

Der Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahr 2008



Der Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahr 2008



Impressum

Zürich, 21. Oktober 2009

Beschluss des Regierungsrates des Kantons Zürich
vom 28. Oktober 2009 (RRB Nr. 1690/2009)

Amt für Verkehr
Postfach
8090 Zürich
afv@vd.zh.ch
www.afv.zh.ch

Foto Umschlag:
Hansjörg Egger, Uster

4	1	Einleitung
6	2	Zusammenfassung
8	3	Das System des ZFI
8	3.1	Der ZFI – Kernstück des Gegenvorschlages zur Plafonierungsinitiative
8	3.2	Der ZFI als Fluglärm-Beurteilungsmass
10	3.3	Die vier Elemente des ZFI
10	3.4	Richtwert und Monitoringwert – die zentralen Elemente des ZFI und deren Eckwerte
12	4	Die ZFI-Monitoringwerte des Jahres 2008
12	4.1	Räumliche Abgrenzung des Untersuchungsgebietes
12	4.2	Bevölkerung im Untersuchungsgebiet
13	4.3	Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (Highly Annoyed, HA)
13	4.4	Anzahl der durch Fluglärm während der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (Highly Sleep Disturbed, HSD)
14	4.5	Der ZFI als Summe von HA und HSD
15	5	Analyse der Entwicklung der ZFI-Einflussfaktoren
15	5.1	Einflüsse durch den Flugbetrieb
15	5.1.1	Flugbewegungen
16	5.1.2	Flottenmix
17	5.1.3	Nachtsperrordnung
17	5.1.4	An- und Abflugrouten
20	5.2	Einfluss der Bevölkerungsentwicklung
21	5.3	Einfluss der Euro 08 auf den ZFI
21	5.4	Zusammenfassung der Analyseergebnisse
23	6	Massnahmenkonzept
23	6.1	Massnahmenkonzept Flugbetrieb
23	6.1.1	Übergeordnete Massnahmen
23	6.1.2	Flugbewegungen
24	6.1.3	Nachtsperrordnung
24	6.1.4	Flottenmix
25	6.1.5	Lage der Flugrouten («Fluggeometrie»)
25	6.1.6	Belegung der Flugrouten
26	6.2	Massnahmenkonzept Raumentwicklung/Wohnqualität
28	6.3	Schlussfolgerungen
30	7	Anhang
30	7.1	Verkehrsentwicklung 2000 bis 2008
30	7.2	Nachtsperrordnung
31	7.3	Pistensystem am Flughafen Zürich
32	7.4	Pistenbenutzungskonzepte am Flughafen Zürich
33	7.5	Entwicklung des ZFI 2000 resp. 2005 bis 2008
33	7.6	Methodische Änderungen in der Belastungsrechnung

1. Einleitung

Am 25. November 2007 wurde die kantonale Volksinitiative «Für eine realistische Flughafenpolitik»¹ mit einem Nein-Stimmen-Anteil von rund 63 Prozent abgelehnt und der Gegenvorschlag des Kantonsrates² angenommen. Mit dessen Kernstück, dem Zürcher Fluglärm-Index, kurz ZFI, wurde ein Beurteilungsmass geschaffen, das die zulässige Anzahl der vom Fluglärm am Tag stark belästigten und in der Nacht stark gestörten Personen³ festlegt und die Entwicklung dieser Zahl über die Jahre hinweg verfolgt. Der Regierungsrat legte die Höchstzahl der stark belästigten/gestörten Personen, den sogenannten Richtwert, bei 47 000 fest. Der Monitoringwert, der alljährlich zu erheben ist, weist die tatsächliche Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen aus. Über deren Entwicklung, die Gründe hierfür sowie über die Massnahmen, die bei einer allfälligen Überschreitung des Richtwerts getroffen werden, gibt der jährliche Bericht des Regierungsrates zuhanden des Kantonsrates und der Öffentlichkeit Auskunft.

Mit Beschluss vom 3. Dezember 2008 nahm der Regierungsrat Kenntnis vom letztjährigen 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. stark gestörte Personen aufwies (RRB Nr. 1893/2008). Damit lag der Monitoringwert nur noch rund 700 Punkte unter dem vom Regierungsrat festgelegten Richtwert von 47 000 Personen. Deshalb beauftragte die Regierung 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. Da der ZFI sowohl vom Flugbetrieb als auch von der im ZFI-Perimeter wohnhaften Bevölkerungszahl bestimmt wird, wurde dieser Auftrag in einem Teilprojekt «Flugbetrieb» und in einem Teilprojekt «Raumentwicklung/Wohnqualität» bearbeitet. Die Ergebnisse sind in zwei Fachberichten dokumentiert und in einem Synthesebericht zusammengefasst. Der Regierungsrat hat diese Berichte mit Beschluss Nr. 1690/2009 vom 28. Oktober 2009 verabschiedet; der Regierungsbeschluss sowie die erwähnten Berichte können im Internet abgerufen werden (www.rrb.zh.ch, www.vd.zh.ch/zfi). Das Massnahmenkonzept ist auch im vorliegenden Bericht kurz zusammengefasst (siehe Kapitel 6).

Aussagen über die Ursachen der Entwicklung des Monitoringwertes können nur dann gemacht werden, wenn die einzelnen Einflussfaktoren des ZFI⁴ im Rahmen sogenannter Sensitivitätsanalysen isoliert betrachtet werden. Nur so kann im Jahres- und im Mehrjahresvergleich beurteilt werden, ob und in welchem Masse sich z. B. Veränderungen bei der Zahl der Flugbewegungen, Veränderungen bei den An- und Abflugrouten oder eine Veränderung der Bevölkerungszahl auf den ZFI-Monitoringwert ausgewirkt haben. Da der Flugbetrieb und die Siedlungsentwicklung zwei unterschiedlichen Verantwortungsbereichen zuzuordnen sind, wird der ZFI-Monitoringwert inskünftig durch zwei Teil-Indices ergänzt: Der Flugbetriebsindex gibt im Jahresvergleich Auskunft darüber, welchen Anteil an der Veränderung des Monitoringwerts der Flugbetrieb trägt, während der Bevölkerungsindex festhält, welcher Anteil an der Veränderung des Monitoringwerts auf das Konto des Bevölkerungswachstums geht. Erst diese Aufschlüsselung erlaubt es, eine systematische, wirkungsorientierte Planung und Evaluation von Erfolg versprechenden Massnahmen vorzunehmen.

¹ Die Volksinitiative «Für eine realistische Flughafenpolitik» wollte den Kanton Zürich verpflichten, beim Bund darauf hinzuwirken, dass die Zahl der jährlichen Starts und Landungen am Flughafen Zürich bei 250 000 begrenzt und die Nachtflugsperrung auf neun Stunden ausgedehnt wird.

² Die entsprechende Änderung des Flughafengesetzes trat am 1. März 2008 in Kraft.

³ Im Folgenden als stark belästigte/gestörte Personen bezeichnet.

⁴ Die Einflussfaktoren des ZFI sind: die Anzahl der Flugbewegungen, die An- und Abflugrouten, die Verkehrszusammensetzung (Flottenmix), die Nachtflugsperrordnung sowie die Wohnbevölkerung; siehe nachfolgend Ziff. 3.3.

Die vertieften Arbeiten am Massnahmenkonzept (siehe Kapitel 6) haben darüber hinaus gezeigt, dass zu Vergleichs- und Analysezwecken wünschenswert ist, die Entwicklung des ZFI-Monitoringwertes über einen deutlich längeren Zeitraum hinweg sichtbar zu machen. Als Vergleichsjahr wird das Jahr 2000 genommen, das bei der Festlegung des ZFI-Richtwerts eine wichtige Bedeutung hatte. Dieser Vergleich erlaubt es, die Entwicklung des Monitoringwertes bzw. seiner beiden Teil-Indices über einen längeren Zeitraum hinweg zu beurteilen. Der Richtwert selber basiert jedoch nach wie vor auf den vom Regierungsrat den einzelnen Eckwerten zugeordneten Referenzjahren⁵.

⁵ Referenzjahre der Eckwerte des ZFI-Richtwerts sind: Flugbewegungen Jahr 2000, Bevölkerungszahl Jahr 2000, An- und Abflugrouten Jahr 2004, Verkehrszusammensetzung (Flottenmix) Jahr 2004, Nachtflugsperrordnung gemäss vorläufigem Betriebsreglement (sieben Stunden abzüglich eine halbe Stunde Verspätungsabbau); siehe nachfolgend Ziff. 3.4.

2. Zusammenfassung

Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Stand und die Entwicklung des ZFI und dessen Bestandteile (die tagsüber vom Fluglärm stark belästigten Personen [Highly Annoyed, HA] und die in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen [Highly Sleep Disturbed, HSD]) seit dem Jahr 2000.

Tabelle 1
Der ZFI 2008 im Vergleich
(absolute Zahlen auf hundert
gerundet).

	2000	2005	2006	2007	2008
Richtwert	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000
Monitoringwert (HA+HSD)	59 600	39 700	42 800	46 300	49 000
davon im Kt. Zürich absolut	52 600	38 000	41 000	44 100	46 700
davon im Kt. Zürich in Prozent	88,2%	95,8%	95,8%	95,2%	95,3%
Am Tag stark belästigte Personen (Highly Annoyed, HA)	43 800	28 200	30 200	30 700	32 300
davon im Kt. Zürich absolut	40 900	27 200	29 200	29 800	31 300
davon im Kt. Zürich in Prozent	93,4%	96,7%	96,8%	96,9%	97,0%
In der Nacht stark gestörte Personen (Highly Sleep Disturbed, HSD)	15 800	11 500	12 600	15 600	16 800
davon im Kt. Zürich absolut	11 700	10 800	11 700	14 300	15 400
davon im Kt. Zürich in Prozent	74,0%	93,7%	93,4%	91,7%	92,0%

Der Monitoringwert 2008 liegt 4% über dem vom Regierungsrat festgelegten Richtwert von 47 000 stark belästigten/gestörten Personen.

Der Monitoringwert 2008 liegt 4% über dem vom Regierungsrat festgelegten Richtwert von 47 000 stark belästigten/gestörten Personen.

Der ZFI-Monitoringwert 2008 hat gegenüber dem Vorjahr um 6% zugenommen, die tagsüber vom Fluglärm stark belästigten Personen (Highly Annoyed, HA) um 5% und die in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (Highly Sleep Disturbed, HSD) um 8%. Im Vergleich zum Zustand 2000 ist der ZFI-Monitoringwert um 18% gesunken, die HA gar um 26%, während die HSD um 6% höher liegen. Diese Entwicklung ist in Abbildung 1 sichtbar.

Abbildung 1
Der ZFI 2000 und 2005-2008
im Überblick.

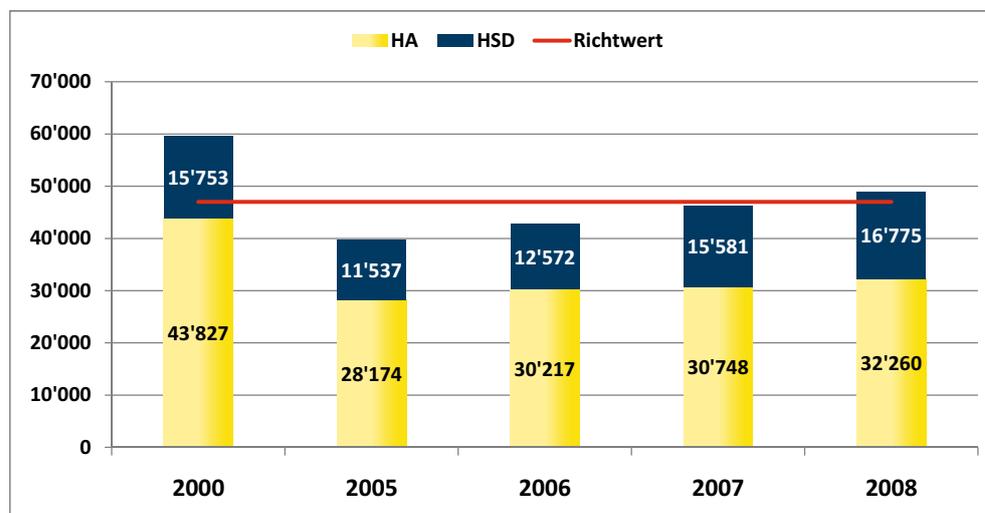


Abbildung 2 zeigt die Einflüsse der Entwicklungen im Flugbetrieb bzw. der Bevölkerung auf den ZFI, ausgehend vom Jahr 2000. Rund 5'400 Personen, die durch den ZFI als stark belästigt bzw. stark gestört ausgewiesen werden, sind im Jahr 2008 auf die Bevölkerungsentwicklung seit dem Jahr 2000 zurückzuführen.

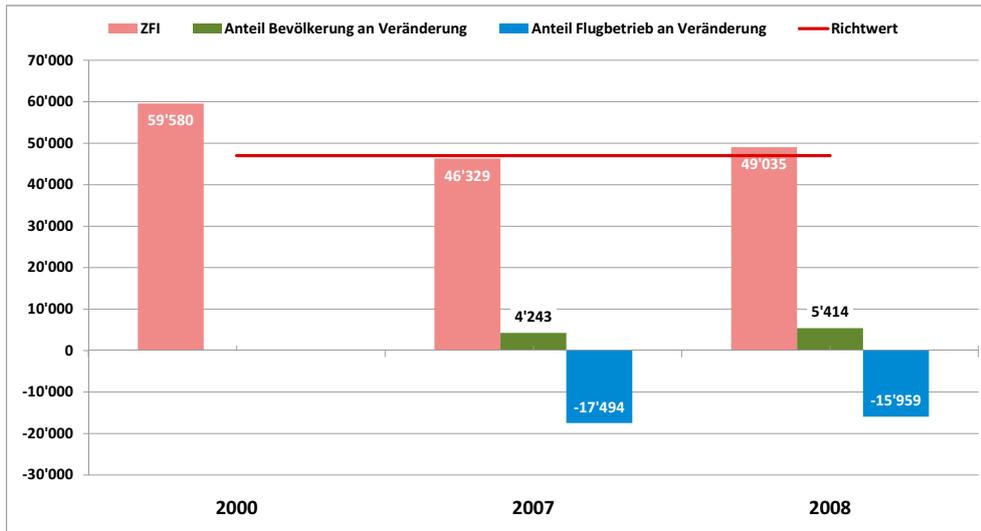


Abbildung 2
Einfluss der Entwicklungen im Flugbetrieb und in der Bevölkerung auf den ZFI-Monitoringwert. Dargestellt wird der Anteil der Bevölkerung resp. des Flugbetriebs an der Veränderung des ZFI vom Jahr 2000 zum Jahr 2007 resp. 2008.

Die Entwicklung der Bevölkerung zwischen 2000 und 2008 hat einen Zuwachs des ZFI um 9% bewirkt, was jedoch durch eine günstige Entwicklung im Flugbetrieb (-27%) mehr als kompensiert wurde. Die einzelnen flugbetrieblichen Komponenten zeigten gegenläufige Tendenzen. Positiv waren die Entwicklungen im Flottenmix und der Rückgang der Flugbewegungen, negativ die Lage und die Belegung der Flugrouten.

Der Anstieg des ZFI von 2007 zu 2008 wurde zu rund 60 Prozent durch den Flugbetrieb und zu rund 40 Prozent durch das Bevölkerungswachstum rund um den Flughafen verursacht. Bezüglich der einzelnen Komponenten des Flugbetriebs zeigt sich, dass die Zunahme in den Bewegungszahlen den ZFI vom Jahr 2007 zum Jahr 2008 deutlich am stärksten erhöhte. Der zweitwichtigste Faktor des Flugbetriebs war die Routenbelegung, wobei sich hier nur die Veränderungen in der Routenbelegung am Tag ungünstig auf den ZFI auswirkten. Der dritte Faktor, der den ZFI anwachsen liess, war die Zusammensetzung und der Einsatz der Flugzeugflotte, wobei sich hier die Veränderungen im nächtlichen Einsatz ungünstig auf den ZFI auswirkten. Im Gegensatz dazu verminderten die Veränderungen in der Flugzeugflotte am Tag den ZFI sogar leicht. Die Veränderungen in der Lage und im Verlauf der Flugrouten schliesslich hätten für sich gesehen gar einen Rückgang im ZFI ergeben.

Auf die Ursachen für diese Entwicklungen und auf mögliche Massnahmen wird in den Kapiteln 5 und 6 vertieft eingegangen. Im Kapitel 3 beschreibt der Bericht zunächst die Methodik des ZFI.

3. Das System des ZFI

3.1 Der ZFI – Kernstück des Gegenvorschlages zur Plafonierungsinitiative

Der Gegenvorschlag des Kantonsrates zu der am 25. November 2007 abgelehnten Volksinitiative «Für eine realistische Flughafenspolitik» umfasst die folgenden drei Elemente:

- Der Kanton setzt sich beim Bund für eine siebenstündige Nachtsperre ein.
- Wenn 320 000 Flugbewegungen pro Jahr erreicht sind, erfolgt eine neue Lagebeurteilung. Dabei entscheidet der Kantonsrat auf Antrag des Regierungsrates bzw. es entscheidet via fakultatives Referendum die Stimmberechtigten darüber, ob der Kanton dann zumal beim Bund auf eine Bewegungsbeschränkung hinwirken soll.
- Neu eingeführt wird der sogenannte Zürcher Fluglärm-Index (ZFI), ein weltweit erstmals zur Anwendung gelangendes Beurteilungsmass, das nicht an die Fluglärmbelastung, sondern an die Belästigung/Störung durch Fluglärm anknüpft und die höchstzulässige Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen festlegt (sogenannter Richtwert) und deren Entwicklung über die Jahre hinweg verfolgt. Sollte der alljährlich zu erhebende sogenannte Monitoringwert zeigen, dass die zulässige Zahl der vom Fluglärm stark gestörten Personen überschritten wurde, sind Massnahmen in die Wege zu leiten, damit diese Zahl mindestens wieder auf das Niveau des Richtwerts herabgesetzt wird.

Der ZFI ist ein Beurteilungsmass, das weltweit erstmals zur Anwendung gelangt.

Der ZFI ist ein kantonales Instrument. Er baut auf den bestehenden gesetzlichen Grundlagen auf und ergänzt diese. Bestehende Zuständigkeiten und Rechtsfolgen respektiert er auf Bundes- und auf kantonaler Ebene⁶. Der ZFI schafft die notwendigen Entscheidungsgrundlagen, die es den Behörden des Kantons Zürich erlauben, die in ihrer Zuständigkeit liegenden Steuerungsinstrumente bei Bedarf zu nutzen und/oder die Interessen des Kantons Zürich bei den übrigen Flughafenpartnern (Bund, Flughafen Zürich AG, Flugsicherung, Luftverkehrsgesellschaften) einzubringen. Ziel ist es, die Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen zu begrenzen. Hingegen stellt der ZFI kein «Konkurrenzprodukt» zum Umweltschutzgesetz (USG), zur Lärmschutzverordnung (LSV) oder anderen Erlassen des Bundes und des Kantons Zürich dar; der ZFI ergänzt diese Instrumente vielmehr. Rechtsfolgen – z. B. der allfällige Anspruch von Liegenschaftseigentümern auf Einbau von Schallschutzfenstern oder finanzielle Entschädigung infolge von übermässigem Fluglärm – richten sich nach wie vor nach diesen Bundeserlassen und der entsprechenden Bundesgerichtspraxis.

Der ZFI stellt keine Konkurrenz zur Umweltschutzgesetzgebung des Bundes dar.

3.2 Der ZFI als Fluglärm-Beurteilungsmass

Die Fluglärmbelastung wird, wie jede andere Lärmbelastung auch, gemessen bzw. berechnet und in Dezibel (dB) ausgedrückt. Sie stellt damit eine objektive Grösse dar. Die Fluglärmbelastung kann für jeden beliebigen Ort rund um den Flughafen berechnet werden, unabhängig davon, ob dort jemand wohnt oder nicht.

Demgegenüber stellt die Belästigung ein subjektives Urteil dar. Der ZFI erfasst am Tag (6 bis 22 Uhr) die durch den Fluglärm im Wachzustand stark belästigten Personen (Highly Annoyed, HA), in der Nacht (22 bis 6 Uhr) die durch den Fluglärm im Schlaf stark gestörten Personen (Highly Sleep Disturbed, HSD). Der ZFI ist die Summe der im Untersuchungsgebiet wohnenden und vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen.

⁶ Siehe insbesondere Umweltschutzgesetz und Lärmschutzverordnung des Bundes (SR 814.01 und 814.41), Luftfahrtgesetz und Luftfahrtverordnung sowie Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (SR 748.0, 748.01 und 748.131.1), das kantonalzürcherische Flughafengesetz (LS 748.1) sowie die Erlasse im Bereich Planungs- und Baurecht auf Bundes- und kantonaler Stufe.

Der ZFI orientiert sich an der Belästigung und Störung durch Lärm, und nicht an der Lärmbelastung.

Nicht alle Menschen fühlen sich bei einer gegebenen Lärmbelastung im gleichen Mass belästigt. Ein «Belästigungsurteil» ist unter anderem geprägt von der grundsätzlichen inneren Einstellung, die der Betreffende der jeweiligen Lärmquelle gegenüber hat, von seiner «Tagesform» und anderen Faktoren mehr. Dem Tageswert des ZFI (HA) liegt eine Studie des Niederländers Henk M.E. Miedema⁷ zugrunde, die ihrerseits auf einer Vielzahl von internationalen Studien und Tausenden von Einzelbefragungen in verschiedenen Ländern beruht. Die Ergebnisse dieser Studie lassen Aussagen der folgenden Art zu: An einem bestimmten Ort, an dem die Fluglärmbelastung tagsüber z. B. 60 dB (A) Ldn⁸ beträgt, fühlen sich nach der Miedema-Formel durchschnittlich rund 20 Prozent der Bevölkerung vom Fluglärm stark belästigt.

Die Störung während der Nacht (22.00 bis 6.00 Uhr), also zur Schlafenszeit, kann naturgemäss nicht erfragt werden. Dem Nachtwert des ZFI (HSD) liegt eine Feldstudie zugrunde, d. h. eine in den privaten Schlafräumen der Testpersonen durchgeführte Untersuchung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR)⁹. Gleich wie die Miedema-Studie für den Tag lässt die DLR-Studie für die Nacht Aussagen darüber zu, wie viele Prozent der Bevölkerung bei einer gegebenen Fluglärmbelastung Aufwachreaktionen zeigen, die auf den Fluglärm zurückzuführen sind¹⁰.

Nicht alle Menschen fühlen sich bei einer bestimmten Lärmbelastung gleich stark gestört/belästigt.

Die für den ZFI massgebliche Fluglärmbelastung musste sowohl für den Tag als auch für die Nacht abgegrenzt werden. Diese sogenannten Abbruchkriterien liegen am Tag bei 47 dB (A) und in der Nacht bei 37 dB (A). Diese Werte liegen schon deutlich unter den tiefsten Grenzwerten (Planungswert) der Lärmschutzverordnung.

In einem nächsten Schritt wurde das Gebiet rund um den Flughafen in Quadrate von 100 Meter auf 100 Meter eingeteilt. In jedem dieser Hektarquadrate wird die Fluglärmbelastung, die sogenannte Dosis, berechnet. Mittels der Dosis-/Wirkungsbeziehung wird daraus die prozentuale Anzahl derjenigen Personen, die sich durch die dort herrschende Belastung stark belästigt bzw. in ihrem Schlaf stark gestört fühlen, ermittelt. Durch Verknüpfung dieser prozentualen Anteile mit der Bevölkerungszahl pro Hektar wird, vorerst getrennt für den Tag und die Nacht, danach durch Addition dieser beiden Grössen, der ZFI berechnet.

Der ZFI geht aber noch einen Schritt weiter. Er unterscheidet nicht nur zwischen der Belästigung am Tag und der Störung in der Nacht, er trägt darüber hinaus der besonderen Sensibilität der Bevölkerung zu den Tagesrandstunden (6.00 bis 7.00 Uhr und 21.00 bis 22.00 Uhr) Rechnung, und zwar mit einem Malus von je 5 dB (A). Dadurch werden die zu diesen Zeiten stattfindenden Flugbewegungen mehr als dreimal so stark gewichtet.

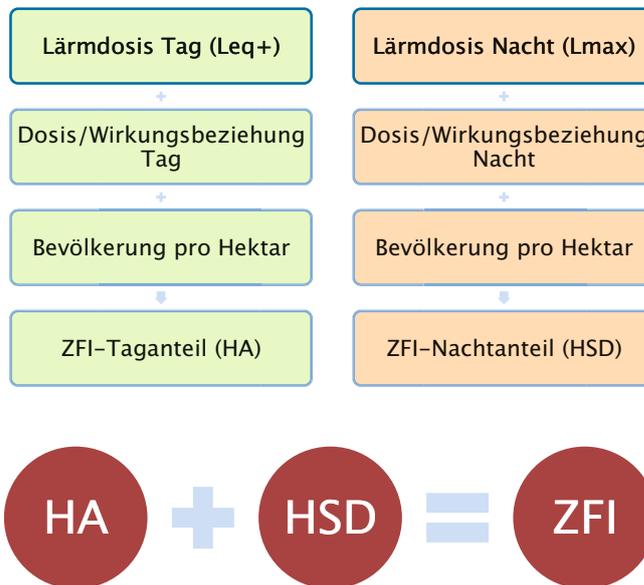
⁷ Miedema, H.M.E. and C.G.M. Oudshoorn, 2001. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives* 109, 409-416

⁸ Miedema verwendet in seiner Studie als Belastungsmass den Ldn und nicht den Leq. Die Empa hat in einer Untersuchung dargelegt, dass für den Flughafen Zürich anstelle des Ldn der 16h-Leq verwendet werden kann (siehe Kapitel 3.3.1 im Empa-Bericht Nr. 441 255-4. Als Leq wird der Dauerschallpegel bezeichnet, der gemäss LSV als Leq16 über 16 Stunden gemittelt wird.

⁹ Basner, M., H. Buess, D. Elmenhorst, A. Gerlich, N. Luks, H. Maaß, L. Mawet, E.-W. Müller, U. Müller, G. Plath, J. Quehl, A. Samel, M. Schulze, M. Vejvoda, and J. Wenzel, 2004. Nachtfluglärmwirkungen, Band 1, Zusammenfassung. Forschungsbericht 2004-07/D. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln.

¹⁰ Siehe Bericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Dübendorf, «Zürcher Fluglärmindex ZFI, Berechnungsvorschrift», Bericht-Nr. 441 255-4 vom 28. November 2006, S. 10, Ziff. 3.1.2. (www.vd.zh.ch/zfi).

Abbildung 3
Der eigentliche ZFI (rot markiert) stellt die Summe aus HA (grün markiert) und HSD (orange markiert) dar, denen ihrerseits die Anzahl Personen zugrunde liegt, die vom Fluglärm am Tag stark belästigt bzw. in der Nacht in ihrem Schlaf stark gestört sind.



Der ZFI trägt auch den besonders sensiblen Tagesrandstunden Rechnung. Fluglärm von 6.00 bis 7.00 Uhr und von 21.00 bis 22.00 Uhr wird dreimal stärker gewichtet.

3.3 Die vier Elemente des ZFI

Das System des Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) besteht aus vier Elementen:

- einem Richtwert, der die oberste Grenze der Anzahl vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen festlegt; beim Richtwert handelt es sich um einen fixen Wert;
- einem Monitoringwert, der im jeweiligen Berichtsjahr die Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen wiedergibt. Der Monitoringwert ist veränderlich. Sein Vergleich mit dem Richtwert bzw. dem Monitoringwert des Vorjahres zeigt die jährlichen Veränderungen auf.
- einem jährlichen ZFI-Bericht des Regierungsrates zuhanden des Kantonsrates und der Öffentlichkeit, der die veränderte Belästigung, respektive Störung seit dem Vorjahr, und die Ursachen aufzeigt, die dafür verantwortlich sind;
- falls nötig, d. h. falls der Monitoringwert über dem Richtwert zu liegen kommen sollte, einem Katalog von Massnahmen, die der Regierungsrat ergriffen oder den zuständigen Stellen beantragt hat mit dem Ziel, die Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen wieder auf das Niveau des Richtwerts zu reduzieren.

3.4 Richtwert und Monitoringwert – die zentralen Elemente des ZFI und deren Eckwerte

Der Richtwert legt die Höchstzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen fest. Er ist grundsätzlich unveränderlich.

Dem Richtwert liegen folgende Eckwerte zugrunde:

- die Flugbewegungen des Jahres 2000¹¹
- die Bevölkerungszahl des Jahres 2000
- der Flottenmix (Flugzeugtypen und deren tageszeitlicher Einsatz) des Jahres 2004
- die An- und Abflugrouten¹² des Jahres 2004
- die Nachtsperreordnung gemäss vorläufigem Betriebsreglement (sieben Stunden mit einer halben Stunde Verspätungsabbau)

Gestützt auf diese Elemente wurde der Richtwert vom Regierungsrat bei maximal 47 000 vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen festgelegt. Die Fluglärmsituation des Jahres 2000 wurde vom Regierungsrat zum Ausgangspunkt für die Bestimmung des ZFI-Richtwerts genommen: 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 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 um gut 20 Prozent unter dem Zustand 2000 fest. Er beabsichtigte damit, dem Flughafen einen Entwicklungsspielraum bis mindestens 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. Vorbehalten bleibt die politische Lagebeurteilung bei Erreichen von 320 000 Flugbewegungen pro Jahr im Sinne von § 3 Abs. 3 des Flughafengesetzes.

Der Monitoringwert wird jährlich erhoben und zeigt die Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen.

Im Gegensatz zum Richtwert ist der Monitoringwert variabel. Er wird jedes Jahr erhoben und zeigt die allfällige Veränderung der Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen gegenüber dem Richtwert bzw. dem Vorjahr auf. Der Monitoringwert beruht grundsätzlich auf denselben Parametern wie der Richtwert, doch stellt er auf die jeweils aktuellen Zahlen ab, also auf die effektive Zahl der Flugbewegungen im jeweiligen Berichtsjahr, auf die effektive Bevölkerungszahl, den effektiven Flottenmix, die effektiv beflogenen An- und Abflugrouten sowie die im Berichtsjahr massgebliche, effektive Dauer der Nachtsperreordnung.

¹¹ 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).

¹² Unter den Begriff An- und Abflugrouten fällt sowohl der (dreidimensionale) Verlauf der Flugbahnen als auch die Belegung, d. h. die zahlenmässige Bestückung der einzelnen Routen mit Flugbewegungen.

4 Die ZFI-Monitoringwerte des Jahres 2008

Im Herbst 2009 berechnete die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Dübendorf, im Auftrag der Volkswirtschaftsdirektion den Monitoringwert des Jahres 2008 und erstellte einen entsprechenden Bericht («Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index ZFI im Jahre 2008», Dübendorf, 8. Oktober 2009). Zusätzlich wurden die Veränderungen des Monitoringwerts gegenüber dem Vorjahr 2007 und dem Jahr 2000 untersucht und in einem separaten Bericht dokumentiert («Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index ZFI im Jahre 2008, Sensitivitätsbetrachtungen», Dübendorf, 8. Oktober 2009). Die beiden Berichte sind im Internet abrufbar unter www.vd.zh.ch/zfi. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse beider Berichte dargestellt.

4.1 Räumliche Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Der Berechnungsausschnitt für die Fluglärmbelastungen der Empa umfasst für das Untersuchungsjahr 2008 ein rechteckiges Gebiet mit einer Ost-West-Ausdehnung von 73 Kilometern und einer Nord-Süd-Ausdehnung von 52 Kilometern. Die Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (Highly Annoyed, HA) wie auch die Anzahl der durch Fluglärm während der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (Highly Sleep Disturbed, HSD) und damit des ZFI werden nicht im gesamten Berechnungsausschnitt ausgewiesen, sondern nur innerhalb des jeweiligen Untersuchungsperimeters. Dieser wird durch ein Abbruchkriterium bei der Ermittlung der HA und der HSD bestimmt. Das Abbruchkriterium bei den HA wird bei einer Tagesbelastung von 47 dB (A) festgelegt, bei den HSD bei einer Nachtbelastung von 37 dB (A) (Empa-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index ZFI im Jahre 2008», Dübendorf, 8. Oktober 2009, S. 7, Ziff. 2.4).

4.2 Bevölkerung im Untersuchungsgebiet

Um den ZFI-Monitoringwert berechnen zu können, werden Informationen über die Bevölkerungsstruktur rund um den Flughafen benötigt. Diese Daten liegen im Hektarraster vor. Mit Ausnahme derjenigen Süddeutschlands beziehen sich die Bevölkerungsdaten auf den wirtschaftlichen Wohnsitz.

Die geokodierten Bevölkerungsdaten des Kantons Zürich beruhen auf Daten des Statistischen Amtes des Kantons Zürich, die im Rahmen der Registerharmonisierung¹³ erhoben wurden.

Die Bevölkerungsdaten des Kantons Aargau beruhen auf Hochrechnungen der Hektarraster-Daten der Eidgenössischen Volkszählung 2000. Die Zu- bzw. Abnahme der Einwohner nach wirtschaftlichem Wohnsitz pro Gemeinde seit 2000 wurde gleichmässig auf die Hektaren mit Siedlungsgebiet verteilt.

Für Süddeutschland stehen keine Hektardaten zur Verfügung, sondern nur die Anzahl Einwohner pro Gemeinde. Diese wurden von der GIS-Fachstelle der Unique (FLUGIS) gleichmässig auf die Hektarpunkte der Siedlungsgebiete der entsprechenden Gemeinde verteilt. Bei den Daten für das süddeutsche Siedlungsgebiet handelt es sich um Hochrechnungen vom FLUGIS, beruhend auf statistischen Angaben des Landesamtes Baden-Württemberg.

Für die Kantone Schaffhausen, St. Gallen und Thurgau sind keine aktuellen Bevölkerungsdaten verfügbar. Deshalb wurden für die Schweizer Kantone die Hektarraster-Daten der Volkszählung 2000 verwendet.

¹³ Die Volkszählung 2010 wird nicht mehr durch Vollerhebung bei der Bevölkerung, sondern durch die Auswertung systematisch miteinander verbundener Register durchgeführt, insbesondere der kommunalen Einwohnerregister und des Gebäude- und Wohnungsregisters (GWR-ZH). Zu diesem Zweck müssen alle Register vollständig, aktuell und nach einheitlichen Kriterien geführt werden. Den Prozess des Aufbaus der koordinierten Register nennt man Registerharmonisierung.

	2000	2005	2006	2007	2008
Fläche des Untersuchungsgebietes (km²)					
am Tag ¹⁴	703.0	421.8	445.4	455.7	456.0
in der Nacht ¹⁴	555.2	372.2	397.8	453.8	443.5
Bevölkerung im Untersuchungsgebiet					
am Tag ¹⁴	497 600	355 700	386 800	397 500	409 600
in der Nacht ¹⁴	240 600	181 700	210 800	241 000	247 500

Tabelle 2
Mehrjahresvergleich der Fläche des Untersuchungsgebietes und der jeweils darin wohnhaften Bevölkerung.

4.3 Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (Highly Annoyed, HA)

97 Prozent der tagsüber stark belästigten Personen wohnen im Kanton Zürich.

Die Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen hat zwischen 2007 und 2008 um 1512 Personen von 30 748 auf 32 260 Personen zugenommen (+5%). 97 Prozent davon wohnen im Kanton Zürich (Empa-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index ZFI im Jahre 2008», Dübendorf, 8. Oktober 2009, S. 21, Ziff. 5.2.3 und S. 39, Ziff. 9.5).

	2000	2005	2006	2007	2008
Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (Highly Annoyed, HA)					
davon im Kt. Zürich absolut	43 827	28 174	30 217	30 748	32 260
davon im Kt. Zürich in Prozent	40 913	27 237	29 242	29 798	31 294
	93.4%	96.7%	96.8%	96.9%	97.0%

Tabelle 3
Anzahl der tagsüber durch Fluglärm stark belästigten Personen in den Jahren 2000 sowie 2005 bis 2008.

4.4 Anzahl der durch Fluglärm während der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (Highly Sleep Disturbed, HSD)

Die Anzahl der nachts im Schlaf stark gestörten Personen hat zwischen 2007 und 2008 um 1194 Personen zugenommen, im Vergleich zu 2000 um 1000 Personen.

Die Zahl der während der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen betrug im Jahr 2007 insgesamt 15 581 und wuchs im Jahr 2008 um 1194 auf 16 775 Personen an (+8%). 92% der während der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen wohnen im Kanton Zürich (Empa-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index ZFI im Jahre 2008», Dübendorf, 8. Oktober 2009, S. 21, Ziff. 5.2.4 und S. 42, Ziff. 9.6).

	2000	2005	2006	2007	2008
Anzahl der nachts im Schlaf durch Fluglärm stark gestörten Personen (Highly Sleep Disturbed, HSD)					
davon im Kt. Zürich absolut	15 753	11 537	12 572	15 581	16 775
davon im Kt. Zürich in Prozent	11 652	10 808	11 738	14 287	15 432
	74.0%	93.7%	93.4%	91.7%	92.0%

Tabelle 4
Anzahl der durch Fluglärm in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen in den Jahren 2000 sowie 2005 bis 2008.

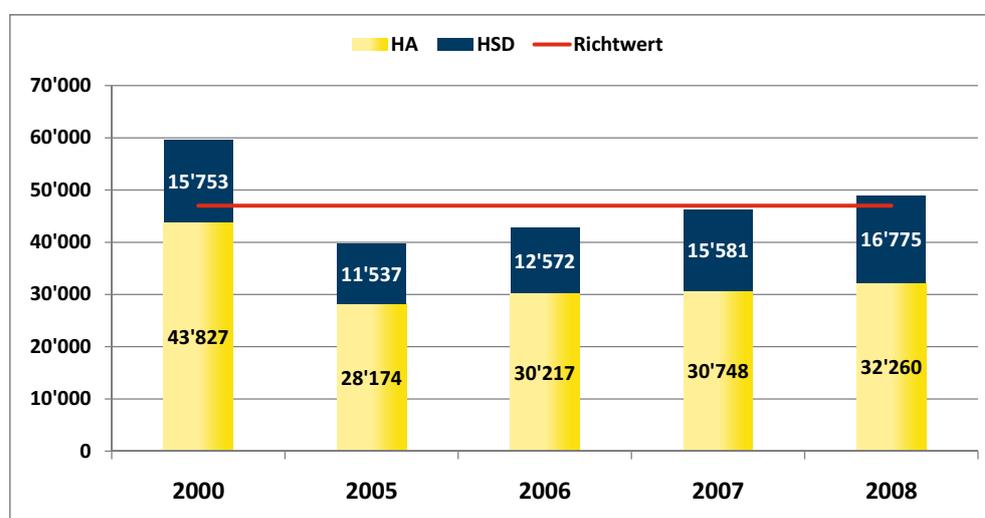
¹⁴ Das Untersuchungsgebiet des ZFI wird sowohl für den Tag als auch für die Nacht eingegrenzt. Die dabei verwendeten sogenannten Abbruchkriterien liegen am Tag bei 47 dB (A) und in der Nacht bei 37 dB (A); Fluglärmbelastungen unterhalb dieser Grenzen fliessen also nicht in den ZFI ein. Wer sowohl am Tag stark belästigt als auch in der Nacht stark gestört ist, wird doppelt gezählt.

4.5 Der ZFI als Summe von HA und HSD

Der ZFI bzw. der Monitoringwert stellt die Summe der durch Fluglärm am Tag stark belästigten Personen (HA) und der in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (HSD) dar. Im Jahre 2000 lag dieser Wert bei 59 580, 2007 bei 46 329 und 2008 bei 49 035 Personen; Letzterer entspricht einem Anstieg um 5,8 Prozent seit 2007. Der Monitoringwert 2008 liegt damit über dem Richtwert von 47 000 Personen. Mehr als 95 Prozent der betroffenen Personen lebten im Kanton Zürich. Auf den Kanton Aargau entfielen 4,3 Prozent, auf Süddeutschland 0,2 Prozent, auf den Kanton Schaffhausen 0,1 Prozent und auf den Kanton Thurgau weniger als 0,1 Prozent (Empa-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index ZFI im Jahre 2008», Dübendorf, 8. Oktober 2009, S. 22, Ziff. 5.2.5 und S. 36, Ziff. 9.4).

Abbildung 4

Der ZFI (ganze Säule) als Summe der HA (gelb) und HSD (dunkelblau). Rot markiert ist der Richtwert von 47 000 Personen.



Gegenüber dem Jahr 2007 sind 2008 sowohl die Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (HA) als auch die Anzahl der durch Fluglärm in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (HSD) und damit auch deren Summe, der Monitoringwert, angestiegen; Letzterer um insgesamt 2706 Personen.

Im Vergleich zum Zustand 2000 ist der ZFI-Monitoringwert um 18% gesunken, die Anzahl HA gar um 26%, während die Anzahl HSD um 6% höher liegt.

Im Jahr 2008 hat die Anzahl der durch Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen 49 035 Personen erreicht und somit den Richtwert von 47 000 Personen überstiegen.

Tabelle 5

Indexierte Werte für HA, HSD und ZFI. Die Auflistung macht die unterschiedliche Entwicklung bei den HA- und den HSD-Werten sichtbar.

	HA	HA-Index	HSD	HSD-Index	ZFI	ZFI-Index
2000	43 827	100	15 753	100	59 580	100
2005	28 174	64	11 537	73	39 711	67
2006	30 217	69	12 572	80	42 789	72
2007	30 748	70	15 581	99	46 329	78
2008	32 260	74	16 775	106	49 035	82

5 Analyse der Entwicklung der ZFI-Einflussfaktoren

Nachdem der Monitoringwert des Jahres 2008 vorliegt, ist als Nächstes zu beurteilen, worauf das Anwachsen des ZFI zurückzuführen war. Der ZFI-Monitoringwert berechnet sich aus den folgenden fünf Eckwerten:

- den Flugbewegungen
- dem Flottenmix (Flugzeugtypen sowie deren tageszeitlicher Einsatz)
- der Nachsperrordnung
- den An- und Abflugrouten (Lage Fluggeometrie und Belegung der Flugrouten)
- der Bevölkerungszahl

Das Anwachsen des ZFI muss deshalb auf die Veränderung eines oder mehrerer dieser Eckwerte zurückzuführen sein. Die Sensitivitätsanalyse der Empa zeigt, dass das Bevölkerungswachstum rund um den Flughafen, für sich allein betrachtet, vom Jahr 2000 zum Jahr 2008 zu einer Zunahme des ZFI von 9% geführt hat. Die Veränderungen im Flugbetrieb kompensierten diese Zunahme allerdings bei weitem, was gesamthaft gesehen eine Reduktion des ZFI vom Jahr 2000 zum Jahr 2008 um 18% zur Folge gehabt hat. Der Anstieg des ZFI von 2007 zu 2008 wurde zu rund 60 Prozent durch den Flugbetrieb und zu rund 40 Prozent durch das Bevölkerungswachstum rund um den Flughafen verursacht. Nachfolgend wird zunächst auf die einzelnen Komponenten des Flugbetriebs eingegangen.

5.1 Einflüsse durch den Flugbetrieb

5.1.1 Flugbewegungen

Zwischen 2000 resp. 2005 bis 2008 haben sich die Flugbewegungen wie folgt entwickelt:¹⁵

	2000	2005	2006	2007	2008	Index 2008 (2000=100)
Tag (6.00–22.00 Uhr)	288 809	233 776	227 202	231 910	240 673	83
davon erste Tagesstunde (6.00–7.00 Uhr)	7047	6991	7442	7594	7922	112
davon letzte Tagesstunde (21.00–22.00 Uhr)	15 714	13 492	13 583	13 830	14 943	95
Nacht (22.00–6.00 Uhr)	10 805	8285	7904	9066	9303	86
Gesamttotal Tag und Nacht	299 614	242 061	235 106	240 976	249 976	83

Tabelle 6
Flugbewegungen (Grossflugzeuge), unterteilt nach Tag/Tagesrandstunden/Nacht in den Jahren 2000 sowie 2005 bis 2008.

Seit 2000 haben die Flugbewegungen um rund 17% abgenommen, wobei die Abnahme in der Nacht mit 14% leicht unterproportional ausgefallen ist. Höher als im Jahr 2000 lag die Bewegungszahl in der ersten Tagesstunde, die im ZFI besonders gewichtet wird; in der letzten Tagesstunde lag sie nur um 5% unter dem Stand von 2000. Die Sensitivitätsanalyse der Empa zeigt, dass der Rückgang der Flugbewegungen – für sich allein betrachtet – den ZFI seit 2000 um rund 12% vermindert hat.

Zwischen 2007 und 2008 haben die Flugbewegungen insgesamt um 3,7% zugenommen, in der Nacht mit 2,6% leicht unterproportional, in der letzten Tagesstunde mit 8% deutlich überproportional. Die Zunahmen der Bewegungszahlen haben den ZFI vom Jahr 2007 zum Jahr 2008 deutlich am stärksten erhöht.

¹⁵ Dabei wird zwischen den Flugbewegungen am Tag (6.00–22.00 Uhr), in der ersten Tagesstunde (6.00–7.00 Uhr), der letzten Tagesstunde (21.00–22.00 Uhr) sowie in der Nacht (22.00–6.00 Uhr) unterschieden.

Zwischen 2007 und 2008 haben die Flugbewegungen insgesamt um 3,7% zugenommen, in der Nacht mit 2,6% leicht unterproportional, in der letzten Tagesstunde mit 8% deutlich überproportional.

5.1.2 Flottenmix

Gemäss der Sensitivitätsanalyse der Empa machen die Veränderungen in der Zusammensetzung und im Einsatz der Flugzeugflotte den grössten Anteil an der Abnahme des ZFI vom Jahr 2000 zum Jahr 2008 aus. Der Flottenmix am Flughafen Zürich umfasst zum grössten Teil Flugzeugtypen, die bezüglich Lärmemissionen dem modernsten Stand der Technik entsprechen. Die grösste Umflottung fand in den Jahren 2003 und 2004 statt, als die SWISS ihre Langstreckenflugzeuge vom Typ MD-11 (eingeteilt in der zweitschlechtesten Lärmklasse II des Zürcher Lärmgebührenmodells) durch die lärmgünstigere A340-300 (Lärmklasse III) ersetzte.

Die Sensitivitätsanalyse der Empa zeigt, dass der ZFI zwischen 2000 und 2008 durch Veränderungen im Flottenmix um 17% abgenommen hat (Tabelle 7). Interessant sind die gegenläufigen Effekte: Einer markanten Abnahme der HA am Tag (-26%) steht eine Zunahme der HSD in der Nacht (+10%) gegenüber. Der Grund hierfür liegt im unterschiedlichen Steigvermögen der dreistrahligen MD-11 und des vierstrahligen A340-300, das dazu führt, dass der A340 trotz deutlich geringerer Lärmemissionen wegen seines schlechteren Steigvermögens fernab des Flughafens in der Nacht mehr Schlafstörungen verursacht als das Vorgängermodell.

Tabelle 7
Effekte der Veränderungen in der Flottenzusammensetzung 2000–2008 auf den ZFI.

Flugzeugflotte	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
2008	2008	32 260	16 775	49 035
2000	2008	43 833	15 234	59 067
Veränderung	absolut	-11 573	1541	-10 032
	prozentual	-26%	10%	-17%

Die bereits beschlossene Ablösung der Regionalflotte der SWISS ab 2014 und die weit fortgeschrittene Entwicklung neuer zweistrahliger Langstreckenflugzeuge öffnen Perspektiven für weitere substanzielle Reduktionen der Fluglärmbelastung in der zweiten Hälfte des kommenden Jahrzehnts. Der vermehrte Einsatz zweistrahliger Langstreckenflugzeuge wird auch durch ihre im Vergleich zu vierstrahligen Modellen (hier v. a. gegenüber dem A340) bessere Steigleistung zu einer Lärmmentlastung in der Nacht führen.

Im Vergleich 2007/2008 führte der veränderte Einsatz der Flugzeugtypen zur Nachtzeit zu einem Anstieg der HSD. Die zusätzlichen Bewegungen nach 22.00 Uhr betrafen zum einen Langstreckenflüge des Typs Boeing 777, zum anderen Kurzstreckenflugzeuge des Typs Fokker 100.

Die Veränderungen in der Zusammensetzung und im Einsatz der Flugzeugflotte machen den grössten Anteil an der Abnahme des ZFI vom Jahr 2000 zum Jahr 2008 aus.

5.1.3 Nachtsperreordnung

Dem Monitoringwert des ZFI liegt die jeweils aktuelle Nachtsperreordnung zugrunde. Zurzeit dauert diese für den Linienverkehr, der am längsten operieren kann, von 24.00 Uhr (im Verspätungsfall von 0.30 Uhr) bis 6.00 Uhr. Ende Dezember 2003 beantragte die Flughafen Zürich AG als Flughafenhalterin auf Initiative des Regierungsrates dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), die Nachtflugsperrung neu auf sieben Stunden auszudehnen (23.00 Uhr, im Verspätungsfall 23.30 Uhr, bis 6.00 Uhr). Zwar genehmigte das BAZL die entsprechenden Bestimmungen im sogenannten vorläufigen Betriebsreglement (vBR) am 29. März 2005, doch konnte die neue Nachtflugsperrung infolge der Vielzahl der an das Bundesverwaltungsgericht gerichteten Beschwerden gegen andere Bestimmungen des vBR bis heute noch nicht in Kraft gesetzt werden. Mit der Erledigung dieser Beschwerden kann jedoch im ersten Halbjahr 2010 gerechnet werden. Nach Eintritt der Rechtskraft der neuen Nachtsperreordnung wird diese die Anforderungen des «ZFI-plus» erfüllen (§ 3 Abs. 3 des Flughafengesetzes).

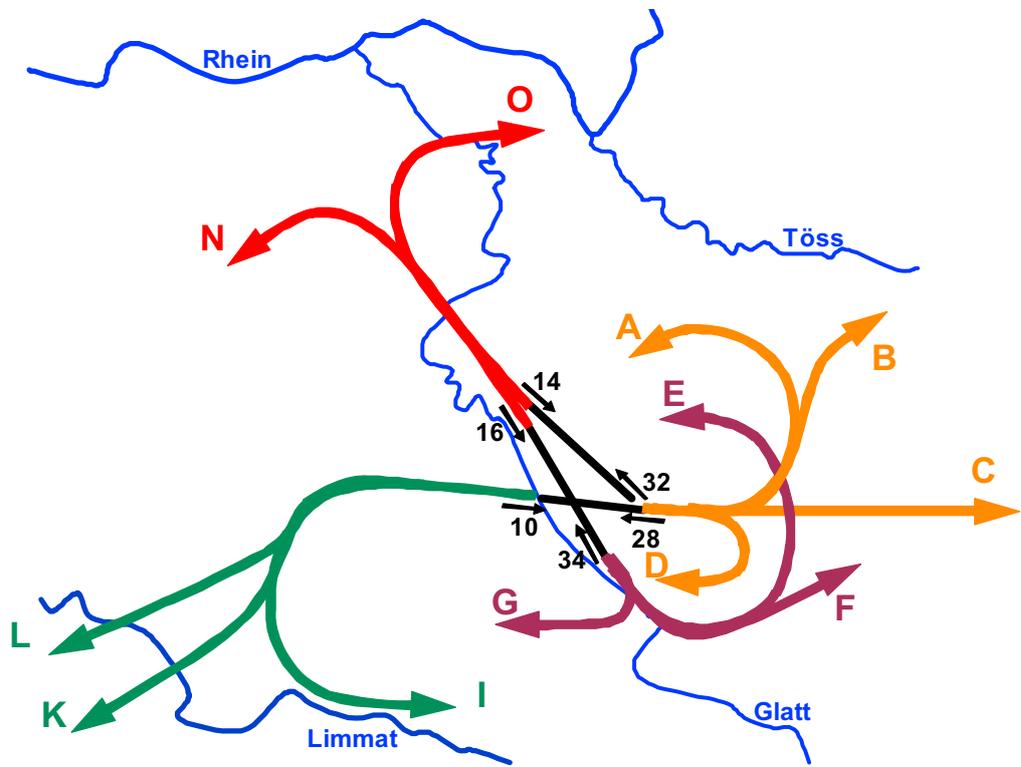
5.1.4 An- und Abflugrouten¹⁶

Die Folgen der Anpassungen der Luftraumstruktur, die zwischen 2005 und 2006 aufgrund der Restriktionen im süddeutschen Luftraum vorgenommen werden mussten (Routenverschiebungen bzw. [Teil-] Verlagerungen von Abflügen auf andere Routen), haben immer noch deutliche Auswirkungen auf den HA- und den HSD-Perimeter. Als Folge der durch die deutschen Restriktionen nötigen Anpassungen im Luftraum wurde am 26. Oktober 2006 das vom BAZL bereits im Frühjahr 2004 bewilligte Instrumentenlandesystem (ILS) der Piste 28 in Betrieb genommen. Der vor allem zur Abend- und Nachtzeit stattfindende Instrumentenanflug 28 führte zu einer Verschiebung des ZFI-Untersuchungsperimeters im Osten des Flughafens.

Trotz der Inbetriebnahme des Instrumentenanflugs 28 bzw. des dadurch bedingten neuen, radargestützten Anflugverfahrens und trotz der bereits zuvor erfolgten Verlegung der Warteplätze in die Schweiz wurde die sogenannte Abflugroute O (siehe Abbildung 5) bei den Starts auf den Pisten 32 und 34 nach Norden mit anschliessender Rechtskurve nach Osten beibehalten und anfänglich sogar verstärkt benutzt. Dies führte für die Flugsicherung am Kreuzungspunkt der Abflugroute O mit dem ILS-Landeanflug Piste 28, d. h. in der Region östlich von Winterthur zu einer erhöhten Komplexität in der Verkehrsabwicklung. Deshalb wurde am 2. August 2007 das Flugbetriebskonzept bei Ostanflügen angepasst. Um den Kreuzungspunkt zu entflechten, wurden ab diesem Datum die Starts ab Piste 32 und 34 bei grossem Verkehrsaufkommen vermehrt auf der Abflugroute N, d. h. mit Linkskurve nach dem Start geführt. Das Resultat dieser Verlagerung ist nun erstmals über ein ganzes Jahr im ZFI 2008 sichtbar (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7, Verschiebung von blauer zu roter Perimeterlinie).

¹⁶ Unter den Begriff An- und Abflugrouten fällt sowohl der (dreidimensionale) Verlauf der Routen (die „Fluggeometrie“) als auch deren Belegung, d. h. die zahlenmässige Belegung der einzelnen Routen mit Flugbewegungen.

Abbildung 5
Schematische Darstellung
der Abflugrouten vom Flughafen
Zürich und Bezeichnungen
der einzelnen Pisten
(Quelle: Flughafen Zürich AG).



Die Pistenbelegung – darunter ist die Zahl der Starts und Landungen auf den einzelnen Pisten zu verstehen – veränderte sich zwischen 2007 und 2008 nur unwesentlich, einzig Veränderungen in der Belegung der Abflugrouten O und N sowie der Route I waren zu verzeichnen.

Die Anzahl der Anflüge von Osten (2006: 12 100, 2007: 13 500, 2008: 13 200 Landungen) und Süden (2006: 11 900, 2007: 11 200, 2008: 11 600 Anflüge), die wegen der Sperrzeiten über Süddeutschland erforderlich sind, blieb dagegen im Berichtsjahr im Rahmen der Vorjahre konstant.

Zwischen 2007 und 2008 waren erneut Veränderungen der An- und Abflugrouten und deren Belegung mit zum Teil markanten Auswirkungen zu verzeichnen.

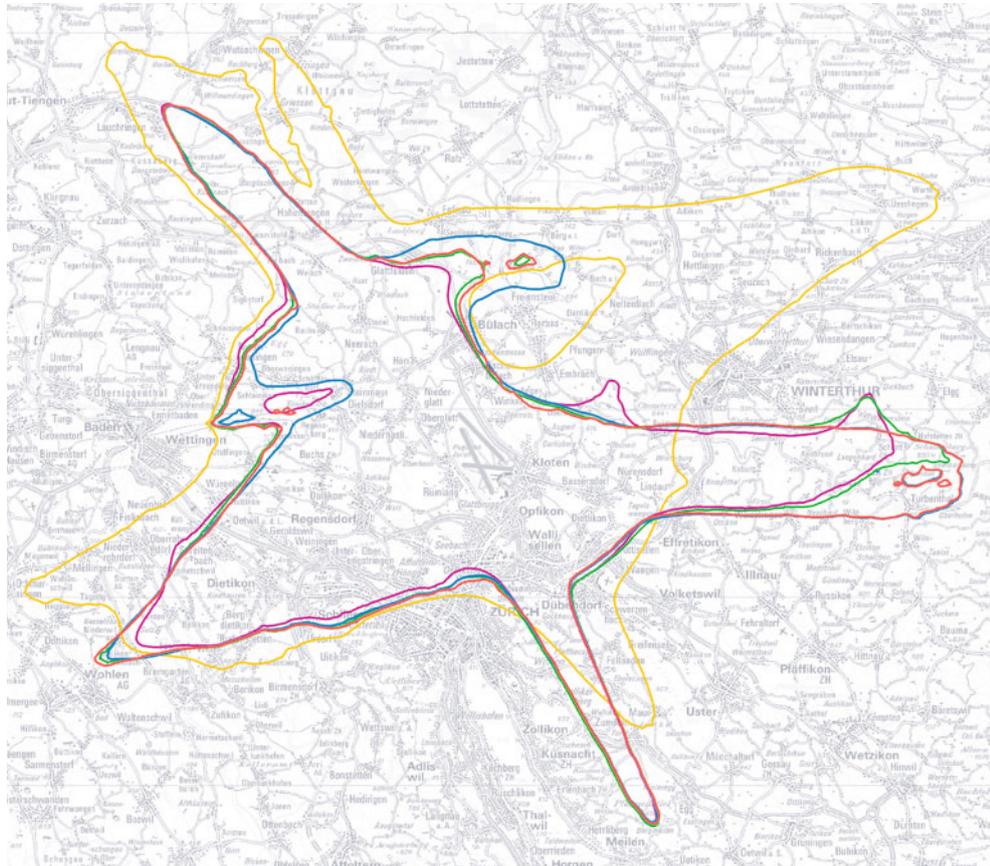
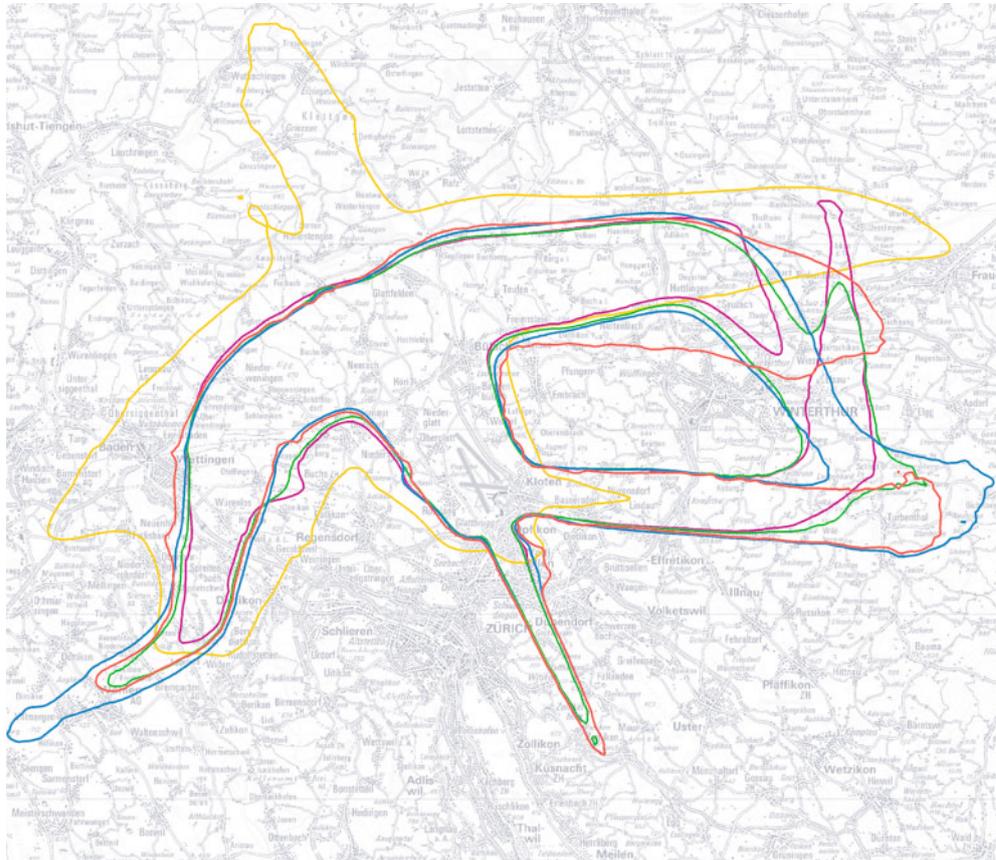


Abbildung 6
 Der HA-Perimeter im Jahr 2000 (gelb), 2005 (violett), 2006 (grün), 2007 (blau) und 2008 (rot). Die vollständige Einführung des Instrumentenlandesystems 28 (ILS 28) sowie die verlagerten Abflüge der Pisten 32 und 34 von Route O auf Route N sind deutlich sichtbar. Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA091567, JD082760).

Die verminderte Benützung der Route O zeigt sich nördlich des Flughafens, die vermehrte Benützung der Route N im Westen. Im Osten sind die Veränderungen sichtbar, die mit der Inbetriebnahme des Instrumentenlandesystems auf Piste 28 stattgefunden haben. Der übrige Perimeter ist nahezu deckungsgleich mit jenem des Vorjahres.

Abbildung 7
 Der HSD-Perimeter im Jahr 2000 (gelb), 2005 (violett), 2006 (grün), 2007 (blau) und 2008 (rot).
 Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA091567, JD082760).



Mit der Inbetriebnahme des ILS auf Piste 28 wurde der bis dahin übliche Anflug aus Norden via Funkfeuer Zürich Ost auf die Piste 28 hinfällig, sodass der sich verjüngende «violette resp. grüne Finger» im Jahr 2007 verschwand. Das Zusammenwachsen des HSD-Perimeters 2006 und 2007 östlich von Winterthur war auf die vermehrte Benützung der Route O zurückzuführen. Dass die HSD-Perimeter östlich von Winterthur im Jahr 2008 nicht mehr zusammengewachsen sind, ist hingegen auf eine veränderte Routenführung zurückzuführen. Dabei kam es nordöstlich des Flughafens im Jahr 2008 zu einer Zunahme der HSD, weil mehr Flugzeuge nach dem Start auf Route O früher Richtung Osten abdrehten, danach geradeaus in Richtung Osten weiterflogen (Abb. 7, roter HSD-Perimeter nördlich von Winterthur).

5.2 Einfluss der Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerung im ganzen Kanton Zürich ist, gemessen am wirtschaftlichen Wohnsitz, zwischen 2007 und 2008 um 1,5 Prozent gewachsen. Innerhalb der ZFI-Untersuchungsperimeter 2008 Tag (HA) und Nacht (HSD) fand ein leicht überdurchschnittliches Bevölkerungswachstum von rund 2 Prozent statt.

Tabelle 8
 Bevölkerung im Kanton Zürich resp. im Untersuchungsgebiet des ZFI in den Jahren 2000 sowie 2005 bis 2008.

	2000	2005	2006	2007	2008
Bevölkerung im Kanton Zürich nach wirtschaftlichem Wohnsitz	1 247 906	1 292 239	1 307 062	1 328 526	1 348 660
Bevölkerung im Untersuchungsgebiet					
am Tag	497 616	355 656	386 780	397 500	409 586
in der Nacht	240 627	181 697	210 752	240 966	247 505

Um den Einfluss des Bevölkerungswachstums zwischen 2007 und 2008 auf den ZFI zu ermitteln, hat die Empa in ihrem Bericht den ZFI für das Jahr 2008 mit den Bevölkerungszahlen des Jahres 2007 berechnet. Dabei hat sich gezeigt, dass rund 40 Prozent der zwischen 2007 und 2008 zu verzeichnenden Zunahme des ZFI auf Veränderungen in der Bevölkerung zurückzuführen ist. Die restlichen 60 Prozent entfallen demnach auf Veränderungen der übrigen Eckwerte.

5.3 Einfluss der Euro 08 auf den ZFI

Um den Einfluss der Euro 08 auf den ZFI berechnen zu können, wurde durch die Flughafen Zürich AG eine Bewegungsliste ohne Euro-08-Flüge generiert, anhand derer eine Fluglärmbelastung ohne Euro-08-Flüge gerechnet werden konnte.

Jahr	Tag	Nacht	Total
	(6 bis 22 Uhr)	(22 bis 6 Uhr)	
2008; Euro 08	468	85	553
2008; gesamthaft	240 673	9303	249 976
Prozentualer Anteil	0,2%	0,9%	0,2%

Tabelle 9
Flugbewegungen im Jahre 2008
gesamthaft und aufgrund der
Euro 08.

Die im Anschluss durch die Empa erstellte Sensitivitätsanalyse ergibt folgendes Resultat:

	HA	HSD	ZFI
2008	32 260	16 775	49 035
2008 ohne Euro 08	32 221	16 596	48 818
Veränderung absolut	+39	+179	+217
Veränderung prozentual	+ 0,1%	+1,1%	+0,4%

Tabelle 10
Veränderungen bei den HA, HSD
und dem ZFI des Jahres 2008
aufgrund der Euro 08.

Die zusätzlichen Flüge aufgrund der Euro 08 erhöhten den ZFI im Jahr 2008 um 217 Personen resp. 0,4%. Vor allem die Flüge in der Nacht (22 bis 6 Uhr) führten zu dieser Zunahme.

Wie der Regierungsrat in seiner Antwort vom 13. Februar 2008 auf das dringliche Postulat 18/2009 zur Lockerung des Nachtflugverbots während der Euro 08 darlegte, hatte die Volkswirtschaftsdirektion sowohl vor dem Hintergrund der Revision der (Bundes-) Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (VIL), insbesondere von Art. 39d Abs. 3 VIL, als auch mit Blick auf die Euro 08 alles in ihrer Macht stehende vorgekehrt und den zuständigen Bundesbehörden beantragt, damit die Zahl der Ausnahmegewilligungen von der Nachtflugsperrordnung am Flughafen Zürich möglichst tief ausfällt.

Angesichts der Bedeutung dieses für die Schweiz einmaligen Anlasses unterstreichen die geringfügigen Auswirkungen der Euro 08 auf den ZFI die Effizienz der Vorkehrungen des Kantons Zürich.

5.4 Zusammenfassung der Analyseergebnisse

Tabelle 11 gibt einen Überblick über die Entwicklungen im ZFI zwischen 2000 und 2008. Die Entwicklung der Bevölkerung hat einen Zuwachs des ZFI um 9% bewirkt, was jedoch durch eine günstige Entwicklung im Flugbetrieb (-27%) mehr als kompensiert wurde. Die einzelnen flugbetrieblichen Komponenten zeigten gegenläufige Tendenzen. Positiv waren die Entwicklungen im Flottenmix und der Rückgang der Flugbewegungen, negativ die Lage und die Belegung der Flugrouten.

Tabelle 11
Entwicklung von HA, HSD und
ZFI zwischen 2000 und 2008.

Komponenten	Absolute Veränderung			Prozentualer Anteil an den Veränderungen		
	HA	HSD	ZFI	HA	HSD	ZFI
2000	43 827	15 753	59 580	100%	100%	100%
2008	32 260	16 775	49 035	74%	106%	82%
Δ ZFI von 2000 zu 2008	-11 567	1022	-10 545	-26%	6%	-18%
Anteil Bevölkerung	3417	1998	5414	8%	13%	9%
Anteil Flugbetrieb	-14 984	-976	-15 959	-34%	-6%	-27%

Zwischen 2007 und 2008 hat der ZFI-Monitoringwert (HA und HSD) um 2706 Personen (plus 6%) zugenommen, wobei die Entwicklung der Bevölkerung zu rund 40%, die Entwicklung des Flugbetriebs rund 60% dazu beigetragen hat. Beim Flugbetrieb waren die Verkehrszunahme, die Routenbelegung am Tag und der vermehrte Einsatz von Grossraumflugzeugen in den Nachtstunden die Hauptursachen. Der Einfluss der Euro 08 war unbedeutend.

Tabelle 12
Veränderungen bei den HA, HSD
und dem ZFI vom Jahr 2007 zu
2008; total und aufgrund der
Bevölkerung und des Flugbe-
triebs als Ganzes.

Komponenten	Absolute Veränderung			Prozentualer Anteil an den Veränderungen		
	HA	HSD	ZFI	HA	HSD	ZFI
ZFI von 2007 zu 2008	1512	1194	2706	100%	100%	100%
Anteil Bevölkerung	732	368	1100	48%	31%	41%
Anteil Flugbetrieb	780	826	1606	52%	69%	59%

Zwischen 2000 und 2008 hat die Entwicklung der Bevölkerung einen Zuwachs des ZFI um 9% bewirkt, was jedoch durch eine günstige Entwicklung im Flugbetrieb (-27%) mehr als kompensiert wurde.

6 Massnahmenkonzept

Gemäss § 3 Abs. 5 des Flughafengesetzes wirken die Behörden des Kantons Zürich darauf hin, dass der Richtwert nicht überschritten wird. Sie ergreifen rechtzeitig die in ihrer Kompetenz stehenden Massnahmen und nehmen Einfluss auf die Flughafenbetreiberin und auf den Bund. Wie einleitend erwähnt, hat der Regierungsrat anlässlich der Verabschiedung des ZFI-Berichts 2007 die Volkswirtschafts- und die Baudirektion deshalb beauftragt, eine systematische, wirkungsorientierte Planung und Evaluation Erfolg versprechender Massnahmen vorzunehmen mit dem Ziel, den Monitoringwert auf lange Sicht so tief wie möglich zu halten. Die Ergebnisse der Teilprojekte «Flugbetrieb» und «Raumentwicklung/Wohnqualität» sind in zwei Fachberichten dokumentiert und in einem Synthesebericht zusammengefasst. Vorliegend wird das Massnahmenkonzept kurz skizziert.

6.1 Massnahmenkonzept Flugbetrieb

Die Entwicklungen im Flottenmix und der Rückgang der Flugbewegungen seit 2000 haben den ZFI positiv beeinflusst. Negativ waren dagegen die Veränderungen in der Lage und der Belegung der Flugrouten, die hauptsächlich durch die Restriktionen zur Benützung des süddeutschen Luftraums verursacht worden sind. In der Summe haben die flugbetrieblichen Einflussfaktoren den ZFI seit 2000 um 27 Prozent sinken lassen. Sie haben damit den Einfluss der Bevölkerungsentwicklung, die für sich allein betrachtet den ZFI um 9 Prozent hat ansteigen lassen, bei weitem kompensiert.

6.1.1 Übergeordnete Massnahmen

Gemäss Art. 37a der Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV) werden mit dem Betriebsreglement die zulässigen Lärmimmissionen des Flughafens festgelegt. Gestützt auf das vorläufige Betriebsreglement wird die Flughafenbetreiberin verpflichtet, die vom Flugbetrieb verursachte Lärmbelastung jährlich auszuweisen und zu analysieren. Bereits heute erstellt die Flughafenbetreiberin jährlich Berichte über die Lärmbelastung, jedoch hat sich noch kein Controlling-Prozess etabliert. Das wird sich mit dem Inkrafttreten des vorläufigen Betriebsreglements ändern. Die Zielgrösse des ZFI stimmt mit dem im Umweltschutzgesetz (USG) formulierten Ziel der Lärmbekämpfung überein. Es ist deshalb zweckmässig, in Zukunft die Entwicklung des ZFI im Kontext des Fluglärm-Controllings gemäss LSV zu verfolgen.

Um langfristige Planungs- und Rechtssicherheit sicherzustellen, ist im Prozess Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt (SIL) Flughafen Zürich die sogenannte Abgrenzungslinie (AGL) in Aussicht genommen worden. Dieses neue Instrument hat zum Ziel, die zulässigen Lärmimmissionen im Sachplan und im kantonalen Richtplan – über die Geltungsdauer des jeweiligen Betriebsreglements hinaus – langfristig festzulegen. Die Abgrenzungslinie umfasst zu diesem Zweck die Gebiete mit Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte (IGW) aller im SIL vorgesehenen Betriebsvarianten. Diese behördenverbindliche Festlegung begrenzt einerseits den Raum für die langfristige betriebliche Entwicklung des Flughafens und gewährleistet andererseits deren Abstimmung mit den umgebenden Raumnutzungen. Ausserhalb der Abgrenzungslinie darf der in zukünftigen Betriebsreglementen geregelte Flugbetrieb keine Lärmbelastung verursachen, die den IGW der Empfindlichkeitsstufe II (IGW ES II¹⁷) der LSV überschreitet. Diese langfristige Abstimmung von Flugbetrieb und Siedlungsentwicklung liegt auch im Interesse des ZFI.

¹⁷ Die Empfindlichkeitsstufe II betrifft Zonen ohne störenden Betrieb, namentlich Wohnzonen sowie Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen.

6.1.2 Flugbewegungen

Die Flugbewegungen haben, nach einem markanten Rückgang nach dem Jahr 2000, in den letzten Jahren wieder zugenommen, liegen aber immer noch deutlich tiefer als im Jahr 2000. Aufgrund der Betriebsvarianten, die im Entwurf des Schlussberichts zum SIL-Prozess vom 7. August 2009 dokumentiert sind, kann davon ausgegangen werden, dass die Kapazitätsgrenze des Flughafens Zürich bei 350 000 Bewegungen pro Jahr liegt (alle Verkehrskategorien inkl. General Aviation). Das zukünftige Bewegungswachstum wird zwar – für sich allein betrachtet – eine Zunahme des ZFI bewirken. Die Einführung einer Bewegungsbeschränkung als Massnahme zur Stabilisierung des ZFI ist jedoch abzulehnen. Am 25. November 2007 haben die Stimmberechtigten des Kantons Zürich neben der Einführung des ZFI auch klare Regeln im Umgang mit Bewegungsbeschränkungen und der Nachtflugregelung (sog. «ZFI plus») beschlossen. Bewegungsbeschränkungen sind gemäss § 3 Abs. 3 des Flughafengesetzes grundsätzlich erst bei 320 000 Bewegungen pro Jahr in Erwägung zu ziehen. Deshalb wurde in der Massnahmenplanung keine allgemeine Beschränkung der Flugbewegungen vorgesehen.

6.1.3 Nachtsperreordnung

Das vorläufige Betriebsreglement (vBR) des Flughafens Zürich sieht eine Ausdehnung der Nachtflugsperre von 23 Uhr (23.30 Uhr für verspätete Flüge) bis 6 Uhr vor. Damit wird die in § 3 Abs. 3 des Flughafengesetzes verlangte siebenstündige Nachtsperreordnung, die an der Volksabstimmung vom 25. November 2007 zusammen mit dem ZFI beschlossen wurde, Wirklichkeit. Der Eintritt der Rechtskraft des vBR ist durch zahlreiche am Bundesverwaltungsgericht noch hängige Beschwerden gehemmt; deshalb kann es noch nicht umgesetzt werden. Bereits heute werden jedoch den Fluggesellschaften Start- und Landerechte nur bis 22.45 Uhr erteilt. Im Gegensatz zur zukünftigen Regelung im vBR ist heute noch ein Verspätungsabbau bis 0.30 Uhr möglich. Das vBR wird den Verspätungsabbau um eine Stunde (bis 23.30 Uhr) reduzieren. Eine vorzeitige Einführung der Nachtflugsperre gemäss vBR ist als Massnahme zur Verbesserung der Fluglärmsituation abzulehnen, weil die freie Pistenbenützung im Tagesbetrieb – sie ist ebenfalls im vBR verankert und bildet das operationelle Gegengewicht für die Ausdehnung der Nachtflugregelung – vor Bundesverwaltungsgericht ebenfalls bestritten wurde und deshalb ebenfalls noch nicht umsetzbar ist.

Ein effizienter Betrieb am Tag, wie er mit dem vBR beantragt worden ist, ist auch Voraussetzung dafür, dass Verspätungen gering gehalten bzw. innert relativ kurzer Frist abgebaut werden können. Damit soll u. a. verhindert werden, dass Verspätungen entstehen, die bis in die Nachtzeit abgebaut werden müssen, bzw. dass sich An- oder Abflüge, die in der ersten Nachtstunde geplant sind, bis in die zweite Nachtstunde verzögern. Unter den heutigen Rahmenbedingungen werden verschiedene Stossrichtungen verfolgt, um die Verspätungen zu verringern.

6.1.4 Flottenmix

Der technische Fortschritt, der sich in der Entwicklung der Flugzeugflotte niederschlägt, hat sich bereits in der Vergangenheit und insbesondere auch seit 2000 sehr günstig ausgewirkt. Die markanten Veränderungen im Flottenmix am Flughafen Zürich zwischen 2000 und 2008 waren der wichtigste Grund dafür, dass der vom Flugbetrieb verursachte Teil des ZFI deutlich zurückgegangen ist. Der technische Fortschritt wird in den zukünftigen Erneuerungszyklen weiter wesentlich zur Verbesserung der Fluglärmsituation und damit auch zur Verringerung des ZFI beitragen. Die bereits beschlossene Ablösung der Regionalflotte der SWISS ab 2014 und die weit fortgeschrittene Entwicklung neuer zweistrahliger Langstreckenflugzeuge öffnen Perspektiven für weitere substanzielle Reduktionen der Fluglärmbelastung in der zweiten Hälfte des kommenden Jahrzehnts. Der vermehrte Einsatz zweistrahliger Langstreckenflug-

zeuge wird auch durch ihre im Vergleich zu vierstrahligen Modellen (v. a. gegenüber dem A340) bessere Steigleistung auch im Fernbereich des Flughafens zu einer Lärmentlastung führen.

Diese Umstände sind von grundlegender Bedeutung für die Regelung der lärmabhängigen Flughafengebühren. Lenkungsmaßnahmen können grundsätzlich nur dann und 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. Ausserdem sind mittelfristig allgemeine Betriebsbeschränkungen für sogenannte Kapitel-3-Flugzeuge zu prüfen.

6.1.5 Lage der Flugrouten («Fluggeometrie»)

Der technische Fortschritt eröffnet auch grosse Chancen in der Gestaltung der Flugrouten und der Luftraumbewirtschaftung. Die Arbeiten für den SIL-Prozess Flughafen Zürich stützen sich auf neue internationale Navigationsstandards mit Satellitenunterstützung, deren Einführung bis 2015 geplant ist. Die Beteiligung der Schweiz und der Schweizer Luftfahrtindustrie an den europäischen Zukunftsprojekten SES/FABEC (Single European Sky/Functional Airtraffic Blocks Europe Central) bzw. SESAR (Single-European-Sky-ATM [Air traffic Management] Research-Programm) ist von der Überzeugung getragen, dass eine aktive Mitwirkung an der internationalen Front für weitere Fortschritte auch hierzulande unerlässlich ist. Konkrete Fragestellungen betreffen die Möglichkeiten für die Einführung von satellitengestützten Anflugverfahren (z. B. gekröpfter Nordanflug als satellitengestützter Präzisionsanflug und sogenannter Continuous Descent Approach [CDA]). Während all diese Projekte noch verschiedene Herausforderungen zu meistern haben und damit zweifellos noch längere Zeit in Anspruch nehmen werden, wird kurzfristig durch verschiedene Vorkehrungen eine Verringerung der Streuung der An- und Abflugwege angestrebt werden.

6.1.6 Belegung der Flugrouten

Die Änderungen in der Lage und der Belegung der An- und Abflugrouten hat sich zwischen 2000 und 2008 deutlich negativ auf den ZFI ausgewirkt. Die Veränderungen wurden hauptsächlich durch die von Deutschland einseitig verfügten zeitlichen Einschränkungen für die Benützung des süddeutschen Luftraums verursacht. 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.

Der laufende SIL-Prozess Flughafen Zürich zeigt mittelfristig erhebliche Optimierungsspielräume bei der Belegung der Flugrouten auf. Der Vergleich der Lärmauswirkungen der Betriebsvarianten gemäss Entwurf zum Schlussbericht zum SIL-Prozess vom 7. August 2009 zeigt, dass bei Variante J-optimiert tagsüber deutlich weniger Personen von IGW-Überschreitungen betroffen sind als bei den anderen Varianten. Aus früheren Untersuchungen im SIL-Prozess ist bekannt, dass mit diesem Effekt (möglichst tiefe Anzahl der von IGW-Überschreitungen betroffenen Personen) auch eine Verbesserung im ZFI einhergeht. Die Variante J-optimiert setzt Verlängerungen der Piste 28 nach Westen und der Piste 32 nach Norden voraus. § 19 des kantonalen Flughafengesetzes schreibt vor, dass Gesuche des Flughafens an den Bund über Änderungen der Lage und Länge der Pisten durch den Kantonsrat in der Form eines referendumsfähigen Beschlusses genehmigt werden müssen. Damit ist ein demokratischer Entscheid vorbehalten.

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

Tabelle 13
Massnahmenkonzept
Flugbetrieb.

	Kurzfristig 2010–2015	Mittelfristig 2015–2020	Langfristig ab 2020
Übergeordnete Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vorläufiges Betriebsreglement (vBR) als Grundlage für Lärmcontrolling ■ <i>Abgrenzungslinie im SIL-Objektblatt</i> 		
Anzahl Flugbewegungen		Entwicklung der Flugbewegungen im Rahmen der SIL-Betriebsvarianten (max. 350 000). Lagebeurteilung bei 320 000 Bewegungen (§ 3 Abs. 3 Flughafengesetz)	
Nachtflugregelung	<ul style="list-style-type: none"> ■ 7-stündige Nachtflugsperrung nach Rechtsmittelentscheid zum vBR (Zeitfenster für Verspätungsabbau wird um 1 Stunde reduziert) ■ Verringerung Verspätungen in 1./2. Nachtstunde ■ Optimierung Aufsichtsprozess Nachtflugregelung 		
Flottenmix	Übergeordnete Entwicklung: Technischer Fortschritt im Flugzeug-/Triebwerkbau		
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Beginn Ablösung Regionalflotte SWISS 	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Beginn Ablösung Langstreckenflotte SWISS</i> ■ <i>Restriktionen Kapitel-3-Flugzeuge</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Erneuerung A320-Familie SWISS</i>
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Entwicklung Flottenmix andere Fluggesellschaften ■ <i>Ausrichtung Gebührenregelung auf technischen Fortschritt</i> 		
Lage der Flugrouten («Fluggeometrie»)	Übergeordnete Entwicklung: Fortschritte der Navigationstechnologie, neue Navigationsstandards, Neuorganisation der Luftraumbewirtschaftung		
	Verringerung Streuung der Flugwege: <ul style="list-style-type: none"> ■ Computer based Training ■ <i>210 kt. auf «1. Turn»</i> ■ FL-80-Nachtregel (vBR) ■ <i>RNAV-Transitions</i> ■ Optimierung Aufsichtsprozess Offender 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Neue Navigationsstandards bei Gestaltung der Flugrouten im SIL-Prozess berücksichtigt ■ Beteiligung der Schweiz an SES, SESAR ■ <i>Projekt «CHIPS»: Vorbereitung von satelliten-gestützten Anflugverfahren durch BAZL, Skyguide, Flughäfen Genf und Zürich, SWISS (Umsetzbarkeit CDA in engen CH-Lufträumen noch offen)</i> 	
Belegung der Flugrouten	Übergeordnete Entwicklung: Belastungsanalyse und Lösungsvorschläge CH-D		
		<i>SIL-Variante E</i>	<i>SIL-Variante J (Option)</i>

6.2 Massnahmenkonzept Raumentwicklung/Wohnqualität

Das ZFI-Untersuchungsgebiet ist trotz Lärmbelastung auch für Wohnzwecke attraktiv, zumal es zu einem wesentlichen Teil ausserhalb der Belastungsgrenzwerte der LSV liegt. Es weist, was auch aus zahlreichen Studien und Erhebungen bekannt ist, eine Vielzahl von vorteilhaften Standorteigenschaften auf, die bei der Wahl des Wohnorts den Nachteil der Lärmbelastung offenbar überwiegen. Ins Gewicht fallen vor allem die Nähe zu Zürich und zu bedeutenden Arbeitsplatzgebieten, die hervorragende Verkehrserschliessung, namentlich durch den öffentlichen Verkehr, und der Zugang zu Naherholungsgebieten. Seine Wohnbevölkerung ist in den vergangenen Jahren im Vergleich mit dem übrigen Kantonsgebiet überdurchschnittlich gewachsen. Würde die Bevölkerungsentwicklung seit 2000 im ZFI-Monitoring nicht berücksichtigt, hätte der ZFI-Monitoringwert 2008 rund 43 600 (statt 49 000)

stark belästigte bzw. gestörte Personen ausgewiesen. Eine Trendprognose des Statistischen Amtes des Kantons Zürich bis 2030 lässt darauf schliessen, dass das künftige Bevölkerungswachstum allein den ZFI deutlich weiter ansteigen lassen wird. Im Gebiet, in dem gemäss dem SIL-Prozess Flughafen Zürich mit IGW-Überschreitungen zu rechnen ist, bestehen in den rechtskräftigen Bauzonen Reserven für einen Wohnflächenzuwachs von 30 Prozent.

Im Gebiet, in dem die Belastungsgrenzwerte der Lärmschutzverordnung (LSV) überschritten sind, gibt die Bundesgesetzgebung die zu ergreifenden Massnahmen bereits vor. Ausserhalb der LSV-relevanten Lärmbelastung finden Massnahmen zur Verringerung der Siedlungsentwicklung im Umweltschutzrecht dagegen keine Stütze. Abbildung 8 zeigt, dass die Grenzwertkurven der LSV ein wesentlich kleineres Gebiet betreffen als das ZFI-Untersuchungsgebiet Tag und Nacht.

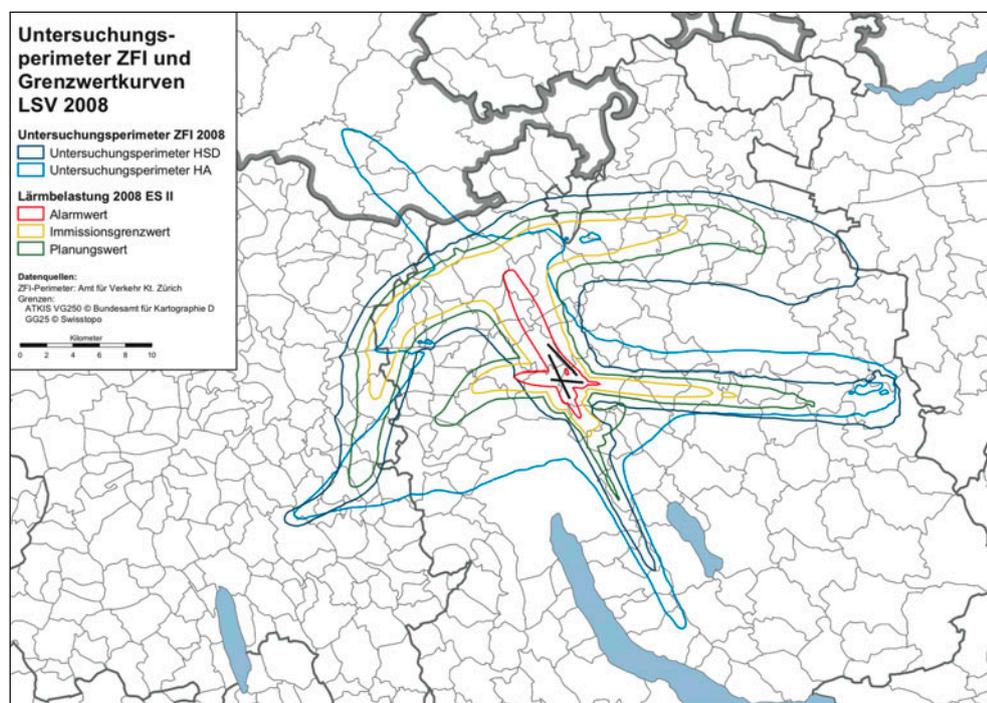


Abbildung 8
 Unterschiede zwischen dem ZFI-Untersuchungsgebiet (hell- bzw. dunkelblaue Linien) und LSV-Lärmkurven 2008 (rot: Alarmwert, gelb: Immissionsgrenzwert, grün: Planungswert). Reproduziert mit Bewilligung von swiss topo (BA091567, JD082760).

Quelle: Flughafen Zürich AG

Die Raumordnungspolitik muss der Abstimmung aller räumlichen Interessen dienen und eine auf die erwünschte Entwicklung des Kantons ausgerichtete Ordnung der Besiedlung verwirklichen. Auch in Gebieten mit LSV-relevanten Lärmbelastungen steht die Raumordnungspolitik in einem Spannungsfeld unterschiedlicher Interessen, die nicht generell dem Lärmschutz untergeordnet werden können. Das ZFI-Massnahmenkonzept Raumentwicklung/Wohnqualität gliedert sich in die Stufen der Richtplanung, der Nutzungsplanung und der Baubewilligungen und wird ergänzt durch Förderungsmassnahmen im Wohnbaubestand. Es stützt sich auf das Konzept der raumplanerischen Vorsorge für die Flughafenregion, das Teil der Legislaturziele 2007–2011 des Regierungsrates ist und in die Teilrevision des Verkehrsrichtplans, Kapitel 4.7.1 «Flughafen Zürich», einfließen wird. Das Massnahmenkonzept ist in der nachfolgenden Auflistung zusammengefasst, wobei das jeweils relevante Gebiet in Klammern bezeichnet wird:

Tabelle 14
Massnahmenkonzept Raumentwicklung / Wohnqualität.

Kantonaler Richtplan
<ul style="list-style-type: none"> ■ Kein neues Siedlungsgebiet für Wohnzwecke (Abgrenzungslinie-AGL)¹⁶ ■ Keine Neueinzonungen bzw. Um- oder Aufzonungen für Wohnzwecke (AGL) ■ Überprüfung der Zweckmässigkeit der Bauzonen und der Möglichkeiten für Nutzflächenumlagerungen (AGL) ■ Förderung einer dem Fluglärm angepassten Bauweise (hochwertiger Schallschutz, MINERGIE; AGL)
Nutzungsplanung
<ul style="list-style-type: none"> ■ Prüfung Verschiebung, Um-/Abzonung Wohnbaukapazitäten (AGL) ■ Einzonungs- und Erschliessungsverbot gemäss Art. 29/30 LSV (Planungswert-PW) ■ Gestaltungspläne (AGL) ■ Gebietssanierung (AGL)
Baubewilligungsverfahren (Neubauten und Bestand)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Neubauverbot (Ausnahme Ersatzneubauten; Alarmwert-AW) ■ Interessenabwägung gemäss Art. 31 Abs. 2 LSV (Immissionsgrenzwert-IGW) ■ Verschärfte Lärmschutzanforderungen gemäss Art. 32 Abs. 2 LSV (IGW) ■ Auflagen Komfortlüftung (MINERGIE; IGW) ■ Auflagen städtebauliche/architektonische Qualität (IGW)
Förderungsmassnahmen (Bestand)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Schallschutzprogramm gemäss Art. 10 LSV (IGW, Priorität auf AW-Gebiete) ■ Baurechtliche Anreize zur Sanierung (ZFI-Untersuchungsgebiet) ■ Beratungsdienstleistungen (Priorität: AGL, sekundär ZFI-Untersuchungsgebiet) ■ Förderung von Pilotprojekten (AGL)

6.3 Schlussfolgerungen

Die Funktion des ZFI liegt wesentlich darin, das Konfliktpotenzial, das durch die Entwicklungen im Flugbetrieb einerseits und die wachsende Bevölkerung andererseits entsteht, aufzuzeigen und die dafür verantwortlichen Ursachen zu ermitteln. Ein wirksamer Lärmschutz kann nur erzielt werden, wenn die zuständigen Stellen ihre Verantwortung wahrnehmen. 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). Nur auf diese Weise ist es überhaupt möglich, den Handlungsbedarf und die Verantwortlichkeiten aufzuzeigen. Die wichtigste Funktion des ZFI im Bereich Flugbetrieb besteht darin, als zusätzliches Indikatorensystem zu überwachen, ob dem Vorsorgeprinzip in der Praxis nachgelebt wird. Dieses Prinzip verpflichtet die Flughafen Zürich AG als Anlagehalterin, alle möglichen und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen zur vorsorglichen Emissionsbegrenzung auszuschöpfen. Das ZFI-Monitoring hat bereits wiederholt unter Beweis gestellt, wie fein es auf flugbe-

¹⁶ AGL ist eine Abkürzung für Abgrenzungslinie. Die Abgrenzungslinie umfasst das Gebiet mit bestehender und gemäss SIL-Objektblatt zukünftig möglicher Fluglärmbelastung über dem IGW ES II. Die Gebiete mit einer Überschreitung der Belastungsgrenzwerte der LSV (AW, IGW und PW) werden im Gegensatz dazu aufgrund des jeweils geltenden Betriebsreglements festgelegt.

triebliche Veränderungen reagiert. Im Rahmen eines Controllings der Raumentwicklung wird der Regierungsrat die Besiedlungs- und Nutzungsentwicklung in der Flughafenregion anhand der raumordnungspolitischen Ziele verfolgen. Die Bevölkerungsentwicklung und deren Auswirkungen auf den ZFI werden einen Bestandteil dieses Controllings bilden.

7 Anhang

7.1 Verkehrsentwicklung 2000 bis 2008

	Bewegungen					Passagiere					
	gewerbsmässig	Δ %	nicht gewerbsmässig	Total	Δ %	Terminal ¹	Δ %	Transit ²	Δ %	Total ¹	Δ %
2000	302 792	7.8%	22 830	325 622	6.3%	22 493 567	8.7%	181 799	-21.8%	22 675 366	8.4%
2001	285 605	-5.7%	23 625	309 230	-5.0%	20 855 667	-7.3%	157 204	-13.5%	21 012 871	-7.3%
2002	259 149	-9.3%	23 005	282 154	-8.8%	17 789 551	-14.7%	158 507	0.8%	17 948 058	-14.6%
2003	247 854	-4.4%	21 538	269 392	-4.5%	16 926 972	-4.8%	97 965	-38.2%	17 024 937	-5.1%
2004	245 501	-0.9%	21 159	266 660	-5.5%	17 178 781	-3.4%	74 125	-53.2%	17 252 906	-3.9%
2005	245 235	-0.1%	22 128	267 363	0.3%	17 804 130	3.6%	80 522	8.6%	17 884 652	3.7%
2006	237 144	-3.3%	23 642	260 786	-2.5%	19 107 476	7.3%	129 740	61.1%	19 237 216	7.6%
2007	244'367	3.0%	24 109	268 476	2.9%	20 690 542	8.3%	48 571	-62.6%	20 739 113	7.8%
2008	252 483	3.3%	22 508	274 991	2.4%	22 078 071	6.7%	21 162	-56.4%	22 099 233	6.6%

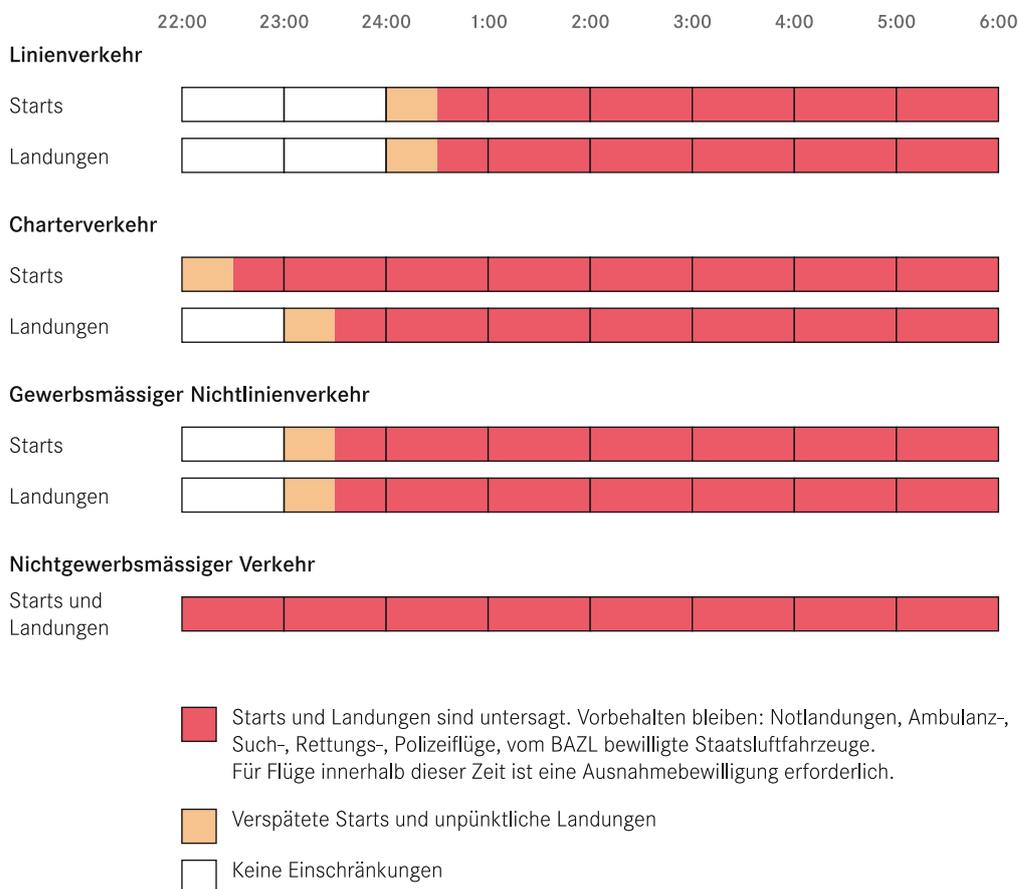
¹ Ankunft + Abflug + Transfer (Umsteiger)

² Die Passagiere im Transit sind einmal gezählt

Quelle: FZAG Jahrbuch 2008

7.2 Nachtsperrordnung

Am Flughafen Zürich gelten heute folgende Verkehrseinschränkungen während der Nacht von 22.00 bis 6.00 Uhr



7.3 Pistensystem am Flughafen Zürich

Der Flughafen Zürich verfügt über drei Start- und Landepisten. Jede Piste hat zwei Nummern. Die Nummern stellen die Himmelsrichtung auf dem Kompass dar, ohne die Ziffer null.

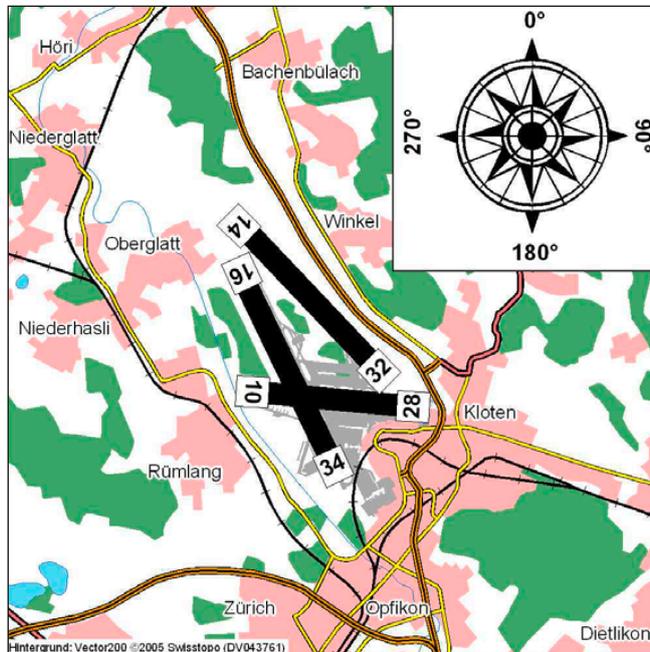
Piste 28 zeigt somit in Richtung 280°, die Piste 10 entgegengesetzt in Richtung 100°. Piste 16/34 zeigt einerseits in Richtung 160°, umgekehrt in Richtung 340°.

Die gebauten Längen der Pisten betragen:

Piste 10/28: 2500 m

Piste 16/34: 3700 m

Piste 14/32: 3300 m



Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA091567, JD082760).

Grundsatz der Pistenbenützung

Die Pisten werden anhand der Festlegungen im Betriebsreglement benützt. Demgemäss wird untertags prioritär auf Piste 28 gestartet und auf Piste 14 gelandet. Teilweise wird auch die Piste 16 für Starts und Landungen benützt. Am Morgen und am Abend erfolgen die Anflüge auf den Pisten 34 und 28, die Abflüge erfolgen auf den Pisten 32, 34 und teilweise auch 28. Je nach Wetterbedingungen sind aus Sicherheitsgründen ungeplante Konzeptwechsel nötig. Bei starkem Westwind wird von Osten her auf Piste 28 gelandet und auf Piste 32 gestartet. Bei Biswind (Nord-/Ostwind) wird auf Piste 10 in Richtung Osten gestartet und auf Piste 14 oder – abends – auf Piste 34 gelandet.

Die Entscheidungskriterien, welche zu einem wetterbedingten Konzeptwechsel führen, sind von komplexer Natur. Dabei ist die aktuelle Wetterbeobachtung auf dem Flugplatz wie auch in den entsprechenden Anflugsektoren ein wichtiger Bestandteil. Deshalb stehen die Flugverkehrsleiter von Skyguide dauernd in engem Kontakt mit den Wetterbeobachtern von Meteo Schweiz. Es wird ein permanentes Monitoring der aktuellen Situation in den betrof-

fenen Sektoren gemacht. Hinzu kommt, dass Wetterprognosen und kurzfristig erwartete Entwicklungen mit in die Entscheidung einfließen. Sobald für den entsprechend angewendeten Anflug eine Bedingung nicht mehr erfüllt ist, wird auf die in der Prioritätenreihenfolge nächstmögliche Anflugpiste (bzw. auch Abflugpiste) gewechselt.

Für die Abwicklung des Flugbetriebs sind kurzfristige Umstellungen der Pistenbenützung nicht erwünscht und werden nur durchgeführt, wenn es nicht mehr anders geht. Bevorzugt wird deshalb ein möglichst regelmässiger Flugbetrieb mit möglichst gleichbleibender Pistenbenützung.

Quelle: FZAG

7.4 Pistenbenützungskonzepte am Flughafen Zürich

Nordanflugkonzept

Landungen von Norden, Starts Richtung Westen und Süden, bei Bise Richtung Osten

Pistenbenützung
Landungen: Piste 14 und 16
Starts: Piste 28 und 16, bei Bise Piste 10

Generelle Anwendung
7.00–21.00 Mo–Fr
9.00–20.00 Sa und So,
Feiertage D

Ostanflugkonzept

Landungen von Osten, Starts Richtung Norden

Pistenbenützung
Landungen: Piste 28
Starts: Piste 32 und 34

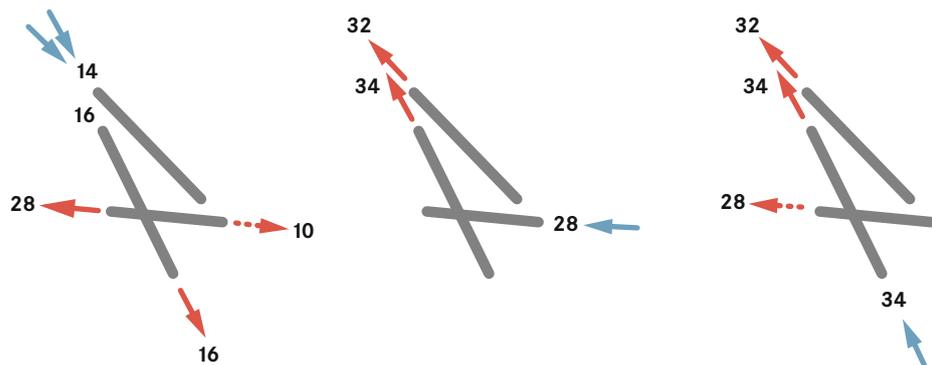
Generelle Anwendung
21.00–0.30 Mo–Fr
20.00–0.30 Sa und So,
Feiertage D
bei Westwind auch tagsüber

Südanflugkonzept

Landungen von Süden, Starts Richtung Norden und Westen

Pistenbenützung
Landungen: Piste 34
Starts: Piste 32, 34,
teilweise 28

Generelle Anwendung
6.00–7.00 Mo–Fr
6.00–9.00 Sa und So,
Feiertage D am Abend, wenn
Ostanflüge nicht möglich sind
(Bise, schlechte Sicht etc.)



Eine gegenläufige Pistenbenützung, wie beispielsweise Starts auf den Pisten 32 oder 34 in Richtung Norden und Landungen auf den Pisten 14 oder 16 aus Richtung Norden, wird nur in Ausnahmefällen oder bei geringem Verkehrsaufkommen angewendet. Weitere Gründe für eine Abweichung vom generellen Pistenbenützungskonzept können sein: Pistenreparatur, Notlandung, Unfall, Rega etc.

Quelle: FZAG

7.5 Entwicklung des ZFI 2000 resp. 2005 bis 2008

	2000	2005	2006	2007	2008
Richtwert	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000
Monitoringwert (HA+HSD)	59 600	39 700	42 800	46 300	49 000
davon im Kt. Zürich absolut	52 600	38 000	41 000	44 100	46 700
davon im Kt. Zürich in Prozent	88,2%	95,8%	95,8%	95,2%	95,3%
Am Tag stark belästigte Personen					
(Highly Annoyed, HA)	43 800	28 200	30 200	30 700	32 300
davon im Kt. Zürich absolut	40 900	27 200	29 200	29 800	31 300
davon im Kt. Zürich in Prozent	93,4%	96,7%	96,8%	96,9%	97,0%
In der Nacht stark gestörte Personen					
(Highly Sleep Disturbed, HSD)	15 800	11 500	12 600	15 600	16 800
davon im Kt. Zürich absolut	11 700	10 800	11 700	14 300	15 400
davon im Kt. Zürich in Prozent	74,0%	93,7%	93,4%	91,7%	92,0%
Fläche des Untersuchungsgebietes (km²)					
am Tag ¹⁷	703.0	421.8	445.4	455.7	456.0
in der Nacht ¹⁷	555.2	372.2	397.8	453.8	443.5
Bevölkerung im Untersuchungsgebiet					
am Tag ¹⁷	497 600	355 700	386 800	397 500	409 600
in der Nacht ¹⁷	240 600	181 700	210 800	241 000	247 500

7.6 Methodische Änderungen in der Belastungsrechnung

Die Fluglärmbelastungen der Jahre 2000, 2005 und 2006 wurden mittels sogenannter Standardsimulation, diejenigen der Jahre 2007 und 2008 mittels «Full Size»-Simulation ermittelt, wobei die Umstellung auf die «Full Size»-Simulation aus methodischen Gründen auch ein neues Radardatenaufbereitungsprogramm bedingte. Bei der Standardsimulation werden pro Typ und Route bis zu 100 Flugbahnen stochastisch ausgewählt (für das Jahr 2006 beispielsweise gesamthaft rund 27 000 Flugbahnen), einzeln durchgerechnet und daraus die typen- und routenspezifischen «Fussabdrücke», die sog. «Footprints», ermittelt. Bei der «Full Size»-Simulation hingegen werden alle verfügbaren Flugbahnen durchgerechnet (für 2008 rund 246 000 Flugbahnen).

Für die «Full Size»-Simulation des Jahres 2008 wurde die neue FLULA2 Version 004 verwendet. Gegenüber der Version 003 mussten im Hinblick auf die Empfehlung von Fluglärmrechnungsverfahren durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) im Sinne von Art. 38 Abs. 2 der LSV geringfügige Anpassungen an FLULA2 vorgenommen werden. Diese sind im Detail in einem Empa-Bericht beschrieben¹⁸. Mit diesen Änderungen erfüllt FLULA2 die Anforderungen an ein zu empfehlendes Fluglärmrechnungsverfahren. Die Analyse der sich daraus ergebenden Auswirkungen auf die Fluglärmrechnung des Flughafens Zürich ist zurzeit in Arbeit und wird in einem später folgenden Bericht dokumentiert¹⁹. Die wichtigsten Neuerungen der hier verwendeten FLULA2 Version 004 im Vergleich zur für die vorangehenden Jahre (2000, 2005 bis 2007) verwendeten FLULA2 Version 003 sind:

- Modifizierte Berechnung des Höhenwinkels zur Ermittlung der Bodenzusatzdämpfung unter Berücksichtigung der topographischen Verhältnisse zwischen Quelle und Empfänger

¹⁷ Das Untersuchungsgebiet des ZFI wird sowohl für den Tag als auch für die Nacht eingegrenzt. Die dabei verwendeten so genannten Abbruchkriterien liegen am Tag bei 47 dB(A) und in der Nacht bei 37 dB(A); Fluglärmbelastungen unterhalb dieser Grenzen fließen also nicht in den ZFI ein. Wer sowohl am Tag stark belästigt als auch in der Nacht stark gestört ist, wird doppelt gezählt.

¹⁸ Bericht 841 384-2, «Anpassungen in FLULA 2 im Zusammenhang mit den Empfehlungen des BAFU für Fluglärmrechnungsverfahren. Bericht 2: Technische Umsetzung», Empa, 2009.

¹⁹ Bericht 841 384-3, «Anpassungen in FLULA 2 im Zusammenhang mit den Empfehlungen des BAFU für Fluglärmrechnungsverfahren. Bericht 3: Auswirkungen auf die Fluglärmrechnung», Empa, «in Arbeit».

-
- Berücksichtigung der abschirmenden Wirkung von natürlichen Hindernissen (Geländeformationen)
 - Berechnung einer typen- und entfernungsabhängigen Luftdämpfung ab der Grenzdistanz von 4,5 Kilometern
 - Berücksichtigung des Höhenverlaufs der Piste bezüglich dem verwendeten Geländemodell
 - Empfängerhöhe auf 4 Meter über Grund gesetzt

Die oben aufgeführten Änderungen im Berechnungsverfahren wirken sich auf den ZFI aus. Die resultierenden Auswirkungen wurden exemplarisch für das Jahr 2006 untersucht. Daraus ergab sich, dass sich die Wirkungen der Änderungen im Berechnungsverfahren teilweise kompensieren. Die entsprechenden Auswirkungen auf die HA, die HSD und den ZFI dürften für das Jahr 2007 (Einführung «Full Size»-Simulation) resp. für das Jahr 2008 (Einführung FLULA2 Version 004) ähnlich sein.

Die Methodenänderungen werden nicht separat ausgewiesen und fliessen somit implizit in die Veränderung der Fluglärmbelastung von 2006 auf 2007 (Wechsel Standard- «Full Size»-Simulation) resp. von 2007 auf 2008 (Wechsel von FLULA2 Version 003 auf Version 004) ein. Da solche Änderungen bzw. Verbesserungen in der Berechnungsmethodik zwar erwünscht und unvermeidlich sind, jedoch den Vergleich unter den Jahren erschweren, wird inskünftig vermehrt mit Indexwerten zu arbeiten sein, wobei jeweils die ganze Zahlenreihe integral mit der aktuellen Methodik neu berechnet und dargestellt werden kann. Dadurch kann sowohl die Methodik dem Stand der Technik angepasst als auch die Vergleichbarkeit der Zahlenreihe sichergestellt werden.