



Volkswirtschaftsdirektion  
des Kantons Zürich

Amt für Verkehr

**PROJEKT MASSNAHMENKONZEPT ZFI  
FACHBERICHT ZU DEN FLUGBETRIEBLICHEN MASSNAHMEN**

OKTOBER 2009

Amt für Verkehr  
Neumühlequai 10  
Postfach  
8090 Zürich

Tel 043 259 30 61  
Email: [afv@vd.zh.ch](mailto:afv@vd.zh.ch)  
[www.afv.zh.ch](http://www.afv.zh.ch)

Bericht abrufbar unter [www.vd.zh.ch/zfi](http://www.vd.zh.ch/zfi)

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>4</b>
1.1	Auftrag .....	4
1.2	Projektorganisation.....	4
<b>2</b>	<b>Die flugbetrieblichen Einflussfaktoren des ZFI im Überblick .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Flugbewegungen .....</b>	<b>8</b>
3.1	Entwicklung der Flugbewegungen 2000 - 2007 .....	8
3.2	Entwicklung der Flugbewegungen 2007 – 2030 .....	9
3.3	Massnahmen.....	10
<b>4</b>	<b>Nachsperrordnung .....</b>	<b>12</b>
4.1	Regelung der Nachsperrordnung heute und in Zukunft.....	12
4.2	Bedeutung der Nachtflugregelung für den Drehkreuzbetrieb.....	14
4.3	Massnahmen.....	17
4.3.1	Einführungszeitpunkt der 7-stündigen Nachsperrordnung .....	17
4.3.2	Massnahmen gegen Verspätungen in den Nachtstunden .....	18
4.3.3	Aufsichtsprozess Nachsperrordnung .....	19
<b>5</b>	<b>Flottenmix .....</b>	<b>20</b>
5.1	Entwicklung des Flottenmix 2000 - 2007 .....	20
5.2	Entwicklung der Flugzeugflotte bis 2030 .....	21
5.3	Massnahmen.....	22
5.3.1	Rahmenbedingungen .....	22
5.3.2	Betriebsvorschriften.....	24
5.3.3	Gebührenregelung .....	25
<b>6</b>	<b>Flugrouten .....</b>	<b>27</b>
6.1	Definition.....	27
6.2	Pistenbenutzungskonzepte .....	28
6.3	Einfluss der Flugrouten (-Belegung) 2000 - 2007 auf den ZFI.....	28
6.4	Langfristige Perspektiven .....	30
6.4.1	Künftige Pistenbenützung und Flugroutengestaltung .....	30
6.4.2	Single European Sky / Forschungsprogramm SESAR.....	34
6.4.3	Continuous Descent Approach (CDA).....	36
6.5	Kurzfristige Massnahmen.....	38
6.5.1	Rahmenbedingungen .....	38
6.5.2	Verkleinerung der Streubereiche .....	39
6.5.3	RNAV-Transitions .....	40
6.5.4	Computer Based Training (CBT) .....	40
6.5.5	Regelung lärmrelevanter Änderungen Betriebsreglement.....	41
6.5.6	Aufsichtsprozess Flugwegabweichungen.....	41
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>42</b>
	<b>Anhang 1: Glossar.....</b>	<b>44</b>
	<b>Anhang 2: Grundlagenverzeichnis .....</b>	<b>47</b>

# **1 Einleitung**

## **1.1 Auftrag**

Mit Beschluss Nr. 1893/2008 vom 3. Dezember 2008 nahm der Regierungsrat Kenntnis vom Bericht „Der Zürcher Fluglärm-Index 2007“ (ZFI-Bericht 2007) und davon, dass der ZFI-Monitoringwert im Jahr 2007 insgesamt rund 46'300 vom Fluglärm stark belästigte bzw. gestörte Personen aufwies. Der Regierungsrat beauftragte die Volkswirtschaftsdirektion (Federführung), zusammen mit der Baudirektion eine systematische, wirkungsorientierte Planung und Evaluation Erfolg versprechender Massnahmen vorzunehmen, mit dem Ziel, den Monitoringwert auf lange Sicht so tief wie möglich zu halten. Dem Regierungsrat ist bis November 2009 über die Ergebnisse Bericht zu erstatten.

Der vorliegende Bericht fokussiert auf das Thema Flugbetrieb. Die Planung auf Seite Raumentwicklung/Wohnqualität und die Synthese zwischen beiden Themenfeldern werden in separaten Berichten beleuchtet.

## **1.2 Projektorganisation**

Die Arbeitsgruppe, die mit dem Arbeitspaket Flugbetrieb befasst war, setzte sich aus Vertreterinnen und Vertretern folgender Stellen zusammen:

- Amt für Verkehr
- Amt für Raumordnung und Vermessung
- envico AG, Zürich
- Flughafen Zürich AG
- Skyguide
- Swiss International Air Lines

## 2 Die flugbetrieblichen Einflussfaktoren des ZFI im Überblick

Der Monitoringwert des ZFI wird hauptsächlich durch folgende fünf Faktoren beeinflusst:

- Anzahl Flugbewegungen<sup>1</sup>
- Nachtsperreordnung
- Flottenmix (Flugzeugtypen und deren tageszeitlicher Einsatz)
- Lage und Belegung der An- und Abflugrouten<sup>2</sup>
- Anzahl der im ZFI-Untersuchungsgebiet wohnhaften Personen

In der bisherigen Berichterstattung zum ZFI (Jahre 2005/2006 und 2007) wurde jeweils der Einfluss dieser Faktoren im Jahresvergleich analysiert. Für das Massnahmenkonzept ist eine längerfristige Betrachtung notwendig; dies allein schon deshalb, weil zielführende, konsistente Massnahmen nicht jährlich neu entwickelt werden können. Mit dem Massnahmenkonzept sollen Lösungsansätze für einen langfristigen Horizont definiert werden. Die Massnahmenplanung muss die gesetzlichen Rahmenbedingungen und externe Einflüsse, insbesondere die technische Entwicklung, berücksichtigen und respektieren.

Um Aufschluss über die Entwicklung der Fluglärmsituation über einen längeren Zeitraum hinweg zu erhalten, wurde die Empa beauftragt, die Entwicklung der genannten Einflussfaktoren auf den ZFI zwischen 2000 und 2007 zu untersuchen<sup>3</sup>. Weil die Daten zum Jahr 2008 erst im Oktober 2009 zur Verfügung standen, konnten sie für die Massnahmenplanung noch nicht berücksichtigt werden. Um die Entwicklung in den unterschiedlichen Einfluss- und Verantwortungsbereichen beurteilen zu können, eignet sich der Zustand des Jahres 2000 neben dem ZFI-Richtwert sehr gut als Vergleichszustand. Die Fluglärmsituation des Jahres 2000 war im Beschluss des Regierungsrates vom 16. August 2006<sup>4</sup> als Ausgangspunkt für die Bestimmung des ZFI-Richtwerts genommen worden<sup>5</sup>: Die 325'000 Flugbewegungen und die Wohnbevölkerung des Jahres 2000 bildeten die Referenz für dessen Festlegung. Aus der Überlegung, dass die Lärmbelastung des Jahres 2000 als Lärmplafond dem Flughafen einen zu grossen Entwicklungsspielraum einräumen würde, nahm der Regierungsrat für die Bestimmung der Eckwerte

---

<sup>1</sup> Für die Berechnung des ZFI wird einzig auf die Grossflugzeuge abgestellt. Als Grossflugzeuge gelten Luftfahrzeuge mit einem höchstzulässigen Abfluggewicht von mehr als 8 618 kg (LSV-Anhang 5, Ziff. 1 Abs. 4).

<sup>2</sup> Unter den Begriff An- und Abflugrouten fällt die zahlenmässige und typenspezifische Belegung der einzelnen Routen einerseits und der (dreidimensionale) Verlauf der Flugbahnen („Fluggeometrie“) andererseits.

<sup>3</sup> Empa, Veränderungen im Zürcher Fluglärm-Index ZFI vom Jahr 2000 zum Jahr 2007 (Oktober 2009).

<sup>4</sup> Regierungsratsbeschluss 1159/2006: Gegenvorschlag zur Volksinitiative für eine realistische Flughafenpolitik; Zürcher Fluglärmindex (ZFI); Festlegung des Richtwerts.

<sup>5</sup> Mit dem ZFI-Richtwert wurde der Volksinitiative «Für eine realistische Flughafenpolitik», die eine Beschränkung der Flugbewegungen bei 250'000 und mindestens neun Stunden Nachtsperrezeit forderte, als Gegenvorschlag ein Lärmplafond im Sinne einer Obergrenze der Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten bzw. gestörten Personen gegenüber gestellt. Der Regierungsrat nahm dabei auch Bezug auf die am 3. Juli 2007 eingereichte Behördeninitiative betreffend Änderung des Gesetzes über den Flughafen Zürich, die eine Beschränkung der Flugbewegungen bei 320'000 und mindestens acht Stunden Nachtsperrezeit anstrebte.

für den Flottenmix und die An- und Abflugrouten das Jahr 2004 als Referenz, für die Nachtflugregelung diejenige gemäss dem vorläufigen Betriebsreglement. Mit diesen fünf Eckwerten legte der Regierungsrat den ZFI-Richtwert 21 Prozent unter dem Zustand 2000 fest. Er beabsichtigte damit, dem Flughafen einen Entwicklungsspielraum bis mindestens bis 325'000 Flugbewegungen einzuräumen. Würde der Flughafen im Bereich Flottenmix und An- und Abflugrouten Fortschritte zur Lärmbekämpfung erzielen, sollte er Spielraum für eine zusätzliche Verkehrsentwicklung erhalten.

	2000	2004	vBR
Anzahl Flugbewegungen	x		
Nachtsperrordnung			x
Flottenmix		x	
An- und Abflugrouten		x	
Bevölkerung	x		

Tabelle 1: Referenzzustände für die Eckwerte des ZFI-Richtwerts.

Tabelle 2 zeigt die unterschiedliche Entwicklung des ZFI in der Zeitspanne 2000 - 2007 am Tag und in der Nacht. Die Belästigungswirkung am Tag hat stark abgenommen, während die Störung in der Nacht auf dem Niveau von 2000 liegt. Der ZFI-Monitoringwert 2007 liegt insgesamt 22 Prozent unter demjenigen des Jahres 2000.

	HA (Tag 6 – 22 Uhr)	%	HSD (Nacht 22 – 6 Uhr)	%	ZFI	%
2000	43'827	100%	15'753	100%	<b>59'580</b>	<b>100%</b>
2007	30'748	70%	15'581	99%	<b>46'329</b>	<b>78%</b>
Differenz	-13'079	-30%	-172	-1%	<b>-13'251</b>	<b>-22%</b>

Tabelle 2: Entwicklung des ZFI-Monitoringwerts zwischen 2000 – 2007, HA (*Highly annoyed*, tagsüber von Fluglärm stark belästigte Personen), HSD (*Highly Sleep Disturbed*, in der Nacht im Schlaf stark gestörte Personen).

Um den Gründen für diese Entwicklung nachzugehen, isolierte die Empa die einzelnen Faktoren im Rahmen von Sensitivitätsanalysen. In den einzelnen Analyseschritten wurde der ZFI so berechnet, dass der jeweils zu untersuchende Faktor auf den Stand 2000 gesetzt, die übrigen Faktoren jedoch auf dem Stand 2007 belassen wurden (*Ceteris Paribus*-Methode). Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen weisen aus, welchen Einfluss die einzelnen Faktoren auf die Belästigung durch Fluglärm am Tag (HA, *Highly annoyed*, tagsüber von Fluglärm stark belästigte Personen), die Störung durch Fluglärm in der Nacht (HSD, *Highly Sleep Disturbed*, in der Nacht im Schlaf stark gestörte Personen) sowie auf den ZFI-Monitoringwert (als Summe der HA und der HSD) insgesamt hatten. Die Veränderungen in der Lage („Fluggeometrie“) und in der Belegung der Flugrouten sowie die Bevölkerungsentwicklung übten einen nachteiligen Einfluss auf den ZFI aus, und dies vor allem in der Nacht. Die Abnahme der Flugbewegungen und die

Veränderungen im Flottenmix wirkten sich insgesamt günstig aus und bewirkten, dass der ZFI zwischen 2000 und 2007 trotz der negativen Effekte um 22 Prozent gesunken ist. Bei der Entwicklung des Flottenmix zeigt sich die Verbesserung im Tagbetrieb. Im Nachtbetrieb liegt die Entwicklung im negativen Bereich. Der Effekt der im vorläufigen Betriebsreglement vorgesehenen verlängerten Nachtsperreordnung konnte in der Sensitivitätsanalyse nicht ausgewiesen werden, weil die Berechnung des ZFI die Störungswirkung aller Flugbewegungen in der Zeit zwischen 22 und 06 Uhr unabhängig vom genauen Zeitpunkt der Flugbewegung gleich erfasst. Die Sensitivitätsanalyse der Empa weist hingegen den einmaligen Effekt der zweimonatigen Sperrung der Piste 28 im Jahr 2000 separat aus. In dieser Zeit wurden die Starts tagsüber zum grössten Teil auf der Piste 16 nach Süden abgewickelt und dabei je nach Destination nach links, rechts oder geradeaus geführt.

Für die Massnahmenplanung ist neben der Analyse der flugbetrieblichen Einflussfaktoren auf den ZFI auch die Untersuchung der Bevölkerungsentwicklung von Bedeutung. Abbildung 1 zeigt, dass die Entwicklung der flugbetrieblichen Faktoren zusammen seit 2000 eine 29-prozentige Senkung des ZFI zur Folge gehabt hat, während die Bevölkerungsentwicklung den ZFI um 7 Prozent angehoben hat. Die Tatsache, dass der ZFI-Monitoringwert 2007 22 Prozent unter demjenigen des Jahres 2000 und damit noch leicht unter dem ZFI-Richtwert lag, ist also positiven Entwicklungen im Flugbetrieb (Änderungen im Flottenmix und kleinere Anzahl Flugbewegungen) zu verdanken.

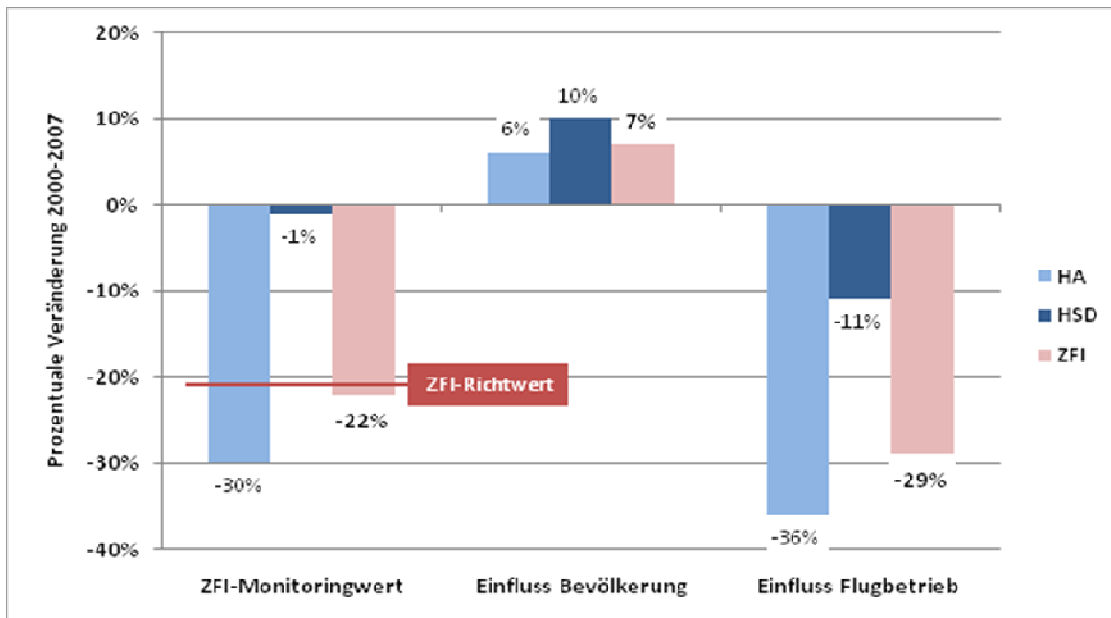


Abbildung 1: Einfluss der Bevölkerungsentwicklung und der Entwicklungen im Flugbetrieb auf den ZFI-Monitoringwert in der Zeit von 2000 – 2007 in Prozenten.

### 3 Flugbewegungen

#### 3.1 Entwicklung der Flugbewegungen 2000 - 2007

Zwischen 2000 und 2007 hat die Anzahl der Flugbewegungen einen starken Rückgang erfahren (vgl. Tabelle 3). Um an die bekannten Zahlen anzuknüpfen, sind in Tabelle 3 sämtliche Bewegungen (nicht nur diejenigen der Grossflugzeuge) aufgelistet. Die Gesamtzahl der Bewegungen machte 2007 gut 80 Prozent derjenigen von 2000 aus und bewegte sich seit 2003 auf diesem Niveau. Klar volatil war die Zahl der Flugbewegungen während der Nacht (22 – 06 Uhr). Hier ist ein klarer Tiefpunkt im Jahr 2002 mit anschliessendem Aufwärtstrend festzustellen.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Tag (06:00 - 22:00 Uhr)</b>	314'800	299'300	276'100	262'600	259'200	259'100	252'900	259'500
	100%	95%	88%	83%	82%	82%	80%	82%
<b>Nacht (nach 22:00 Uhr)</b>	10'900	9'900	6'100	6'800	7'500	8'300	7'900	9'000
	100%	91%	56%	62%	69%	76%	72%	83%
<b>total</b>	325'700	309'200	282'200	269'400	266'700	267'400	260'800	268'500
	100%	95%	87%	83%	82%	82%	80%	82%

Tabelle 3: Entwicklung der Flugbewegungen (Gross- und Kleinflugzeuge) 2000 – 2007.

Für die Berechnung des ZFI wird einzig auf Grossflugzeuge<sup>6</sup> abgestellt. Als Grossflugzeuge gelten Luftfahrzeuge mit einem höchstzulässigen Abfluggewicht von mehr als 8'618 kg (Lärmschutzverordnung, LSV, Anhang 5, Ziff. 1 Abs. 4). Im Jahr 2000 wurden 299'614 Bewegungen von Grossflugzeugen registriert, 2007 noch deren 240'976 (- 20 Prozent). Die Abnahme betrug am Tag (06 - 22 Uhr) 20 Prozent, in der Nacht (22 - 06 Uhr) 16 Prozent.

	Tag (06 – 22 Uhr)	Nacht (22 – 06 Uhr)	Total
2007	231'910	9'066	240'976
2000	288'809	10'805	299'614
Veränderung absolut	-56'899	-1'739	-58'638
Veränderung prozentual	-20%	-16%	-20%

Tabelle 4: Veränderungen in den Bewegungszahlen von Grossflugzeugen von 2000 – 2007.

<sup>6</sup> Grossflugzeuge sind nicht zu verwechseln mit Grossraumflugzeugen, die in der Regel auf interkontinentalen Verbindungen zum Einsatz kommen und zwei Gänge zwischen den Sitzreihen aufweisen.

Der ZFI berücksichtigt die Tagesrandstunden (06-07 bzw. 21-22 Uhr) gesondert und gewichtet die Lärmbelastung zu diesen Zeiten mit einem Malus von 5 dB. In der ersten Tagesrandstunde (06 bis 07 Uhr) stiegen die Bewegungen von Grossflugzeugen zwischen 2000 und 2007 um 8 Prozent, in der letzten Tagesrandstunde (21 – 22 Uhr) nahmen sie um 12 Prozent ab.

	<b>Erste Tagesstunde (06 – 07 Uhr)</b>	<b>Letzte Tagesstunde (21 – 22 Uhr)</b>
2007	7'594	13'830
2000	7'047	15'714
Veränderung absolut <sup>7</sup>	547	-1'884
Veränderung prozentual	8%	-12%

Tabelle 5: Veränderungen in den Flugbewegungszahlen in den Tagesrandstunden von 2000 – 2007.

Die Sensitivitätsanalyse der Empa zeigt, dass die Abnahme der Flugbewegungen zwischen 2000 und 2007 bei den tagsüber von Fluglärm stark belästigten Personen (*Highly annoyed*, HA), den in der Nacht durch ihn im Schlaf stark gestörten Personen (*Highly Sleep Disturbed*, HSD) und auch in der Summe (beim ZFI) zu einer Abnahme von je 16% geführt hat (Tabelle 6). Trotz der grösseren Abnahme der Flugbewegungen am Tag im Vergleich zur Nacht ist die prozentuale Abnahme bei den HA gleich gross ist wie bei den HSD. Nach Interpretation der Empa erklärt sich dieses Ergebnis möglicherweise durch die Effekte der durch einen Malus belegten Tagesrandstunden. Im Gegensatz zur Gesamtzahl der Flugbewegungen, die von 2000 – 2007 um 20 Prozent abgenommen hat, haben die Bewegungen in der ersten Tagesrandstunde um 8 Prozent zugenommen. In der letzten Tagesrandstunde war die Abnahme mit 12 Prozent unterproportional (Tabelle 5).

<b>Bewegungs- zahlen</b>	<b>Restliche Inputdaten</b>	<b>HA</b>	<b>HSD</b>	<b>ZFI</b>
2007	2007	30'748	15'581	46'329
2000	2007	36'460	18'652	55'112
Veränderung	absolut	-5'712	-3'071	-8'783
	prozentual	- 16%	-16%	-16%

Tabelle 6: Veränderung bei den fluglärmbelasteten Personen im Vergleich 2000 zu 2007 aufgrund der Bewegungen.

### 3.2 Entwicklung der Flugbewegungen 2007 – 2030

Der Entwurf zum Schlussbericht des Sachplans Infrastruktur der Luftfahrt (SIL) für den Flughafen Zürich<sup>8</sup> enthält Angaben zur Entwicklung der Flugbewegungen bis 2020/2030. Der Linien-

<sup>7</sup> Im Jahr 2000 waren in der Zeit von 05:30 – 06:00 Uhr noch 754 Frühankünfte zu verzeichnen, die sich 2007 in den Tagbetrieb, v.a. in die erste Betriebsstunde von 06 – 07 Uhr, verschoben haben. Das erklärt zumindest teilweise die Zunahme von rund 550 Bewegungen zwischen 2000 und 2007 in dieser Tagesrandstunde.

und Charterverkehr, der mit Abstand die meisten Bewegungen der Grossflugzeuge ausmacht, wird dabei gesondert ausgewiesen. Tabelle 7 zeigt Bewegungszahlen der Betriebsvarianten<sup>9</sup> bzw. deren Ausprägungen unter Berücksichtigung der jeweiligen Kapazitätsrestriktionen.

Variante	Passagiere (Mio.)		Flugbewegungen Linie/Charter		Flugbewegungen insgesamt	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
$E_{opt}/E_{opt-S}$	28.65	34.63	277'700	314'200	310'200	345'100
$E_{opt-Splus}$	29.30	35.75	283.600	324'100	316'800	356'000
$E_{DVO}/E_{DVO-S}/E_{DVO-G}/E_{DVO-G-S}$	28.55	34.45	277.100	313'200	309'500	344'100
$E_{DVO-Splus}/E_{DVO-G-Splus}$	29.20	35.57	283'000	323'100	316'100	354'900
$J_{opt}/J_{opt-S}$	28.65	34.89	277'700	316'500	310'200	347'700
$J_{opt-Splus}$	29.30	35.36	283'600	320'700	316'800	352'300

Tabelle 7: Verkehrsleistung der SIL-Betriebsvarianten in den Jahren 2020 und 2030; Quelle: SIL-Prozess Flughafen Zürich, Entwurf zum Schlussbericht vom 7. August 2009.

Tabelle 7 macht deutlich, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen SIL-Varianten verhältnismässig gering sind. Im Linien- und Charterverkehr ist bis ins Jahr 2030 ein Bewegungsaufkommen in einer Bandbreite zwischen 313'000 und 324'000 zu erwarten, im Gesamtverkehr ein solches von 344'000 bis 356'000. Auf den Betrieb in der ersten Nachtstunde (22 bis 23 Uhr) entfallen 10'100 Flugbewegungen. Gegenüber dem Jahr 2007 mit rund 241'000 Bewegungen von Grossflugzeugen liegt die obere Bandbreite der SIL-Prognose um 82'000 Bewegungen (34 Prozent) höher. Bei den Nachtbewegungen, die bereits heute praktisch nur von Grossflugzeugen verursacht werden, wird die Wachstumsrate geringer ausfallen (2007: 9'066, 2030: 10'100 [+ 11 Prozent]).

### 3.3 Massnahmen

In der kantonalen Volksabstimmung vom 25. November 2007 zum Gegenvorschlag des Kantonsrates zur Plafonierungsinitiative, dem so genannten „ZFI-Plus“, beschlossen die Stimmberechtigten neben dem ZFI als solchem zwei weiteren Ergänzungen des Flughafengesetzes, die in die neue Bestimmung von § 3 Abs. 3 Flughafengesetz eingeflossen sind:

- Der Kanton setzt sich beim Bund für eine siebenstündige Nachsperrordnung ein.
- Wenn 320'000 Flugbewegungen pro Jahr erreicht sind, erfolgt unabhängig vom dann-zumaligen Stand des ZFI eine neue Lagebeurteilung. Dabei entscheidet der Kantonsrat

<sup>8</sup> Bundesamt für Zivilluftfahrt, Flughafen Zürich, SIL-Prozess: Schlussbericht vom 7. August 2009 (Entwurf). Siehe auch Anhang H.1 betreffend Prognosen für verschiedene Betriebsvarianten mit unterschiedlichen Kapazitäten für den Flughafen Zürich: Ergänzung der Studie von 2006 einschliesslich Aktualisierung der Basisdaten (Intraplan Consult GmbH).

<sup>9</sup> Zwei Varianten ( $E_{DVO}$  und  $E_{opt}$ ) orientieren sich am heutigen Flugbetrieb und dem bestehenden Pistensystem, während bei der dritten Variante ( $J_{opt}$ ) eine Verlängerung zweier Pisten nötig wäre. Die „opt“-Varianten berücksichtigen die Einschränkungen Deutschlands nicht. Die Subvarianten „-S“ resp. „-Splus“ beinhalten kapazitätserhaltende oder kapazitätssteigernde Südabflüge.

auf Antrag des Regierungsrates bzw. es entscheiden via fakultatives Referendum die Stimmberechtigten darüber, ob der Kanton dannzumal beim Bund auf eine Bewegungsbeschränkung hinwirken soll.

Das Flughafengesetz hält also klar fest, dass der Kanton Zürich keine Beschränkung der Flugbewegungen „auf Vorrat“ anstrebt. Vielmehr soll bei Erreichen von 320'000 Bewegungen eine Lagebeurteilung vorgenommen werden, die es erlaubt, zu einer politischen Meinungsbildung über die weitere Entwicklung des Flughafens zu gelangen. § 3 Abs. 3 Flughafengesetz definiert auch die anzustrebende Dauer der Nachtflugsperrzeit. Gestützt auf diese Bestimmungen hat der Zürcher Kantonsrat am 23. Februar 2009 eine Behördeninitiative abgelehnt, die eine Beschränkung der Flugbewegungen bei 320'000 und mindestens acht Stunden Nachtsperrezeit verlangte. Diese Umstände machen deutlich, dass mit dem Instrument ZFI nicht die Absicht verbunden war, eine Bewegungsbeschränkung auf Umwegen einzuführen. Im Gegenteil: Der sogenannte ZFI plus war im Wortsinn ein Gegen-Vorschlag, der einen wirksamen Lärmschutz anstrebt, ohne die Funktionen des Flughafens als interkontinentales Drehkreuz unverhältnismässig einzuschränken.

Zum gleichen Schluss führt die EG-Richtlinie 2002/30<sup>10</sup>, die auch für die Schweiz verbindlich ist<sup>11</sup>. Die Richtlinie geht vom so genannten „ausgewogenen Ansatz“ aus („balanced approach“). Darunter ist ein vierstufiges Vorgehen, eine Art Massnahmen-Kaskade zu verstehen. Kaskade in dem Sinne, dass die nächstfolgende „schärfere“ Massnahme nur dann ergriffen werden darf, wenn mit der vorangehenden „milderen“ Massnahme das jeweilige Schutzziel nicht erreicht werden kann. Konkret umfasst diese Massnahmen-Kaskade folgende vier Stufen:

- An erster Stelle steht die Reduzierung des Fluglärms an der Quelle, d.h. vor allem an den Triebwerken; als zweite Stufe folgt die
- Reduktion des Fluglärms durch die raumplanerische Vorsorgeplanung und durch raumplanerische Massnahmen (Sach- und Richtplanung); als dritte Stufe folgt die
- Reduktion des Fluglärms durch lärmindernde Betriebsverfahren, d.h. durch lärmoptimierte An- und Abflugrouten und -verfahren; erst wenn auch diese Massnahmen nichts fruchten, dürfen als letzte Möglichkeit Betriebsbeschränkungen ins Auge gefasst werden.

Der „ausgewogene Ansatz“ ist letztlich ein Ausfluss aus dem Verhältnismässigkeitsprinzip: Die ins Auge gefasste Massnahme muss zur Erreichung des angestrebten Umweltschutzziels unumgänglich und Erfolg versprechend sein. Eine generelle Bewegungsbeschränkung würde klar im Widerspruch zum ausgewogenen Ansatz stehen. Aus diesen Gründen wurde in der Massnahmenplanung keine allgemeine Beschränkung der Flugbewegungen in Betracht gezogen.

---

<sup>10</sup> Richtlinie 2002/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. März 2002 über Regeln und Verfahren für lärmbedingte Betriebsbeschränkungen auf Flughäfen der Gemeinschaft, ABL. L 85 vom 28.3.2002, S. 40.

<sup>11</sup> Beschluss des Luftverkehrsausschusses Gemeinschaft/Schweiz Nr. 3/2004 vom 22. April 2004, SR 0.748.127.192.68, Änderungen/Aufhebungen.

## 4 Nachsperrordnung

### 4.1 Regelung der Nachsperrordnung heute und in Zukunft

Grundlage für die am Flughafen Zürich geltenden Verkehrseinschränkungen während der Nacht (22 bis 06 Uhr) bildet Kapitel 4 der Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (VIL). Art. 39 VIL untersagt generell Starts und Landungen nicht gewerbsmässiger Flüge zwischen 22 und 06 Uhr. Art. 39a VIL erlaubt bei den Landesflughäfen Genf und Zürich Starts für gewerbsmässige Flüge zwischen 22 und 24 Uhr, verbietet sie jedoch zwischen 24 und 06 Uhr. Landungen gewerbsmässiger Flüge auf den Landesflughäfen Genf und Zürich sind erlaubt zwischen 22 und 24 Uhr und nach 05 Uhr; sie sind verboten zwischen 24 und 05 Uhr. Gegenüber dem Flugplan verspätete Starts oder Landungen sind bis spätestens um 00.30 Uhr erlaubt.

Das zurzeit gültige Betriebsreglement des Flughafens Zürich schränkt die Betriebszeiten für gewerbsmässige Flüge weiter ein als die VIL. Gemäss Betriebsreglement gelten am Flughafen Zürich heute folgende Verkehrseinschränkungen während der Nacht:

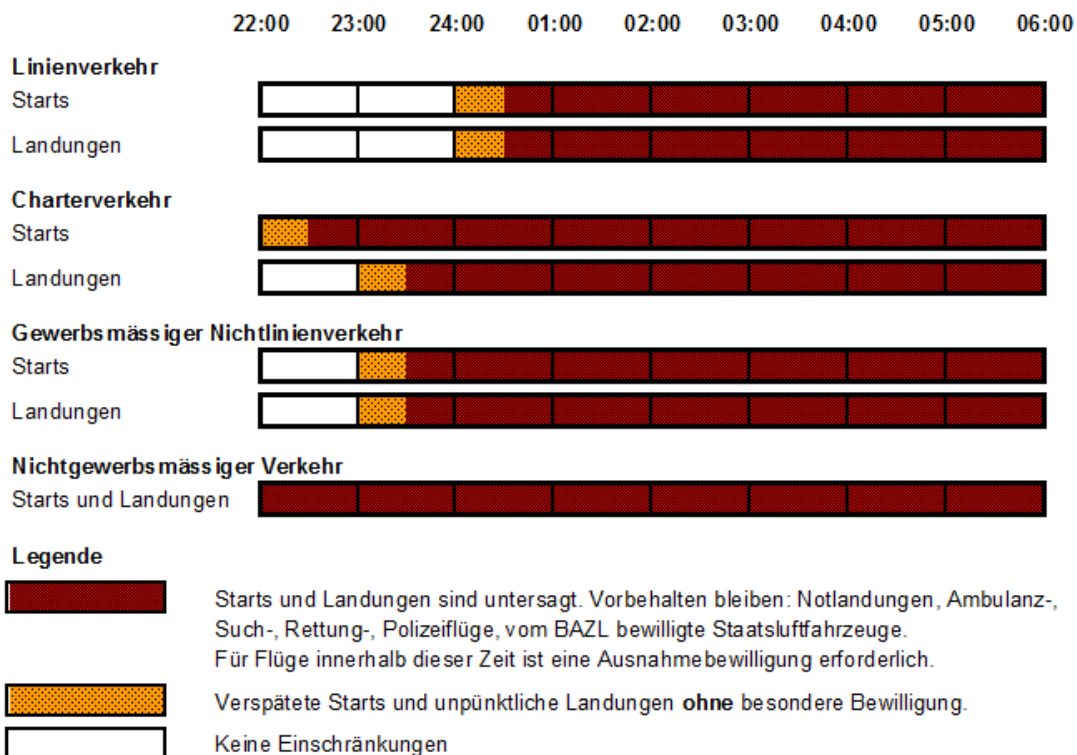


Abbildung 2: Nachsperrordnung nach geltendem Betriebsreglement.

Wenn die neue, siebenstündige Nachtflugsperrung als Teil des vorläufigen Betriebsreglements (vBR) in Kraft tritt (das vBR wurde vom Bundesamt für Zivilluftfahrt [BAZL] am 29. März 2005 grundsätzlich genehmigt, in der Folge jedoch beim Bundesverwaltungsgericht angefochten), werden die Betriebszeiten wie folgt geregelt sein:

### Am Flughafen Zürich gelten folgende Verkehrseinschränkungen während der Nacht 22:00 - 06:00 Uhr

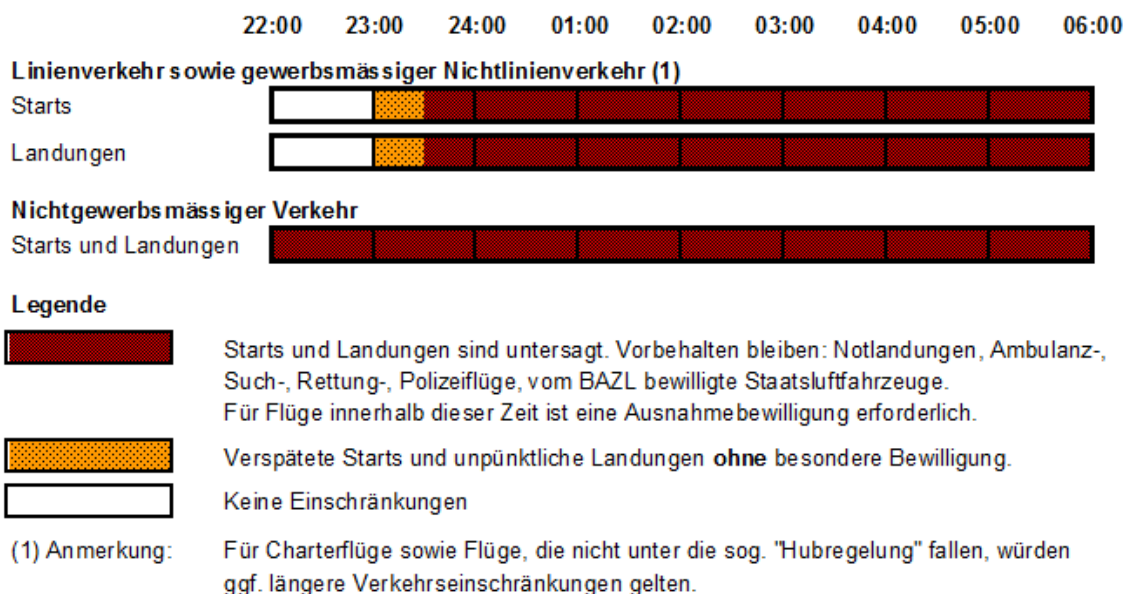


Abbildung 3: Nachtsperreordnung nach dem vorläufigen Betriebsreglement gemäss Gesuch der FZAG (mit Beschwerde belegt; Verfahren vor Bundesverwaltungsgericht noch hängig).

Aus diesen Angaben wird ersichtlich, dass das Ziel des mit der Volksabstimmung vom 25. November 2007 beschlossenen § 3 Abs. 3 Flughafengesetz, der Staat solle auf eine Nachtflugsperrung von sieben Stunden hinwirken, mit dem Inkrafttreten der Nachtflugregelung im vBR erfüllt sein wird. Eine weitere Ausdehnung der Nachtflugsperrung auf acht Stunden hat der Kantonsrat mit seiner Ablehnung einer entsprechenden Behördeninitiative (KR-Nr. 382/2006) am 23. Februar 2009 ausgeschlossen. Der wesentliche Grund für die Ablehnung auch durch den Regierungsrat liegt darin, dass eine weitere Verkürzung der Betriebszeiten den Drehkreuzbetrieb des Flughafens Zürich verunmöglichen und die Weiterexistenz der SWISS als interkontinental tätige Netzwerkgesellschaft in höchstem Masse gefährden würde. Diese Umstände sind im nachfolgenden Abschnitt zu beleuchten.

Tabelle 8 zeigt, dass der Flughafen Zürich, gemessen am gesamten Verkehrsaufkommen, im Vergleich zu anderen Flughäfen im In- und Ausland einen kleinen Anteil an Nachtflugbewegungen aufweist.

Flughafen	Flugbewegungen von 22 bis 06 Uhr	Anteile an den Gesamtbewegungen
Frankfurt	53'463	10.8%
Basel-Mulhouse	7'724	9.4%
Wien	17'500	6.9%
München	21'900	5.1%
Genf	8'976	4.7%
Zürich	9'028	3.4%

Tabelle 8: Nachtflugbewegungen 2007 an verschiedenen Flughäfen und deren Anteile an den Gesamtbewegungen.

#### 4.2 Bedeutung der Nachtflugregelung für den Drehkreuzbetrieb

Die SWISS verfolgt das Geschäftsmodell einer Netzwerkgesellschaft im Verbund der Star Alliance. Als Netzwerkgesellschaft betreibt sie auf dem Flughafen Zürich als ihrer Heimatbasis ein Streckennetz mit Kurz-, Mittel- und Langstreckenflügen. Die Flugpläne der verschiedenen Angebotssegmente werden koordiniert geplant: Die Ankunfts- und Abflugzeiten aller Flüge werden so aufeinander abgestimmt, dass Umsteigeverbindungen entstehen, insbesondere von Übersee- auf Europadestinationen und umgekehrt. Damit möglichst viele solche Umsteigeverbindungen angeboten werden können, werden die Flüge zeitlich in Ankunfts- und Abflugwellen gebündelt.

Das Geschäftsmodell einer Netzwerkgesellschaft nützt also die Kumulation des Verkehrsaufkommens von Lokal- und von Umsteigepassagieren (Transferpassagieren) aus. Am Standort des Hubs ermöglichen Transferpassagiere eine hohe Streckennetzqualität, da dank dem erhöhten Passagieraufkommen wesentlich mehr Destinationen und pro Destination mehr Flüge angeboten werden können als ohne Wellenkonzept. Die dadurch erzielte internationale Erreichbarkeit ist (neben anderen Faktoren) ein ausserordentlich wichtiger Standortvorteil des Grossraums Zürich. Der Regierungsrat hat aus diesem Grund die Drehkreuzfunktion des Flughafens mit dichten Luftverkehrsverbindungen nach Europa und Direktverbindungen auch zu den wichtigen globalen Wirtschaftszentren zum integralen Bestandteil seiner Flughafenpolitik vom 15. September 2004 erklärt.

Der Flugplan einer Netzwerkgesellschaft muss insgesamt so gestaltet werden, dass er der Nachfrage gerecht wird, dass er mit der vorhandenen Flotte zuverlässig umgesetzt werden kann und dass ein effizienter Mitteleinsatz gewährleistet ist. Der Flugplan einer Netzwerkgesellschaft - zumal in einer Allianz, die auch Synergien unter den Allianz-Flugplänen anstrebt - ist somit ein fein austariertes System, das nur unter Berücksichtigung zahlreicher Faktoren optimiert werden kann. Damit der Flugplan einer Netzwerkgesellschaft im intensiven Wettbewerb zu bestehen vermag, muss er somit zahlreichen Anforderungen gleichzeitig genügen.

- Der Flugplan muss sowohl für den Transferverkehr als auch für die Lokalpassagiere attraktiv sein; dies gilt insbesondere für den Europaverkehr, wo die Flugzeiten und die Dichte der Verbindungen einen wesentlich höheren Stellenwert haben als im Interkontinentalverkehr.
- Die Attraktivität der Umsteigeverbindungen hängt wesentlich von der Umsteigedauer (*minimum connecting time*) ab.
- Der Flugplan muss nicht nur für die von Zürich abfliegenden Passagiere attraktiv sein, sondern auch für jene, die nach Zürich fliegen. Dabei sind u.a. auch die unterschiedlichen Zeitzonen zu berücksichtigen.
- Der intensive Wettbewerb im Luftverkehr erfordert neben der Kundenorientierung auch einen sehr wirtschaftlichen Einsatz der Betriebsmittel.
- Im Europaverkehr erfordern die Kundenbedürfnisse (insbesondere jene der Geschäftsreisenden) und das Gebot des wirtschaftlichen Mitteleinsatzes, dass die erste Europa-Welle Zürich zwischen 07.00 und 08.00 Uhr verlassen und dass die letzte Ankunfts-welle zwischen 21.00 und 22.00 Uhr in Zürich eintreffen kann.
- Um die für einen wirtschaftlichen Betrieb der Langstreckenflotte unabdingbaren Umsteigeverbindungen anbieten zu können, muss die erste Langstrecken-Welle vor Beginn der ersten Europa-Welle in Zürich ankommen (also zwischen 06.00 und 06.45 Uhr) und die letzte Langstrecken-Welle Zürich nach Ankunft der letzten Europa-Welle verlassen (also zwischen 22.15 und 22.45 Uhr).
- Der Wellenbetrieb erfordert ausreichende Spitzenkapazitäten.

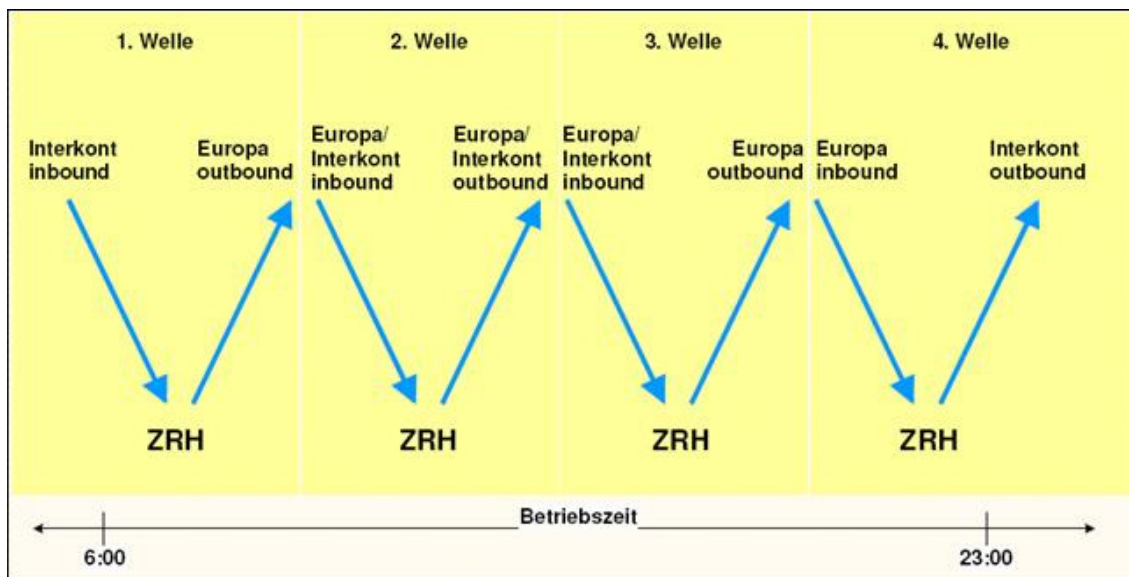


Abbildung 4: Schema des Wellensystems in Zürich (ZRH); Quelle: Entwurf zum SIL-Schlussbericht.

Abbildung 4 zeigt schematisch die Umsteigebeziehungen zwischen den Interkontinental- und den Europaverbindungen im Wellensystem der SWISS. Drehkreuze funktionieren weltweit

nach den gleichen Gesetzmässigkeiten, mit dem Unterschied, dass die Betriebszeiten in Zürich, zumal die verkürzten gemäss vBR, für einen interkontinentalen Drehkreuzbetrieb sehr knapp bemessen sind. Das Wellensystem bzw. der Drehkreuzbetrieb sind zwangsläufig mit der Folge verknüpft, dass die erste Anflugwelle der Interkontinentalflüge in die verhältnismässig lärmempfindliche Randstunde von 06 – 07 Uhr und die letzte Abflugwelle in die besonders lärmempfindliche Nachtstunde von 22 – 23 Uhr (Verspätungsabbau heute bis 00.30 Uhr, nach vorläufigem Betriebsreglement bis 23.30 Uhr) fällt, mit entsprechenden starken Auswirkungen auf den ZFI. Solange der Drehkreuzbetrieb Bestandteil der nationalen Luftverkehrspolitik und der kantonalen Flughafenpolitik bildet, besteht diesbezüglich zwischen verkehrspolitischen und umweltpolitischen Interessen ein grundsätzlicher Zielkonflikt.

SWISS bietet gegenwärtig nach 22 Uhr flugplanmässig fünf Kurse zu interkontinentalen Zielen an: Bangkok, Honkong, Sao Paulo, Tel Aviv und Johannesburg. Gegen eine Verschiebung dieser Flüge in die Abflugwelle am späten Vormittag bzw. am Mittag sprechen je nach Verbindung verschiedene Gründe wie z.B. die Marktsituation/Kundenbedürfnisse, die Anschlüsse an den angeflogenen Destinationen, die Effizienz des Flugzeugeinsatzes, Kapazitätsengpässe am Flughafen Zürich um die Mittagszeit u.a.m. Im ausgesprochen harten Konkurrenzkampf der Fluggesellschaften kann, je nach Destination, unter Umständen jeder dieser Gründe für sich allein darüber entscheiden, ob sich das entsprechende Angebot lohnt oder nicht. Aus standortpolitischen Gründen besteht ein vitales Interesse an diesen Verbindungen.

In die Zeit nach 22 Uhr fallen auch Starts ausländischer Fluggesellschaften nach Destinationen vor allem im Mittleren und im Fernen Osten. Diese Gesellschaften optimieren ihre Flugpläne ausgehend von ihren eigenen Drehkreuzflughäfen. Ihre Start- und Landerechte sind in bilateralen Abkommen ihrer Heimatstaaten mit der Schweiz geregelt. Wollte die Schweiz diese Verkehrsrechte einseitig beschränken, wäre die Gefahr von Retorsionsmassnahmen gross, mit entsprechender negativen Konsequenzen auf die SWISS. Hinzu kommt, dass die ausländischen Fluggesellschaften für die internationale Erreichbarkeit der Schweiz ebenso wichtig sind wie die SWISS.

Eine Ausdehnung der Nachtsperre würde vor allem die Bedienung von Destinationen in Asien, Südafrika und Südamerika negativ beeinflussen. Voraussetzung für die Bedienung dieser Destinationen ist, dass

- der Anschluss der Interkontinentalverbindungen an die Europawellen der SWISS hergestellt werden kann,
- auf Kundenbedürfnisse betreffend die zeitliche Lage der Verbindung Rücksicht genommen wird,
- auf die Ankunftszeiten am Zielort Rücksicht genommen wird, insbesondere auf Anschlüsse an Drehkreuzen in Übersee
- ein effizienter Einsatz der Flugzeuge mit Einsatz in diesen Märkten gewährleistet werden kann.

Diese Voraussetzungen müssen im wettbewerbsintensiven Umfeld *kumulativ* erfüllt sein, d.h., dass auch allfällige Optimierungsmassnahmen allen Anforderungen gerecht werden müssen.

Eine weitere Ausdehnung des Nachtflugverbots am Flughafen Zürich würde vor allem die SWISS treffen, deren Basis sich hier befindet; betroffen davon wären aber auch die aus dem Ausland operierenden Fluggesellschaften.

## **4.3 Massnahmen**

### **4.3.1 Einführungszeitpunkt der 7-stündigen Nachtsperreordnung**

Die neue, siebenstündige Nachtflugsperrung (mit der Möglichkeit eines Verspätungsabbaus bis 23:30 Uhr) ist Teil des vorläufigen Betriebsreglements (vBR), das vom Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 29. März 2005 grundsätzlich genehmigt wurde. Gegen diese Genehmigungsverfügung erhoben in der Folge Dutzende von Beschwerdeführern Beschwerde an das Bundesverwaltungsgericht. Diese Beschwerden haben regelmässig aufschiebende Wirkung, weshalb das vBR bzw. die zahlreichen Bestimmungen während der Dauer des Beschwerdeverfahrens nicht in Kraft treten können<sup>12</sup>.

Die aufschiebende Wirkung der Verwaltungsgerichtsbeschwerden gegen das vBR erstreckt sich auch auf die darin festgelegte neue, siebenstündige Nachtflugsperrung. Immer wieder wird deshalb gefordert, dass die neue Nachtflugsperrung „vorgezogen“, d.h. schon vor Abschluss des zurzeit immer noch hängigen Rechtsmittelverfahrens eingeführt werden kann.

Diesem Anliegen stehen sowohl rechtliche als auch sachliche Gründe entgegen. Zum Einen umfasst die der Verwaltungsgerichtsbeschwerde zukommende aufschiebende Wirkung grundsätzlich die gesamte Verfügung, selbst wenn nur einzelne Anordnungen daraus angefochten werden. Die nicht angefochtenen Festlegungen im vorläufigen Betriebsreglement wie z.B. die neue Nachtflugsperrung, können deshalb vor dem Entscheid des Bundesverwaltungsgerichtes nicht in Kraft gesetzt werden. Hinzu kommt ein Weiteres: Viele Flüge, die zur Nachtzeit stattfinden, sind gemäss Flugplan für den Tag geplant, können jedoch wegen Verspätungen häufig erst zur Nachtzeit durchgeführt werden. Eine Ausdehnung der Nachtsperrezeiten setzt deshalb zwingend voraus, dass gleichzeitig die notwendigen Voraussetzungen dafür geschaffen werden, dass das Verkehrsaufkommen am Tag möglichst verspätungsfrei abgewickelt werden kann.

Die siebenstündige Nachtflugsperrung, welche die Flughafen Zürich AG (FZAG) ins vBR aufgenommen und dem BAZL zur Genehmigung beantragt hat, darf deshalb nicht isoliert betrachtet werden. Der Regierungsrat hat stets betont, dass die verlängerte Nachtflugsperrung nur dann eingeführt werden soll, wenn auf der betrieblichen Seite ein Gegengewicht geschaffen wird. d.h. wenn grundsätzlich alle Pisten tagsüber ohne zeitliche Einschränkungen benützt werden

---

<sup>12</sup> Ausgenommen von der aufschiebenden Wirkung der Verwaltungsbeschwerden und damit sofort anwendbar waren jene operationellen Bestimmungen, die wegen der von Deutschland einseitig verfügten, ausgedehnten Sperrzeiten über Süddeutschland keinen Aufschub duldeten, da sonst der Flughafen zeitweise hätte geschlossen werden müssen.

können<sup>13</sup>. Verschiedene Beschwerden richten sich indessen gegen das im vorläufigen Betriebsreglement festgelegte Pistenbenützungskonzept, das eben dieses operationelle Gegengewicht zur siebenstündigen Nachtflugsperr darstellt. Diesen Beschwerden kommt, wie erwähnt, aufschiebende Wirkung zu, weshalb auch das neue Pistenbenützungskonzept noch nicht in Kraft treten kann.

Einer vorzeitigen Einführung der neuen, siebenstündigen Nachtflugsperr stehen demnach sowohl rechtliche als auch tatsächliche Gründe entgegen. Die neue Nachtflugsperr entfaltet jedoch insofern eine Vorwirkung, als bereits heute Slots für Starts und Landungen nur bis 22.45 Uhr erteilt werden. Gemäss der aktuellen Regelung ist jedoch ein Verspätungsabbau noch bis 00.30 Uhr möglich. Nachdem ein Entscheid des Bundesverwaltungsgerichts im Verlauf des Jahres 2010 zu erwarten ist, gewinnen bereits heute Überlegungen, wie die Verspätungssituation bestmöglich verbessert werden kann, an Bedeutung.

#### **4.3.2 Massnahmen gegen Verspätungen in den Nachtstunden**

Die LSV definiert für die einzelnen Nachtstunden unterschiedlich strenge Grenzwerte. Für die Berechnung der HSD spielt es dagegen keine Rolle, zu welcher Zeit die An- und Abflüge in der Nacht (22 – 06 Uhr) stattfinden, weil unabhängig von der Uhrzeit die gleiche Berechnungsmethodik angewendet wird. Dennoch weist die Entwicklung der HSD auf Handlungsbedarf hin. Sowohl die Interessen der Passagiere an pünktlichen Flügen auch die Interessen am Lärmschutz erfordern es, dass Verspätungen in der Nacht gesenkt bzw. tief gehalten werden können. Eine Einführung der Nachtsperre, wie sie im vBR geregelt ist (Reduktion des Verspätungsabbaus um eine Stunde) wird für die Flughafenbetreiberin und die Fluggesellschaften eine erhebliche Herausforderung bilden, insbesondere bei schwierigen Wettersituation (z.B. Massenenteisung von Grossraumflugzeugen) und bei verspäteten Anflügen, die Anschlusspassagiere befördern.

Ein effizienter Betrieb am Tag, wie er mit dem vBR beantragt worden ist, ist auch Voraussetzung dafür, dass Verspätungen gering gehalten bzw. innert relativer kurzer Frist abgebaut werden können. Unter den heutigen Rahmenbedingungen verfolgt die Flughafenbetreiberin folgende Stossrichtungen, um die Verspätungen zu verringern:

- Optimierung der Abfertigungs-, Passagier- und Frachtprozesse (damit die Flugzeuge pünktlich startbereit sind),
- Optimierung der operationellen Entscheidungsprozesse durch kurze Entscheidungswege und eine optimale Koordination unter den verschiedenen beteiligten Organisationen,
- Optimierung der Rolldistanzen durch eine entsprechende Gate- und Pistenzuteilung und allfällige Investitionen etwa in zusätzliche Enteisungs-Infrastruktur,

---

<sup>13</sup> Siehe Stellungnahme des Regierungsrates vom 18. Oktober 2000 zum dringlichen Postulat KR-Nr. 289/2000 betr. Nachtflugsperr im provisorischen Betriebsreglement.

- Optimierung der Kapazitäten am Boden und in der Luft in den kritischen Zeiten (effiziente Bewirtschaftung des Pistensystems und des Luftraums insbesondere auch bei ungünstigen Wettersituationen [Nebel, Bise]),
- Gestaltung der Flugpläne durch die Fluggesellschaften, damit Unregelmässigkeiten aufgefangen werden können, bzw. der Toleranzen für das Abwarten von Anschlussflügen.

### **4.3.3 Aufsichtsprozess Nachtsperreordnung**

Gemäss § 3 Abs. 1 Flughafengesetz überwacht der Staat, handelnd durch die Volkswirtschafts-direktion bzw. das Amt für Verkehr, die Einhaltung der Nachtsperreordnung des Flughafens Zürich. Es meldet Übertretungen der Aufsichtsbehörde des Bundes. Die Einhaltung der Nachtsperreordnung wird mit Hilfe des sogenannten „Airport Information and Management Systems“ (AIMS) durch die Flughafen Zürich AG (FZAG) kontrolliert; das Amt für Verkehr hat über die Flugweg- und Fluglärmüberwachungsanlage ATANOMS jederzeit Einsicht ins AIMS. Ausnahmen von der Nachtsperreordnung dürfen nur aus unvorhersehbaren ausserordentlichen Gründen sowie vorab bei medizinischen Notfällen erteilt werden. Die Aufsicht durch den Kanton hat eine präventive Wirkung; Verstösse gegen die Nachtsperreordnung sind sehr selten. Auf Einladung des BAZL finden jährlich ein bis zwei Besprechungen mit der FZAG und dem Amt für Verkehr statt, mit dem Ziel, Übertretungen und systemische Fehler bei der Erteilung von Ausnah-mebewilligungen zu analysieren und Massnahmen zu deren künftigen Vermeidung in die Wege zu leiten.

## 5 Flottenmix

### 5.1 Entwicklung des Flottenmix 2000 - 2007

Zwischen dem Jahr 2000 und 2007 hat sich die am Flughafen eingesetzte Flugzeugflotte in verschiedener Hinsicht deutlich verändert. Die Flugzeuge, die im Jahre 2007 in Zürich verkehrten, verursachen insgesamt deutlich tiefere Schallpegel und sind damit deutlich lärmgünstiger als jene im Jahr 2000. Die Sensitivitätsanalyse der Empa zeigt, dass der ZFI zwischen 2000 und 2007 durch diesen Effekt um 17 Prozent abgenommen hat. (Tabelle 9). Interessant sind die gegenläufigen Effekte: Einer markanten Abnahme der HA am Tag (-27 Prozent) steht eine Zunahme der HSD in der Nacht (+ 12 Prozent) gegenüber.

Flugzeugflotte	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
2007	2007	30'748	15'581	46'329
2000	2007	41'956	13'872	55'828
Veränderung	absolut	-11'208	1'709	-9'499
	prozentual	-27%	12%	-17%

Tabelle 9: Effekte der Veränderung Veränderungen in der Flottenzusammensetzung 2000 – 2007 auf den ZFI.

Der Grund für diese gegenläufige Entwicklung kann nach Einschätzung der Empa einerseits durch Veränderungen in der abgestrahlten Schalleistungen (damit wird die pro Zeiteinheit von einer Schallquelle abgegebene Schallenergie bezeichnet), andererseits durch Veränderungen in den Fluggeometrie (dreidimensionaler Verlauf der Flugbahnen) erklärt werden. Im massgeblichen Zeitraum (2000 bis 2007) hatte die Abnahme der Bewegungen der MD-11 und MD-83 einen markanten Rückgang der Schalleistung zur Folge. Diese Abnahme war deutlich grösser als die entsprechende Zunahme der Schalleistungen infolge Zunahme der Flugbewegungen der Nachfolgemodelle Airbus A319, A 340 und Fokker 100. Insgesamt nahm die abgestrahlte Schalleistung am Tag über sämtliche Flugzeugtypen zwischen 2000 und 2007 um rund 30 Prozent ab.

In der Nacht (22 bis 06 Uhr) führte die Ablösung der MD-11 durch den Airbus A340-300 ebenfalls zu einer deutlichen Abnahme der abgestrahlten Schalleistung (- 40 Prozent); trotzdem nahmen die Schlafstörungen zu. Der Grund hierfür liegt im unterschiedlichen Steigvermögen der dreistrahligen MD-11 und des vierstrahligen Airbus A340-300 (Abbildung 5). Dies war zu erwarten und entspricht der heutigen Bauweise von modernen Flugzeugen. Ein zweimotoriges Strahlflugzeug wird immer besser steigen als ein dreistrahliges und dieses wiederum besser als ein vierstrahliges. Der Grund liegt darin, dass gemäss den Sicherheitsvorschriften beim Ausfall eines der Triebwerke in der Startphase auch mit den noch funktionsfähigen Triebwerken ein sicherer Abflug gewährleistet sein muss. Das zweimotorige Flugzeug verliert bei einem Trieb-

werkausfall 50 Prozent der Leistung, während das viermotorige nur 25 Prozent verliert. Entsprechend brauchen die Triebwerke eines zweistrahligen Flugzeugs grössere Leistungsreserven, und diese haben bei einem ordnungsgemässen Start einen steileren Abflugwinkel zu Folge.

Dieser Umstand führt dazu, dass der A340-300 beim Start aufgrund der kleineren Distanz zwischen Quelle und Empfänger - trotz deutlich geringerer Schallleistung – im Fernbereich des Flughafens höhere Pegel bzw. zur Nachtzeit mehr Aufwachreaktionen verursacht als die lautere MD-11. Dabei ist aber zu beachten, dass der reine Überfluglärm resp. der seitliche Lärm unterschiedlich wahrgenommen werden.

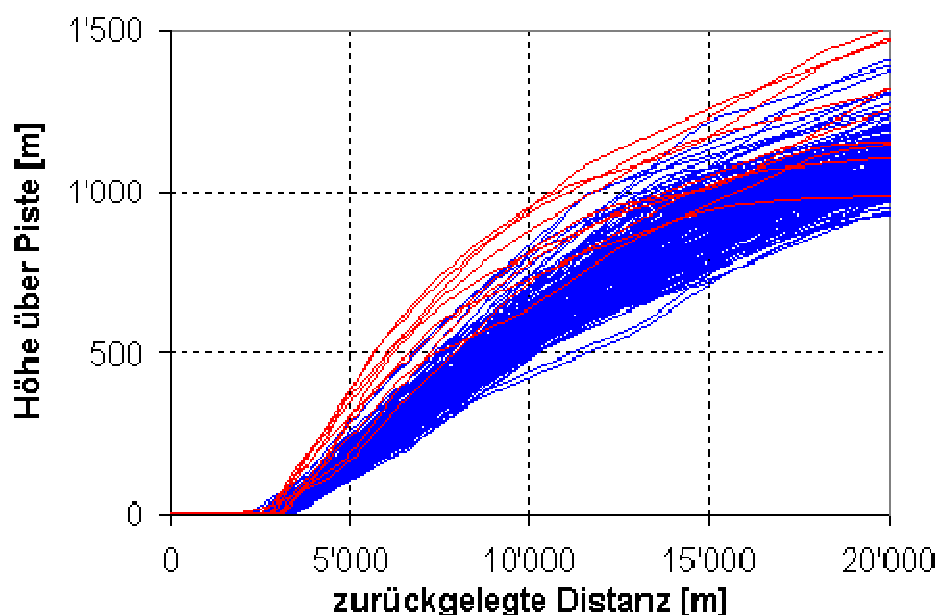


Abbildung 5: Höhenprofile des A340-300 (blau) und der MD-11 (rot), Starts Route N34. Profile des A340-300 aus dem Jahre 2007 und die Profile der MD-11 aus dem Jahre 2000; Quelle: Empa Sens. Bericht 2000-2007.

## 5.2 Entwicklung der Flugzeugflotte bis 2030

Wie soeben gezeigt, hat der Flottenmix einen erheblichen Einfluss auf die Lärmbelastung. Die Entwicklung der nächsten Jahre lässt sich in dieser Hinsicht zumindest abschätzen, weil bekannt ist, welche Flugzeugmuster sich in Entwicklung befinden und in welchen Zeiträumen der Erstflug bzw. die Markteinführung erwartet werden kann. Sodann bestehen Erfahrungswerte für die Lebenszyklen von Flugzeugtypen, so dass Annahmen über die Zusammensetzung der Flotte zu einem bestimmten zukünftigen Zeitpunkt getroffen werden können. Diese Annahmen sind naturgemäss mit Unsicherheiten behaftet, ebenso wie in der Regel auch die Lärmemissionsdaten künftiger Flugzeugmodelle. Klar ist jedenfalls, dass der Trend zu lärmgünstigeren Modellen schon aufgrund erhöhter internationaler, nationaler und, wenn auch in geringerem Masse, auch lokaler Umweltschutzaufgaben anhalten wird. Diesbezügliche Entwicklungen sind

bei der Regional- und der Langstreckenflotte klar absehbar, während für einen Modernisierungsschub bei den mittelgrossen Kurz- und Mittelstreckenflugzeugen (A320- und B737-Familien) zurzeit noch keine entsprechenden Anhaltspunkte vorliegen. Nachdem diese Flugzeugmuster in den 1980er Jahren eingeführt worden sind, kann davon ausgegangen werden, dass nach den neuen Langstreckenflugzeugen der nächste umfassende Entwicklungsschub in diesem Segment stattfinden wird.

SWISS wird zwischen 2014 und 2016 die Flugzeuge des Typs Avro RJ100 (Jumbolino) durch Flugzeuge der C Series von Bombardier ersetzen. Neben anderen Vorteilen dieses neuen Modells werden die deutlich leiseren sogenannte „geared fan“-Triebwerke (Triebwerke mit Untersetzergetriebe) und das bessere Steigvermögen eine wesentlich geringere Lärmbelastung zur Folge haben. Laut Herstellerangaben wird ein Flugzeug der C Series um 10 bis 15 Dezibel leiser als ein Avro RJ100 sein, was mehr als einer Halbierung des Lärms entspricht.

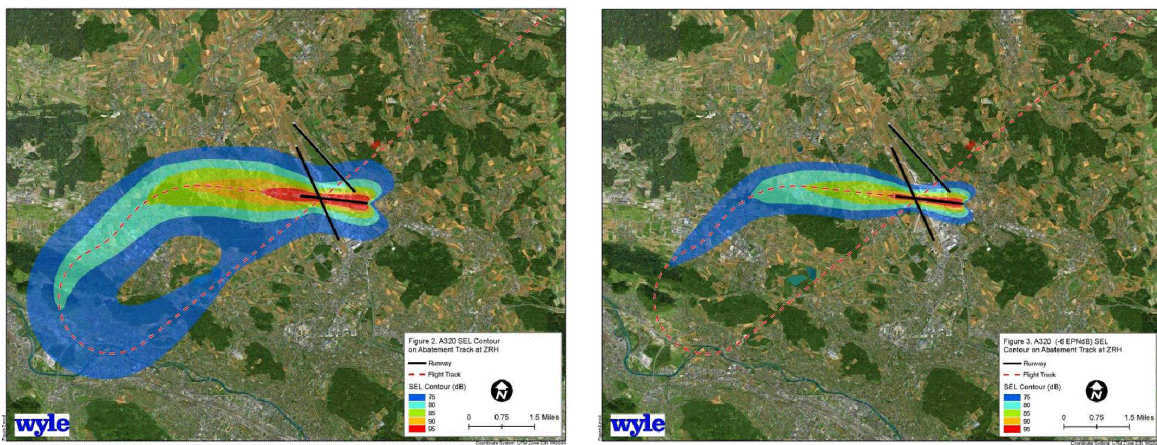


Abbildung 6: Verkleinerung des sog. "Footprints" bei einem Flugzeug mit „geared fan“-Triebwerken; Simulation durch Pratt&Whitney, Okt. 2008 ©Wyle (Herstellerangaben, Abdruck genehmigt durch P&W 22. August 2009).

Im Langstreckenbereich ist die Einführung der zweistrahligen A350 und B787 absehbar, die mittel- bis langfristig als Ersatz für den A340 zur Verfügung stehen werden. Abgesehen davon, dass auch diese Modelle grundsätzlich lärmgünstiger sein werden als der A340, wird deren besseres Steigvermögen einen substantziellen Beitrag zur Lärminderung leisten.

## 5.3 Massnahmen

### 5.3.1 Rahmenbedingungen

Im Umweltschutzrecht und in der Lärmbekämpfungsstrategie des Bundesamtes für Umwelt hat das Prinzip der Bekämpfung des Lärms an der Quelle, d.h. am Triebwerk, hohe Priorität. Die Massnahmen an der Quelle wirken flächendeckend und haben Vorrang vor nur lokal wirkenden Massnahmen.

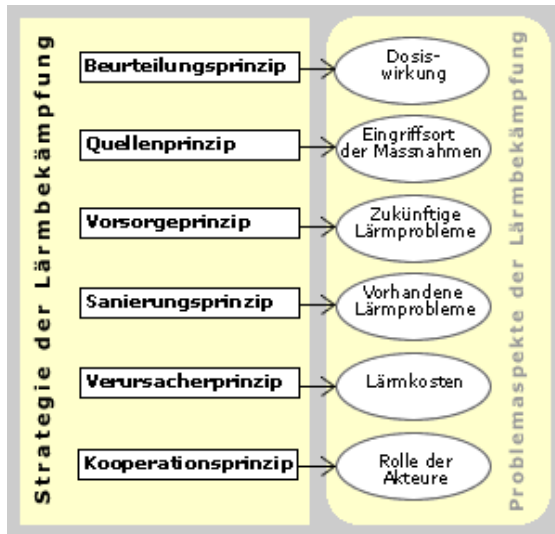


Abbildung 7: Schema der Lärmbekämpfungsstrategie des Bundesamtes für Umwelt, Quelle: <http://www.bafu.admin.ch>.

Gemäss den konzeptionelle Zielen und Vorgaben im Konzeptteil des Sachplans Infrastruktur der Luftfahrt, Teil III B, sollen die Landesflughäfen der Luftverkehrsnachfrage folgend entwickelt werden können, auch wenn im Interesse der ökonomischen und sozialen Dimension der Mobilität in Kauf genommen werden muss, dass in der Umgebung dieser Anlagen die Belastungsgrenzwerte für den Fluglärm nicht überall eingehalten werden können (a.a.O. S. 4, Grundsatz 6). Der SIL legt jedoch fest, dass Erleichterungen, die gestützt auf Art. 20 Abs. 1 des Umweltschutzgesetzes (USG) und Art. 37a Abs. 1 LSV gewährt werden, an die gesetzliche Auflage gebunden sind, wonach alle möglichen und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen zur vorsorglichen Emissionsbegrenzung und auch die möglichen Entlastungsmassnahmen auszuschöpfen sind (a.a.O. S. 11, Grundsatz 5).

Die Anforderungen an die Lärmemissionen von Flugzeugen sind international im ICAO-Anhang 16 geregelt<sup>14</sup>. Diese Lärmvorschrift enthält detaillierte Bestimmungen für die Lärmemissionsmessung und die Auswertung der Messergebnisse sowie für die Erteilung von Lärmzulassungen. Der ICAO-Anhang 16 ist in verschiedene Kapitel unterteilt, die sich mit den Lärmzulassungsvorschriften und Lärmgrenzwerten für unterschiedliche Flugzeuge befassen. Die gegenwärtig im zivilen Luftverkehr eingesetzten Unterschall-Strahlflugzeuge sind nach Kapitel 3 zugelassen. Der Bundesrat schloss bereits 1994 mittels Verordnung<sup>15</sup> die sogenannten Kapitel-2-Flugzeuge mit einer Übergangsfrist bis zum 31. März 2002 von den Schweizerischen Flugplätzen aus. Das BAZL wurde ermächtigt, nach Ablauf dieser Frist nur noch aus besonderen Gründen Ausnahmegewilligungen zu erteilen.

<sup>14</sup> Anhang 16, Band I zum Luftfahrtabkommen der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation ICAO.

<sup>15</sup> Verordnung über lärmbedingte Betriebseinschränkungen für Strahlflugzeuge vom 23. Februar 1994; SR 748.121.12, aufgehoben am 30. Juni 2009 und integriert in die Verordnung über die Emissionen von Luftfahrzeugen vom 26. Juni 2009, SR 748.215.3.

2001 beschloss die ICAO eine Verschärfung der Lärmgrenzwerte für zivile Unterschall-Strahlflugzeuge und schwere Propellerflugzeuge. Es wurde ein Lärmgrenzwert festgelegt, der 10 dB unter der Summe der im Kapitel 3 des ICAO-Anhangs 16 festgelegten drei Lärmgrenzwerte liegt (kumulativer Wert). Die Lärmgrenzwerte gelten seit dem 1. Januar 2006 für die Lärmzulassung neuer Flugzeugmuster. Diese Flugzeuge werden allgemein als Kapitel-4-Flugzeuge bezeichnet. Die Kapitel-4-Lärmgrenzwerte werden bereits von zahlreichen Flugzeugen eingehalten bzw. unterschritten. Die ICAO legte jedoch keinen Zeitplan für die Ausserdienststellung von Kapitel-3-Flugzeugen fest.

Am 26. März 2002 nahm die EU die Richtlinie 2002/30/EG über Regeln und Verfahren für lärmbedingte Betriebsbeschränkungen auf Flughäfen der Gemeinschaft<sup>16</sup> an. Die Richtlinie erlaubt es den Mitgliedstaaten, an einzelnen Flughäfen unter bestimmten Voraussetzungen Betriebsbeschränkungen einzuführen, besonders für Flugzeuge, welche die Anforderungen von Kapitel 3 nur knapp erfüllen; dabei ist jedoch nach dem so genannten „ausgewogenen Ansatz“ der ICAO-Entschlüsse A33-7 und A35-5 vorzugehen.

### **5.3.2 Betriebsvorschriften**

Ein Bericht der EU-Kommission vom 15. Februar 2008 betreffend lärmbedingte Betriebsbeschränkungen an EU-Flughäfen in Anwendung der Richtlinie 2002/30/EG zeigt, dass verschiedene Flughäfen Betriebsbeschränkungen für knapp die Anforderungen von Kapitel 3 erfüllenden Flugzeuge prüfen oder eingeführt haben. Die Richtlinie definiert solche als Luftfahrzeuge mit einer kumulativen Marge von nicht mehr als 5 dB(A) („Minus-5-Luftfahrzeuge“) bzw. solche mit einer kumulativen Marge von nicht mehr als 8 dB(A) („Minus-8-Luftfahrzeuge“)<sup>17</sup>.

Die Flughafen Zürich AG hat im Rahmen der vorliegenden Massnahmenplanung das Aufkommen der Minus-5- bzw. der Minus-8-Luftfahrzeuge in Zürich geprüft. Alle Flugzeuge der SWISS erfüllen heute schon die strengeren Richtlinien nach Kapitel 4 (Tabelle 10).

---

<sup>16</sup> Richtlinie 2002/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. März 2002 über Regeln und Verfahren für lärmbedingte Betriebsbeschränkungen auf Flughäfen der Gemeinschaft, ABl. L 85 vom 28.3.2002, S. 40.

<sup>17</sup> Bericht der EU-Kommission über die Anwendung der Richtlinie 2002/30/EG vom 15.2.2008, KOM (2008) 66 endgültig.

## Lärmdaten Swiss-Flotte 2008

Flugzeugmuster	Verkehrsgebiet	Triebwerktyp	kumulative Unterschreitung zu Kapitel 4 (EPNdB)	Erfüllt Kapitel 4
A319-100	Kontinental	CFM56-5B-6/2P	16.20	Ja
A320-200	Kontinental	CFM56-5B-4/2P	14.60	Ja
A321-100	Kontinental	CFM56-5B-1/P	11.20	Ja
A330-200	Interkontinental	PW4168A	13.80	Ja
A340-300	Interkontinental	CFM56-5B-6/2P	22.10	Ja
Avro RJ100	Regional	Textron Lyc. LF507	15.80	Ja

Tabelle 10: Maß der kumulativen Unterschreitung der Kapitel-3-Vorschriften durch die SWISS-Flotte. Ein Kapitel-4-Flugzeug muss die Vorgaben von Kapitel 3 um (mindestens) 10 dB unterschreiten (Quelle SWISS).

Dasselbe gilt für die allermeisten in Zürich verkehrenden Flugzeuge mit Strahltriebwerken. Lediglich einige Flugzeugtypen erfüllen die Vorgaben von Kapitel 4 (bzw. Kapitel 3 Minus-5- bzw. der Minus-8 dB) nicht (Tabelle 10). Aus diesem Grund wären Betriebsbeschränkungen für diese Flugzeugmuster nur geringfügig wirksam. Vielmehr wird die Flughafen Zürich AG mittelfristig Betriebsbeschränkungen für alle Kapitel-3-Flugzeuge in Betracht ziehen. Damit wird das Kapitel 4 mittelfristig zum Minimalstandard.

Flugzeugtyp	Triebwerktyp	Margin	Anz. Bew.
B762-ER	PWJT9D-7R4D	4.9	44
AN74	D-36 ser. 1A(2A)	3.2	2
A124	D-18T	0.6	22
IL 76	PS-90A 76	5.4	2
F27	RR Dart 536-7R	9.5	32

Tabelle 10: Anzahl Flugbewegungen im Jahr 2008 welche „Kapitel 3 minus 10 dB“ nicht erfüllten (Quelle FZAG).

### 5.3.3 Gebührenregelung

Am 31. Mai 2001 erteilte das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) der Flughafen Zürich AG (FZAG) die Betriebskonzession. Diese Konzession verleiht der Flughafenhalterin das Recht, den Flughafen Zürich gewerbsmässig zu betreiben und von den Flughafenbenutzern Gebühren zu erheben: Landegebühren, Passagier- und Sicherheitsgebühren, Lärmgebühren u.a.m. Neben den „harten“ Betriebsvorschriften vermögen Lärmgebühren den Einsatz lärmgünstiger Flugzeugtypen in einem gewissen Mass zu lenken. Bei der Festlegung von Gebühren sind jedoch rechtliche Schranken zu beachten. Da (Benutzer-) Gebühren ein Entgelt für eine erbrachte Leistung darstellen, müssen sie vor allem dem so genannten Kostendeckungsprinzip genügen. Das heisst, dass der Gesamtertrag der Gebühren die gesamten Kosten des Bereiches, in dem sie erhoben werden, grundsätzlich nicht übersteigen darf. Passagiergebühren z.B. dürfen nur in dem Masse erhoben werden, als sie in ihrer

Gesamtheit die Kosten der Flughafenhalterin im Passagierbereich decken (v.a. Bau und Unterhalt der Terminals). Dasselbe gilt für die Landegebühren, die für die Benützung der (technischen) Flughafeninfrastruktur erhoben werden (v.a. Pisten und Rollwege, Abstellplätze, Instrumentenlandesysteme etc.). Auch Lärmgebühren dürfen nicht in beliebiger Höhe festgesetzt werden, sondern nur so hoch, als sie die Aufwendungen decken, die der FZAG im Zusammenhang mit der Fluglärmbekämpfung erwachsen (u.a. Kosten für Schallschutzfenster, Entschädigungen wegen übermässiger Fluglärmbelastung, Kosten der Gerätschaften für die Fluglärmüberwachung, Personalkosten etc.).

Neben diesen rechtlichen Schranken ist auch die Konkurrenzfähigkeit des Flughafens Zürich im Verhältnis zu anderen europäischen Drehkreuzen zu beachten; die gestützt auf schweizerisches Recht zu entrichtenden Lärmentschädigungen sind im internationalen Vergleich bereits sehr hoch und führen zu einer entsprechenden Gebührenbelastung.

Diese Umstände sind von grundlegender Bedeutung für die Regelung der lärmabhängigen Flughafenengebühren. Der Flughafen Zürich nimmt die Lärmklasseneinteilung für die Lärmzuschläge aufgrund von Immissionsdaten im Nahbereich des Flughafens vor. Lenkungsmassnahmen können grundsätzlich nur in dem Masse Wirkung entfalten, als neuere, lärmgünstigere Technologien überhaupt verfügbar sind. Die Gebührenregelung muss Anreize schaffen, damit vor allem die in Zürich stationierten oder häufig hier verkehrenden Fluggesellschaften lärmgünstige Flugzeugmuster einsetzen. Die Flughafen Zürich AG prüft vor diesem Hintergrund eine Revision der Gebührenregelung.

## 6 Flugrouten

### 6.1 Definition

Flugrouten sind dreidimensional definierte Verbindungen zwischen dem Pistensystem und dem Anbindungspunkt von bzw. an eine übergeordnete Luftstrasse. Der Flughafenbetreiber legt die An- und Abflugrouten in Zusammenarbeit mit der Flugsicherung als Teil des Betriebsreglements fest. Dieses bedarf der Genehmigung durch das BAZL. Die wesentlichen Vorschriften zur Benutzung der An- und Abflugrouten sind im Luftfahrthandbuch der Schweiz (AIP) veröffentlicht. Sie sind, soweit dies aufgrund des geltenden Navigationsstandards möglich ist, lärmoptimiert und – abweichende Anweisungen der Flugsicherung vorbehalten - für die Cockpitbesetzungen verbindlich.

Abflugrouten werden anhand von Navigationspunkten (Koordinaten) und Funkfeuern (Sendantennen) definiert und im Bordcomputer programmiert, so dass ein Flugzeug dem vorgegebenen Flugweg automatisch folgen kann. Die nach Instrumentenflugregeln gesteuerten Flugzeuge müssen die Routen bis zu einer Höhe von 5000 Fuss (entsprechend rund 1500 m über Grund bzw. 2500 m über Meer) einhalten, bevor die Flugsicherung den Flug zwecks Abkürzung des Flugweges und Optimierung des Verkehrsflusses zur direkten Ansteuerung des Anbindungspunkts an die Luftstrasse freigeben darf. Nachts muss auf bestimmten Routen<sup>18</sup> Flugfläche 80 (ca. 8000 Fuss) erreicht werden. Die Abflugrouten werden für die Lärmberechnungen mit Buchstaben gekennzeichnet (Abbildung 8).

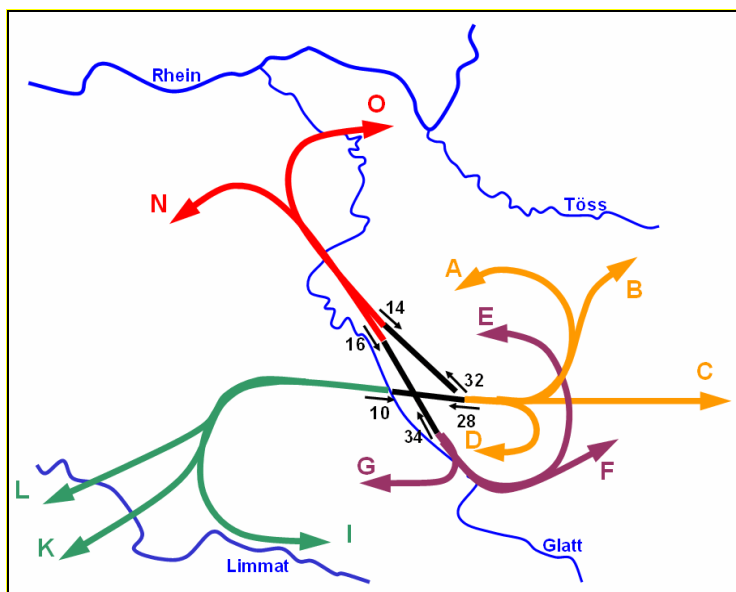


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Abflugrouten; Quelle Flughafen Zürich AG.

<sup>18</sup> Mit dem vorläufigen Betriebsreglement wird die „Flugfläche 80-Regel“ im Nachtbetrieb für alle Routen gelten.

## 6.2 Pistenbenützungskonzepte

Für die Berechnung des ZFI ist neben dem (dreidimensionalen) Verlauf der Flugrouten auch ihre zahlenmässige und typenspezifische Belegung wichtig. Die Belegung der Flugrouten wird massgeblich durch das Pistenbenützungskonzept bestimmt. Dieses wird im Betriebsreglement anhand von Prioritäten vorgegeben. Der Flughafen Zürich kennt heute im Regelbetrieb folgende drei Pistenbenützungskonzepte, die im Tagesverlauf eingesetzt werden. Sie sind in der ersten Betriebsphase am Morgen und in der letzten Betriebsphase am Abend durch die von Deutschland einseitig verfügbaren Sperrzeiten über Süddeutschland vorgegeben:

- Erste Betriebsphase (06 bis 07 Uhr, an den Wochenenden und deutschen Feiertagen bis 09 Uhr): Südanflugkonzept mit Landungen von Süden (Piste 34) und Starts Richtung Norden (Pisten 32 und 34) und Westen (Piste 28);
- Tagesbetriebskonzept: Nordanflugkonzept mit Landungen von Norden (Pisten 14 und 16) und Starts Richtung Westen (Piste 28) und Süden (Piste 16);
- Letzte Betriebsphase (21 Uhr, an Wochenenden und Feiertagen 20 Uhr, bis Betriebschluss): Ostanflugkonzept mit Landungen von Osten (Piste 28) und Starts Richtung Norden (Pisten 32 und 34).

Besondere Verhältnisse (v.a. Wind, Sicht, Pistenzustände, Verfügbarkeit von Navigationsanlagen) können Abweichungen von diesem Regelbetrieb erfordern.

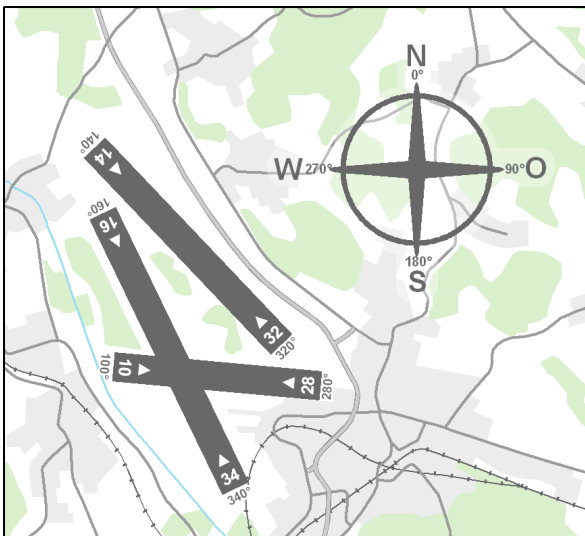


Abbildung 9: Lage und Nummerierung der Pisten am Flughafen Zürich; Quelle Flughafen Zürich AG.

## 6.3 Einfluss der Flugrouten (-Belegung) 2000 - 2007 auf den ZFI

Die Restriktionen bei der Benützung des süddeutschen Luftraums haben die Pistenbenützung und die Lage und die Belegung der Flugrouten zwischen 2000 und 2007 erheblich verändert, mit Auswirkungen auf die Lärmsituation und damit den ZFI. Die in Kapitel 2 beschriebene Sen-

sensitivitätsanalyse der Empa wurde separat für den Einfluss der Routenbelegung bzw. der Fluggeometrie vorgenommen.

Um die Routenbelegung der Jahre 2000 und 2007 zweckmässig miteinander vergleichen zu können, musste die Sensitivitätsrechnung der Empa in zwei Schritten durchgeführt werden. Mit diesem Vorgehen wurde dem Umstand Rechnung getragen, dass im Jahr 2000 Bauarbeiten am Verbindungstunnel zum Dock Midfield (E) während der Sommermonate Juni und Juli eine Sperrung der Pisten 10 und 28 erforderten. In dieser Zeit wurde am Tag ein Nord-Süd-Regime betrieben, bei dem hauptsächlich auf die Piste 14 gelandet und auf der Piste 16 gestartet wurde. In Abweichung zum regulären Flugbetrieb erfolgte nach dem Start auf Piste 16 nicht generell ein Linksabdrehen (*left turn*). Je nach Zieldestination und Steigvermögen drehten die Flugzeuge nach dem Start nach Osten oder Westen ab (*left* und *right turn*) oder flogen geradeaus weiter (*straight*). In der Phase der Pistenschliessung kamen somit neue Flugrouten zum Einsatz. Da in dieser Zeit die Vergleichbarkeit bezüglich der Routenbelegung mit dem Jahr 2007 nicht mehr gegeben ist, musste die Ermittlung des Einflusses der Veränderungen in der Flugroutenbelegung auf den ZFI in zwei Schritten durchgeführt werden. In einem ersten Schritt wurde der Einfluss der Phase der Pistenschliessung auf den ZFI ermittelt. In einem zweiten Schritt wurde sodann der Einfluss der restlichen Veränderungen der Routenbelegung berechnet. Zu diesem Zweck wurde ein sogenannter nomineller Flugbetrieb für das Jahr 2000 konstruiert. Als nomineller Betrieb wird der Flugbetrieb ohne Berücksichtigung der Pistenschliessung vom 29. Mai bis 31. Juli 2000 bezeichnet.

Berechnet aufgrund des realen Betriebs 2000 beträgt der ZFI-Monitoringwert rund 59'600 stark durch Fluglärm belästigte bzw. gestörte Personen (nomineller Betrieb: rund 55'400). Die zweimonatige Pistenschliessung mit Starts nach Süden geradeaus, links und rechts bewirkte somit einen Anstieg des ZFI-Monitoringwerts um 4200 stark belästigte bzw. gestörte Personen. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind in der Tabelle 11 und der Tabelle 12 dargestellt.

Routenbelegung	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
2007	2007	30'748	15'581	46'329
2000 nominell	2007	29'571	12'360	41'932
Veränderung	absolut	1'177	3'221	4'397
	prozentual	4%	26%	10%

Tabelle 11: Veränderungen im ZFI aufgrund von Veränderungen in der Routenbelegung; Quelle: Empa, Sensitivitätsanalyse 2000 – 2007.

Fluggeometrie	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
2007	2007	30'748	15'581	46'329
2000 nominell	2007	28'767	13'270	42'037
Veränderung	absolut	1'981	2'311	4'292
	prozentual	7%	17%	10%

Tabelle 12: Veränderungen im ZFI aufgrund von Veränderungen der Fluggeometrien; Quelle: Empa, Sensitivitätsanalyse 2000 – 2007.

Die Veränderungen in der Routenbelegung und in der Fluggeometrie zwischen 2000 und 2007 haben den ZFI besonders in der Nacht ungünstig beeinflusst. Diese Veränderungen sind vor allem Folgen der Anpassungen der Luftraumstruktur, die zwischen 2001 und 2006 wegen der Restriktionen im süddeutschen Luftraum (Sperrzeiten der DVO, Verschiebung der Warteräume mit Veränderung auch an den An- und Abflugrouten) vorgenommen werden mussten: Änderungen in der Pistenbenützung, Routenverschiebungen bzw. (Teil-)Verlagerungen von An- und Abflügen auf andere Routen. Im Vergleich 2000/2007 haben diese Änderungen deutlich negative Auswirkungen auf den HA- und den HSD-Perimeter und somit auf den ZFI-Monitoringwert gehabt.

Die deutschen Restriktionen als exogene Faktoren können im Rahmen der ZFI-Massnahmenplanung nicht verändert werden, sondern sind Gegenstand von Gesprächen zwischen dem Bund und Deutschland. Die deutsche Bundeskanzlerin Angela Merkel und der damalige Schweizer Bundespräsident Pascal Couchepin vereinbarten im April 2008 ein zweistufiges Vorgehen: In einem ersten Schritt soll durch eine Analyse der Gesamtbelastung des Flughafens eine gemeinsame Datenbasis geschaffen werden. Gestützt auf diese Ergebnisse wird die Schweiz in einem zweiten Schritt Lösungsvorschläge zu entwickeln haben.

## 6.4 Langfristige Perspektiven

### 6.4.1 Künftige Pistenbenützung und Flugroutengestaltung

Im Rahmen des SIL-Prozesses Flughafen Zürich wurden die betrieblichen Entwicklungsmöglichkeiten des Flughafens umfassend untersucht und unter anderem aufgrund der Lärmauswirkungen beurteilt. Für das Verständnis der nachfolgenden Ausführung ist die Definition folgender Begriffe wichtig:

- Betriebsэлеmente: Einzelne An- und Abflugrouten mitsamt der dazu nötigen Infrastruktur;
- Flugbetriebskonzepte: Kombination einzelner Betriebsэлеmente, um den gleichzeitigen Lande- und Startbetrieb in bestimmten Betriebsphasen bzw. Wetterlagen sicherzustellen;
- Betriebsvarianten: Kombination von Flugbetriebskonzepten, um den Flughafenbetrieb über das ganze Jahr und unter allen Wetterbedingungen gewährleisten zu können.

Die Lärmberechnungen der Flugbetriebskonzepte als Bausteine für die Betriebsvarianten dienen dazu, die Lärmauswirkungen bei der Variantenbildung systematisch zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck war es wichtig, den Einfluss der Pistenbenützung und der Flugroutenbelegung auf die Lärmbelastung isoliert zu ermitteln. Dies wurde dadurch erreicht, dass für alle Flugbetriebskonzepte die gleiche jährliche Bewegungszahl und der gleiche Flottenmix angenommen wurden:

- Für alle Tagkonzepte (Flugbetrieb von 6.00 bis 22.00 Uhr) wurde mit 320'000 Bewegungen von Grossflugzeugen pro Jahr gerechnet, entsprechend der Annahme im Umweltverträglichkeitsbericht zum vorläufigen Betriebsreglement.
- Für die Berechnung der Nachtkonzepte (Flugbetrieb in der ersten Nachtstunde von 22 bis 23 Uhr) wurden 10'100 Flugbewegungen pro Jahr eingesetzt.

Die im SIL-Bericht über die Betriebsvarianten vom 8. Dezember 2006 dokumentierten Lärmberechnungen zu den Flugbetriebskonzepten (Abbildung 10) zeigen, dass am Tag die Ostkonzepte bezüglich IGW-Überschreitungen (Anzahl Personen über dem Immissionsgrenzwert der LSV) am besten abschneiden, gefolgt von den Nordkonzepten mit Starts nach Süden mit Linkskurve (Nord 1.01 und 1.11). Deutlich schlechter schneiden die Südkonzepte sowie Nordkonzepte mit Südstarts geradeaus (Nord 1.13) und die Bisenkonzepte (Nord 2.01 – 2.13) ab.

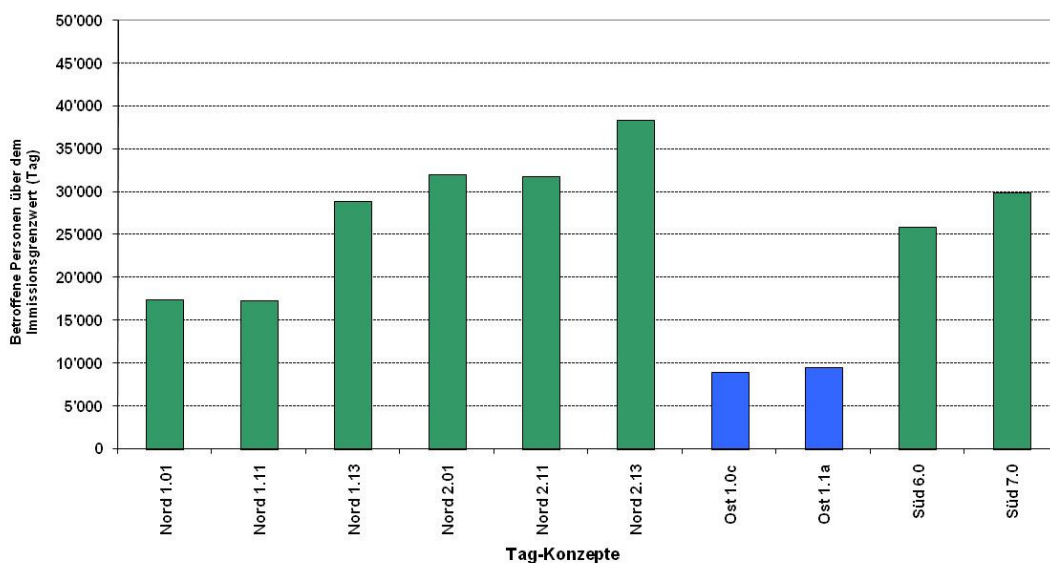


Abbildung 10: Anzahl der von IGW-Überschreitungen betroffenen Personen bei den Tag-Flugbetriebskonzepten (Bezeichnung aufgrund der Anflugrichtung; grün: Betriebskonzepte auf dem bestehenden Pistenystem; blau: Betriebskonzepte mit Pistenverlängerungen; Quelle: SIL-Prozess: Bericht Betriebsvarianten vom 8. Dezember 2006).

Im Nachtbetrieb sind die Nord- und die Ostkonzepte, gemessen an der Zahl von IGW-Überschreitungen betroffenen Personen, gleichwertig (Abbildung 11).

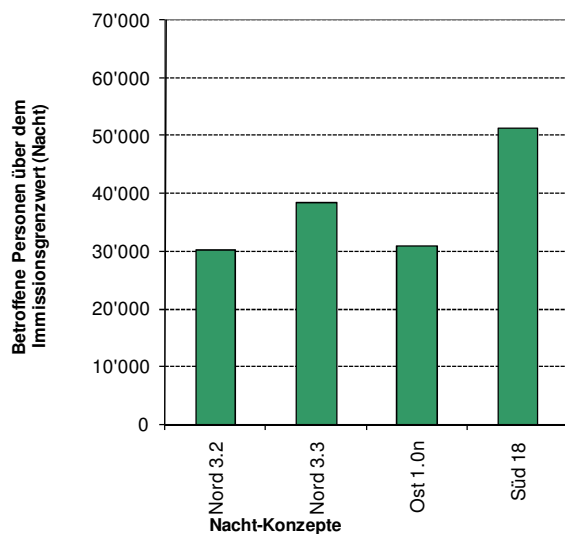


Abbildung 11: Anzahl der von IGW-Überschreitungen betroffenen Personen bei den Nacht-Flugbetriebskonzepten (Bezeichnung aufgrund der Anflugrichtung; Quelle: SIL-Prozess: Bericht Betriebsvarianten vom 8. Dezember 2006).

Diese Grundlagen zeigen den grossen Einfluss der Pistenbenützung und in diesem Zusammenhang der Flugroutenbelegung auf die Lärmbelastung. Im SIL-Prozess wurden die ursprünglichen 19 Betriebsvarianten nach ihren Auswirkungen auf den ZFI berechnet (Abbildung 12). Auch hier zeigten sich Vorteile für die Varianten mit Nordausrichtung (A und B) und Varianten mit Ostausrichtung (H und I) sowie einer Kombination von Nord- und Ostausrichtung (J).

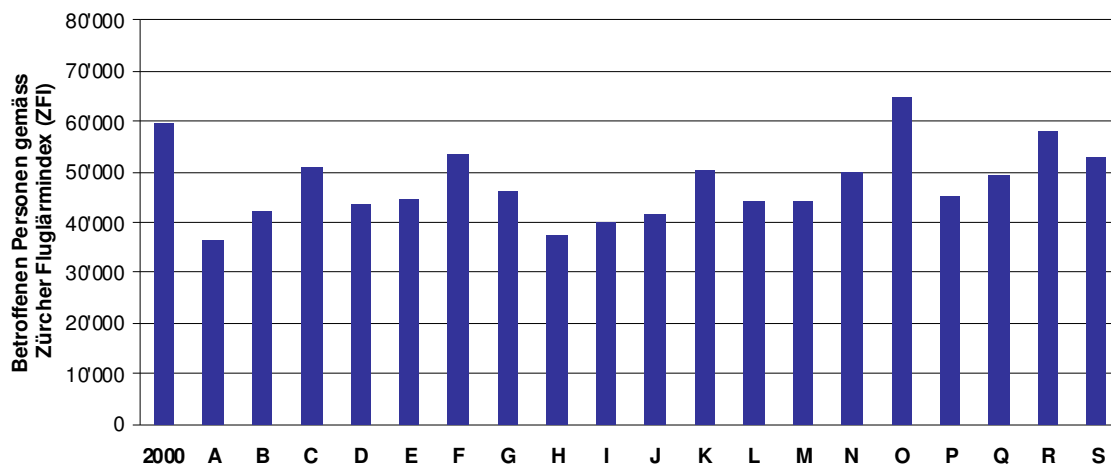


Abbildung 12: Vergleich der Betriebsvarianten anhand des ZFI (Basis: Volkszählung 2000, Quelle: SIL-Prozess: Bericht Betriebsvarianten vom 8. Dezember 2006).

Diese Ergebnisse sind der Hauptgrund dafür, dass der Regierungsrat die Option von Pistenverlängerungen befürwortet hat und dass im SIL-Prozess drei Betriebsvarianten weiter verfolgt wurden, die Nord- und Ostkonzepte kombinieren. Abbildung 13 gibt einen Überblick über die

Zahl der von einer Überschreitung der Immissionsgrenzwerte und der Alarmwerte betroffenen Personen bei allen Betriebsvarianten in sämtlichen Ausprägungen (ohne bzw. mit Südstarts geradeaus). Bei dieser Auswertung wurden Zonen mit Empfindlichkeitsstufe II (reine Wohnzonen) und III (Mischzonen) differenziert berücksichtigt.

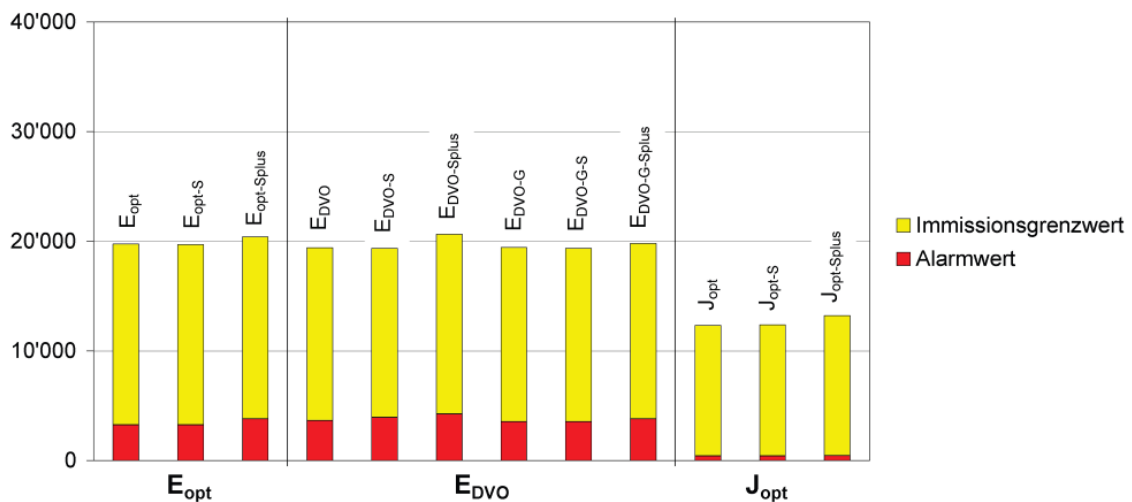


Abbildung 13: Anzahl der am Tag von einer Überschreitung des IGW bzw. des AW betroffenen Personen bei den Betriebsvarianten in allen Ausprägungen. Quelle: Entwurf SIL-Schlussbericht vom 7. August 2009.

Die Variante J-optimiert setzt Verlängerungen der Piste 28 nach Westen und der Piste 32 nach Norden voraus. Allfällige Pistenverlängerungen müssen im Rahmen eines Plangenehmigungsverfahrens bewilligt werden; die raumplanerische Sicherung von Pistenverlängerungen im SIL-Objektblatt ist eine Voraussetzung für eine solche Bewilligung, ersetzt sie aber nicht (Art. 37 des Luftfahrtgesetzes, LFG). § 19 des kantonalen Flughafengesetzes schreibt für die Einleitung eines solchen Plangenehmigungsverfahrens eine demokratische Mitwirkung vor: Für Beschlüsse des Verwaltungsrates der Flughafen Zürich AG, welche Gesuche an den Bund über Änderungen der Lage und Länge der Pisten betreffen, erteilt der Regierungsrat der Staatsvertretung im Verwaltungsrat Weisungen. Diese Weisungen bedürfen der Genehmigung des Kantonsrates in der Form eines referendumsfähigen Beschlusses. Am 23. Februar 2009 hat der Kantonsrat einer Behördeninitiative zugestimmt, die eine Änderung des Flughafengesetzes verlangt in dem Sinne, dass sich der Staat generell dafür einsetzt, dass Neubauten oder Ausbauten von Pisten unterbleiben. Gegen diesen Beschluss ist das Referendum ergriffen worden. Die Volksabstimmung wird voraussichtlich im Sommer 2010 stattfinden.

Bei der Gestaltung der An- und Abflugrouten wurde im SIL-Prozess die Vorgabe, die Auswirkungen auf Raum und Umwelt möglichst gering zu halten, wie folgt berücksichtigt:

- Bei flugtechnisch gleichwertigen Routen wurde nur diejenige Alternative weiterverfolgt, die bezüglich Siedlungsentwicklung und Lärmbelastung günstiger liegt, d. h. über weniger besiedeltes Gebiet führt.

- Über dicht besiedelte Gebiete wurden Routen nur dann geführt, wenn dies vollständig neue Möglichkeiten für den Flugbetrieb ermöglicht, nicht jedoch für eine geringfügige Optimierung des Betriebs.
- Spielräume bei der Führung bestehender Routen, die sich aufgrund des neuen Navigationsstandards „RNAV-RNP 0.3“ ergeben, wurden genutzt, wenn dadurch über weniger dicht besiedelte Gebiete geflogen werden kann.

Dem SIL-Prozess liegen nur jene neuen Navigationstechnologien zugrunde, die mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auch tatsächlich eingeführt werden; nur so kann sichergestellt werden, dass die darauf basierenden Planungsannahmen dereinst operativ auch tatsächlich umgesetzt werden können. Der SIL ist aber auch offen für Entwicklungen, die in Zukunft darüber hinausgehen. Im SIL-Prozess wurden die An- und Abflugrouten nach den heute geltenden internationalen Normen für Betriebsverfahren (ICAO PANS OPS) gestaltet. Bei den Anflugrouten wurden, mit Ausnahme des gekröpften Nordanflugs, ausschliesslich Standardverfahren mit Instrumente-Landesystem (ILS) berücksichtigt, d.h. die letzten 15 bis 20 km des Endanflugs liegen auf der Pistenachse. Der Linienführung der Abflugrouten wurde der satellitengestützte Navigationsstandard „RNAV-RNP 0.3“ zu Grunde gelegt, der in Europa bis 2015 eingeführt werden soll<sup>19</sup>. Damit kann die Flexibilität bei der Konstruktion der Routenführung gegenüber heute signifikant erhöht werden. Wie erwähnt, wurden Spielräume bei der Führung der Routen, die sich aufgrund des neuen Navigationsstandards „RNAV-RNP 0.3“ ergeben, genutzt, wenn dadurch über weniger dicht besiedelte Gebiete geflogen werden kann. Operationell bleibt die von der Flugsicherung angewandte Regel bestehen, wonach die festgelegten Abflugrouten ab einer Flughöhe von 5000 Fuss im Tagbetrieb und ab Flugfläche 80 im Nachtbetrieb verlassen werden dürfen, um den Anschlusspunkt an die Luftstrasse auf dem möglichst kürzesten Weg direkt anzufliegen.

Die Grundlagen zum SIL-Prozess weisen klar darauf hin, dass bei der Pistenbenützung und der Führung und Belegung der Flugrouten ein grosses Verbesserungspotenzial besteht. Damit dieses vollständig ausgeschöpft werden kann, ist jedoch eine Anpassung der von Deutschland einseitig verfügbaren Auflagen für die Benützung des süddeutschen Luftraums erforderlich.

#### **6.4.2 Single European Sky / Forschungsprogramm SESAR**

Die Schweiz nimmt seit dem 1. Dezember 2006 auf der Grundlage des bilateralen Luftverkehrsabkommens Schweiz-EU an den Bestrebungen der EU zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Luftraums (Single European Sky, SES) teil. Das Projekt SES hat zum Ziel, die Fragmentierung des Luftraums über Europa zu vermindern und damit die Effizienz, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit des europäischen Flugverkehrsmanagements zu steigern. Kernelemente des Projekts sind die Schaffung eines einheitlichen Zertifizierungssystems für europäische Flugsicherungsunternehmen, die Bildung sogenannter funktionaler Luftraumblöcke FAB (Functional Airspace Blocks) sowie einheitliche Betriebskonzepte. Im Gegensatz zu heute, wo die Zuständigkeitsgebiete der verschiedenen Flugsicherungen meistens an Landesgrenzen enden, sollen

---

<sup>19</sup> „SIL-Prozess Flughafen Zürich“, Anhang H.2 Flugbetrieb, Ziff. 2, Abs. 2, BAZL, 7. August 2009.

sich diese Luftraumblöcke an den effektiven Verkehrsströmen orientieren. Die Schweiz beteiligt sich dabei am sogenannten FABEC (Functional Airspace Block Central Europe), dem funktionalen Luftraumblock in Zentraleuropa, dem u.a. auch die Nachbarländer Frankreich und Deutschland angehören.

SESAR (SES Air Traffic Management Research) ist eine von der Europäischen Kommission und Eurocontrol ins Leben gerufene Initiative zur Vereinheitlichung, Harmonisierung und Synchronisierung der Systeme im Rahmen des europäischen Flugverkehrsmanagements. SESAR stellt ein Technologie- und Innovationsförderungsprogramm als Teil des übergeordneten Projekts SES dar. Die Schweiz bringt sich aktiv in dieses technologische Implementierungsprogramm ein und ist als Mitgliedstaat von Eurocontrol direkt in die laufenden Arbeiten und Entwicklungen involviert. Um den anstehenden Herausforderungen in den Bereichen Sicherheit, Lärmreduktion und Kapazitätsoptimierung im europäischen Umfeld koordiniert begegnen zu können, hat sich die Flughafen Zürich AG mit fünf namhaften europäischen Flughäfen bzw. Flughafenbetreibern (BAA Airports Limited, Aéroports de Paris, Fraport, Flughafen München AG, Flughafen Schiphol) zu einem Konsortium zusammengeschlossen, welches im Rahmen von SESAR unter der Gesamtleitung des spanischen Flughafenbetreibers AENA mehrere flughafenspezifische Arbeitspakete führt und bearbeitet. In Zusammenarbeit mit Eurocontrol und Flugsicherungsorganisationen aus verschiedenen Ländern sollen dabei insbesondere Themen wie CDA (Continuous Descent Approach), GBAS (satellitengestütztes Anflugverfahren mit Boden-Referenzstation) und 4D-Trajektorienmanagement (Koordination der an- und abfliegenden Flugzeuge, um das Fliegen von Warteschleifen zu minimieren) weiterentwickelt werden. Das Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von rund 1.9 Mrd. Euro wird durch Beiträge der Europäischen Union, der Eurocontrol sowie der teilnehmenden Partner (Flughäfen, Flugsicherungen, Industrie) finanziert.

Das BAZL hat im Sommer 2008 öffentlich seine Bereitschaft erklärt, in hoher Priorität und gemeinsam mit dem Flughafen Zürich die Entwicklung und Zertifizierung von satellitengestützten Anflugverfahren an die Hand zu nehmen. Unter dem Namen „CHIPS“ bereitet das BAZL zusammen mit der Flugsicherung Skyguide, dem Flughafen Zürich, dem Aéroport International de Genève und SWISS ein Programm für satellitengestützte An- und Abflugverfahren vor. Dabei geht es um einen Paradigmenwechsel in der gesamten Luftfahrt, nämlich um den Wechsel von bodengestützter zur satellitengestützten Navigation für An- und Abflüge. Laut BAZL sind verschiedene GPS-Verfahren in Vorbereitung, über deren Priorisierung aber erst noch entschieden wird. Das Schweizer CHIPS-Programm lehnt sich an das europäische SESAR an.

Es kann davon ausgegangen werden, dass SES und SESAR einen erheblichen Einfluss auf die Luftraumgestaltung und –bewirtschaftung haben werden. Diese Entwicklung birgt Chancen für künftige technische und betriebliche Verbesserungen und in diesem Zusammenhang auch für Lärmoptimierungen. Die Schweiz und die Schweizer Luftfahrtindustrie haben ein vitales Interesse daran, sich aktiv an diesen Prozessen zu beteiligen. SES und SESAR machen aber auch sichtbar, dass der Flugbetrieb zunehmend auf internationaler Ebene nach funktionalen, übergeordneten Gesichtspunkten gestaltet werden wird und dass nationale und erst recht lokale Einflussmöglichkeiten tendenziell abnehmen werden.

### 6.4.3 Continuous Descent Approach (CDA)

In der politischen Diskussion wird die Einführung des sogenannten Continuous Descent Approach (CDA) oft als wichtiges Mittel zur Fluglärmoptimierung gefordert. Der CDA ist nach der Definition der ICAO ein Anflug, der ein optimales Sinkprofil einhält, mit dem Ziel, Lärm, Schadstoffemissionen und Treibstoffverbrauch zu reduzieren. Wird ein CDA durchgeführt, wird in einer bestimmten Flughöhe – idealerweise ab Reiseflughöhe - die Triebwerksleistung auf Leerlauf oder nahezu auf Leerlauf eingestellt und der verbleibende Anflug in dieser Konfiguration ausgeführt. Angestrebt wird langfristig, über die Landephase hinaus, eine zeitgenaue Steuerung und Koordination aller Flugbewegungen vom Ausgangs- bis zum Zielstandplatz bzw. – flughafen („Gate-to-gate“).

Für eine flächendeckende Einführung des CDA müssen verschiedene Aspekte berücksichtigt werden: Grundsätzlich wird ein grosser Luftraum benötigt, bei dem die An- und Abflugrouten unabhängig voneinander und kreuzungsfrei gestaltet werden können. Der vollständige CDA führt durch mehrere Flugflächen hindurch und verursacht dadurch einen beachtlichen Koordinationsaufwand. Bei einem CDA wird dem Piloten die Freiheit gegeben, seine Geschwindigkeit und Sinkrate selber zu bestimmen. Deshalb muss aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Flugzeuge deren Staffelung vergrössert werden, damit der erforderliche Sicherheitsabstand jederzeit gewährleistet ist. Jeder Eingriff durch die Flugsicherung mit Auflagen verringert den Nutzen des CDA. Die grössere Staffelung hat namentlich bei dichtem Verkehrsaufkommen Kapazitätseinschränkungen auf dem Flughafen zur Folge. Schliesslich ist zu beachten, dass mit einem CDA die heute existierende Flexibilität der Fluglotsen, auf Veränderungen z. B. des Wetters oder des Verkehrsaufkommens zu reagieren, eingeschränkt wird, da der Sinkflug kontinuierlich erfolgt.

Der Flughafen Zürich, Skyguide, SWISS und das BAZL arbeiten daran, damit alternative Anflugverfahren - neben dem CDA auch der gekröpfte Nordanflug mit Satellitennavigation - dereinst auch in der Schweiz angewendet werden können. Die Einführung des CDA ist im komplexen, engen, dicht beflogenen Schweizer Luftraum<sup>20</sup> sehr anspruchsvoll, und es wird sich noch weisen müssen, unter welchen Bedingungen er sich inskünftig zum Standard entwickeln kann. Der CDA setzt eine bestimmte Grösse an Luftraum voraus. Seine Einführung bedingt eine komplett neue Ausarbeitung und Festlegung des Luftraums über Zürich mit weitreichenden flächendeckenden Konsequenzen. Die notwendigen technischen Infrastrukturen und Verfahren dieser neuen Technologien werden luft- und bodenseitig erst ab ca. 2015 zur Verfügung stehen. Das Ausmass der Wirkung des CDA auf den ZFI ist offen.

Aufgrund dieser erschwerenden Umstände ist der CDA bisher in Europa und in den USA nirgends standardmässig eingeführt worden. Beim heutigen Stand der Technik ist der Spielraum der Flugsicherungen für die Einführung dieses neuen Anflugverfahrens namentlich in den dicht beflogenen Gebieten Mitteleuropas äusserst gering. Derzeit laufen Versuche in Frankfurt, London, Stockholm, Amsterdam, Paris Orly, Strasbourg und Marseille. Die Anwendung von CDA erfolgt durchwegs bei reduzierter Verkehrsmenge. In Zürich haben erste Versuche bereits 1999

---

<sup>20</sup> Inklusiv das grenznahe Ausland.

stattgefunden, deren Erkenntnisse weiterhin verwendet werden. Heute wird den Piloten die zu fliegenden Distanz bis zur Piste angegeben. SWISS teilt den Anflügen, die in der ersten Betriebsstunde zwischen 06 und 07 Uhr in Zürich ankommen, eine Überflugszeit zu, so dass Warteschleifen möglichst vermieden werden können.

Aufgrund der Tatsache, dass das Verkehrsaufkommen in der lärmempfindlichen Nachtzeit verhältnismässig gering ist, sind die Anwendungsmöglichkeiten des CDA mit Priorität für diese Betriebsphasen zu prüfen. Für den Flughafen Frankfurt hat die Deutsche Flugsicherung (DFS) in enger Zusammenarbeit mit der Frankfurter Fluglärmkommission eine Art CDA-Anflugverfahren entwickelt, das während der Nachtstunden zwischen 23 und 5 Uhr - und damit bei sehr geringem Verkehrsaufkommen - praktiziert wird. Mit ihm soll erreicht werden, dass unterhalb von ca. 7000 Fuß (ca. 2130 Meter ü.M.) die lärmintensive Horizontalflugphase vermieden wird. Dieses Verfahren ist seit April 2005, mittlerweile in nochmals optimierter Form, in Gebrauch. Um das Verfahren nutzen zu können, werden die anfliegenden Maschinen oberhalb von 7000 Fuß bis zu einem Punkt geführt, ab dem mittels eines kontinuierlichen Sinkfluges der zur Höhenführung genutzte Leitstrahl des Instrumentenlandesystems (ILS) befliegen werden kann (siehe orange markierte Linie in Abbildung 14). Das bedeutet, dass die Anfluggrundlinie in einer größeren Entfernung (ca. 19 NM/35 km) zum Aufsetzpunkt erreicht wird als zuvor. Die Deutsche Flugsicherung (DFS) hält dazu fest, dass der anfliegende Luftverkehr während der Nachtstunden weitestgehend länger in größeren Höhen gehalten wird, die zurückgelegten Flugwege für die meisten Flüge jedoch etwas länger geworden sind.

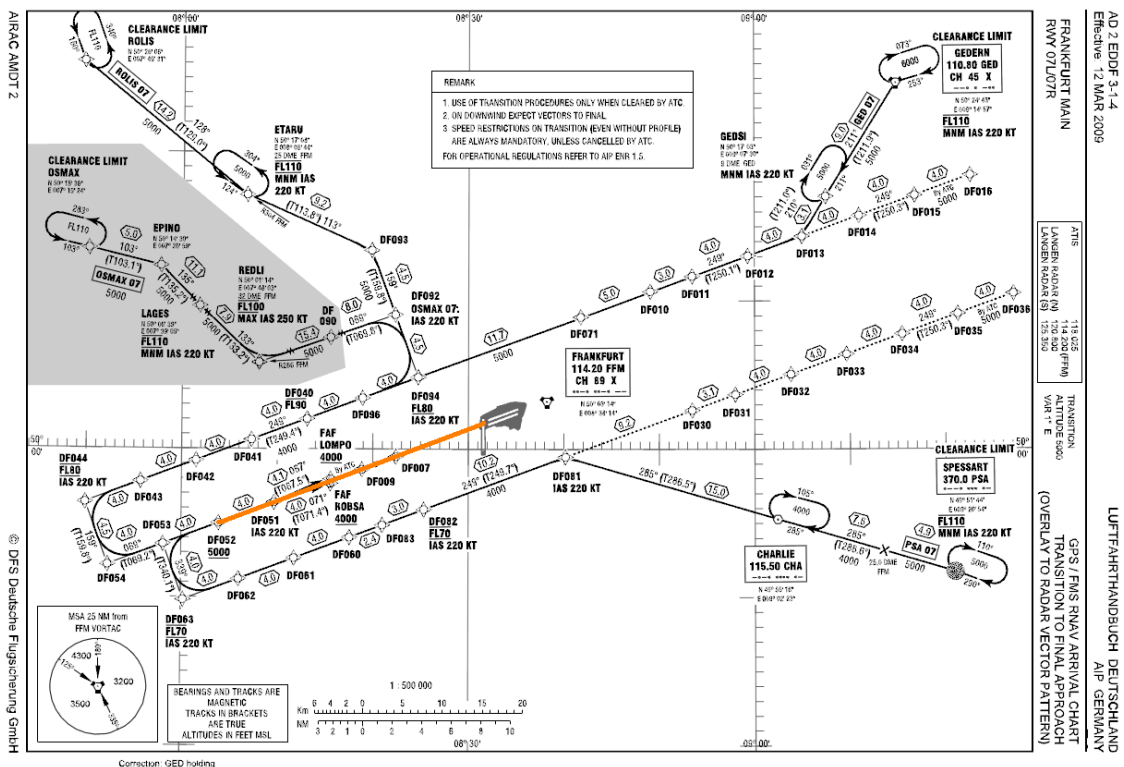


Abbildung 14: Der CDA am Beispiel des Flughafens Frankfurt; orange Markierung = CDA-Anflug; Quelle: DFS.

Die durch den CDA mögliche Lärmoptimierung ist vor allem im Flughafen fernen Bereich zu erwarten. Im Standard-Anflugverfahren mit Instrumentenlandesystem (ILS) liegen die letzten 15 bis 20 km des Endanflugs auf der Verlängerung der Pistenachse. Die Flugzeuge werden gestaffelt auf dem Gleitstrahl zur Landepiste geführt. Der CDA wird diese letzte Anflugphase nicht verändern, sondern vor allem die Phase zwischen der Reiseflughöhe und der Anknüpfung an den ILS-Gleitstrahl optimieren. Namentlich soll, wie das Frankfurter Beispiel zeigt, die Horizontalflugphase vor dem Einschwenken auf den ILS-Strahl vermieden oder zumindest auf eine grosse Höhe bzw. Entfernung zum Flughafen gelegt werden.

In Zürich wird, analog zum Frankfurter Beispiel, bei den Südanflügen auf dem Gegenanflug die Flugfläche 90 (ca. 3000 Meter ü.M.) erst unterschritten, wenn die noch zu fliegende Distanz bis zur Piste 35 NM beträgt. Damit wird ermöglicht, dass beim Auflinieren auf das ILS ein möglichst kontinuierlicher Sinkflug erfolgt.

## **6.5 Kurzfristige Massnahmen**

### **6.5.1 Rahmenbedingungen**

Die Dokumente der Internationalen Zivilluftfahrtbehörde (ICAO), namentlich der Anhang 16<sup>21</sup> wie auch das Dokument 8168<sup>22</sup>, bestimmen wesentlich sowohl Design wie auch Verfahren der An- und Abflugrouten. Die für die Schweiz wesentlichen Bestimmungen sind zum Teil auch im Luftfahrthandbuch der Schweiz (AIP) enthalten. Im AIP sind folgende Massnahmen zur Lärmreduzierung vorgesehen:

- Die Abflugrouten sind sogenannte „minimum noise routes“, also lärmgünstige Flugrouten. Die Flugzeugführer sind zur möglichst genauen Einhaltung dieser Routen angehalten.
- In Zürich ist das sogenannte „Steilstartverfahren 1“ (NADP 1; vgl. Abbildung 15) nach ICAO Anhang 16 vorgeschrieben. Dieses konzentriert den Lärm auf das flughafennahe Gebiet. Es sorgt also mit zunehmender Entfernung vom Flughafen für eine schnelle Abnahme des Fluglärms.
- Anflüge sind im „Low Drag/Low Power“-Flugverfahren auszuführen. Dies bedeutet, dass die anfliegenden Flugzeuge möglichst lange in der sogenannten „clean configuration“ verbleiben, d.h. dass lärmverursachende Komponenten wie Fahrwerk, Klappen und Vorflügel möglichst spät ausgefahren werden. In dieser aerodynamischen Konfiguration muss nur wenig Schub gegeben werden, so dass das Flugzeug weniger Lärm macht, je weniger Landehilfen ausgefahren sind.

---

<sup>21</sup> Annex 16 Environmental Protection, Vol. 1 Aircraft Noise.

<sup>22</sup> ICAO DOC 8168 PANS OPS Vol. 1, Flight Procedures, Section 7 Noise Abatement Procedures.

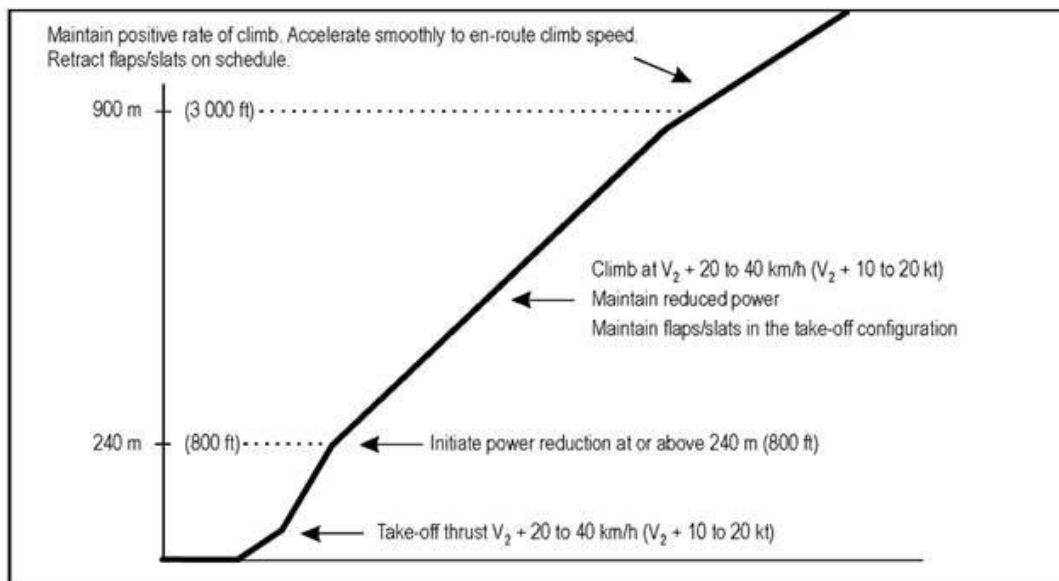


Abbildung 15: Noise abatement departure procedure 1 (NADP 1) aus ICAO DOC 8168 (PANS-OPS) Alle Angaben in Meter (Fuss) über Grund. 3'000 Fuss über Grund entsprechen in Zürich in etwa 4'500 Fuss über Meereshöhe.

## 6.5.2 Verkleinerung der Streubereiche

Gemäss geltendem Betriebsreglement kann die Flugsicherung Flugzeuge bei Erreichen einer Höhe von 5000 Fuss (nachts auf bestimmten Abflugrouten<sup>23</sup> auf Flugfläche 80; entspricht in etwa 8000 Fuss) von den Standardrouten freigeben und direkt zu einem Navigationspunkt führen. Dieses Verfahren dient dazu, die Kapazität der verwendeten Startpiste möglichst auszuschoöpfen und die Flugwege zu verkürzen. Die 5000 Fuss-Regel hat eine relativ breite Streuung der Flugwege zur Folge, weil die Höhe von 5000 Fuss aufgrund der besser gewordenen Steigleistung von den meisten Flugzeugen bereits kurz nach dem Abheben erreicht wird. Die Streuung ist auch Folge der Tatsache, dass ab 4500 Fuss eine Beschleunigungsphase erfolgt (gem. ICAO NADP 1), bei welcher der Abflugwinkel verkleinert wird. Es ist deshalb wichtig, dass die Anweisung der Flugsicherung zum Verlassen der Route tatsächlich erst dann erfolgt, wenn die Höhe von 5000 Fuss erreicht ist. Das Ziel einer Verkleinerung des Streubereichs wird mit folgenden Massnahmen angestrebt:

- Fluglotsen und Piloten werden in der Aus- und Weiterbildung mit der korrekten Anwendung der 5000 Fuss bzw. Flugfläche 80-Regel geschult (vgl. Ziff. 6.5.4).
- Nach dem Start müssen Kurven mit grosser Richtungsänderung mit möglichst tiefer Geschwindigkeit geflogen werden, um ein „Ausbrechen“ aus dem nominalen Lärmkorridor zu vermeiden. Geprüft wird eine Begrenzung auf 210 Knoten für die erste Kurve nach dem Start, um die Flüge so vermehrt im Bereich der Standardroute zu bündeln.
- Im SIL-Prozess wurden die nominalen Abflugrouten möglichst direkt in Richtung Anschlusspunkt an die Luftstrasse geführt, damit sich Anweisungen der Flugsicherung zur

<sup>23</sup> Gemäss vorläufigem Betriebsreglement wird die „Flugfläche-80-Regel“ in der Nachtzeit für alle Routen gelten.

Abkürzung des Flugwegs in der Regel erübrigen. Zusätzlich hat der Kanton Zürich die Festlegung von Wegpunkten gewünscht, die – unabhängig von der erreichten Flughöhe – überflogen sein müssen, bevor die Flugsicherung den Flug in Richtung Ausflugs- punkt freigeben darf. Diese Massnahme wird im Rahmen des künftigen Betriebsregle- ments zu prüfen sein, soweit sie nicht zu einer wesentlichen Einschränkung der Kapazi- tät führt.

### **6.5.3 RNAV-Transitions**

Als Entwicklungsschritt des CDA sollen auf dem Flughafen Zürich „RNAV-Transitions“ einge- führt werden. „RNAV-Transitions“ stellen eine technologische Erweiterung des bestehenden Anflugverfahrens dar, die dem Piloten einen klar definierten Weg aus der Luftstrasse bis zum Beginn des Endanflugs auf das ILS vorgeben. Sie haben die günstige Wirkung, dass die Streuung der Flugwege zwischen dem Warteraum und dem Einschwenken auf den ILS-Strahl (sog. vecto- ring) verkleinert bzw. auf bestimmte Korridore gebündelt werden kann. RNAV-Transitions werden heute u.a. schon in Deutschland und Österreich praktiziert und bestehen in der Schweiz auf den Abflugrouten. Die Routenvorgabe für die RNAV-Transitions basiert auf aktuel- len Radarspuren. Die genaue Führung der Transitions kann in der Planung aufgrund der Sied- lungsstruktur und nach ihrer Einführung anhand von Erfahrungswerten bedingt optimiert wer- den. Sofern in Zukunft technisch und betrieblich möglich, können die Transitions unter Einbe- zug von Höhe und Zeit zum vollwertigen CDA ausgebaut werden. Transitions dienen als Ergän- zung zum herkömmlichen Anflugverfahren; sie können dieses nicht vollständig ersetzen.

Alles in allem könnten die Transitions dazu beitragen, dass die Anflugrouten gebündelter ge- flogen werden als heute. Zum heutigen Zeitpunkt lässt es sich der Einfluss der Transitions auf den ZFI jedoch nicht zuverlässig abschätzen. Die Bündelung der Anflugwege hat zweifellos eine gewisse Entlastung zur Folge; hingegen steigt die Belastung dort, wo die Konzentration statt- findet. Der Schlüssel für die Praxis liegt darin, die Bündelung der Transitions – soweit betrieb- lich machbar und zweckmässig - mit Rücksicht auf die Siedlungsstruktur zu optimieren.

### **6.5.4 Computer Based Training (CBT)**

Mittels Computer gestütztem Training (Computer Based Training, CBT) sollen die Fluglotsen und Piloten in der Aus- und Weiterbildung für eine möglichst zweckmässige Anwendung der An- und Abflugverfahren geschult und sensibilisiert werden. Skyguide stellt dafür die Informa- tikplattform zur Verfügung. Wichtiges Ziel dieser Massnahme ist es, die Flugverkehrsleiter ge- nerell mit Lärmschutzthemen vertraut zu machen und sie für eine zweckmässige Anwendung des Steilstartverfahrens und der 5000 Fuss- und der Flugfläche-80-Regel zu schulen. Das Aus- /Weiterbildungsmodul wird in enger Zusammenarbeit zwischen dem Flughafen Zürich, Skygui- de und dem Amt für Verkehr aufgebaut und soll ab Anfang 2010 eingesetzt werden. In einem weiteren Schritt wird diese Plattform, in leicht abgeänderter Form, auch den Fluggesellschaf- ten, namentlich der SWISS, zur Verfügung gestellt werden.

### **6.5.5 Regelung lärmrelevanter Änderungen Betriebsreglement**

Bei Änderungen des Betriebsreglements mit wesentlichen Auswirkungen auf die Fluglärmbelastung erteilt der Regierungsrat nach § 19 des Flughafengesetzes der Staatsvertretung im Verwaltungsrat der Flughafen Zürich AG Weisungen. Gemäss § 10 Flughafengesetz stellt die Gesellschaft sicher, dass der Verwaltungsrat ohne Zustimmung der Staatsvertretung keine derartigen Gesuche beschliessen kann.

Damit diese Bestimmung zum Tragen kommt, ist es wichtig, dass der Kanton Zürich frühzeitig über geplante Betriebsreglementsänderungen, die potenziell lärmrelevant sind, informiert wird. Bereits in der Projektphase, in der die Lärmrelevanz durch das BAZL geprüft wird, muss eine Meldung an das Amt für Verkehr erfolgen, damit dieses die mit dem Projekt verbundenen Lärmauswirkungen unabhängig beurteilen kann. Wird Lärmrelevanz festgestellt, bereitet das Amt für Verkehr die Grundlagen für die Instruktion der Staatsvertretung im Sinne von § 19 Flughafengesetz vor.

### **6.5.6 Aufsichtsprozess Flugwegabweichungen**

Die Einhaltung der Flugrouten innerhalb von Toleranzbereichen wird mit Hilfe der Flugweg- und Fluglärmüberwachungsanlage ATANOMS durch die Flughafen Zürich AG (FZAG) überwacht; das Amt für Verkehr der Volkswirtschaftsdirektion hat jederzeit Einsicht in das Überwachungssystem. Für eine Abweichung der vorgeschriebenen Flugroute muss ein plausibler Grund wie z.B. das Umfliegen von Gewitterwolken vorliegen. Falls kein derartiger Grund vorliegt, wird die betreffende Fluggesellschaft und letztlich der verantwortliche Pilot durch die FZAG schriftlich zur Stellungnahme eingeladen. Oft werden diese Abklärungen durch Gespräche mit Vertretern der jeweiligen Fluggesellschaft ergänzt. In seltenen Fällen, wenn der Verlauf der Untersuchung unbefriedigend verläuft, kann es durch die FZAG zu einer Meldung an die Aufsichtsbehörde kommen. Durch diese ständige Aufsicht wird bei den Fluggesellschaften permanent auf eine Optimierung des Abflugverhaltens hingewirkt.

Gemäss § 3 Flughafengesetz überwacht der Staat, konkret das Amt für Verkehr, die Einhaltung u.a. der An- und Abflugrouten des Flughafens Zürich. Es meldet Übertretungen der Aufsichtsbehörde des Bundes.

Mit dem BAZL ist eine Regelung getroffen worden, wie der Aufsichtsprozess in Zukunft effizienter und wirksamer gestaltet werden kann. Auf Einladung des BAZL finden jährlich 3- 4 Treffen zwischen dem BAZL, der FZAG und dem Amt für Verkehr statt, mit dem Ziel, Übertretungen und systemische Fehler zu analysieren und Massnahmen einzuleiten.

## 7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das Massnahmenkonzept Flugbetrieb ist in Tabelle 13 zusammengefasst (*kursiv: Entscheide der zuständigen Instanzen vorbehalten*).

	Kurzfristig 2010-2015	Mittelfristig 2015-2020	Langfristig ab 2020
<b>Übergeordnete Massnahmen</b>	§ Vorläufiges Betriebsreglement (vBR) als Grundlage für Lärmcontrolling § <i>Abgrenzungslinie im SIL-Objektblatt</i>		
<b>Anzahl Flugbewegungen</b>		Entwicklung der Flugbewegungen im Rahmen der SIL-Betriebsvarianten (max. 350'000). Lagebeurteilung bei 320'000 Bewegungen (§ 3 Abs. 3 Flughafengesetz)	
<b>Nachtflugregelung</b>	§ 7-stündige Nachtflugsperrung nach Rechtsmittelentscheid zum vBR (Zeitfenster für Verspätungsabbau wird um 1 Stunde reduziert) § Verringerung Verspätungen in 1./2. Nachtstunde § Optimierung Aufsichtsprozess Nachtflugregelung		
<b>Flottenmix</b>	Übergeordnete Entwicklung: Technischer Fortschritt im Flugzeug- / Triebwerkbau		
	§ Beginn Ablösung Regionalflotte SWISS	§ <i>Beginn Ablösung Langstreckenflotte SWISS</i> § <i>Restriktionen Kapitel-3-Flugzeuge</i>	§ <i>Erneuerung A 320-Familie SWISS</i>
	§ Entwicklung Flottenmix andere Fluggesellschaften § <i>Ausrichtung Gebührenregelung auf technischen Fortschritt</i>		
<b>Lage der Flugrouten („Fluggeometrie“)</b>	Übergeordnete Entwicklung: Fortschritte der Navigationstechnologie, neue Navigationsstandards, Neuorganisation der Luftraumbewirtschaftung		
	Verringerung Streuung der Flugwege: § Computer based Training § <i>210 kt. auf 1. Turn</i> § FL-80-Nachtregel (vBR) § <i>RNAV-Transitions</i> § Optimierung Aufsichtsprozess Offender	§ Neue Navigationsstandards bei Gestaltung der Flugrouten im SIL-Prozess berücksichtigt § Beteiligung Schweiz an SES, SESAR § <i>Projekt „CHIPS“: Vorbereitung von satellitengestützten Anflugverfahren durch BAZL, Skyguide, Flughäfen Genf und Zürich, SWISS (Umsetzbarkeit CDA in engen CH-Lufträumen noch offen)</i>	
<b>Belegung der Flugrouten</b>	Übergeordnete Entwicklung: Belastungsanalyse und Lösungsvorschläge CH-D		
		<i>SIL-Varianten E</i>	<i>SIL-Variante J (Option)</i>

Tabelle 13: Massnahmenkonzept Flugbetrieb.

Für die Vollzugspraxis zum ZFI im Bereich Flugbetrieb ist festzustellen, dass die nationalen und internationalen Umweltschutzvorschriften sowie die Festlegungen im Konzeptteil des Sachplans Infrastruktur der Luftfahrt bereits klare Vorgaben für einen effizienten und wirksamen Umweltschutz festlegen. Der Flugbetrieb untersteht dem umweltschutzrechtlichen Vorsorgeprinzip, wonach die technisch und betrieblich möglichen und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen zur vorsorglichen Emissionsbegrenzung auszuschöpfen sind. Das Massnahmenkonzept weist auf verschiedene Lösungsansätze hin. Für entsprechende Massnahmen ist die Flughafenbetreiberin zuständig. Gestützt auf das vorläufige Betriebsreglement wird der Flughafen der Aufsichtsbehörde des Bundes jedes Jahr Rechenschaft über die Einhaltung der Lärmschutzvorgaben ablegen müssen. Bereits heute erfolgt eine entsprechende Berichterstattung, jedoch hat sich der Controllingprozess noch nicht etabliert.

Die für den Flugbetrieb verantwortlichen Akteure sind an denjenigen Entwicklungen zu messen, die sie beeinflussen können und verantworten müssen. Aus der Tatsache, dass der ZFI Teil eines Gegenvorschlags zu einer Plafonierung der Flugbewegungen war, kann nicht geschlossen werden, dass die Folgen einer Richtwert-Überschreitung allein durch den Flugbetrieb zu tragen seien. Im Gegenteil: Der sogenannte ZFI plus war im Wortsinn ein Gegen-Vorschlag, der einen wirksamen Lärmschutz anstrebt, ohne die Funktionen des Flughafens als interkontinentales Drehkreuz unverhältnismässig einzuschränken.

Der jährlich zu erhebende ZFI-Monitoringwert hat deshalb Aufschluss zu geben über den vom Flugbetrieb verursachten Anteil (Flugbetriebsindex) und über den durch die Entwicklung der Wohnbevölkerung verursachten Anteil (Bevölkerungsindex). Der Regierungsrat kann auf der Grundlage des Flugbetriebsindex überwachen, dass die zweckmässigen Massnahmen rechtzeitig eingeleitet werden. Stellt er Handlungsbedarf fest, kann er als Hauptaktionär Einfluss auf die Flughafenbetreiberin und auf politischem Weg Einfluss auf den Bund nehmen. Grundlage für die Einflussnahme müssen die einschlägigen nationalen und internationalen Umweltschutzvorschriften sein. Der ZFI entfaltet in flugbetrieblicher Hinsicht die grösstmögliche Wirkung, wenn er die umweltrechtliche Vollzugspraxis unterstützt und weiter fördert, nicht jedoch, wenn er mit anderen Zielen in Konkurrenz dazu tritt. Letzteres ist schon aus rechtlichen Gründen weitgehend unmöglich, da Bundes(umweltschutz)recht kantonales Recht bricht.

## Anhang 1: Glossar

AGL	Abgrenzungslinie. Die AGL umfasst das Gebiet mit bestehender und gemäss SIL-Objektblatt Flughafen Zürich zukünftig möglicher Fluglärmbelastung über dem IGW ES II. Die AGL soll im SIL-Objektblatt und im kantonalen Richtplan deckungsgleich festgelegt werden.
AW ES II	Alarmwert für die Empfindlichkeitsstufe II (Wohnzonen und Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen): 65 dB(A) für den Tag (6 – 22 Uhr) 65 dB(A) für die erste Nachtstunde (22 – 23 Uhr) 60 dB(A) für die zweite (23 – 24 Uhr) und letzte (5 – 6 Uhr) Nachtstunde
Betriebsvariante	Betriebsvariante ist eine Kombination von mehreren Flugbetriebskonzepten, um den Flughafen während des ganzen Jahres bei wechselnden Wind- und Sichtverhältnissen und unter Berücksichtigung von politischen Restriktionen (z. B. DVO) zu betreiben.
CDA	<i>Continuous Descent Approach</i> . Der CDA ist nach der Definition der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation ein Anflug, der ein optimales Sinkprofil einhält, mit dem Ziel, Lärm, Schadstoffemissionen und Treibstoffverbrauch zu reduzieren. Wird ein CDA durchgeführt, muss in einer bestimmten Flughöhe die Triebwerksleistung auf Leerlauf oder nahezu Leerlauf eingestellt und der verbleibende Anflug in dieser Konfiguration ausgeführt werden.
DVO	Durchführungsverordnung zur Luftverkehrsordnung des deutschen Luftfahrt-Bundesamtes, das die deutschen An- und Abflugbeschränkungen für den Flughafen Zürich regelt. Zurzeit gilt die 220. Durchführungsverordnung vom 10. März 2005.
ES	Empfindlichkeitsstufe gemäss Art. 43 LSV. In Nutzungszonen nach Art. 14ff RPG gelten folgende Empfindlichkeitsstufen: die Empfindlichkeitsstufe I (ES I) in Zonen mit einem erhöhten Lärmschutzbedürfnis, namentlich in Erholungszonen; die Empfindlichkeitsstufe II (ES II) in Zonen, in denen keine störenden Betriebe zugelassen sind, namentlich in Wohnzonen sowie Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen; die Empfindlichkeitsstufe III (ES III) in Zonen, in denen mässig störende Betriebe zugelassen sind, namentlich in Wohn- und Gewerbebezonen (Mischzonen) sowie Landwirtschaftszonen; die Empfindlichkeitsstufe IV (ES IV) in Zonen, in denen stark störende Betriebe zugelassen sind, namentlich in Industriezonen
Eurocontrol	1960 gegründete Europäische Organisation zur Sicherung der Luftfahrt mit Sitz in Brüssel
Flugbetriebskonzept	Flugbetriebskonzept bezeichnet einen stabilen Betriebszustand des Flughafens mit Starts und Landungen bei bestimmten meteorologischen Bedingungen (z. B. Nordkonzept mit Landungen von Norden und Starts nach Osten und Süden).
GNA	Gekröpfter Nordanflug
HA	<i>Highly Annoyed</i> : Anzahl der durch Fluglärm während des Wachzustands am Tag stark belästigten Personen. Der Index HA wird nur für den Tag von 06 bis 22 Uhr berechnet. HA wird vorliegend synonym für <i>AsgP</i> (Anzahl durch den Fluglärm stark gestörte Personen) verwendet, welche in den letzten zehn Jahren als Kennzahl zur Beurteilung von Fluglärmbelastungen benutzt wurde.

HSD	<i>Highly Sleep Disturbed</i> : Anzahl der durch Fluglärm im Schlaf während der Nacht stark gestörten Personen. Der Index <i>HSD</i> wird nur für die Nacht von 22 bis 06 Uhr berechnet.
ICAO	Internationale Zivilluftfahrtorganisation
IGW ES II	Immissionsgrenzwert für die Empfindlichkeitsstufe II (Wohnzonen und Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen): 60 dB(A) für den Tag (6 – 22 Uhr) 55 dB(A) für die erste Nachtstunde (22 – 23 Uhr) 50 dB(A) für die zweite (23 – 24 Uhr) und letzte (5 – 6 Uhr) Nachtstunde
ILS	Instrumentenlandesystem. Ermöglicht auch bei schlechtesten Sichtverhältnissen die sichere Landung. Ein Kreuzzeiger-Instrument (Localizer) hilft dem Piloten, während des ganzen Endanfluges genau auf die Landebahn zuzusteuern (Kursinformation) und im idealen Winkel zu sinken (Gleitweginformation).
LSV	Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986 Die Belastungsgrenzwerte für den Lärm von zivilen Flugplätzen sind in Anhang 5 zur LSV festgelegt.
LFG	Bundesgesetz vom 21. Dezember 1948 über die Luftfahrt (Luftfahrtgesetz)
PANS OPS	<i>Procedures for Air Navigation and Services</i> . Internationale Standards für die Erarbeitung von Flugrouten.
Piste 10-28	Auch «Westpiste» genannt, 2500 m lang.
Piste 14-32	Auch «V-Piste» genannt, 3300 m lang.
Piste 16-34	Auch «Blindlandepiste» genannt, 3700 m lang.
PW ES II	Planungswert für die Empfindlichkeitsstufe II (Wohnzonen und Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen): 57 dB(A) für den Tag (6 – 22 Uhr) 50 dB(A) für die erste Nachtstunde (22 – 23 Uhr) 47 dB(A) für die zweite (23 – 24 Uhr) und letzte (5 – 6 Uhr) Nachtstunde
Richtplan	Mit dem Richtplan koordiniert der Kanton Zürich die raumwirksamen Tätigkeiten und bestimmt in den Grundzügen, wie sich sein Gebiet räumlich entwickeln soll. Der Richtplan ist Führungs- und Koordinationsinstrument für die gesamtkantonale räumliche Entwicklung. Er ist für Behörden verbindlich. Das Verfahren für die Teilrevision des Verkehrsrichtplans, Kapitel 4.7.1 «Flughafen Zürich», wird mit dem Verfahren für das SIL-Objektblatt Flughafen Zürich koordiniert.
RPG	Bundesgesetz vom 22. Juni 1979 über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz)
RPV	Raumplanungsverordnung vom 28. Juni 2000
SES	<i>Single European Sky</i> . Das Projekt SES, an dem die Schweiz seit dem 1. Dezember 2006 auf der Grundlage des bilateralen Luftverkehrsabkommens Schweiz-EG teilnimmt, hat zum Ziel, die Fragmentierung des Luftraums zu vermindern und damit die Effizienz, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit des europäischen Flugverkehrsmanagements zu steigern. Kernelemente des Projekts sind die Schaffung eines einheitlichen Zertifizierungssystems für europäische Flugsicherungsunternehmen, die Bildung sogenannter funktionaler Luftraumblocke sowie einheitliche Betriebskonzepte. Im Gegensatz zu heute, wo die Zuständigkeitsgebiete der verschiedenen Flugsicherungen mehrheitlich an Landesgrenzen enden, sollen sich diese Luftraumblocke an den effektiven Verkehrsströmen orientieren.

SESAR	<i>SES Air Traffic Management Research</i> . SESAR ist eine von der Europäischen Kommission und Eurocontrol ins Leben gerufene Initiative zur Vereinheitlichung, Harmonisierung und Synchronisierung der Systeme im Rahmen des europäischen Flugverkehrsmanagements. SESAR stellt ein Technologie- und Innovationsförderungsprogramm dar und ist ein Element des übergeordneten Projekts SES ist. Die Schweiz ist als Mitgliedstaat von Eurocontrol direkt in die laufenden Arbeiten und Entwicklungen involviert.
SIL	Sachplan Infrastruktur Luftfahrt. Raumplanerisches Instrument des Bundes gemäss Art. 13 RPG. Seit Ende 2004 läuft ein Koordinationsprozess für ein SIL-Objektblatt Flughafen Zürich; das formelle Verfahren wird 2010 starten und wird voraussichtlich 2012 durch Beschluss des Bundesrates abgeschlossen.
USG	Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz)
vBR	Vorläufiges Betriebsreglement, vom BAZL am 29. März 2005 genehmigt. Rechtsverfahren im Gang; REKO INUM-Entscheid vom 26. Juni 2006 für Vereinigung der Verfahren zu vBR und Südanflüge, vom Bundesgericht am 17. August 2006 bestätigt; das Verfahren ist zurzeit vor dem Bundesverwaltungsgericht hängig.
VIL	Verordnung vom 23. November 1994 über die Infrastruktur der Luftfahrt
ZFI	«Zürcher Fluglärm-Index». Beurteilungsmass der Fluglärmbelastung, dem die Zürcher Bevölkerung in der Volksabstimmung vom 25. November 2007 zugestimmt hat. Der ZFI bezeichnet die Anzahl der durch Fluglärm des Flughafens Zürich am Tag (06 – 22 Uhr) stark belästigten oder während der Nacht (22 – 06 Uhr) im Schlaf stark gestörten Personen.

## Anhang 2: Grundlagenverzeichnis

Amt für Verkehr Kanton Zürich	ZFI-Massnahmenkonzept - Fachbericht Raumentwicklung / Wohnqualität	Oktober 2009
Amtsblatt des Kantons Zürich	Abstimmungszeitung für die Volksabstimmung vom 25. November 2005	12. September 2007
Baudirektion des Kantons Zürich	Umweltbericht 2008 Kanton Zürich ( <a href="http://www.umweltschutz.zh.ch">www.umweltschutz.zh.ch</a> -> Umweltbericht)	2008
Baudirektion des Kantons Zürich	Kreisschreiben betreffend Raumplanung in der Flughafenregion – Anpassung der Praxis bezüglich Planungsverfahren und Baubewilligungen bei Grenzwertüberschreitungen durch Fluglärm ( <a href="http://www.kantonalplanung.zh.ch">www.kantonalplanung.zh.ch</a> -> räumliches Controlling -> Flughafenregion -> Kreisschreiben 28. Februar 2006)	28. Februar 2006
Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)	Flughafen Zürich, SIL-Prozess: Schlussbericht (Entwurf; <a href="http://www.sil-zuerich.admin.ch">www.sil-zuerich.admin.ch</a> -> Dokumente)	7. August 2009
Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung	Veränderungen im Zürcher Fluglärm-Index ZFI vom Jahr 2000 zum Jahr 2007 ( <a href="http://www.vd.zh.ch/zfi">www.vd.zh.ch/zfi</a> )	Oktober 2009
EU-Kommission	Bericht der EU-Kommission über die Anwendung der Richtlinie 2002/30/EG, KOM (2008) 66 endgültig.	15. Februar 2008
Europäische Gemeinschaft	Richtlinie 2002/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Regeln und Verfahren für lärmbedingte Betriebsbeschränkungen auf Flughäfen der Gemeinschaft (ABL. L 85 vom 28.3.2002, S. 40.)	26. März 2002
ICAO - Internationale Zivilluftfahrt-Organisation	Band I zum Luftfahrtabkommen der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation ICAO (Anhang 16)	
Ramser Bauphysik AG	Fragenbeantwortung im Rahmen der Studie „Bauqualität und Schalldämmung“ ( <a href="http://www.vd.zh.ch/zfi">www.vd.zh.ch/zfi</a> )	Mai 2009
Regierungsrat des Kantons Zürich	Raumplanungsbericht 2001 (Vorlage 3906) <a href="http://www.richtplan.zh.ch">www.richtplan.zh.ch</a> -> Raumplanungsbericht	Oktober 2001
Regierungsrat des Kantons Zürich	Raumplanungsbericht 2005 (Vorlage 4332) <a href="http://www.richtplan.zh.ch">www.richtplan.zh.ch</a> -> Raumplanungsbericht	Juli 2006
Regierungsrat des Kantons Zürich	Antwort auf die kantonsrätliche Anfrage KR-Nr. 66/2009 vom 23. Februar 2009 betreffend Entwicklung im ZFI	7. Mai 2009
Regierungsratsbeschluss Nr. 1159/2006	Gegenvorschlag zur Volksinitiative für eine realistische Flughafenpolitik; Zürcher Fluglärmindex (ZFI); Festlegung des Richtwerts	16. August 2006
Regierungsratsbeschluss Nr. 1893/2008	Bericht «Der Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahr 2007»	3. Dezember 2008
Ruch, Alexander, Prof. Dr. iur.	Rechtsgutachten: Nutzungsplanung in fluglärmbelasteten Gebieten ( <a href="http://www.kantonalplanung.zh.ch">www.kantonalplanung.zh.ch</a> -> räumliches Controlling -> Flughafenregion -> Kreisschreiben vom 28. Februar 2006 -> Erläuterungen)	Juli 2006
Rüssli, Markus, Dr. iur., LL.M., Rechtsanwalt	Rechtsgutachten zum Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) ( <a href="http://www.vd.zh.ch/zfi">www.vd.zh.ch/zfi</a> )	28. August 2009
Volkswirtschafts- direktion des Kantons Zürich	Newsletter zur Zürcher Flughafenpolitik ( <a href="http://www.vd.zh.ch">www.vd.zh.ch</a> -> Flughafenpolitik -> Newsletter)	Februar 2007