

Empa  
Überlandstrasse 129  
CH-8600 Dübendorf  
T +41 58 765 11 11  
F +41 58 765 11 22  
www.empa.ch



Materials Science & Technology

Flughafen Zürich AG  
Abteilung Lärmmanagement und Anwohnerschutz  
8058 Zürich-Flughafen

## Flughafen Zürich Schutzkonzept Süd

<b>Auftrags-Nr.:</b>	<b>457'089</b>	<b>int. 513.2501</b>
Bericht-Nr.:	457'089	
Auftraggeber:	M. Bissegger	
Anzahl Seiten:	9	
Beilagen:	-	
Der Verfasser:	U. Schättin	

be457089\_ZRH09\_T1-SSK\_V3.docx

Dübendorf, 12.12.2011  
Projektleiter:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "U. Schättin".

Urs Schättin

Abteilung Akustik / Lärminderung  
Der Abteilungsleiter:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "K. Eggenschwiler".

Kurt Eggenschwiler

## Inhalt

1.	Ausgangslage und Auftrag .....	3
2.	Grundlagen der Untersuchungen .....	3
3.	Ergebnisse.....	4
3.1.	Belastungskurven der ersten Tagesstunde (06-07 h).....	5
3.2.	Maximalpegel während der ersten Tagesstunde (06-07 h) mit unterschiedlichen Einfügungsdämpfungen .....	6
3.3.	Quantifizierungen .....	7
4.	Berechnungsunsicherheit.....	8
5.	Literaturverzeichnis .....	9

## 1. Ausgangslage und Auftrag

Im Bundesgerichtsentscheid zum vorläufigen Betriebsreglement (vBR) des Flughafens Zürich vom 22. Dezember 2010 (BGE [1]) wurde die Flughafen Zürich AG (FZAG) aufgefordert, die Schallschutzauflagen gemäss Genehmigungsverfügung zum vBR vom 29. März 2005 zu ergänzen, um die von morgendlichen Süd-anflügen betroffenen Anwohner gegen Aufwachreaktionen zu schützen. Es ist ein Schutzkonzept (im Folgenden als „Schutzkonzept Süd“ bezeichnet) zu erstellen und innert einem Jahr beim Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) einzureichen.

Das Bundesgericht gibt Hinweise auf mögliche Lärmberechnungsmethodiken zum Aufbau eines Schutzkonzepts. Auf dieser Basis wurde die Empa, Abteilung Akustik/Lärminderung beauftragt, anhand des Verkehrsaufkommens des Flughafens Zürich im Jahr 2009<sup>1</sup> für die erste Tagesstunde (06-07 h) die folgenden Lärmbelastungen auszuweisen:

- Äquivalenter Dauerschallpegel (Leq, 1 Stunde) von 60 dB(A); (Immissionsgrenzwert Tag für die Empfindlichkeitsstufe II gemäss LSV [5])
- Maximalpegel-Kriterium des deutschen Fluglärngesetzes für die Nachtzeit (22-06 h) für bestehende Flughäfen ( $6 \times \geq 57$  dB(A)) [4]) am Ohr des Schlafenden (Innenpegel).

Ausserdem beauftragte die FZAG die Empa abzuklären, wie sich die Maximalpegel-Belastung im Innenraum durch geschlossene Fenster verschiedener Bauart verändert. In den durchgeführten Berechnungen wurden zu diesem Zweck beim Maximalpegel-Kriterium folgende Einfügungsdämpfungen eingesetzt:

- -15 dB(A), entspricht Dämpfung bei gekippt geöffnetem Fenster
- -25 dB(A), entspricht Dämpfung von geschlossenem, normalem Fenster
- -30 dB(A) und -35 dB(A), entspricht Dämpfung von geschlossenem Schallschutzfenster<sup>2</sup>

## 2. Grundlagen der Untersuchungen

Die Datengrundlagen und Berechnungsvarianten basieren auf der Berechnung der Fluglärmbelastung des Flughafens Zürich sowie des Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) für das Jahr 2009, welche in [2] resp. [3] dokumentiert sind. Aufgrund der Aufgabenstellung fokussierten sich die Untersuchungen zeitlich und räumlich wie folgt:

- Belastung durch den Flugbetrieb während der ersten Tagesstunde (06–07 h)
- Gebiet südlich des Flughafens (Bereich der Südanflüge auf Route Q34)

---

<sup>1</sup> Der Zustand 2009 wurde gewählt, weil damals mit 5'328 Landungen in der Zeit von 06-07 h rund 400 Landungen mehr erfolgten als im „aktuelleren“ Jahr 2010 (4'940 Landungen).

<sup>2</sup> Bei den Einfügungsdämpfungen -25 dB(A), -30 dB(A) und -35 dB(A) wird davon ausgegangen, dass die Fenster dauerhaft geschlossen sind oder über einen zeitgesteuerten, automatischen Schliessmechanismus verfügen.

Im Rahmen der Berechnungen und den oben definierten Systemgrenzen wurden somit für das Schutzkonzept Süd die folgenden Flächen untersucht:

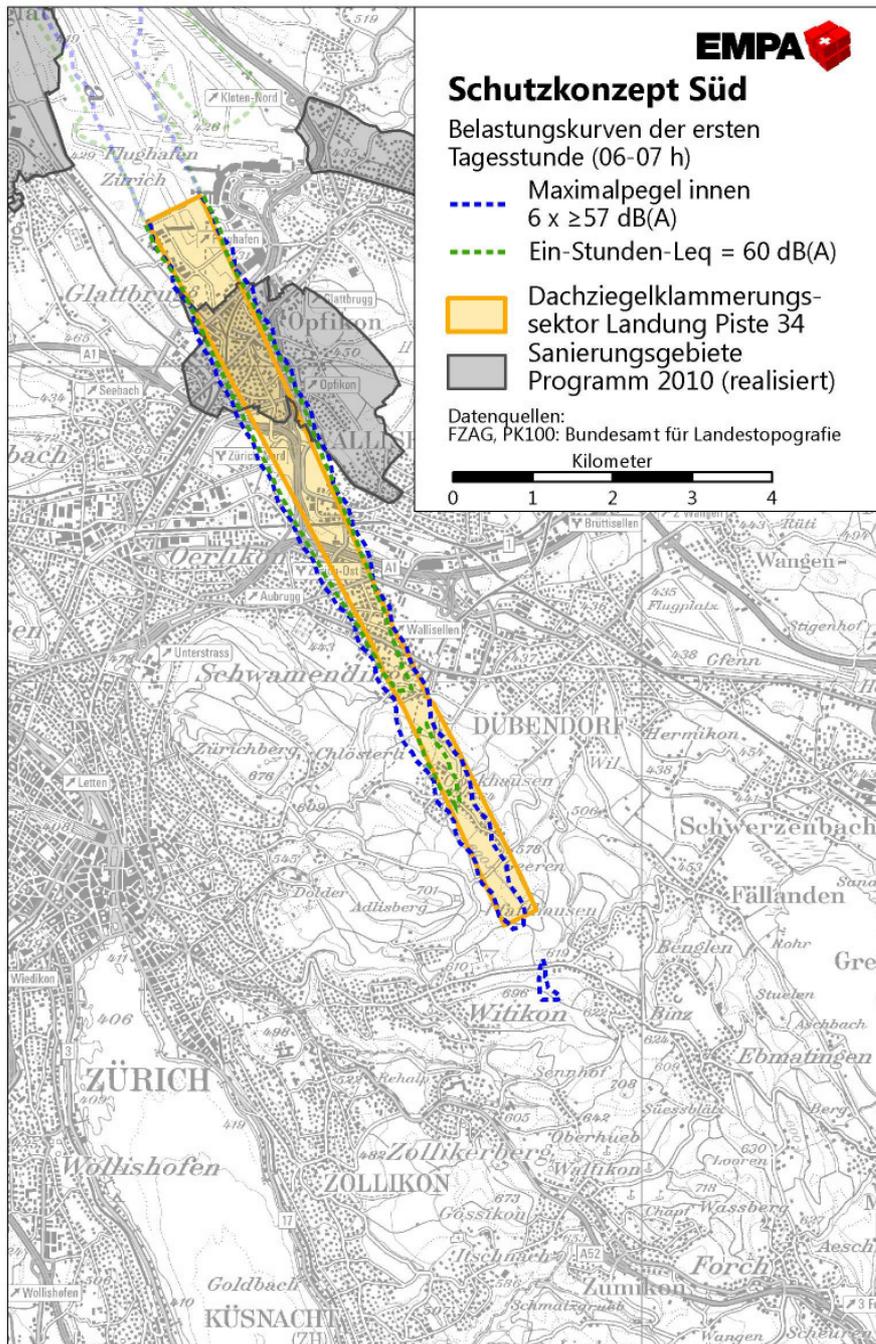
- Ein-Stunden-Leq; 60 dB(A)-Kontur
- Maximalpegel; Zielwert 6 Ereignisse mit mindestens 57 dB(A) Innenpegel: Konturen unter Anwendung der Einfügungsdämpfungen -15 dB(A), -25 dB(A), -30 dB(A) und -35 dB(A)
- Umrisse des Dachziegelklammerungssektors (DZKS) für Landungen auf der Piste 34 (Südanflüge)

Für die Quantifizierung wurden die Parameter Fläche [km<sup>2</sup>] und betroffene Wohnbevölkerung im Jahr 2009 erhoben. Als Datengrundlagen dienten die Bevölkerungsdaten 2009 des Amtes für Raumordnung und Vermessung des Kantons Zürich (ARV, Auflösung 100 m x 100 m).

### **3. Ergebnisse**

Die FZAG schlägt nach eingehender Prüfung den DZKS als Sanierungsperimeter vor. Die nachfolgende Abbildung 3-1 zeigt kartographisch den DZKS sowie die Ausdehnung des Ein-Stunden-Leq (60 dB(A)) und des Maximalpegel-Kriteriums ( $6 \times \geq 57$  dB(A)). In Abbildung 3-2 sind die Belastungskurven des Maximalpegel-Kriteriums während der ersten Tagesstunde (06-07 h) bei Verwendung unterschiedlicher Einfügungsdämpfungen für gekippt geöffnete resp. geschlossene Fenster verschiedener Qualität dargestellt (s. Kapitel 1). Diese Konturen wurden für den gesamten Lärmberechnungsperimeter des Flughafens Zürich ermittelt. Für die untenstehenden Vergleiche wurden aber jeweils nur die Flächenanteile südlich des Flughafens betrachtet. Als Trennlinie diente dabei das nördliche Ende des DZKS für Landungen auf der Piste 34.

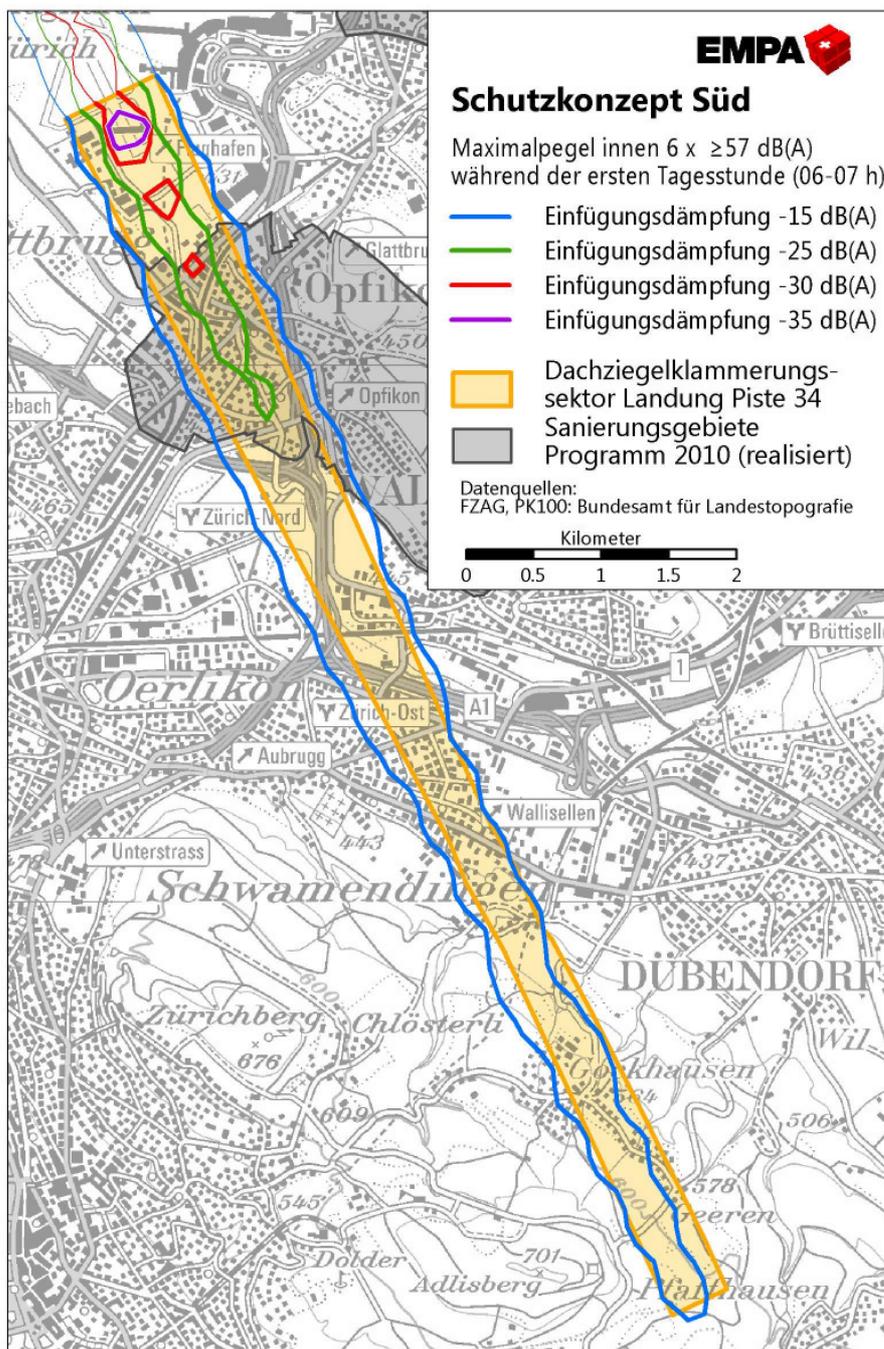
### 3.1. Belastungskurven der ersten Tagesstunde (06-07 h)



[Kurzbericht\_ZRH09\_T1-SSK\_Belastungskurven\_DZKS.jpg]

**Abbildung 3-1:** Vergleich der Belastungskurven des Ein-Stunden-Leq 60 dB(A), des Maximalpegel-Kriteriums  $6 \times \geq 57$  dB(A) (innen, -15 dB(A) Einfügungsdämpfung) während der ersten Tagesstunde (06-07 h) und des Perimeters des DZKS. Zusätzlich sind die Sanierungsgebiete des Programms 2010 dargestellt.

### 3.2. Maximalpegel während der ersten Tagesstunde (06-07 h) mit unterschiedlichen Einfügungsdämpfungen



[Kurzbericht\_ZRH09\_T1-SSK\_Einfügungsdämpfungen\_DZKS.jpg]

**Abbildung 3-2:** Vergleich der Belastungskurven des Maximalpegel-Kriteriums  $6 \times \geq 57$  dB(A) während der ersten Tagesstunde (06-07 h) mit unterschiedlichen Einfügungsdämpfungen. Zusätzlich sind der Perimeter des DZKS und die Sanierungsgebiete des Programms 2010 dargestellt.

### 3.3. Quantifizierungen

Wie Abbildung 3-1 zeigt, sind die beiden dargestellten Belastungskurven der ersten Tagesstunde und des DZKS sehr ähnlich. Sie verlaufen entlang der Landeroute für die Piste 34 Richtung Südosten mit knapp 1000m Breite beim Pistenende und etwa 500m Breite bei Pfaffhausen (ca. 10km vom Pistenende entfernt). Sie überstreichen dicht besiedelte Wohngebiete von Opfikon-Glattbrugg, einen Teil von Wallisellen, Zürich-Schwamendingen und Gockhausen.

Auch bei den Quantifizierungen zeigen sich bezüglich der überstrichenen Flächen und betroffenen Wohnbevölkerung keine sehr grossen Unterschiede. Die grössten Werte weist die Belastungskurve des Maximalpegel-Kriteriums  $6 \times \geq 57$  dB(A) auf, mit  $6.1 \text{ km}^2$  Fläche und etwa 20'500 betroffenen Personen (Bezugsjahr 2009). Die entsprechenden Werte für den Ein-Stunden-Leq 60 dB(A) liegen rund einen Viertel tiefer mit  $4.3 \text{ km}^2$  Fläche und etwa 16'000 betroffenen Personen. Die Vergleichswerte für den DZKS weisen mit  $4.9 \text{ km}^2$  eine etwas grössere Fläche als der Ein-Stunden-Leq 60 dB(A) aus, dafür eine tiefere Anzahl betroffener Personen (etwa 14'500). Dies lässt sich mit dem kleineren Flächenanteil des DZKS in Opfikon-Glattbrugg erklären. Die genauen Zahlen sind in Tabelle 3-1 zusammengestellt.

In Abbildung 3-2 sind die Belastungskurven des Maximalpegel-Kriteriums  $6 \times \geq 57$  dB(A) mit unterschiedlichen Einfügungsdämpfungen dargestellt. Die Kontur der Variante mit -15 dB(A) Einfügungsdämpfung (bei gekippt geöffnetem Fenster) entspricht der Kontur des Maximalpegel-Kriteriums  $6 \times \geq 57$  dB(A) in Abbildung 3-1.

Die Kontur, die der Einfügungsdämpfung -25 dB(A) (bei geschlossenem Fenster älterer Bauart) entspricht, ist deutlich kleiner und liegt ausschliesslich in der Gemeinde Opfikon-Glattbrugg. Sie umfasst noch ca.  $0.8 \text{ km}^2$  resp. rund 1'700 betroffene Personen. Diese Kontur liegt vollständig innerhalb des Sanierungsgebietes „Programm 2010“ (Sanierung realisiert) des Flughafens Zürich. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass diese 1'700 Personen bereits heute von Fenstern mit höheren (d.h. -35 dB(A)) Einfügungsdämpfungen profitieren.

Die Flächen- und Personenzahlen der beiden Kurven mit den Einfügungsdämpfungen -30 dB(A) resp. -35 dB(A) sind nochmals deutlich kleiner und liegen praktisch vollständig innerhalb des Flughafengeländes. Aufgrund der in Kapitel 4 beschriebenen Einschränkungen wird auf eine Quantifizierung dieser beiden Konturen verzichtet.

	Kontur	Fläche in $\text{km}^2$	Wohnbevölkerung 2009 (Personen)
	1-h-Leq 60 dB(A)	4.3	16'217
	DZKS (Landung Piste 34)	4.9	14'679
Maximalpegel $6 \times \geq 57$ dB(A)	Einfügungsdämpfung -15 dB(A)	6.1	20'415
	Einfügungsdämpfung -25 dB(A)	0.8	1'691
	Einfügungsdämpfung -30 dB(A)	-	-
	Einfügungsdämpfung -35 dB(A)	-	-

[Auswertung\_für\_Kurzbericht.xls]

**Tabelle 3-1: Flächen und betroffene Wohnbevölkerung 2009 der untersuchten Belastungen und des DZKS.**

## 4. Berechnungsunsicherheit

Das Berechnungsmodell für den Fluglärm ist mit der Maschenweite von 250 m auf die Anwendung in grossen Gebieten konzipiert. In der Nähe des Flughafens und insbesondere im Pistenbereich entstehen daher un stetige Verläufe bei den Belastungskurven, welche die tatsächliche lokale Situation ungenügend wiedergeben. Das wird vor allem bei den Konturen des Maximalpegel-Kriteriums mit Einfügungsdämpfung -30 dB(A) und -35 dB(A) in Abbildung 3-2 sichtbar. Hier wurde auf eine Quantifizierung mit Flächen und betroffener Bevölkerung verzichtet. Die grundsätzlichen Aussagen über den Einfluss der erhöhten Einfügungsdämpfungen gelten aber trotzdem.

## 5. Literaturverzeichnis

- [1] Bundesgericht, 2010. *Urteil vom 22. Dezember 2010. I. Öffentlich-rechtliche Abteilung. Gegenstand: Vorläufiges Betriebsreglement für den Flughafen Zürich; Plangenehmigung Projektänderung Rollwege und Vorfeld Midfield: neue Abrollwege ab Piste 28 und Infrastruktur, Beschwerde gegen das Urteil vom 10. Dezember 2009 des Bundesverwaltungsgerichts, Abteilung I.*
- [2] Empa, 2010: *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2009*. Bericht Nr. 454'915. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [3] Empa, 2010. *Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index ZFI im Jahre 2009*. Bericht Nr. 455'224. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [4] *Fluglärmsgesetz, 2007. Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2550)*, Berlin.
- [5] LSV, 1986. *Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. August 2010)*. SR 814.41.