärmschutz

ABBILDUNGEN

Abb. 1:	Typische Pegelsequenzen an den untersuchten Messpunkten	6
Abb. 2:	Ausgewählte Lärmspitzenwerte, $L_{AS, max}$ in dB(A)	9
Abb. 3:	Ausschnitt aus einer ausgewählten Pegelaufzeichnung – Lärmspitzen und verursachende Flugzeugtypen.....	10
Abb. 4:	Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Einzelereignispegeln und äquivalentem Dauerschallpegel.....	11
Abb. 5:	Illustration zum Vergleich von Fluglärmspitzen mit Spitzen aus dem Strassenlärm (Standort: Stäfa, Trübelstrasse, 8 m vom Strassenrand)	13
Abb. 6:	Typische Tagesganglinien des Gesamtlärms an ruhiger Lage und im Vergleich dazu der durch die Südanflüge beeinflusste Gesamtlärm am Messpunkt Uetikon.....	14
Abb. 7:	Lärmspitzen beurteilt nach Ergebnissen der Schlafforschung (Innenwerte aus Messwerten im Freien gemäss Tabelle 3, reduziert um 12 dB(A)).....	15
Abb. 8:	Grenzwerte für den Fluglärm im Tagesverlauf am Beispiel des Immissionsgrenzwertes der Empfindlichkeitsstufe II	20

TABELLEN

Tabelle 1:	Messpunkte	2
Tabelle 2:	Illustration der Herleitung der in diesem Bericht verwendeten Kenngrössen zur Charakterisierung der Lärmeinwirkungen durch Spitzenwerte (alle Angaben für den $L_{AS, max}$ in dB(A)).....	7
Tabelle 3:	Ausgewählte Spitzenwerte des Fluglärms $L_{AS, max}$ in dB(A) (Mittel aus allen Messtagen).....	8
Tabelle 4:	Standardabweichungen der über alle Messtage gemittelten Spitzenwerte (Angaben in dB(A)).....	10
Tabelle 5:	Dauerschallpegel Leq Flug 16 h im Wochenmittel (Angaben in dB(A))	12
Tabelle 6:	Belastungsgrenzwerte für den Lärm von zivilen Flugplätzen, auf denen Grossflugzeuge verkehren, für den Tag (06.00 bis 22.00 Uhr), LSV Anhang 5	17
Tabelle 7:	Sensitivität der Dauerschallpegel Leq Flug 16 h im Wochenmittel	18

1. Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Die dem Fluglärmforum Süd angehörenden Gemeinden Fällanden, Küsnacht, Männedorf, Maur, Meilen, Stäfa und Uetikon haben das Ingenieurbüro Roland Müller, Küsnacht, im Sommer 2004 beauftragt, die durch die Südanflüge verursachten Lärmbelastungen zu messen und zu beurteilen. Damit soll zum einen eine allgemeine Übersicht über die Fluglärmsituation in den erwähnten Gemeinden gewonnen werden. Zum andern sollen damit Grundlagen beschafft werden, um zu entscheiden, wo allenfalls weitere oder vertiefte Untersuchungen sinnvoll sind.

1.2 Aufbau des vorliegenden Berichts

Im nächsten Kapitel des vorliegenden Berichts wird das Vorgehen bei der Ermittlung und Auswertung der Daten genau umschrieben, so dass ein Nachvollzug möglich wäre. Die Ergebnisse werden in Kapitel 3 in einem Umfang präsentiert, dass über unsere Interpretation und Beurteilung hinausgehende Betrachtungen angestellt werden können. Da diese Fülle der Ergebnisse nicht jeden Leser interessieren wird, beschränken wir uns im Berichtsteil auf Zusammenzüge. Detailliertere Angaben sind in Objektblättern im Anhang zu finden. Unsere Beurteilung der Ergebnisse ist in Kapitel 4 zusammengefasst. Kapitel 5 schliesslich enthält eine Zusammenfassung und Empfehlungen.

Wir haben versucht, den Bericht auch für den nicht fachkundigen Leser so verständlich wie möglich abzufassen. Trotzdem mussten einige nicht allgemein geläufige Begriffe verwendet werden. Wo uns eine Erklärung dienlich scheint, haben wir eine solche eingeschoben.

2. Vorgehen

2.1 Festlegung der Messpunkte

Die Anzahl Messpunkte in ihrem Gemeindegebiet wurde von jeder Gemeinde wie folgt festgelegt:

Maur / Fällanden	gemeinsam 1 Messpunkt
Maur / Küsnacht	gemeinsam 1 Messpunkt
Männedorf, Meilen, Uetikon	je 1 Messpunkt
Stäfa	3 Messpunkte

Die Gemeinden am See entschlossen sich zu einem gemeinsamen Vorgehen. Der Messpunkt in Uetikon wurde als Referenzpunkt gewählt, an dem zu jeder Messung in den Gemeinden Männedorf, Meilen und Stäfa eine Parallelmessung durchgeführt wurde.

Der Aufgabenstellung entsprechend wurden repräsentative und nicht in erster Linie besonders exponierte Messpunkte ausgewählt. Ferner ging es darum, die Lärmbelastung Betroffener festzustellen. Deshalb wurden die Messungen in der Szenerie des täglichen Lebens, also am Boden durchgeführt. Aus Gründen der Zugänglichkeit und der minimalen gegenseitigen Störung wurde in der Nähe der Gebäude gemessen, wie dies Art. 39 der Lärmschutzverordnung (LSV) vorsieht.

Aus technischer Sicht wurde bei der Festlegung der Messpunkte darauf geachtet, dass

- möglichst keine anderen massgebenden Lärmquellen (Strasse, Bahn usw.) einwirken,
- keine grösseren Reflexionsflächen vorhanden sind,
- die ganze Flugbahn einsehbar ist.

Dies führte zu den nachfolgend aufgelisteten Ergebnissen. Die genaue Lage der Messpunkte ist im Anhang dieses Berichts zusammen mit weiteren Angaben und ausgewählten Messergebnissen zu ersehen.

Tabelle 1: Messpunkte

Gemeinden	Ortsbezeichnung, Adresse	Messpunkt-Nr.
Uetikon am See	Kindergarten, Talstrasse 22	11
Männedorf	Kindergarten, Glärnischstrasse 126	21
Meilen	Panoramahof, Schumbelstrasse 39	31
Stäfa	Rebweg	41
Stäfa	Trübelstrasse 40	42
Stäfa	Kindergarten, Oberer Grundweg	43
Maur / Fällanden	Binz, Fridlimattstrasse	51
Maur / Küsnacht	Forch, General Guisan-Strasse 2	52

2.2 Messperioden

Fluglärm ist von vielen Einflüssen geprägt, allem voran natürlich der Anzahl Flugbewegungen und der darin vertretenen Flugzeugtypen. Um die Zuverlässigkeit der Messresultate zu erhöhen, wurde an jedem Messpunkt an fünf Tagen, in Uetikon an 13 Tagen gemessen.

Die Gemeinden Männedorf, Meilen, Stäfa und Uetikon entschlossen sich für Messungen an Werktagen von 06.00 bis 07.00 Uhr, die Gemeinden Fällanden, Küsnacht und Maur für Messungen an Wochenenden von 06.00 bis 09.00 Uhr.

2.3 Geräte

Es wurden Geräte folgender Typen, alle mit gültigem Eichzertifikat, eingesetzt:

Aufnahme

Schallpegelmesser Brüel + Kjaer Typ B+K 2231

Kalibrator Brüel + Kjaer Typ B+K 4230

Kalibrator Brüel + Kjaer Typ B+K 4231

Aufnahmegerät Sony DAT Typ TCD-D7

Aufnahmegerät Portadat PDR 1000

Auswertung

Schallpegelmesser Brüel + Kjaer Typ B+K 2236

Pegelschreiber Brüel + Kjaer Typ B+K 2317

2.4 Ablauf der Messungen

Die Aufnahmen erfolgten mit Schallpegelmessern B + K 2231 auf DAT-Geräte. Jeder Messung ging eine Ansage voraus mit Messpunkt, Messperson, Datum und Zeitangabe. Vor und nach jeder Aufnahme wurde der Eichton aufgenommen. Jede Messung wurde dauernd überwacht. Es wurde ein Protokoll geführt. Einzutragen waren die Zeit des Überflugs (Zenith der Flugbahn), falls möglich Flugzeugtyp und/oder Fluggesellschaft, allfällige Besonderheiten der Flugbahn oder des Fluglärms sowie Störgeräusche mit Zeitangabe und Charakterisierung.

Das Mikrophon wurde ca. 1.5 m über dem Boden platziert und ungefähr senkrecht nach oben gerichtet. Zur Sicherstellung der identischen Platzierung wurden die Messpunkte eingemessen und verpflockt.

Alle Messungen erfolgten über den Bewertungsfilter A mit der Zeitkonstanten Slow.

2.5 Meteodaten

Die Messungen wurden bei trockenem Wetter und nahezu ohne Windeinwirkung durchgeführt. Zur Kontrolle wurden die METAR-Meldungen der Messstelle LSZH beigezogen.

Zur lokalen Kontrolle wurde an der Referenzmessstelle in Uetikon bzw. an einem der beiden Messstandorte der Gemeinde Maur ein Windmesser in ca. 3 m Höhe eingesetzt.

2.6 Auswertung

Die DAT-Aufnahmen wurden im Büro selektiv abgehört und mit Pegelschreibern aufgezeichnet. Die Auswertung nach Kenngrössen erfolgte mit einem Schallpegelmesser B + K 2236.

Die Bestimmung des Dauerschallpegels des Fluglärms erfolgte aus Pegelwerten über 50 dB(A), soweit diese durch Flugzeuge verursacht worden waren. Störungen von anderen Lärmquellen wurden ausgeblendet.

Den Spitzenwerten wurden Flugzeugtypen zugeordnet. Grundlage bilden die Landeliste Unique und die persönlichen Beobachtungen.

2.7 Begutachtung durch die Fachstelle Lärmschutz

Auf Wunsch der Auftraggeber wurden unsere Arbeiten durch den Leiter der Fachstelle Lärmschutz des Kantons Zürich (FALS), Herr P. Graf, begleitet. Seine schriftliche Beurteilung unserer Arbeiten ist im Anhang dieses Berichts wiedergegeben. Wir konnten mit Herrn Graf das Konzept unserer Studie besprechen. Er hat uns ferner bei den Messungen im Feld besucht, und er hat schliesslich die Auswertungen und die Ergebnisse überprüft. Wir möchten ihm für die interessanten und wertvollen fachlichen Hinweise und die unkomplizierte Zusammenarbeit bestens danken.

3. Ergebnisse

3.1 Allgemeine Charakterisierung der Lärmsituation

In Abbildung 1 ist ein kurzer Ausschnitt der Pegelaufzeichnung an jedem der acht Messpunkte wiedergegeben. Es ist daraus zu erkennen, dass die Lärmsituation an allen Messpunkten ähnlich ist. Sie kann wie folgt charakterisiert werden:

- Das Grundgeräusch liegt zwischen 30 und 40 dB(A). Es handelt sich also durchwegs um ausgesprochen ruhige Lagen.
- Die Fluglärmspitzen erreichen Werte im Bereich von 60 bis 78 dB(A). Sie heben sich damit um 30 bis 40 dB(A) vom Grundgeräusch ab. Jede Zunahme von 10 dB(A) entspricht einer Verdoppelung des Lärms. Eine Zunahme von 30 dB(A) bedeutet somit eine um das 8-fache, eine Zunahme von 40 dB(A) eine um das 16-fache angestiegene Lärmbelastung.

	<p>Uetikon 29.7.04 (Messpunkt Nr. 11)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgeräusch um 35 dB(A) • Fluglärmspitzen um 65 dB(A) • Keine Fremdgeräusche
	<p>Männedorf 29.7.04 (Messpunkt Nr. 21)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgeräusch um 40 dB(A) • Fluglärmspitzen um 65 dB(A) • Keine Fremdgeräusche
	<p>Meilen 28.7.04 (Messpunkt Nr. 31)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgeräusch um 40 dB(A) • Fluglärmspitzen um 65 dB(A) • Seltene Fremdgeräusche unter 50 dB(A)
	<p>Stäfa, Rebweg 29.7.04 (Messpunkt Nr. 41)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgeräusch zwischen 35 und 40 dB(A) • Fluglärmspitzen um 55 dB(A) • Keine Fremdgeräusche
	<p>Stäfa, Im Grund 27.7.04 (Messpunkt Nr. 42)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgeräusch zwischen 35 und 40 dB(A) • Fluglärmspitzen um 55 bis 60 dB(A) • Seltene Fremdgeräusche bis 50 dB(A)
	<p>Stäfa, Trübelstrasse 30.7.04 (Messpunkt Nr. 43)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgeräusch um 35 bis 40 dB(A) • Fluglärmspitzen um 55 bis 65 dB(A) • Keine Fremdgeräusche
	<p>Binz 15.08.04 (Messpunkt Nr. 51)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgeräusch um 30 bis 35 dB(A) • Fluglärmspitzen um 70 bis 75 dB(A) • Keine Fremdgeräusche
	<p>Forch 1.8.04 (Messpunkt Nr. 52)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgeräusch um 35 dB(A) • Fluglärmspitzen um 65 bis 70 dB(A) • Keine Fremdgeräusche

Abb. 1: Typische Pegelsequenzen an den untersuchten Messpunkten

3.2 Charakterisierung der Lärmsituation durch Spitzenwerte

Für den von einer wie oben dargestellten Lärmsituation Betroffenen sind offensichtlich die Lärmspitzenwerte das prägende Element, und vor allem sind es natürlich die höchsten Spitzen, die von Bedeutung sind. Zur Illustration ist in Tabelle 2 eine Rangliste der an einem Messpunkt festgestellten Spitzenwerte gezeigt. Für das Empfinden – oder das Aufwachen – ist, wie im nächsten Kapitel noch gezeigt wird, neben dem allerhöchsten Wert auch die Wiederholung hoher Spitzenwerte massgebend. Zur Charakterisierung wird deshalb in diesem Bericht auch der dritthöchste, der fünfhöchste und der zehnthöchste Wert angegeben. Diese Angabe erfolgt nicht für jeden Tag separat, sondern zusammengefasst als jeweiliger Mittelwert über alle Messtage.

Tabelle 2: Illustration der Herleitung der in diesem Bericht verwendeten Kenngrössen zur Charakterisierung der Lärmeinwirkungen durch Spitzenwerte (alle Angaben für den $L_{AS, \max}$ in dB(A))

Rang	Messtage							Mittelwert aus allen Messtagen	Kenngrösse
	26.07.04	27.07.04	28.07.04	29.07.04	30.07.04	03.08.04	... 17.08.04		
1	68.2	71.0	71.5	→					höchster Spitzenwert
2	68.0	68.2	68.0						
3	67.1	68.0	68.0	→					dritthöchster Spitzenwert
4	67.0	68.0	67.9						
5	67.0	67.0	66.2						fünfhöchster Spitzenwert
6	66.0	66.6	65.9						
7	65.0	66.0	64.4						
8	64.4	65.8	64.2						
9	64.3	65.8	64.0						
10	64.2	65.6	64.0						zehnthöchster Spitzenwert
11	64.1	63.0	64.0						
12	59.0	62.4	63.0						

3.3 Ergebnis der Ermittlung der Lärmspitzenwerte

In Tabelle 3 sind die aus allen Messtagen gemittelten, höchsten, dritthöchsten, fünfhöchsten und zehnthöchsten Lärmspitzenwerte $L_{AS, max}$ aufgelistet. Ausgewählte Daten aus Tabelle 3 sind in Abbildung 2 eingetragen.

Tabelle 3: Ausgewählte Spitzenwerte des Fluglärms $L_{AS, max}$ in dB(A)
(Mittel aus allen Messtagen)

Messpunkt	MP-Nr.	Spitzenpegel			
		höchster	dritthöchster	fünfhöchster	zehnthöchster
Uetikon, Talstrasse	11	69.3	67.1	66.1	64.1
Männedorf, Glärnischstrasse	21	69.0	65.7	65.0	63.2
Meilen, Panoramahof	31	68.0	66.7	65.5	64.0
Stäfa, Rebweg	41	63.5	56.8	54.2	48.5
Stäfa, Trübelstrasse	42	64.1	59.2	57.2	54.6
Stäfa, Oberer Grundweg	43	64.1	60.9	59.6	56.8
Binz, Fridlimattstrasse	51	78.0	75.9	74.9	73.9
Forch, General Guisan-Strasse	52	71.7	69.9	69.2	67.9

Abbildung 2 und Tabelle 3 ist folgendes zu entnehmen:

- Erwartungsgemäss nehmen die Spitzenwerte mit abnehmender Distanz zum Flughafen zu. So beträgt das Mittel der höchsten Spitzenwerte an den Messpunkten in Stäfa rund 64 dB(A), an den Messpunkten in Männedorf, Meilen und Uetikon 68 bis 69 dB(A), am Messpunkt Forch 72 dB(A) und am Messpunkt Binz 78 dB(A).
- Die Unterschiede zwischen dem höchsten und den darauf folgenden Werten werden mit abnehmender Distanz zum Flughafen eher geringer. So übertrifft der Höchstwert den zehnthöchsten Wert am Messpunkt Stäfa, Oberer Grundweg, um 7 dB(A), am Messpunkt in Männedorf um 6 dB(A), an den Messpunkten Meilen und Uetikon um 5 dB(A) und an den Messpunkten Forch und Binz um 4 dB(A).

Die in Tabelle 3 und Abbildung 2 gezeigten Pegel sind, wie erwähnt, Mittelwerte aus fünf Messtagen bzw. am Messpunkt Uetikon aus 13 Messtagen. Die einzelnen Tageswerte sind im Anhang aufgelistet. Da sie von Tag zu Tag schwanken, ist eine Betrachtung zur Qualität des Mittelwertes anzustellen. Aus Tabelle 4 sind die dazugehörigen Standardabweichungen ersichtlich. Sie sind in fast allen Fällen gering und liegen unter 1 dB(A). Eine Ausnahme bildet lediglich der Messpunkt Stäfa, Rebweg. Am Referenzpunkt in Uetikon mit 13 Messtagen ist die Streuung dank breiterer Datenbasis erwartungsgemäss am geringsten. Die Standardabweichung beträgt rund 0.3 bis 0.4 dB(A). Die Aussage zu den Spitzenwerten in Tabelle 3 erweist sich somit als recht stabil und präzise, dies nicht zuletzt, weil sie von ihrer Definition her weitgehend unabhängig von der Anzahl der gemessenen Spitzenwerte ist.

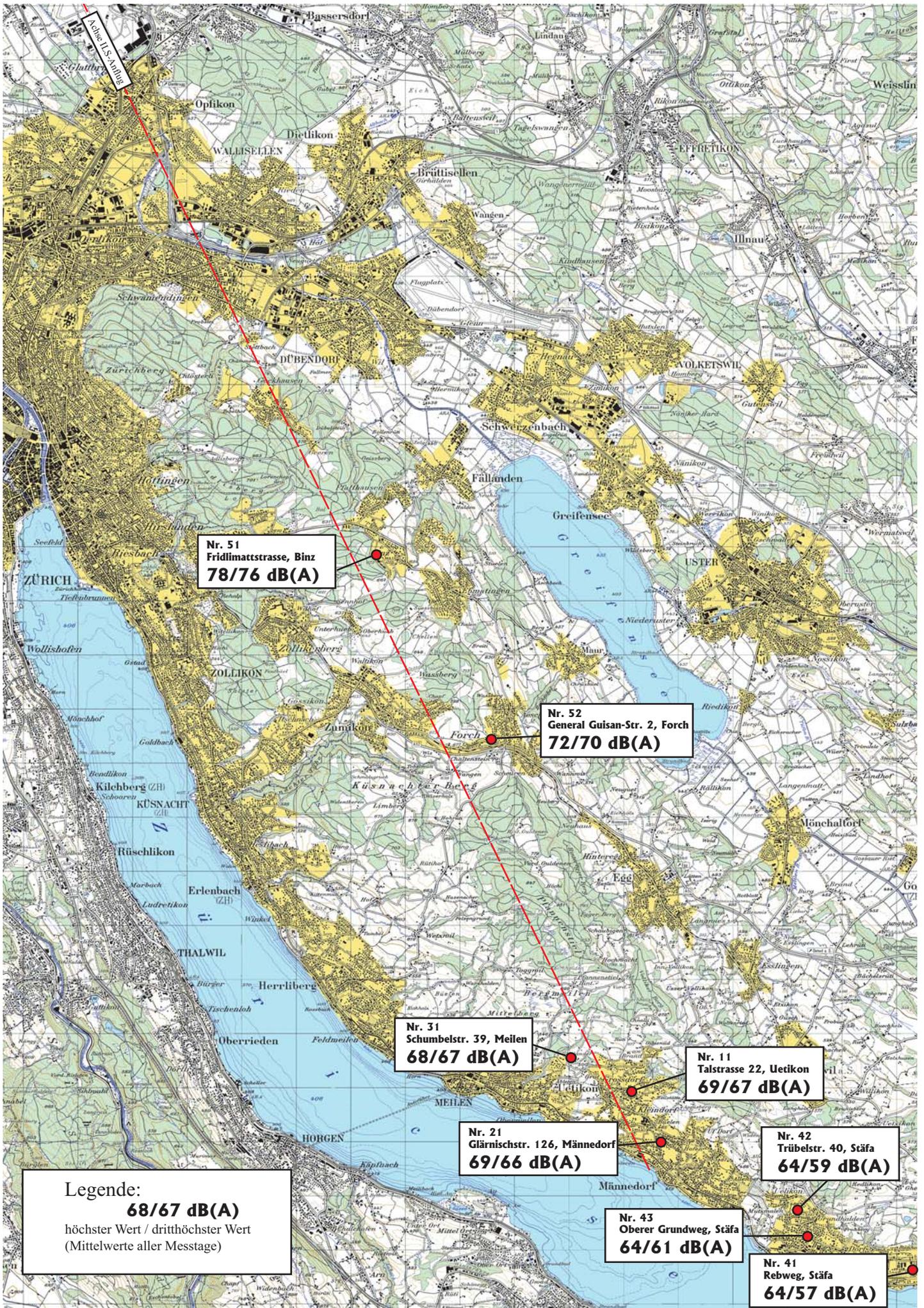


Abb. 2: Ausgewählte Lärmspitzenwerte, $L_{AS, max}$ in dB(A)

Tabelle 4: Standardabweichungen der über alle Messtage gemittelten Spitzenwerte
(Angaben in dB(A))

Messpunkt	MP-Nr.	Standardabweichung Spitzenpegel			
		höchster	dritthöchster	fünfhöchster	zehnthöchster
Uetikon, Talstrasse	11	0.4	0.3	0.3	0.4
Männedorf, Glärnischstrasse	21	0.6	0.9	0.8	0.7
Meilen, Panoramahof	31	0.8	0.8	0.6	0.5
Stäfa, Rebweg	41	1.2	0.9	1.0	1.6
Stäfa, Trübelstrasse	42	0.6	0.8	0.4	0.4
Stäfa, Oberer Grundweg	43	0.3	0.5	0.4	0.5
Binz, Fridlimattstrasse	51	0.7	0.4	0.4	0.4
Forch, General Guisan-Strasse	52	0.4	0.5	0.5	0.5

Die Standardabweichung ist ein häufig verwendetes Mass für die Streuung. Mathematisch ist sie die Wurzel aus der Summe der durchschnittlichen quadrierten Abweichung der einzelnen Messwerte von ihrem arithmetischen Mittel.

3.4 Einflüsse auf die Lärmspitzenwerte

Schon aus Abbildung 1 sind grössere Unterschiede zwischen den Lärmspitzen zu erkennen. In Abbildung 3 wird eine Anzahl von Lärmspitzen mit den sie verursachenden Flugzeugtypen in Zusammenhang gebracht. Es lässt sich daraus folgendes ablesen:

- Etwas vereinfacht kann eine Gruppe ausgemacht werden, die für die höchsten Spitzen verantwortlich ist. Ihr gehören u.a. folgende Flugzeugtypen an: A332, A343, B744, MD11. Diese Lärmspitzen übertreffen jene am unteren Rand des Streubereichs um rund 10 bis 15 dB(A).
- Lärmspitzenwerte, die vom gleichen Flugzeugtyp verursacht werden, zeigen erhebliche Unterschiede. In einem zufällig ausgewählten Beispiel in Abbildung 3 liegen Werte des Typs A332 bis zu 5 dB(A) auseinander. Da diese Unterschiede innerhalb weniger Minuten auftreten, bei gleichen Wetter- und Windverhältnissen also, ist zu vermuten, dass sie auf das Flugverhalten oder auf allfällige unterschiedliche Distanz zurückzuführen sind.

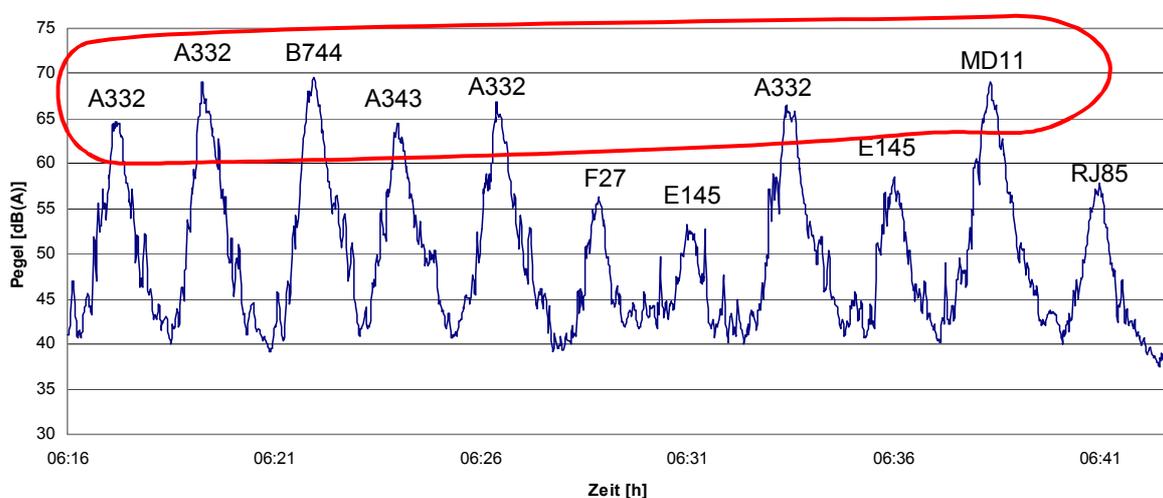


Abb. 3: Ausschnitt aus einer ausgewählten Pegelaufzeichnung – Lärmspitzen und verursachende Flugzeugtypen (Schreibweise entsprechend den Landelisten: aus A330-200 wird A332, aus A340-300 wird A343, aus B747-400 wird B744)

Um den vermuteten Einfluss unterschiedlicher Distanzen zu überprüfen, wurden einige Flugspurenpläne ausgewertet, u.a. auch jener, der zur Zeit der Pegelaufzeichnung in Abbildung 3 gehört. Man entnimmt daraus, dass die Flugspuren während dieser Messung nur verhältnismässig geringfügig voneinander abwichen. Berechnet man daraus die Distanz zum Messpunkt, so wird deutlich, dass die oben gezeigten Unterschiede damit nicht zu erklären sind. Sie dürften also stattdessen eher durch das Flugverhalten verursacht werden.

3.5 Aequivalenter Dauerschallpegel L_{eq}

3.5.1 Durchschnittsbildung über den Tag und die Woche

Der äquivalente Dauerschallpegel L_{eq} ist ein Mass für die durchschnittlich auf einen Immissionsort einwirkende Schallenergie. Zu seiner Ermittlung werden die während der Beobachtungszeit anfallenden Einzelereignispegel aufsummiert und über die ganze Beobachtungszeit ausgeglichen. Die Beobachtungszeit kann beliebig gewählt und damit die Durchschnittsbildung beeinflusst werden. Die Lärmschutzverordnung (LSV) legt für den Fluglärm am Tag eine 16-stündige Beobachtungszeit von 06.00 bis 22.00 Uhr fest (Abb. 4). Wir werden im nächsten Kapitel auf dieses Vorgehen zurückkommen.

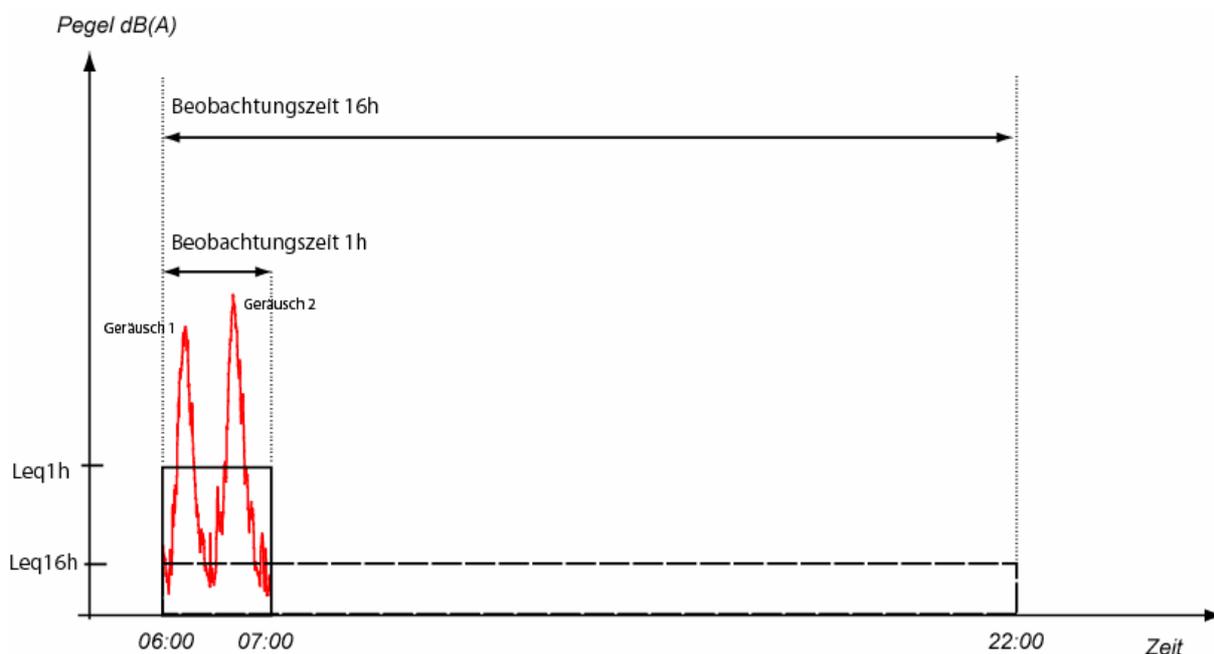


Abb. 4: Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Einzelereignispegeln und äquivalentem Dauerschallpegel

3.5.2 Tagesmittelwerte einer Woche

Da die Lärmbelastung durch die Südanflüge von Montag bis Freitag eine Stunde, an Samstagen und Sonntagen jedoch drei Stunden dauert, ist die Beobachtungszeit auf eine Woche (d.h. 7 x 16 Stunden) auszudehnen und das Wochenmittel der Tagesbelastungen zu bilden. Dabei werden folgende Annahmen getroffen:

- Die Lärmbelastungen von 06.00 bis 07.00 Uhr von Montag bis Freitag und an Samstagen und Sonntagen sind gleichzusetzen; d.h. dass für die fehlenden Messwerte z.B. jene von Montag bis Freitag an den Messpunkten Binz (Nr. 51) und Forch (Nr. 52) die Ergebnisse für Samstag/Sonntag eingesetzt werden.
- Die an den Messpunkten Binz (Nr. 51) und Forch (Nr. 52) festgestellten Unterschiede zwischen den verschiedenen Stundenwerten von 06.00 bis 09.00 Uhr treten in gleichem Ausmass auch an den übrigen Messpunkten auf.
- Südanflüge treten in der Beobachtungswoche jeden Tag auf.
- Ausserhalb der Messperioden von 06.00 bis 07.00 Uhr bzw. bis 09.00 Uhr auftretender Fluglärm wird vernachlässigt.

Die unter diesen Annahmen ermittelten Werte für den Leq Flug 16 h im Wochendurchschnitt sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Dauerschallpegel Leq Flug 16 h im Wochenmittel (Angaben in dB(A))

Messpunkt	MP-Nr.	Leq Flug 16h Wochenmittel
Uetikon, Talstrasse	11	44
Männedorf, Glärnischstrasse	21	43
Meilen, Panoramahof	31	44
Stäfa, Rebweg	41	34
Stäfa, Trübelstrasse	42	37
Stäfa, Oberer Grundweg	43	38
Binz, Fridlimattstrasse	51	51
Forch, General Guisan-Strasse	52	46

Wie die Spitzenwerte nehmen auch die Werte des Leq mit abnehmender Distanz zum Flughafen zu, von rund 35 – 40 dB(A) in Stäfa bis 51 dB(A) in Binz. Die Qualität der Mittelwerte kann wiederum als sehr gut bezeichnet werden. Dies geht aus den dem Anhang zu entnehmenden Standardabweichungen hervor.

4. Beurteilung

4.1 Beurteilungsgrundlage

Die Lärmschutzverordnung (LSV) vom 15.12.86 legt Belastungsgrenzwerte für den Strassenlärm, den Eisenbahnlärm, den Lärm regionaler Flughäfen, den Industrie- und Gewerbelärm und den Schiesslärm fest. In einem Nachtrag vom 30. Mai 2001 sind schliesslich Belastungsgrenzwerte enthalten für zivile Flugplätze, auf denen Grossflugzeuge verkehren. Da sich letztere nur auf den äquivalenten Dauerschallpegel beziehen, kommen Störungen durch Lärmspitzen zu wenig zum Ausdruck, somit können sie nicht der alleinige Massstab für die hier zu untersuchende Lärmsituation sein. Es wird deshalb im folgenden versucht, die auftretenden Störungen zu umschreiben, zu vergleichen und das in der LSV vorgeschriebene Vorgehen zu beleuchten.

4.2 Besonderheiten des Fluglärms

Es ist schwierig, den Fluglärm – vor allem in der durch die Südanflüge verursachten Ausprägung – mit anderen Lärmeinwirkungen zu vergleichen. Dies liegt nicht nur am unterschiedlichen Frequenzspektrum, sondern auch am zeitlichen Verlauf von Spitzen. Auch Lärm von Mofas oder Lastwagen kann mit 60 oder mehr dB(A) auf Betroffene einwirken. Im Normalfall ist jedoch deren Lärmspitze von viel kürzerer Dauer (Abb. 5).

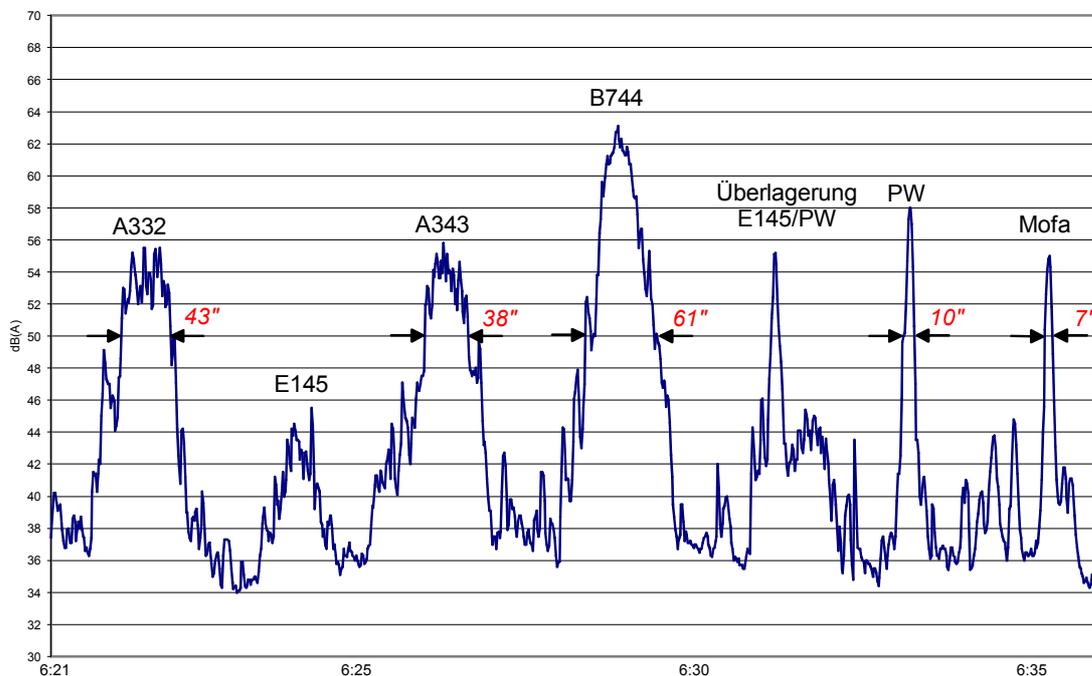


Abb. 5: Illustration zum Vergleich von Fluglärmspitzen mit Spitzen aus dem Strassenlärm (Standort: Stäfa, Trübelstrasse, 8 m vom Strassenrand)

Eine Besonderheit des durch die Südanflüge verursachten Fluglärms ist die Umgestaltung der Tagesganglinie des Gesamtlärms. An ruhigen Lagen bewegt sich der Gesamtlärm am Tag um 45 bis 50 dB(A), in der Nacht um 30 bis 35 dB(A). Ein langsamer Übergang vollzieht sich am

Morgen ungefähr zwischen 04.00 und 08.00 Uhr. Abbildung 6 zeigt, wie sich der durch den Fluglärmpegel beeinflusste Gesamtpegel von einer typischen Tagesganglinie des Gesamtlärms an ruhiger Lage abhebt und die benachbarten Pegel stark übertroffen werden.

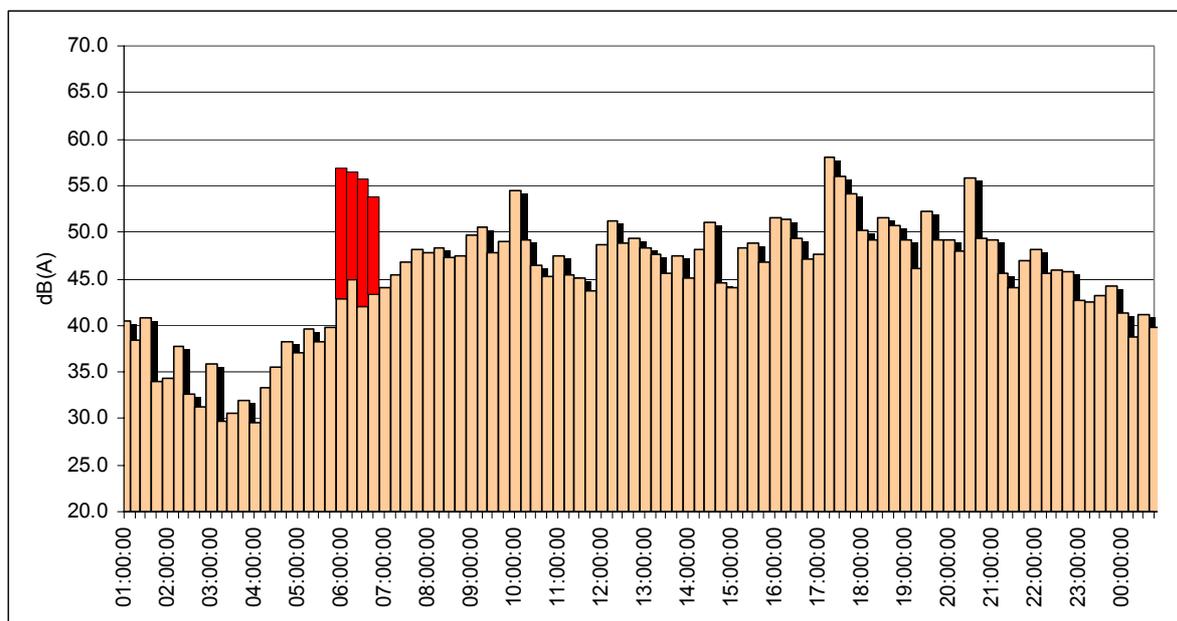


Abb. 6: Typische Tagesganglinien des Gesamtlärms an ruhiger Lage und im Vergleich dazu der durch die Südanflüge beeinflusste Gesamtlärm am Messpunkt Uetikon

4.3 Beurteilung nach Fluglärmspitzen

4.3.1 Hinweise aus der Schlafforschung

Es ist offensichtlich, dass die besondere Situation, die durch die Südanflüge entsteht – mit einer grösseren Anzahl extrem hoher Spitzen am frühen Morgen – nicht durch Mittelwerte, schon gar nicht durch solche über den ganzen Tag charakterisiert werden kann. Da die Lärmschutzverordnung keine Beurteilung des Fluglärms nach Spitzenwerten vorsieht, sind Massstäbe anderswo zu suchen. Hinweise liefert diesbezüglich die Schlafforschung. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnte keine systematische Recherche der umfangreichen Literatur zu diesem Thema durchgeführt werden. Wir beziehen uns hier beispielhaft auf eine aktuelle Feldstudie im Umkreis des Zürcher Flughafens.¹

¹ 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

Dieser Studie ist kurz zusammengefasst folgendes zu entnehmen:

- $L_{AS, max}$ grösser als 45 bis 50 dB(A) 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 %.

Zum Vergleich: Die höchsten mittleren Spitzenwerte liegen zwischen 78 dB(A) in Binz und 64 dB(A) in Stäfa. Diese Werte wurden im Freien gemessen. In den Innenräumen liegen die entsprechenden Pegel tiefer. In einem Bericht des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)² wird die Abminderung bei Offenhalten eines Fensterspalts im Mittelwert zu 15 dB(A) angegeben. Da sich diese Angabe nur auf eine einzige Quelle stützt, wurden eigene Messungen durchgeführt. Sie ergaben in einem Raum mit geschlossenem Rolladen und nur mit Lüftungsspalt geöffnetem Fenster 10 bis 12 dB(A) tiefere Werte als im Freien. Wenn man, wie in Abbildung 7, vom oberen Wert dieses Streubereichs, also von einer Reduktion um 12 dB(A) ausgeht, resultieren für Innenräume in der Umgebung des Messpunktes Binz (Nr. 51) Spitzenwerte von 66 dB(A), in der Umgebung der Messpunkte in Stäfa Spitzenwerte von 52 dB(A).

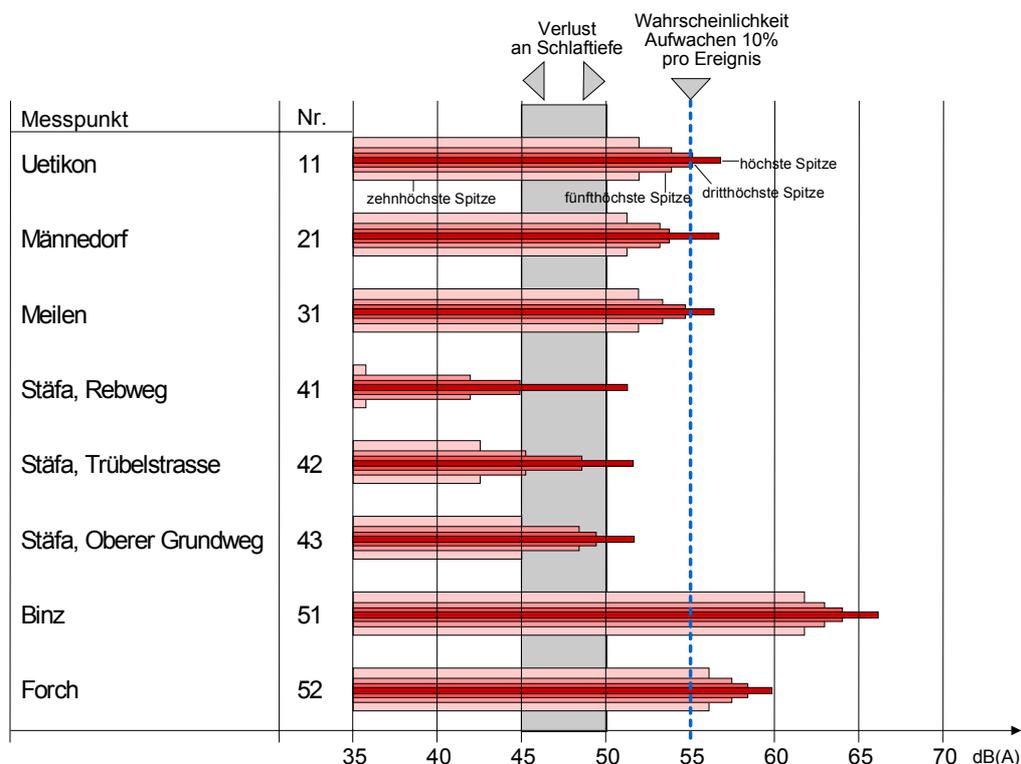


Abb. 7: Lärmspitzen beurteilt nach Ergebnissen der Schlafforschung
(Innenwerte aus Messwerten im Freien gemäss Tabelle 3, reduziert um 12 dB(A))

² Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): Belastungsgrenzwerte für den Lärm der Landesflughäfen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 296, Bern, 1998

Aus Abbildung 7 geht hervor, dass an allen Messpunkten ein Verlust an Schlafiefe zu verzeichnen ist. An den Messpunkten Binz (Nr. 51) und Forch (Nr. 52) wird die Aufwachschwelle von 55 dB(A) durch mindestens 10 Spitzenwerte übertroffen. Die Wahrscheinlichkeit des Aufwachens beträgt damit 100 %. An den Messpunkten Meilen und Uetikon beträgt sie rund 30 %.

Geht man von einem Unterschied zwischen Innenpegel und Aussenpegel von 10 dB(A) aus, liegen an den Messpunkten Männedorf, Meilen und Uetikon mindestens 5 Spitzenwerte über 55 dB(A). Daraus ist auf eine Wahrscheinlichkeit des Aufwachens von über 50 % zu schließen.

4.3.2 Querbezug zum gewollten Aufwachen

Eine weitere Möglichkeit zur Beurteilung der Spitzenwerte ergibt sich aus dem Vergleich mit den Geräuschen, die zum gewollten Aufwachen führen sollen. An den untersuchten Messpunkten liegt das Grundgeräusch um 30 bis 35 dB(A). In den Innenräumen in der Umgebung der Messpunkte dürften etwa 20 bis 25 dB(A) erreicht werden. Geräusche durch Weckeruhr, Natel oder Ansprechen von rund 45 dB(A) sind bei diesen Bedingungen ausreichend für das gewollte Aufwachen.

Bei offenem Fenster übertrifft nicht nur der höchste und der dritthöchste, sondern sogar der zehnthöchste mittlere Spitzenwert an fast allen Messpunkten diesen Pegelbereich. Hinter geschlossenem Rolladen und nur als Lüftungsspalt geöffnetem Fenster übertreffen mindestens die fünf höchsten Spitzenwerte an den meisten Messpunkten das vorgesehene Weckgeräusch und übernehmen damit vorzeitig dessen Funktion.

4.4 Beurteilung nach dem äquivalenten Dauerschallpegel Leq Flug

4.4.1 Beurteilung nach Lärmschutzverordnung

In der Lärmschutzverordnung (LSV) vom 15.12.86, Nachtrag vom 30. Mai 2001 zum Fluglärm ziviler Flugplätze, sind Belastungsgrenzwerte für den äquivalenten Dauerschallpegel. Sie beziehen sich auf verschiedene Zeitfenster. Die hier zu beurteilenden Südanflüge gehören jenem zwischen 06.00 und 22.00 Uhr an (Tabelle 6).

Tabelle 6: Belastungsgrenzwerte für den Lärm von zivilen Flugplätzen, auf denen Grossflugzeuge verkehren, für den Tag (06.00 bis 22.00 Uhr), LSV Anhang 5

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungswert L_{r_t} in dB(A)	Immissionsgrenzwert L_{r_t} in dB(A)	Alarmwert L_{r_t} in dB(A)
I	53	55	60
II	57	60	65
III	60	65	70
IV	65	70	75

Die in die vorliegende Studie einbezogenen Messpunkte liegen in der Empfindlichkeitsstufe II oder repräsentieren Gebiete, die der Empfindlichkeitsstufe II angehören. Für die Beurteilung der Ergebnisse sind daher der Planungswert von 57 dB(A) und der Immissionsgrenzwert von 60 dB(A) massgebend (Tab. 6). Die Anwendung dieser Werte auf die in Tabelle 5 zusammengefassten Wochenmittel der Tagesbelastungen zeigt, dass das Ergebnis für den Messpunkt Binz mit 51 dB(A) am nächsten beim Planungswert liegt. An allen übrigen Messpunkten wurden Werte festgestellt, die den Planungswert um 10 dB(A) und mehr nicht erreichen.

Anzumerken ist, dass die Lärmschutzverordnung von einem Jahresmittel ausgeht. Eine Umrechnung der mit der vorliegenden Untersuchung ermittelten Wochendurchschnitte ist erst möglich, wenn der während den Messungen vorherrschende Flugbetrieb ein volles Jahr gedauert hat.

4.4.2 Sensitivität der Leq-Werte

Zur Berechnung der Wochenmittelwerte Leq Flug 16 h wurden verschiedene Annahmen getroffen. Unter anderem wurde der Fluglärm ausserhalb der Messzeiten von 06.00 bis 07.00 bzw. 09.00 Uhr – die Südanflüge am Abend – vernachlässigt. Die berechneten Werte sind daher tendenziell zu tief. Die Frage stellt sich hier deshalb nach den Auswirkungen einer Intensivierung oder zeitlichen Ausdehnung der Südanflüge. Dazu wurden drei Szenarien untersucht (Tab. 7):

Szenario 1

Der Flugbetrieb wird im Vergleich zur Messperiode vom Sommer 2004 intensiviert: In jeder Betriebsstunde treten die drei höchsten Spitzen zusätzlich in doppelter Wiederholung auf.

Szenario 2

Der Flugbetrieb wird intensiviert wie in Szenario 1 und auf die doppelte Anzahl Stunden ausgedehnt (22 Stunden statt 11 Stunden pro Woche).

Szenario 3

Der Flugbetrieb wird intensiviert wie in Szenario 1 und auf die dreifache Anzahl Stunden ausgedehnt.

Tabelle 7: Sensitivität der Dauerschallpegel Leq Flug 16 h im Wochenmittel
(Angaben in dB(A))

Messpunkt	MP-Nr.	Leq Flug 16h, Wochenmittel			
		Sommer 04	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Uetikon, Talstrasse	11	44	47	50	52
Männedorf, Glärnischstrasse	21	43	46	49	51
Meilen, Panoramahof	31	44	48	51	53
Stäfa, Rebweg	41	34	38	41	43
Stäfa, Trübelstrasse	42	37	41	44	46
Stäfa, Oberer Grundweg	43	38	42	45	47
Binz, Fridlimattstrasse	51	51	55	58	60
Forch, General Guisan-Strasse	52	46	50	53	55

Mit Szenario 1 steigen die Werte des Leq Flug 16 h um 3 – 4 dB(A).

Mit Szenario 2 ist ein weiterer Anstieg des Leq Flug 16 h um 3 dB(A) verbunden. Am Messpunkt Binz (Nr. 51) wird dadurch der Planungswert mit 58 dB(A) überschritten.

Mit Szenario 3 sind nochmals um 2 dB(A) höhere Werte zu erwarten. Am Messpunkt Binz (Nr. 51) wird damit der Immissionsgrenzwert erreicht. Das Ergebnis für den Messpunkt Forch (Nr. 52) nähert sich dem Planungswert.

Eine Intensivierung innerhalb des heutigen Zeitrahmens am Morgen durch das teilweise Verdichten der im Sommer 2004 in der zweiten und dritten Viertelstunde zu beobachtenden niedrigeren Frequenzen würde natürlich ebenfalls zu höheren Pegeln führen.

An dieser Stelle ist auch daran zu erinnern, dass es bei der Festlegung der Messpunkte darum ging, repräsentative und nicht die meist exponierten zu wählen.

4.5 Bemerkungen zum Beurteilungsverfahren nach Lärmschutzverordnung

4.5.1 Bemerkungen zum Leq als Kenngrösse

Es ist üblich, schwankende oder streuende Zahlenwerte in Durchschnitt zusammenzufassen. Dies ist in vielen Fällen sinnvoll. Ohne Aussagekraft bleibt der Durchschnittswert bei Datensätzen mit sehr starker Streuung. Gefährlich ist die Abstützung auf den Mittelwert bei Datensätzen, bei denen extreme Werte zu Katastrophen führen können (Belastungen von Bauwerken, Körpertemperatur usw.). Ähnlich verhält es sich mit Lärmsituationen von ruhigen Lagen mit niedrigem Grundgeräusch, dem für einige Zeit extreme Spitzen überlagert werden. In der neueren Forschung wird deshalb die Meinung vertreten, dass sich der äquivalente Dauerschallpegel zur Beurteilung von nächtlichen Aufweckreaktionen nicht eignet.³

Eine Parallele, die ebenfalls auf eine Unzulänglichkeit der Lärmschutzverordnung aufmerksam macht, findet sich übrigens im Umgang mit dem vom Lastwagenverkehr geprägten Strassenlärm: Die durch die hohen Lastwagenfrequenzen nach Ablauf der Nachtsperre bis 06.00 Uhr verursachten Lärmspitzen, die ebenfalls zu Aufwachreaktionen führen können, werden nach Lärmschutzverordnung über die ganze Nacht ausgedünnt.

4.5.2 Bemerkungen zu den Belastungsgrenzwerten der Lärmschutzverordnung

Der Festsetzung der Belastungsgrenzwerte in Tabelle 6 ging ein jahrelanges Gerangel voraus. Es ist schon deshalb klar, dass es sich bei diesen Werten nicht um „Naturkonstanten“ handelt, nach denen entschieden werden kann, ob Störungen vorliegen, sondern um Werte des politischen Ermessens.

³ Isermann, Ulrich: Eine kurze Einführung zum Themenkomplex Fluglärmbewertung, Göttingen, 2004

4.5.3 Bemerkungen zur zeitlichen Festlegung des zulässigen Störmasses

Ein weiteres Ermessen liegt in der Definition von Zeitfenstern, denen ein unterschiedliches Ruhebedürfnis bzw. ein unterschiedliches zulässiges Störmass zugeordnet wird. Zur Illustration ist in Abbildung 8 der Immissionsgrenzwert der Empfindlichkeitsstufe II für den Fluglärm im Tagesverlauf dargestellt. In einem Tagfenster von 16 Stunden Dauer, von 06.00 bis 22.00 Uhr, ist ein konstanter Immissionsgrenzwert festgelegt. Für die Nachtrandstunden gelten unterschiedliche Werte. Von 22.00 bis 23.00 Uhr beträgt der Immissionsgrenzwert 55 dB(A), von 23.00 bis 24.00 Uhr und von 05.00 bis 06.00 Uhr 50 dB(A).

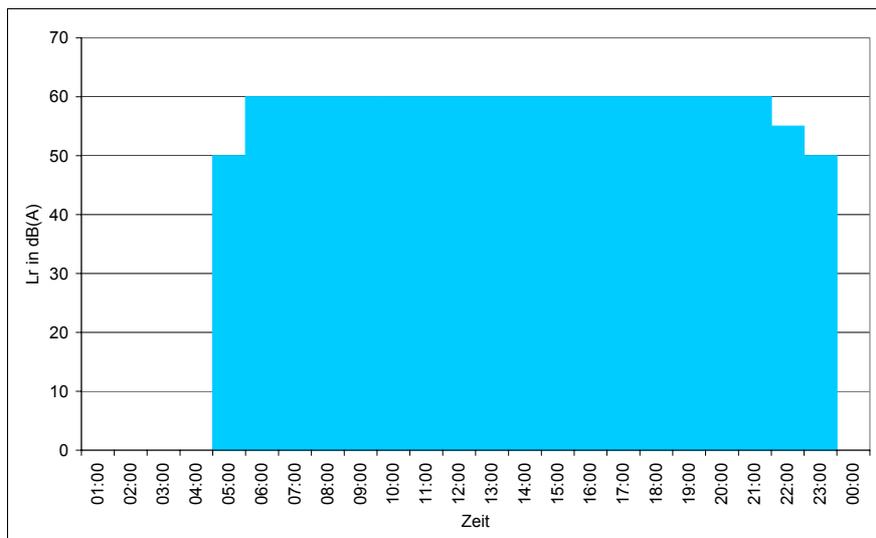


Abb. 8: Grenzwerte für den Fluglärm im Tagesverlauf am Beispiel des Immissionsgrenzwertes der Empfindlichkeitsstufe II

Der Sprung des Immissionsgrenzwertes um 06.00 Uhr im Ausmass von 10 dB(A) bedeutet im Klartext, dass zu dieser Stichzeit die Schonzeit für das Schlafen zu Ende ist. Diese Festlegung ist offensichtlich nicht auf den Tagesablauf weiter Bevölkerungskreise abgestimmt. Dies trifft natürlich in besonderem Mass auf die Samstage und Sonntage zu.

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass beim Schiesslärm für den Sonntag von einem erhöhten Ruhebedürfnis ausgegangen wird (LSV, Anhang 7).

5. Zusammenfassung und Empfehlungen

Die im vorliegenden Bericht zusammengefassten Untersuchungen zeigen, dass die Lärmsituation durch die Südanflüge an allen Messpunkten völlig verändert wird: Ohne Fluglärm ist in den frühen Morgenstunden ein Grundgeräusch im Bereich von lediglich 30 bis 40 dB(A) festzustellen. Aus diesem Grundgeräusch brechen die durch die Südanflüge verursachten Lärmspitzen um zusätzliche 20, 30 oder sogar 40 dB(A) hervor. Da sich der Lärm mit jeder Steigerung von 10 dB(A) verdoppelt, entspricht dies einer Vervielfachung der Lärmbelastung in wenigen Sekunden.

Gemäss Schlafforschung ist die Schlafentiefe an allen Messpunkten beeinträchtigt. In den durch die Messpunkte Binz und Forch repräsentierten Gebieten führt dies mit einer Wahrscheinlichkeit von 100 % zum Aufwachen. Mit immer noch 30 – 50 % Wahrscheinlichkeit des Aufwachens ist in der Umgebung der Messpunkte in Männedorf, Meilen und Uetikon zu rechnen.

Für diesen hervorstechenden Aspekt der von den Südanflügen verursachten Störungen – die Abfolge einer Reihe hoher Lärmspitzen zu einer Tageszeit mit erhöhtem Ruhebedürfnis – enthält die Lärmschutzverordnung kein Beurteilungsverfahren. Dies führt zu den folgenden beiden Empfehlungen:

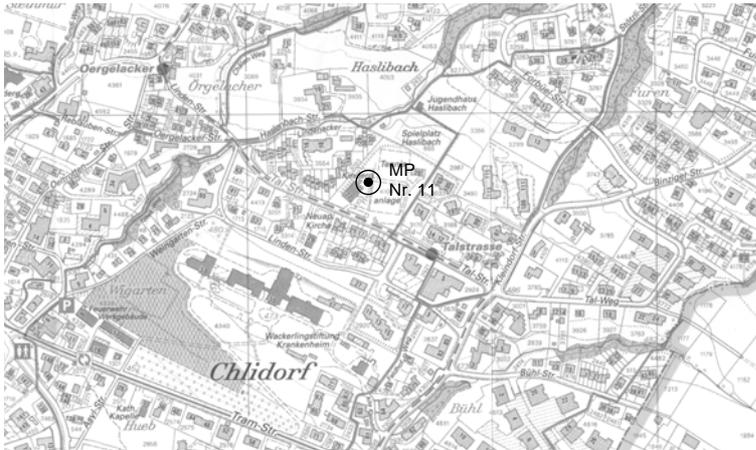
- Es ist alles daran zu setzen, dass die Lärmschutzverordnung so ergänzt wird, dass auch besondere Lärmsituationen, wie die hier untersuchte, sinnvoll beurteilt werden können.
- Es ist zu befürchten, dass sich das Verfahren für eine Ergänzung und Aktualisierung der Lärmschutzverordnung wiederum in einem Spannungsfeld verschiedener Interessen abwickeln wird. Damit die Anliegen der Lärmbetroffenen nicht übersehen werden, müssen das Verfahren transparent, die Grundlagen einsehbar und die Festlegung von Belastungsgrenzwerten nachvollziehbar sein.

Sogar nach dem unbefriedigenden Verfahren beurteilt, dass die Lärmschutzverordnung mit der Nivellierung der in den Morgenstunden auftretenden Schallenergie über den ganzen Tag vorgibt, sind die Lärmbelastungen im Untersuchungsgebiet nicht zu vernachlässigen: Am Messpunkt Binz kann eine Intensivierung des Flugbetriebs oder eine Ausdehnung der Betriebszeiten zum Erreichen des Planungswerts oder des Immissionsgrenzwerts führen.

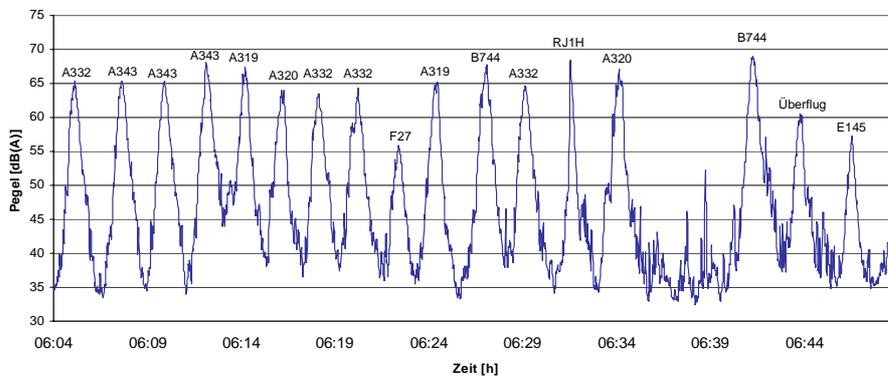
Bei dieser Ausgangslage dürfte es sich lohnen – und dies ist die dritte Empfehlung – die Entwicklung der Lärmsituation durch ein Monitoring genau zu beobachten, dies um so mehr als sich die Auswirkungen von Veränderungen beim Flugbetrieb – Anzahl Bewegungen, Flugzeugtypen – nur mit Messungen erfassen lassen und offensichtlich das Flugverhalten zudem eine Rolle spielt.

ANHANG A

Objektblätter Messpunkte



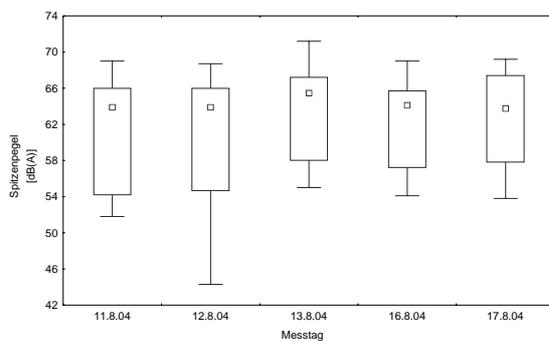
Typischer Ausschnitt aus dem Pegelverlauf mit Angabe des Flugzeugtyps



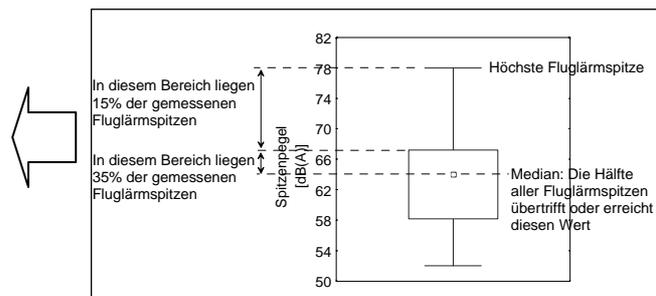
Zum Vergleich:

lautes Gespräch
normales Gespräch, Wecker (50 cm)

Häufigkeit der Spitzenpegel



Ablesebeispiel



Leq-Flug 06.00-07.00 Uhr [dB(A)]

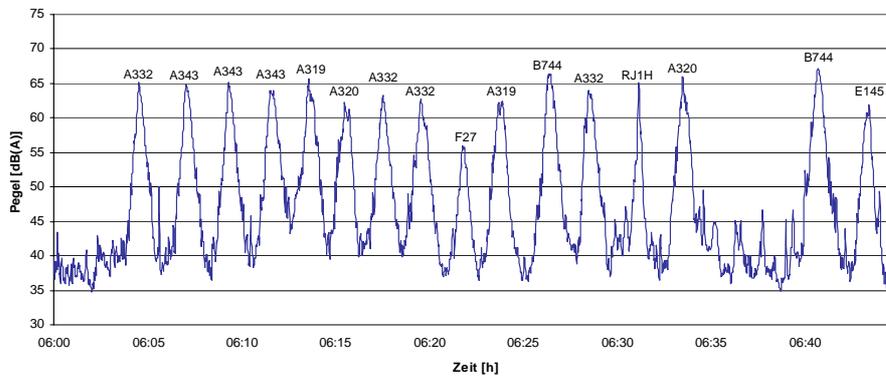
Datum	SEL	Leq nur Flug	Leq Flug 1h
26.07.04	90.4	60.7	54.9
27.07.04	91.2	60.9	55.6
28.07.04	90.6	60.9	55.0
29.07.04	91.3	61.1	55.7
30.07.04	88.4	59.1	52.8
03.08.04	88.8	59.7	53.3
04.08.04	89.0	59.3	53.4
10.08.04	88.1	59.9	52.6
11.08.04	88.4	59.9	52.8
12.08.04	90.0	60.0	54.5
13.08.04	90.1	60.4	54.5
16.08.04	89.6	60.4	54.0
17.08.04	90.0	60.5	54.5
Mittelwert (energetisch)	89.8	60.3	54.2
Mittelwert (arithmetisch)	89.7	60.2	54.1
Standardabweichung	0.3	0.2	0.3

Spitzenpegel $L_{AS, max}$ [dB(A)]

Datum	Anzahl gemessene Fluglärmspitzen	höchster	dritt-höchster	fünft-höchster	zehnt-höchster
26.07.04	17	68.9	67.6	67.4	65.0
27.07.04	19	71.8	68.3	67.6	66.1
28.07.04	17	71.6	68.1	66.2	64.5
29.07.04	20	68.9	68.5	67.8	65.3
30.07.04	17	67.8	64.4	63.6	61.6
03.08.04	17	66.9	66.6	65.0	63.9
04.08.04	19	68.8	68.0	65.1	62.1
10.08.04	15	67.0	66.5	65.6	63.6
11.08.04	17	69.2	66.2	65.4	63.7
12.08.04	21	68.9	66.4	66.0	64.0
13.08.04	16	71.6	67.7	66.4	65.6
16.08.04	16	69.4	66.1	65.5	64.8
17.08.04	17	69.6	67.7	67.1	63.5
Mittelwert (energetisch)		69.5	67.2	66.2	64.3
Mittelwert (arithmetisch)		69.3	67.1	66.1	64.1
Standardabweichung		0.4	0.3	0.3	0.4



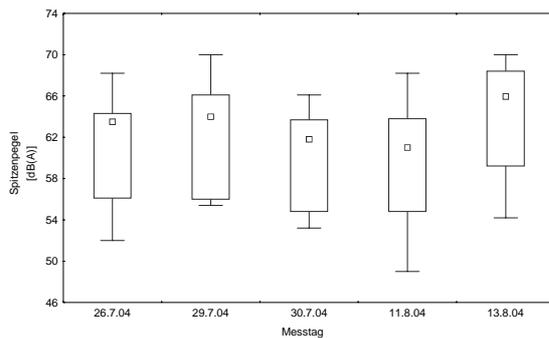
Typischer Ausschnitt aus dem Pegelverlauf mit Angabe des Flugzeugtyps



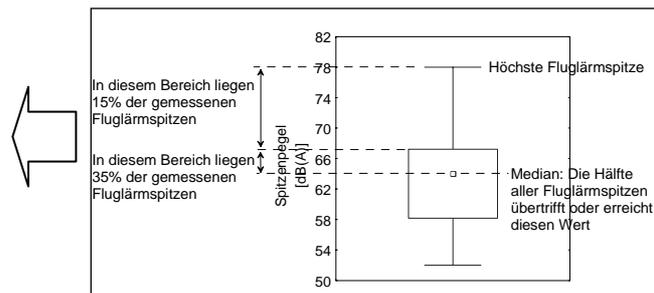
Zum Vergleich:

lautes Gespräch
normales Gespräch, Wecker (50 cm)

Häufigkeit der Spitzenpegel



Ablesebeispiel

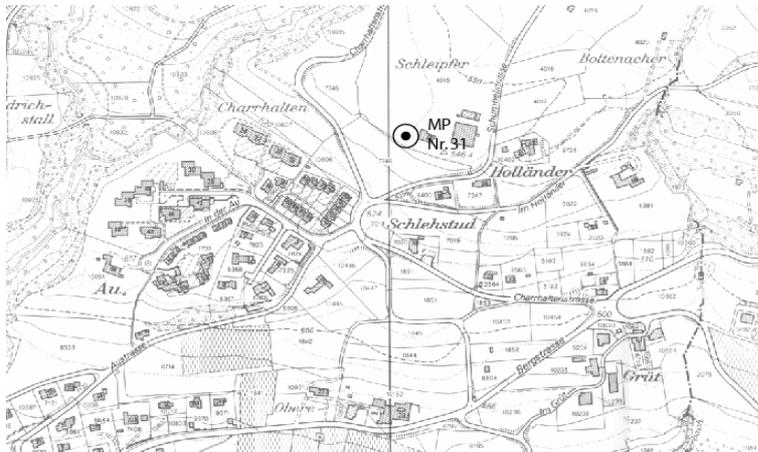


Leq-Flug 06.00-07.00 Uhr [dB(A)]

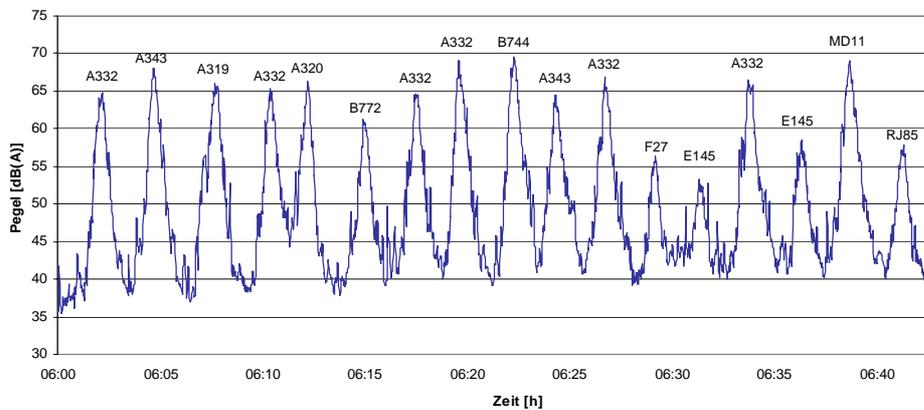
Datum	SEL	Leq nur Flug	Leq Flug 1h
26.07.04	89.2	59.7	53.7
29.07.04	90.3	60.0	54.8
30.07.04	88.1	58.8	52.5
11.08.04	87.1	58.7	51.5
13.08.04	90.2	60.7	54.6
Mittelwert (energetisch)	89.1	59.6	53.6
Mittelwert (arithmetisch)	89.0	59.6	53.4
Standardabweichung	0.6	0.4	0.6

Spitzenpegel $L_{AS, max}$ [dB(A)]

Datum	Anzahl gemessene Fluglärmspitzen	höchster	dritt-höchster	fünft-höchster	zehnt-höchster
26.07.04	17	68.9	65.3	64.6	63.2
29.07.04	20	70.0	66.4	65.6	64.0
30.07.04	18	67.2	64.1	63.4	62.0
11.08.04	17	68.5	64.0	63.5	61.2
13.08.04	16	70.6	68.7	67.7	65.4
Mittelwert (energetisch)		69.2	66.1	65.3	63.4
Mittelwert (arithmetisch)		69.0	65.7	65.0	63.2
Standardabweichung		0.6	0.9	0.8	0.7



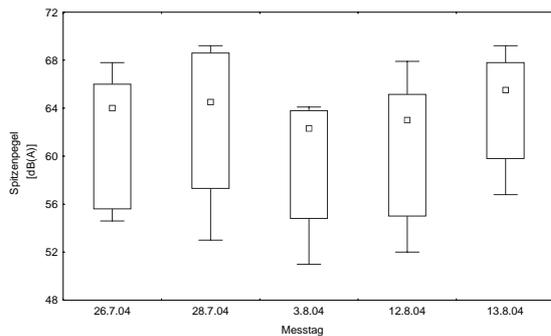
Typischer Ausschnitt aus dem Pegelverlauf mit Angabe des Flugzeugtyps



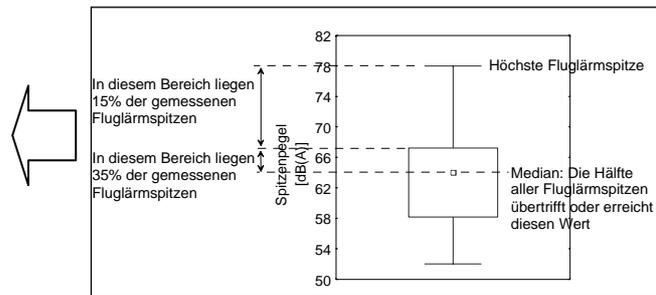
Zum Vergleich:

lautes Gespräch
normales Gespräch, Wecker (50 cm)

Häufigkeit der Spitzenpegel



Ablesebeispiel



Leq-Flug 06.00-07.00 Uhr [dB(A)]

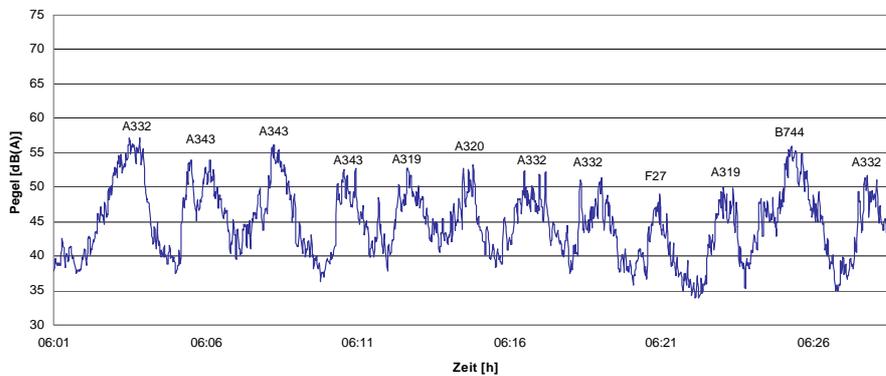
Datum	SEL	Leq nur Flug	Leq Flug 1h
26.07.04	89.5	59.2	53.9
28.07.04	90.8	60.8	55.3
03.08.04	87.6	58.5	52.1
12.08.04	89.6	59.7	54.0
13.08.04	90.1	60.8	54.5
Mittelwert (energetisch)	89.6	59.9	54.1
Mittelwert (arithmetisch)	89.5	59.8	54.0
Standardabweichung	0.5	0.5	0.5

Spitzenpegel $L_{AS, max}$ [dB(A)]

Datum	Anzahl gemessene Fluglärmspitzen	höchster	dritt-höchster	fünft-höchster	zehnt-höchster
26.07.04	17	67.5	66.0	65.0	63.9
28.07.04	17	69.6	69.1	66.9	64.8
03.08.04	16	65.3	64.1	63.7	62.7
12.08.04	21	68.0	66.6	65.0	63.2
13.08.04	16	69.6	67.6	66.9	65.4
Mittelwert (energetisch)		68.3	67.0	65.7	64.1
Mittelwert (arithmetisch)		68.0	66.7	65.5	64.0
Standardabweichung		0.8	0.8	0.6	0.5



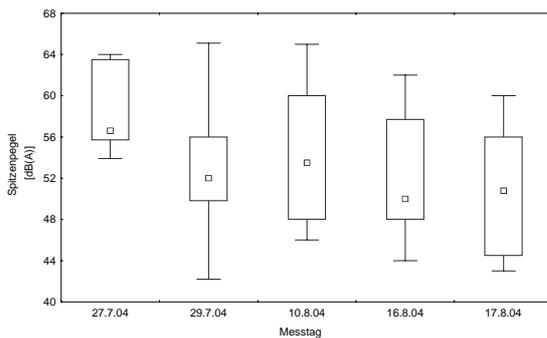
Typischer Ausschnitt aus dem Pegelverlauf mit Angabe des Flugzeugtyps



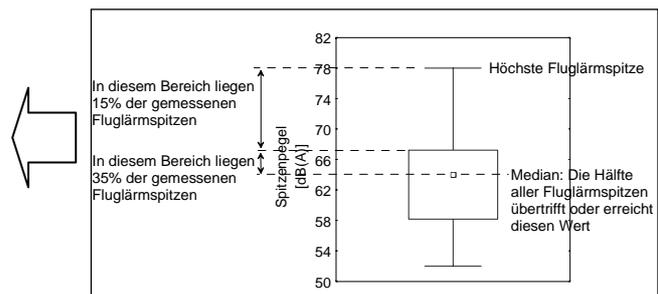
Zum Vergleich:

- lautes Gespräch
- normales Gespräch, Wecker (50 cm)

Häufigkeit der Spitzenpegel



Ablesebeispiel

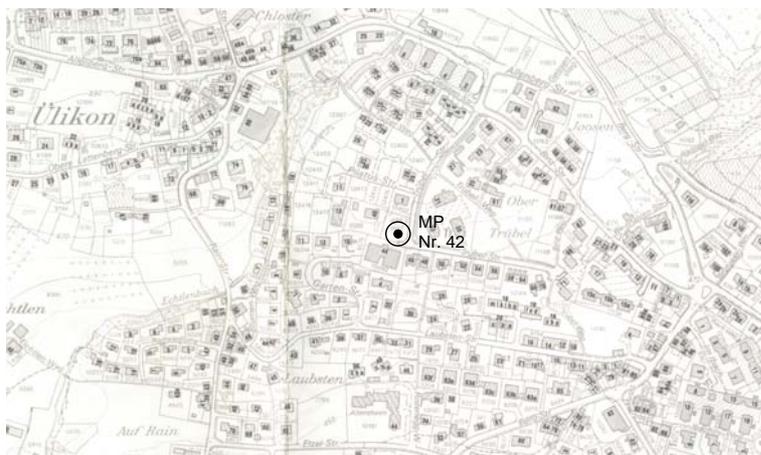


Leq-Flug 06.00-07.00 Uhr [dB(A)]

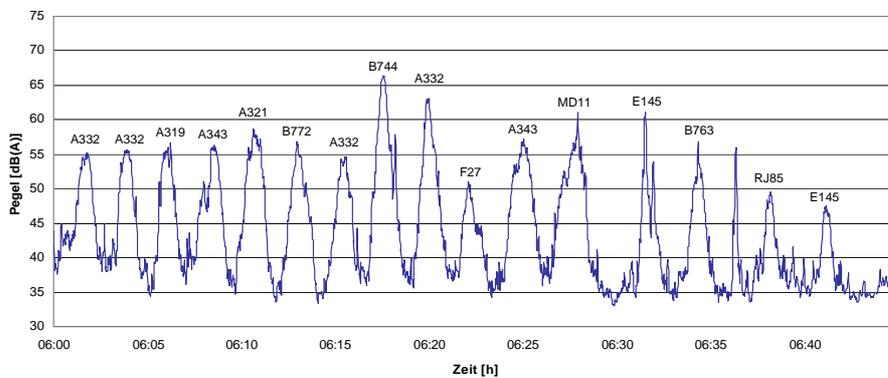
Datum	SEL	Leq nur Flug	Leq Flug 1h
29.07.04	80.9	55.0	45.4
10.08.04	81.4	57.1	45.9
16.08.04	80.3	55.3	44.8
17.08.04	77.2	54.5	41.6
Mittelwert (energetisch)	80.2	55.6	44.7
Mittelwert (arithmetisch)	80.0	55.5	44.4
Standardabweichung	1.0	0.6	1.0

Spitzenpegel $L_{AS, max}$ [dB(A)]

Datum	Anzahl gemessene Fluglärmspitzen	höchster	dritt-höchster	fünft-höchster	zehnt-höchster
29.07.04	15	65.4	56.2	53.9	52.0
10.08.04	12	65.6	58.4	54.2	45.7
16.08.04	13	62.6	57.8	56.8	50.2
17.08.04	13	60.4	54.6	52.0	46.0
Mittelwert (energetisch)		64.0	57.0	54.6	49.3
Mittelwert (arithmetisch)		63.5	56.8	54.2	48.5
Standardabweichung		1.2	0.9	1.0	1.6



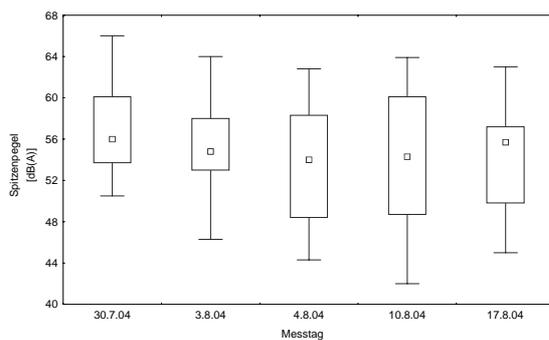
Typischer Ausschnitt aus dem Pegelverlauf mit Angabe des Flugzeugtyps



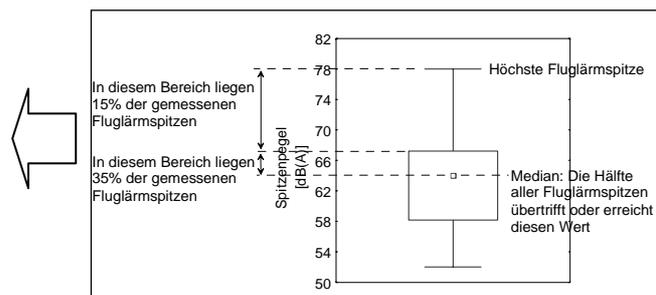
Zum Vergleich:

lautes Gespräch
normales Gespräch, Wecker (50 cm)

Häufigkeit der Spitzenpegel



Ablesebeispiel



Leq-Flug 06.00-07.00 Uhr [dB(A)]

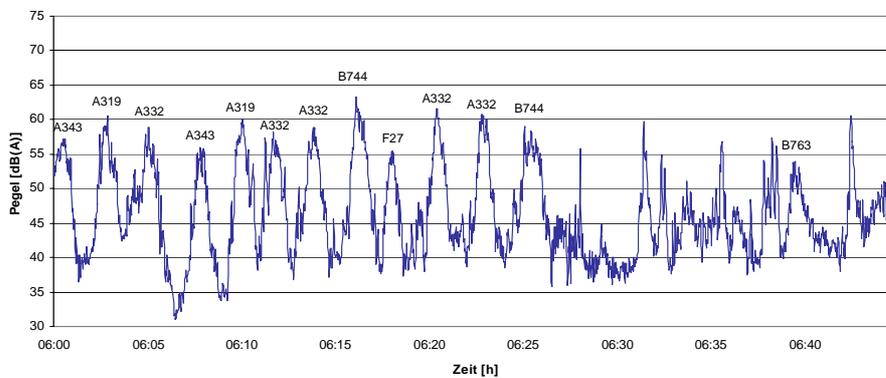
Datum	SEL	Leq nur Flug	Leq Flug 1h
30.07.04	84.5	56.5	49.0
03.08.04	80.8	54.5	45.2
04.08.04	82.1	55.2	46.5
10.08.04	83.0	56.2	47.5
17.08.04	81.8	55.2	46.3
Mittelwert (energetisch)	82.6	55.6	47.1
Mittelwert (arithmetisch)	82.5	55.5	46.9
Standardabweichung	0.6	0.4	0.6

Spitzenpegel $L_{AS, max}$ [dB(A)]

Datum	Anzahl gemessene Fluglärmspitzen	höchster	dritt-höchster	fünft-höchster	zehnt-höchster
30.07.04	15	66.4	61.1	58.7	56.0
03.08.04	13	64.3	58.0	56.3	54.8
04.08.04	16	62.9	58.5	56.5	54.2
10.08.04	15	63.7	60.9	57.6	53.5
17.08.04	15	63.1	57.5	57.1	54.7
Mittelwert (energetisch)		64.3	59.5	57.3	54.7
Mittelwert (arithmetisch)		64.1	59.2	57.2	54.6
Standardabweichung		0.6	0.8	0.4	0.4



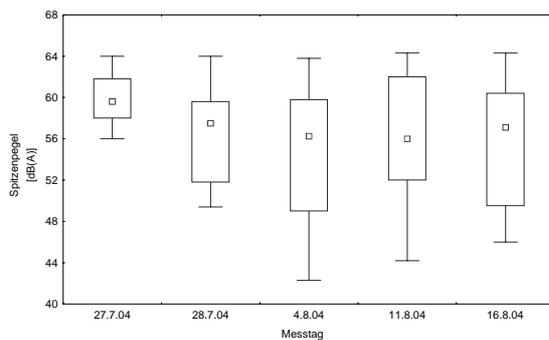
Typischer Ausschnitt aus dem Pegelverlauf mit Angabe des Flugzeugtyps



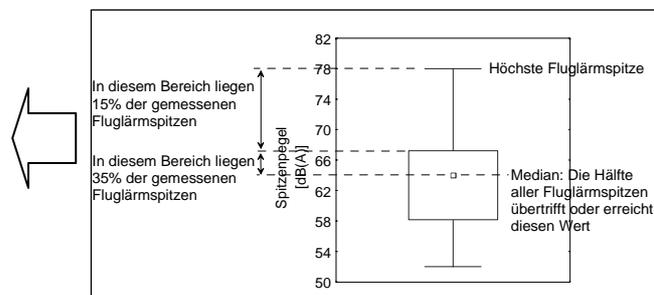
Zum Vergleich:

lautes Gespräch
normales Gespräch, Wecker (50 cm)

Häufigkeit der Spitzenpegel



Ablesebeispiel

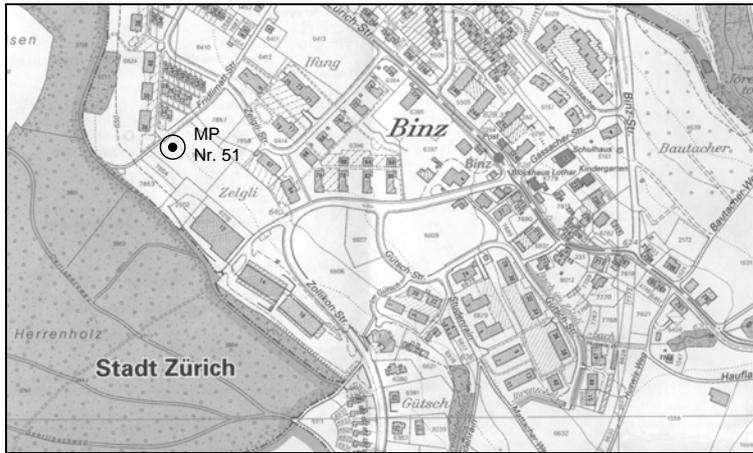


Leq-Flug 06.00-07.00 Uhr [dB(A)]

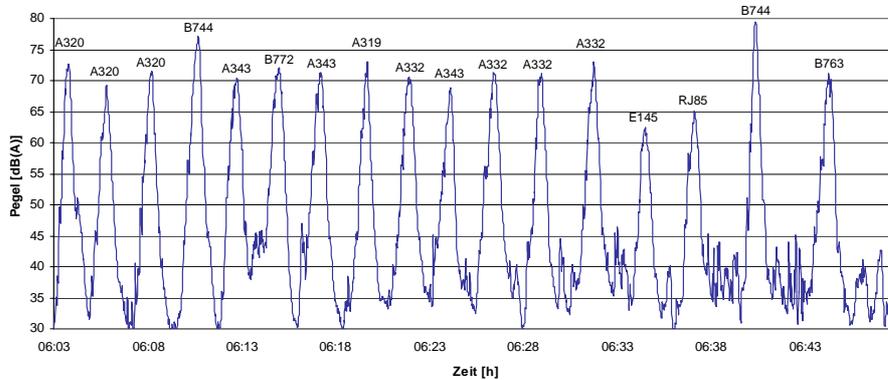
Datum	SEL	Leq nur Flug	Leq Flug 1h
27.07.04	84.7	55.7	49.2
28.07.04	84.8	55.7	49.3
04.08.04	83.5	55.1	48.0
11.08.04	84.0	56.1	48.4
16.08.04	84.3	56.1	48.8
Mittelwert (energetisch)	84.3	55.8	48.7
Mittelwert (arithmetisch)	84.3	55.7	48.7
Standardabweichung	0.2	0.2	0.2

Spitzenpegel $L_{AS, max}$ [dB(A)]

Datum	Anzahl gemessene Fluglärmspitzen	höchster	dritt-höchster	fünft-höchster	zehnt-höchster
27.07.04	16	63.2	60.8	60.5	58.4
28.07.04	13	64.4	60.2	59.3	57.6
04.08.04	16	63.7	60.0	58.3	56.3
11.08.04	16	64.9	62.7	59.5	55.9
16.08.04	14	64.3	60.9	60.4	55.6
Mittelwert (energetisch)		64.1	61.0	59.7	56.9
Mittelwert (arithmetisch)		64.1	60.9	59.6	56.8
Standardabweichung		0.3	0.5	0.4	0.5



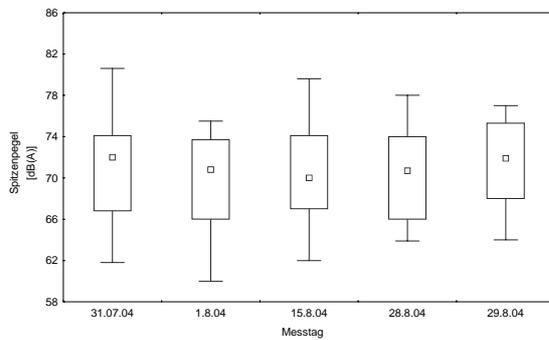
Typischer Ausschnitt aus dem Pegelverlauf mit Angabe des Flugzeugtyps



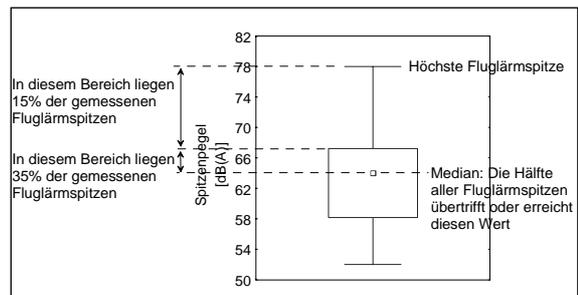
Zum Vergleich:

lautes Gespräch
normales Gespräch, Wecker (50 cm)

Häufigkeit der Spitzenpegel



Ablesebeispiel



Leq-Flug 06.00-09.00 Uhr [dB(A)]

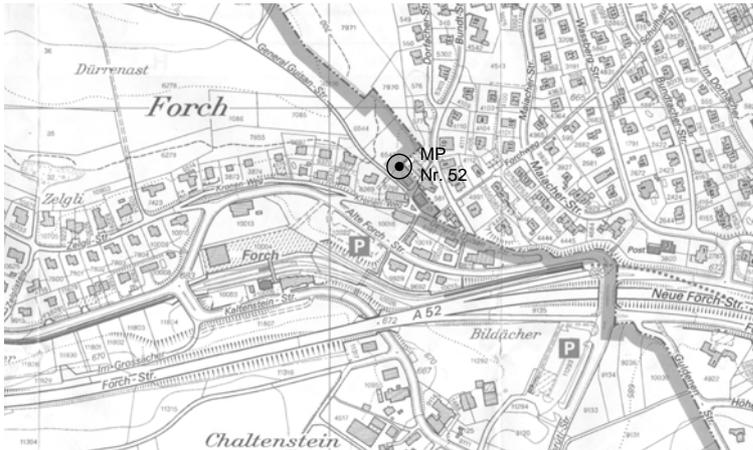
Datum	SEL			Leq nur Flug			Leq Flug 1h		
	1.h	2.h	3.h	1.h	2.h	3.h	1.h	2.h	3.h
31.07.2004	96.6	92.8	94.8	66.6	65.6	65.3	61.0	57.2	59.2
01.08.2004	95.9	91.6	93.9	66.4	65.6	64.7	60.3	56.0	58.3
15.08.2004	96.7	92.0	96.2	66.9	65.9	66.0	61.2	56.4	60.6
28.08.2004	97.1	93.7	95.4	67.3	66.7	65.4	61.5	58.1	59.9
29.08.2004	97.0	89.0	96.2	67.7	63.4	66.7	61.5	53.5	60.6
Mittelwert (energetisch)	96.7	92.1	95.4	67.0	65.7	65.7	61.1	56.5	59.8
Mittelwert (arithmetisch)	96.7	91.8	95.3	67.0	65.4	65.6	61.1	56.2	59.7
Standardabweichung	0.2	0.8	0.4	0.2	0.5	0.3	0.2	0.8	0.4

1.h: 06.00-07.00 Uhr; 2.h: 07.00-08.00 Uhr; 3.h: 08.00-09.00 Uhr

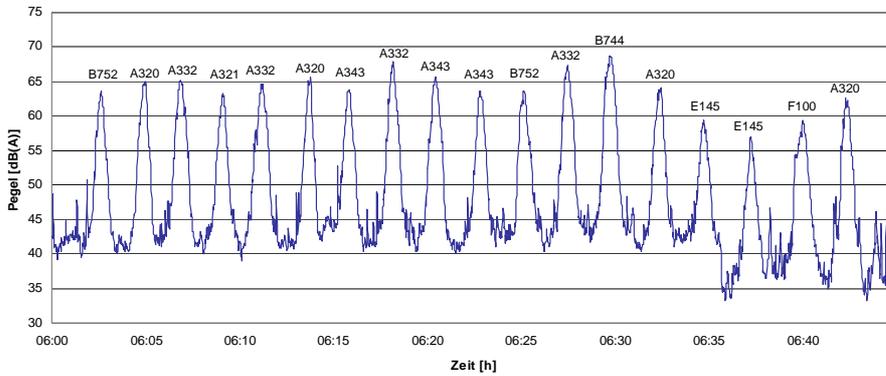
Spitzenpegel $L_{AS, max}$ [dB(A)]

Datum	Anzahl gemessene Fluglärmspitzen			1.	3.	5.	10.
	1.h	2.h	3.h				
31.07.04	22	12	19	79.7	75.4	74.8	72.8
01.08.04	20	9	20	75.8	74.6	73.7	73.2
15.08.04	19	8	23	79.5	76.7	75.1	74.3
28.08.04	20	10	22	78.1	76.0	75.0	74.0
29.08.04	19	7	22	77.0	76.8	76.0	75.1
Mittelwert (energetisch)				78.3	76.0	75.0	74.0
Mittelwert (arithmetisch)				78.0	75.9	74.9	73.9
Standardabweichung				0.7	0.4	0.4	0.4

1.: Höchster Wert; 3: dritthöchster Wert; usw.



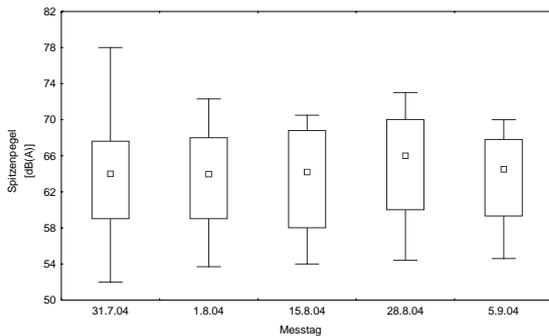
Typischer Ausschnitt aus dem Pegelverlauf mit Angabe des Flugzeugtyps



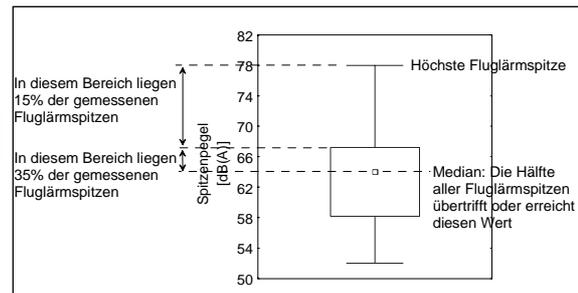
Zum Vergleich:

lautes Gespräch
normales Gespräch, Wecker (50 cm)

Häufigkeit der Spitzenpegel



Ablesebeispiel



Leq-Flug 06.00-09.00 Uhr [dB(A)]

Datum	SEL			Leq nur Flug			Leq Flug 1h		
	1.h	2.h	3.h	1.h	2.h	3.h	1.h	2.h	3.h
31.07.04	91.4	87.2	89.8	61.1	60.0	60.6	55.9	51.6	54.3
01.08.04	92.0	87.7	89.2	62.1	61.0	60.0	56.5	52.1	53.6
15.08.04	92.2	87.7	91.7	62.1	61.5	61.7	56.7	52.1	56.1
28.08.04	92.9	90.0	90.3	62.8	62.9	60.5	57.3	54.4	54.7
05.09.04	91.4	85.2	90.0	61.9	60.3	60.3	55.8	49.7	54.4
Mittelwert (energetisch)	92.0	87.8	90.3	62.0	61.3	60.7	56.5	52.3	54.7
Mittelwert (arithmetisch)	92.0	87.5	90.2	62.0	61.1	60.6	56.4	52.0	54.6
Standardabweichung	0.3	0.8	0.4	0.3	0.5	0.3	0.3	0.8	0.4

1.h: 06.00-07.00 Uhr; 2.h: 07.00-08.00 Uhr; 3.h: 08.00-09.00 Uhr

Spitzenpegel L_{AS, max} [dB(A)]

Datum	Anzahl gemessene Fluglärmspitzen			1.	3.	5.	10.
	1.h	2.h	3.h				
31.07.04	22	12	19	71.1	68.8	67.8	66.9
01.08.04	20	10	20	72.4	70.1	69.2	67.7
15.08.04	19	8	21	71.7	70.5	70.2	69.1
28.08.04	20	11	21	72.9	71.1	70.6	69.1
05.09.04	18	8	21	70.5	68.8	68.4	66.9
Mittelwert (energetisch)				71.8	70.0	69.4	68.1
Mittelwert (arithmetisch)				71.7	69.9	69.2	67.9
Standardabweichung				0.4	0.5	0.5	0.5

1.: Höchster Wert; 3.: dritthöchster Wert; usw.

ANHANG B

Beurteilung durch Leiter Fachstelle Lärmschutz



Baudirektion Kanton Zürich

Fluglärmforum Süd
Herr Prof. Dr. Richard Hirt
Vorsitzender des Fluglärmforums Süd
Gemeinderatskanzlei
Zürichstrasse 8
8124 Maur

Glattbrugg, 24. November 2004

Begleitung Lärmstudie Südanflüge Beurteilung

Sehr geehrter Herr Prof. Hirt
Sehr geehrte Herr Gossweiler

Mit Schreiben vom 20. Januar 2004 hat das Fluglärmforum Süd die Volkswirtschaftsdirektion angefragt, ob eine kantonale Fachstelle die vorgesehene Lärmmesskampagne und die Auswertungen begleiten könne.

Am 09. März 2004 hat die Fachstelle Lärmschutz (TBA/BD) dem Fluglärmforum Süd eine fachliche Begleitung zugesichert. Die Begleitung hat sich auf die folgenden Arbeitsschritte der Lärmstudie Süd konzentriert:

- a) Konzept der Studie
- b) Planung der Messanordnung
- c) Augenschein am Messort und überprüfen der Messkalibration
- d) Auswertemethoden
- e) Präsentation der Schlussresultate.

Zum Messkonzept liegt eine Aktennotiz vom 02. August 2004 vor, in welcher die Zweckmässigkeit des gewählten Vorgehens bestätigt wird.

Am 31. Juli 2004 habe ich die Messpunkte Binz und Forch und am 10. August 2004 die Messpunkte Stäfa und Uetikon am See besucht.

Die stichprobenweisen Augenscheine vor Ort haben gezeigt, dass die Geräte fachkundig eingesetzt und bedient wurden.

Der Schlussbericht ist mir in einem Entwurf vorgelegt worden, sodass noch einige Anregungen meinerseits in der Schlussfassung berücksichtigt werden konnten.

Tiefbauamt

Dienste

Fachstelle Lärmschutz

Europa-Strasse 17, Postfach, 8152 Glattbrugg
Telefon: 044 809 91 51
Telefax: 044 809 91 50
E-Mail: fals@bd.zh.ch
Internet: www.laerm.zh.ch
Dossier Nr.:000.04.25101

Bearbeitet von: Peter Graf
Direktwahl: 044 809 91 60
E-Mail: peter.graf@bd.zh.ch

Die Präsentation der Resultate erfolgt wissenschaftlich korrekt und beschreibt die festgestellte Lärmsituation im Anflugsektor Süd zwischen Binz und Stäfa umfassend. Auch der Vergleich mit den massgebenden gesetzlichen Grenzwerten ist korrekt.

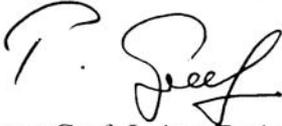
Die persönliche Beurteilung und Interpretation der Fluglärmsituation im Anflugsektor Süd ist nicht Gegenstand meines Begleitauftrages.

Mit freundlichen Grüssen

Tiefbauamt

Dienste

Fachstelle Lärmschutz



Peter Graf, Leiter Fachstelle Lärmschutz
Dipl. Akustiker SGA