
Der Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahr 2012



Impressum

Herausgeber

Volkswirtschaftsdirektion, mit Beschluss des Regierungsrates des Kantons Zürich
vom 6. November 2013 (RRB Nr. 1245/2013)

Gestaltung und Druck

Kantonale Drucksachen- und Materialzentrale (kdmz), Zürich
Auflage 800 Exemplare, gedruckt auf RecyStar

Leitung, Realisation, Gesamtedaktion

Amt für Verkehr, Abteilung Flughafen/Luftverkehr

Textbeiträge

Amt für Verkehr
EMPA
Flughafen Zürich AG
Skyguide
Statistisches Amt
SWISS

Bildnachweis

Titelseite: A340 im Landeanflug auf Piste 34,
© 2013 Amt für Verkehr
Landeskarten: Bundesamt für Landestopografie
(Druck: Geschäftslizenz Kanton Zürich; Internetpublikation: BA100194)

Bezugsquelle

Amt für Verkehr
Postfach
8090 Zürich
afv@vd.zh.ch
www.afv.zh.ch
Bericht abrufbar unter www.afv.zh.ch/zfi

Erneuter Anstieg des ZFI-Monitoringwerts trotz rückläufiger Anzahl Flugbewegungen

Trotz rückläufiger Anzahl Flugbewegungen hat der Monitoringwert des Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) auch im Jahre 2012 zugenommen und liegt deutlich über dem vom Regierungsrat festgelegten Richtwert von 47 000 Personen. Dass sich der Anstieg des ZFI-Monitoringwerts selbst in einem Jahr mit rund 3 Prozent weniger Flugbewegungen fortsetzt, ist für mich sehr unbefriedigend.

Zahlreiche Faktoren, die zur Überschreitung des Richtwerts geführt haben, kann der Kanton Zürich nicht beeinflussen. So wird die Belegung der Flugrouten und damit die von den einzelnen Flugzeugen überflogenen Gebiete von der Flugsicherung Skyguide festgelegt. Zu den nicht beeinflussbaren Faktoren zählt auch das Bevölkerungswachstum in der offensichtlich als attraktiv empfundenen Flughafenregion. Denn dieser überdurchschnittlich hohe Bevölkerungszuwachs ist über einen längeren Zeitraum betrachtet einer der Haupttreiber des Anstiegs des ZFI-Monitoringwerts, auch wenn im vorliegenden Berichtsjahr der Bevölkerungsanstieg nur noch eine marginale Auswirkung hatte.

Optimistischer stimmen mich die weiteren Perspektiven zum ZFI. Im Rahmen der Erneuerung der Kurzstreckenflotte der Swiss sollen ab 2015 deutlich lärmgünstigere Flugzeuge eingesetzt werden, die einen wichtigen Beitrag zur Senkung des ZFI leisten werden. Ab 2016 soll dann die vorgesehene Erneuerung der Langstreckenflotte der SWISS mit neuen, zweistrahligen Maschinen für eine weitere Reduktion der vom Fluglärm stark belästigten bzw. gestörten Personen sorgen.

Zum besseren Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm trägt das vom Regierungsrat 2012 initiierte «Förderprogramm Wohnqualität Flughafenregion» bei. In Gebieten, in denen der Betrieb des Flughafens Zürich zu einer Lärmbelastung über dem Immissionsgrenzwert führt, fördert der Kanton Zürich bei der Erneuerung oder beim Ersatz von bestehenden Wohnbauten Massnahmen für einen hochwertigen Schallschutz. Damit zeigt die Regierung, dass sie gewillt ist, Massnahmen zur Senkung des ZFI-Monitoringwerts umzusetzen. Das Programm zur Erhöhung der Wohnqualität in der Flughafenregion hat zwar hohes Potenzial, wird jedoch erst mittel- bis langfristig wirken und ebenfalls – wie die Flottenerneuerung der SWISS – einen wichtigen Beitrag zur Senkung des ZFI-Monitoringwerts leisten.

All diese Massnahmen werden nicht von heute auf morgen greifen. Auch nicht von diesem zum nächsten Jahr. Sie sind vielmehr auf längere Sicht angelegt. Deshalb dürfte es noch einige Zeit dauern, bis der ZFI-Richtwert wieder eingehalten werden kann. Dies ist der Preis dafür, dass der Flughafen Zürich seinen verkehrs- und volkswirtschaftlichen Beitrag für den Lebens- und Wirtschaftsraum Zürich und weite Teile der Schweiz weiterhin leisten kann.

Regierungsrat Ernst Stocker
Volkswirtschaftsdirektor Kanton Zürich



3	Vorwort
5	1 Zusammenfassung
8	2 Das System des ZFI
8	2.1 Der ZFI – Kernstück des Gegenvorschlages zur Plafonierungsinitiative
8	2.2 Der ZFI als Fluglärm-Beurteilungsmass
11	2.3 Die vier Elemente des ZFI
11	2.4 Richtwert und Monitoringwert – die zentralen Elemente des ZFI und deren Eckwerte
12	2.5 Die «Expertengruppe ZFI»
14	3 Die ZFI-Monitoringwerte des Jahres 2012
14	3.1 Räumliche Abgrenzung des Untersuchungsgebietes
15	3.2 Bevölkerung im Untersuchungsgebiet
16	3.3 Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (Highly Annoyed, HA)
16	3.4 Anzahl der durch Fluglärm während der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (Highly Sleep Disturbed, HSD)
17	3.5 Der ZFI als Summe von HA und HSD
19	4 Analyse der Einflussfaktoren im Rahmen des ZFI-Massnahmenkonzepts
21	4.1 Einfluss der Bevölkerungsentwicklung und der Veränderungen im Flugbetrieb auf die Entwicklung des ZFI
22	4.2 Reduktion des Lärms an der Quelle
26	4.3 Raumplanerische Massnahmen
31	4.4 Lärmoptimierte Betriebsverfahren
39	4.5 Lärmbedingte Betriebsbeschränkungen
43	4.6 Fazit zum ZFI 2012 und den Massnahmen
46	5 Anhang
46	5.1 Verkehrsentwicklung 2000 bis 2012
47	5.2 Nachtsperreordnung
47	5.3 Pistensystem am Flughafen Zürich
48	5.4 Pistenbenützungskonzepte am Flughafen Zürich im Jahre 2012
49	5.5 Routenbelegungen
51	5.6 Entwicklung des ZFI 2000 bzw. 2007 bis 2012

1 Zusammenfassung

Stand und Entwicklung des ZFI sowie dessen Bestandteile (tagsüber vom Fluglärm stark belästigte Personen [*Highly Annoyed*, HA] und in der Nacht im Schlaf stark gestörte Personen [*Highly Sleep Disturbed*, HSD]) seit dem Jahr 2000 sind in Tabelle 1 ersichtlich.

	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Richtwert	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000
Monitoringwert (HA+HSD)	59 600	46 300	49 000	46 800	50 800	53 700	58 800
davon im Kt. Zürich absolut	52 600	44 100	46 700	44 800	48 400	50 500	55 100
davon im Kt. Zürich in Prozent	88,2%	95,2%	95,3%	95,9%	95,3%	94,1%	93,7%
Am Tag							
stark belästigte Personen (HA)	43 800	30 700	32 300	31 100	32 700	35 700	35 700
davon im Kt. Zürich absolut	40 900	29 800	31 300	30 200	31 700	34 500	34 600
davon im Kt. Zürich in Prozent	93,4%	96,9%	97,0%	97,1%	97,0%	96,8%	96,6%
In der Nacht							
stark gestörte Personen (HSD)	15 800	15 600	16 800	15 600	18 000	18 000	23 100
davon im Kt. Zürich absolut	11 700	14 300	15 400	14 600	16 600	16 000	20 500
davon im Kt. Zürich in Prozent	74,0%	91,7%	92,0%	93,4%	92,3%	88,8%	88,9%

Tabelle 1
Der ZFI 2012 im Vergleich (absolute Zahlen auf hundert gerundet, detaillierte Zahlen siehe Ziffer 5.6).

Der ZFI-Monitoringwert 2012 hat gegenüber dem Vorjahr um 9% zugenommen, die Zahl der tagsüber vom Fluglärm stark belästigten Personen (*Highly Annoyed*, HA) blieb unverändert, während die in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (*Highly Sleep Disturbed*, HSD) um 28% zunahmen.

Im Vergleich zum Jahr 2000 liegt der ZFI-Monitoringwert um 1% tiefer, die HA um 19%, während die HSD um 47% höher liegen. Diese Entwicklung ist in Abbildung 1 sichtbar.

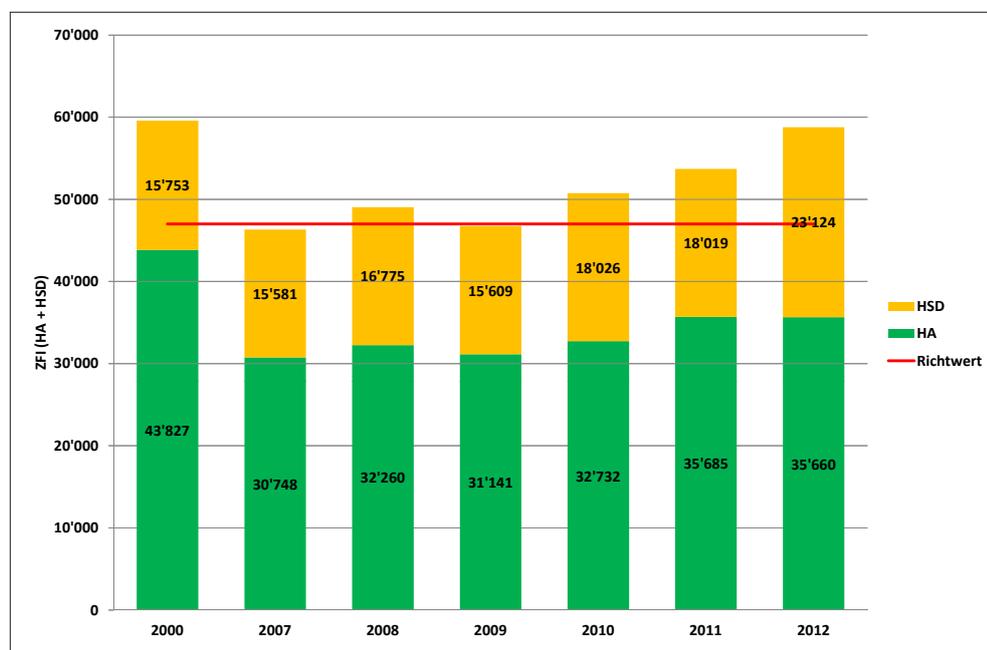
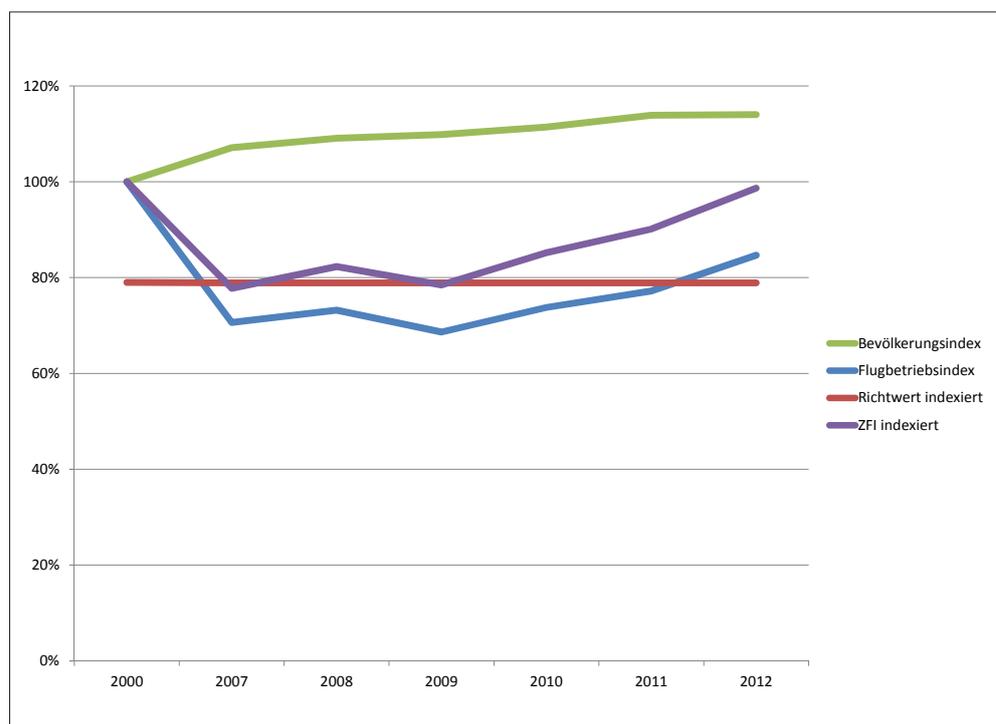


Abbildung 1
Der ZFI (ganze Säule) als Summe der HA (grün) und HSD (gelb). Rot markiert ist der Richtwert von 47 000 Personen.

Der Monitoringwert 2012 liegt zum vierten Mal seit seiner Einführung über dem vom Regierungsrat festgelegten Richtwert von 47 000 stark belästigten/gestörten Personen.

Abbildung 2 zeigt die Veränderungen des ZFI vom Vergleichsjahr 2000 zum Berichtsjahr 2012 insgesamt (ZFI) sowie aufgeschlüsselt nach dem Einfluss der Bevölkerung und des Flugbetriebs. Die hier ausgewiesenen prozentualen Veränderungen beziehen sich auf das Jahr 2000, d.h. der ZFI des Jahres 2000 wird als 100% angenommen.

Abbildung 2
Entwicklung der Teil-Indices
Bevölkerung (grün) und Flugbetrieb (blau) seit dem Vergleichsjahr 2000



Das Bevölkerungswachstum zwischen 2000 und 2012 hat einen Zuwachs des ZFI um 14% bewirkt.

Das Bevölkerungswachstum zwischen 2000 und 2012 hat einen Zuwachs des ZFI um 14% bewirkt, dies konnte durch die Entwicklung im Flugbetriebsindex (-15%) nicht mehr kompensiert werden. Die einzelnen flugbetrieblichen Komponenten zeigten gegenläufige Tendenzen. Unter dem Aspekt des ZFI positiv zu werten waren der allgemeine Rückgang der Flugbewegungen und die Entwicklungen im Flottenmix, negativ hingegen die Lage und die Belegung der Flugrouten.

Vor allem die Zunahme der Flüge zur Nachtzeit wie auch die veränderte Routenbelegung hat den ZFI zwischen 2011 und 2012 erneut ansteigen lassen. Im Vordergrund standen dabei die Mitte 2011 eingeführte der FL80-Regel wie auch witterungsbedingte Abflüge auf Piste 16 nach 22.00 Uhr.

Für den ZFI-Bericht 2012 hat die EMPA erneut die in der Berechnungsvorschrift zum ZFI¹ vorgesehene erhöhte Einfügungsdämpfung bei Komfort- und Schalldämmlüftungen berücksichtigt. Dies hatte zur Folge, dass die HSD und damit auch der ZFI weniger stark zugenommen hat, als die bei Anwendung der alten Berechnungsvorschrift der Fall gewesen wäre. Die neue Berechnungsvorschrift wird seit dem ZFI-Bericht 2011 als ZFI-Monitoringwert angewendet.

Auf Ursachen für diese Entwicklungen und auf Wirkungen von Massnahmen wird in Kapitel 4 vertieft eingegangen. In Kapitel 2 beschreibt der Bericht zunächst die Methodik des ZFI.

¹ Die Berechnungsvorschrift wird im Anhang zur Verordnung zum Zürcher Fluglärm-Index (LS 748.15) definiert.

2 Das System des ZFI

2.1 Der ZFI – Kernstück des Gegenvorschlages zur Plafonierungsinitiative

Am 25. November 2007 wurde die kantonale Volksinitiative «Für eine realistische Flughafenpolitik»² mit einem Nein-Stimmen-Anteil von rund 63% abgelehnt und der Gegenvorschlag des Kantonsrates³ angenommen. Mit dessen Kernstück, dem Zürcher Fluglärm-Index, kurz ZFI, wurde ein Beurteilungsmass geschaffen, das die Anzahl der vom Fluglärm am Tag stark belästigten und in der Nacht stark gestörten Personen⁴ festlegt, die möglichst nicht überschritten werden darf.

Der ZFI stellt keine Konkurrenz zur Umweltschutzgesetzgebung des Bundes dar.

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 Ebene⁵. Der ZFI stellt also kein «Konkurrenzprodukt» zum Umweltschutzgesetz (USG), zur Lärmschutz-Verordnung (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 ausschliesslich nach diesen Bundeserlassen und der entsprechenden Bundesgerichtspraxis.

Die Verordnung zum Zürcher Fluglärm-Index (ZFI-VO) vom 7. Dezember 2011 regelt die Details des ZFI (v.a. Eckwerte für den Richtwert, Grundlagen und Berechnungsformel für den Monitoringwert, Beiträge des Kantons an Massnahmen im Bereich der Raumplanung und an Massnahmen zur Verbesserung der Wohnqualität, siehe Ziff. 4.3)⁶.

2.2 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 bzw. die Störung die Auswirkungen der Fluglärmbelastung auf die im Untersuchungsperimeter wohnhafte Bevölkerung dar. Der ZFI erfasst am Tag (06 bis 22 Uhr) die durch den Fluglärm im Wachzustand stark belästigten Personen (*Highly annoyed*, HA), in der Nacht (22 bis 06 Uhr) die durch den Fluglärm im Schlaf stark gestörten Personen (*Highly sleep disturbed*, HSD).

² 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 Nachtflugsperrzeit auf neun Stunden ausgedehnt wird.

³ Die entsprechende Änderung des Flughafengesetzes trat am 1. März 2008 in Kraft.

⁴ Im Folgenden als stark belästigte/gestörte Personen bezeichnet

⁵ 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.

⁶ Verordnung zum Zürcher Fluglärm-Index (ZFI-VO) vom 7. Dezember 2011, in Kraft seit 1. März 2012 (LS 748.15).

Der ZFI ist demzufolge die Summe der im Untersuchungsgebiet wohnenden und vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen.

Der ZFI bildet die Belästigung und Störung durch Fluglärm ab, nicht die 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. Miedema zugrunde⁷, 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 (Dosis), fühlen sich nach der Miedema-Formel durchschnittlich rund 20% der Bevölkerung vom Fluglärm stark belästigt (Wirkung).

Die Störung während der Nacht (22.00 bis 06.00 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.

Auch die Europäische Union (EU) stellt im Rahmen ihrer Gesetzgebung nicht nur auf die Lärmbelastung, sondern ebenso auf die Lärmbelästigung ab, wobei sie, wie der ZFI, zwischen Belästigung am Tag (HA) und der Störung in der Nacht (HSD) unterscheidet¹¹.

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 Fluglärm-Index (ZFI), Berechnungsvorschrift», Bericht-Nr. 441'255-4 vom 28. November 2006, S. 10, Ziff. 3.1.2. (www.vd.zh.ch/zfi).

¹¹ Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm; Ziff. 3, S. 9ff, European Environment Agency EAA Technical Report No 11/2001 vom Oktober 2011

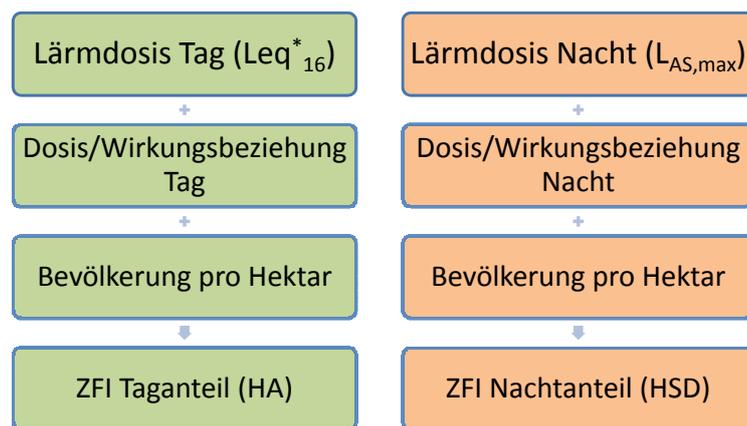
Nicht alle Menschen fühlen sich bei einer bestimmten Lärmbelastung gleich stark gestört/belästigt.

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 erheblich unter den tiefsten Grenzwerten der Lärmschutz-Verordnung des Bundes (Planungswert 57 dB (A) am Tag, 50 bzw. 47 dB (A) in der Nacht).

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 dort herrschende Fluglärmbelastung, die sogenannte Dosis, berechnet. Im Anschluss daran wird der (prozentuale) Anteil jener Personen ermittelt, die sich durch die dort herrschende Belastung stark belästigt bzw. in ihrem Schlaf stark gestört fühlen (Wirkung). Durch Verknüpfung dieser prozentualen Anteile mit der Bevölkerungszahl pro Hektar (Dosis/Wirkungsbeziehung) 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 in den Tagesrandstunden (06.00 bis 07.00 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.

Abbildung 3
Der 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. (Leq_{16}^* = Tagesrandstunden-gewichteter 16h-Mittelungspegel, $L_{AS,max}$ = A-bewerteter Maximalpegel. Siehe EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2011», Dübendorf, 25. Oktober 2013, S. 8ff, Ziff. 3.)



Der ZFI trägt auch den besonders sensiblen Tagesrandstunden Rechnung. Fluglärm von 06.00 bis 07.00 Uhr und von 21.00 bis 22.00 Uhr wird dreimal stärker gewichtet als Fluglärm zu den übrigen Tagesstunden.

2.3 Die vier Elemente des ZFI

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

- einem *Richtwert*, der die Grenze der Anzahl vom Fluglärm stark belästigter/gestörter Personen festlegt; beim Richtwert handelt es sich um einen, durch den Regierungsrat festgelegten, 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.

2.4 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 2000¹²
- die Bevölkerungszahl des Jahres 2000
- der Flottenmix (Flugzeugtypen und deren tageszeitlicher Einsatz) des Jahres 2004
- die An- und Abflugrouten¹³ des Jahres 2004

¹² Für die Berechnung des ZFI wird einzig auf die Grossflugzeuge abgestellt. Als Grossflugzeuge gelten Luftfahrzeuge mit einem höchstzulässigen Abfluggewicht von mehr als 8618 kg (LSV-Anhang 5, Ziff. 1 Abs. 4).

¹³ 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.

- 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% 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.

2.5 Die «Expertengruppe ZFI»

Gemäss § 6 der ZFI-VO setzt die Volkswirtschaftsdirektion eine «Expertengruppe ZFI» als beratende Kommission unter Leitung des Amtes für Verkehr ein. In der Kommission haben dreizehn Vertreterinnen bzw. Vertreter Einsitz, welche die massgeblichen wissenschaftlichen Disziplinen (Akustik und Lärmwirkungsforschung) und die Luftfahrtindustrie (Flughafenhalterin, Fluggesellschaften, Flugsicherung) abdecken, sowie Vertreter verschiedener Ämter und Abteilungen der kantonalen Verwaltung (Abteilung Flughafen/Luftverkehr des Amtes für Verkehr, Fachstelle Lärmschutz und Amt für Raumordnung und Vermessung der Baudirektion, Statistisches Amt der Direktion der Justiz und des Innern). Geleitet wird die «Expertengruppe ZFI» vom Chef des Amtes für Verkehr.

Die Expertengruppe nimmt zuhanden der Volkswirtschaftsdirektion Stellung zum Entwurf des Berichts, insbesondere zu dessen wissenschaftlichen Grundlagen. Weiter beobachtet sie die Entwicklungen im Bereich der Lärmwirkungsforschung und des Lärmschutzrechts, ermittelt allfälligen Handlungsbedarf für das Instrumentarium des ZFI und gibt auch diesbezüglich Empfehlungen zuhanden der Volkswirtschaftsdirektion ab.

Die Expertengruppe beschäftigte sich in ihrer Sitzung vom 27. September 2013 vertieft mit dem dritten für das Jahr 2012 erschienenen EMPA-Bericht (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2012, Einfluss der erhöhten bzw. verschärften Schallschutzanforderungen der SIA-Norm 181 auf den ZFI», Dübendorf, 25. Oktober 2013). Gemäss geltender ZFI-VO beträgt die Einfügungsdämpfung (D) für die Berechnung der HSD «für gekipptes Fenster [...] rund -15 dB, bei Komfort- und Schalldämmlüftungen rund -25 dB». Für Bauten mit Komfort- und Schalldämmlüftungen, die mit erhöhten bzw. aufgrund von Art. 32 Abs. 2 LSV verschärften Anforderungen der SIA-Norm 181 des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins erstellt wurden, gelten die entsprechend erhöhten Werte. Dabei wird aufgrund der Lüftung angenommen, dass die Fenster geschlossen sind. Die ZFI-VO gilt seit dem Berechnungsjahr 2011, d.h. bisher für die Berechnungen des ZFI für die Jahre 2011 und 2012. Für diese beiden Berechnungsjahre wurden für die Berechnung der HSD aber ausschliesslich Einfügungsdämpfungen von -15 dB resp. -25 dB verwendet. Informationen zu den Gebäuden, ob sie nach SIA-Norm 181 inkl. Komfortlüftung erstellt wurden, fehlten bis und mit Berechnungsjahr 2011. Die erhöhte Einfügungsdämpfung konnte deshalb nicht mit berücksichtigt werden. Für das Berechnungsjahr 2012 hingegen konnten die entsprechenden Informationen aufbereitet werden. Das Amt für Verkehr entschied sich jedoch, diese Daten noch nicht für die offizielle Berechnung des ZFI des Jahres 2012 zu verwenden, sondern zuerst eine zusätzliche Sensitivitätsanalyse durchzuführen. Diese Analyse bildete die Grundlage für die Expertengruppe, um die heute offizielle Berechnungsvorschrift zu überprüfen und für zukünftige Berechnungen (ab dem Berechnungsjahr 2013) eine Empfehlung abzugeben.

Die Diskussion der Expertengruppe zeigte, dass allfällige Anpassungen an der Berechnungsvorschrift wirkungsorientiert sein müssen, um aktive und passive Massnahmen korrekt abzubilden und in der Zeitreihe der ZFI-Berechnungen keine Brüche entstehen zu lassen. Weitergehende Anpassungen seien erst in Betracht zu ziehen, wenn sich erhebliche Änderungen in den Betriebsvarianten abzeichnen resp. umgesetzt sein werden (z.B. Anpassungen aufgrund des Staatsvertrages mit Deutschland oder aus Sicherheitsgründen). Dannzumal könnten auch grundlegende Änderungen bezüglich der Differenzierung von Tag und Nacht sowie neueste Erkenntnisse zu den Schlafgewohnheiten der Bevölkerung einfließen. Vorerst, zumal erst fünf Berichte erschienen seien, solle die Berechnung auch aus wissenschaftlicher Sicht, unter Berücksichtigung der beschriebenen Anpassungen bezüglich der SIA-Norm 181, wie bisher fortgesetzt werden.

Das Amt für Verkehr dankt der Expertengruppe für diese klaren Voten. Somit entspricht die in der Sensitivitätsanalyse als HSD_{SIA181}^* bezeichnete Variante der korrekten Umsetzung der ZFI-VO. Bei Gebäuden mit Schalldämmlüftern bzw. Minergiebauten sind somit abgestuft nach Gebäudealter die Einfügungsdämpfungen (D) zu berücksichtigen, die nach SIA-Norm 181 erhöht resp. verschärft wurden. Weiterführende Erläuterungen sind dem EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2012, Einfluss der erhöhten bzw. verschärften Schallschutzanforderungen der SIA-Norm 1818 auf den ZFI», Dübendorf, 25. Oktober 2013, zu entnehmen. Die EMPA wird hiermit angewiesen, inskünftig Berechnungen, d.h. ab dem Berichtsjahr 2013, entsprechend vorzunehmen.

Des Weiteren behandelte die Expertengruppe die Grundlagen und den Entwurf der Berichterstattung zum ZFI des Jahres 2012. Sie kam zum Schluss, dass die Berechnungen der EMPA zum ZFI und die Beschreibung der Ergebnisse im Entwurf des ZFI-Berichts korrekt vorgenommen worden sind.

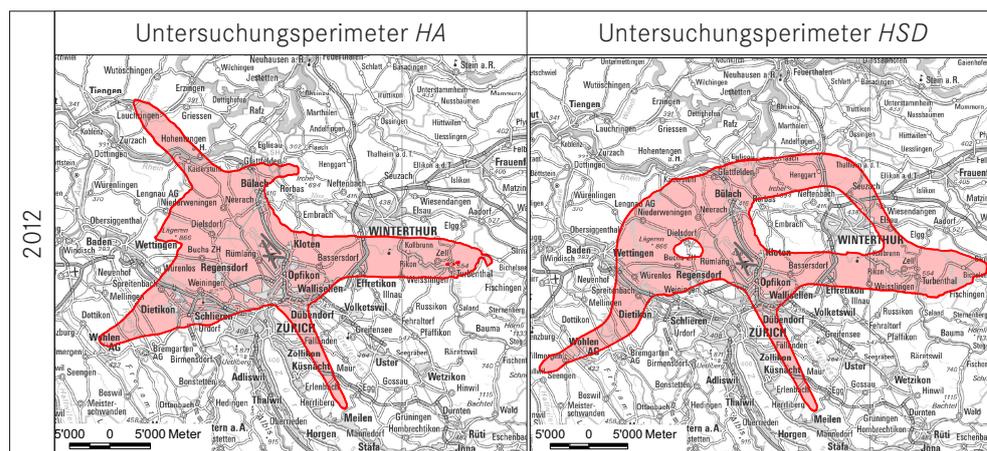
3 Die ZFI-Monitoringwerte des Jahres 2012

Im Sommer 2013 berechnete die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Dübendorf, im Auftrag der Volkswirtschaftsdirektion den Monitoringwert des Jahres 2012 und erstellte einen entsprechenden Bericht («Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2012», Dübendorf, 25. Oktober 2013). Zusätzlich wurden die Veränderungen des Monitoringwerts gegenüber dem Vorjahr 2011 und dem Jahr 2000 untersucht und in einem separaten Bericht dokumentiert («Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2012, Sensitivitätsbetrachtungen», Dübendorf, 25. Oktober 2013). Die für die Berechnung notwendigen Daten zu den in Gebäuden mit MINERGIE®-Standard lebenden Personen stellte das Amt für Statistik, bzw. die Flughafen Zürich AG die Daten zu den Gebäuden mit Schalldämmlüftern, der EMPA zur Verfügung. Die Berichte sind im Internet abrufbar unter www.afv.zh.ch/zfi. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Berichte dargestellt.

3.1 Räumliche Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

Der Berechnungsausschnitt für die Fluglärmbelastungen der EMPA umfasst für das Untersuchungsjahr 2012 wie schon im Vorjahr ein rechteckiges Gebiet mit einer Ost-West-Ausdehnung von 88 Kilometern und einer Nord-Süd-Ausdehnung von 84 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 jedoch nicht im gesamten Berechnungsausschnitt ausgewiesen, sondern nur innerhalb des jeweiligen Untersuchungsperimeters (Abbildung 4). 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 «Zürcher Fluglärm-Index (ZFI), Berechnungsvorschrift», Dübendorf, 28. November 2006, S. 9ff, Ziff. 3.1).

Abbildung 4
Untersuchungsperimeter HA
und HSD des Jahres 2012.
Quelle: EMPA-Bericht «Flughafen
Zürich, Zürcher Fluglärm-Index
(ZFI) im Jahre 2012», Dübendorf,
25. Oktober 2013 (PK500: swiss-
topo JA100116).



3.2 Bevölkerung im Untersuchungsgebiet

Zur Berechnung des ZFI werden Informationen über die Bevölkerungsstruktur um den Flughafen für das jeweilige Jahr benötigt, für das der ZFI bestimmt werden soll. Im Berechnungsjahr 2011 hat sich die Methodik der Bevölkerungsdatenerfassung im Vergleich zu den Vorjahren geändert und somit indirekt auch die Höhe des ZFI-Wertes beeinflusst. Die Methodik wird im Folgenden kurz zusammengefasst und um Änderungen für das Berechnungsjahr 2012 ergänzt.

Seit 2011 werden die Bevölkerungsdaten vom Bundesamt für Statistik (BFS) als geokodierte Hektardaten bezogen. Diese Daten liegen jeweils für das Vorjahresende vor, also zur Berechnung des ZFI 2012 für das Jahresende 2011. Für das aktuelle Jahr (2012) liegen zum Berechnungszeitpunkt erst provisorische Einwohnerzahlen auf Gemeindeebene vor. Die Bevölkerungsstruktur des Jahres 2011 (Hektardaten) wird daher pro Gemeinde mit einem gemeindespezifischen Skalierungsfaktor auf die Einwohnerzahl 2012 hochgerechnet, d.h. erhöht resp. vermindert. Nachteil dieser Methode ist, dass die Veränderung der Bevölkerung auf zwei Jahre «verschmiert» wird. So entspricht die Bevölkerungsverteilung stets dem Vorjahresendstand, während die Gesamtanzahl der Bevölkerung auf den Jahresendstand des Betriebsjahres skaliert wird.

Im Zusammenhang mit der Erhebung der Bevölkerung in Gebäuden mit Minergie-Standard oder Schalldämmlüftungen im Kanton Zürich wurde beschlossen, für den Kanton Zürich wieder die kantonalen Bevölkerungszahlen mit der Bevölkerungsverteilung und -anzahl zum 31. Dezember 2012 zu verwenden. Durch dieses Vorgehen entsteht im Vergleich zum Jahr 2011 wieder eine rein methodische Änderung im ZFI, jedoch können Widersprüche im Bevölkerungsdatensatz vermieden werden. Die übrigen Kantone wurden hingegen wie oben erläutert aufbereitet.

Zusammenfassend wurden die Nachbarkantone Aargau (AG), Schaffhausen (SH), Thurgau (TG), St. Gallen (SG), Zug (ZG) und Schwyz (SZ) aus den Bevölkerungsdaten des BFS erfasst und der Kanton Zürich (ZH) aus der Erhebung des Statistischen Amtes des Kantons Zürich. Sämtliche verwendeten Bevölkerungszahlen mit Ausnahme derjenigen Süddeutschlands beziehen sich auf den wirtschaftlichen Wohnsitz. Die Daten liegen im Hektarraster vor. Die dazugehörigen Landeskoordinaten (CH1903 LV03) beziehen sich auf den Hektarmittelpunkt. Das Statistische Amt des Kantons Zürich fügte die verschiedenen Datensätze in einer einzigen Access-Datenbank zusammen und leitet sie der EMPA in elektronischer Form weiter. Für Süddeutschland wurde die Anzahl Einwohner pro Gemeinde¹⁴ von der GIS-Fachstelle der Flughafen Zürich AG (FLUGIS) gleichmässig auf die Hektarpunkte der Siedlungsgebiete der entsprechenden Gemeinde verteilt.

	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fläche des Untersuchungsgebietes (km²)							
am Tag ¹⁵	703.0	455.7	456.0	439.9	457.4	479.7	477.5
in der Nacht ¹⁵	555.2	453.8	443.5	430.1	463.5	455.6	547.4
Bevölkerung im Untersuchungsgebiet							
am Tag ¹⁵	497 616	397 500	409'586	396 920	411 710	443 362	438 624
in der Nacht ¹⁵	240 627	240 966	247'505	240 726	262 942	261 282	328 687

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

¹⁴ Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Struktur- und Regionaldatenbank 2013

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

Fast 97% der tagsüber stark belästigten Personen wohnen im Kanton Zürich.

Die Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (HA) hat zwischen 2011 und 2012 um 25 Personen von 35 685 auf 35 660 Personen abgenommen. Fast 97% der HA wohnen im Kanton Zürich (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index [ZFI] im Jahre 2012», Dübendorf, 25. Oktober 2013, S. 21 Tabelle 5-1 und S. 43, Ziff. 9.5).

Tabelle 3
Anzahl der tagsüber durch Fluglärm stark belästigten Personen in den Jahren 2000 sowie 2007 bis 2012.

	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (Highly Annoyed, HA)	43 827	30 748	32 260	31 141	32 732	35 685	35 660
davon im Kt. Zürich absolut	40 913	29 798	31 294	30 241	31 747	34 539	34 550
davon im Kt. Zürich in Prozent	93.4%	96.9%	97.0%	97.1%	97.0%	96.8%	96.9%

3.4 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 stieg zwischen 2011 und 2012 stark an.

Die Zahl der während der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen betrug im Jahr 2011 insgesamt 18 019 und stieg 2012 um 5105 auf 23 124 Personen (+28%). Rund 89% der während der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen wohnen im Kanton Zürich (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index [ZFI] im Jahre 2012», Dübendorf, 25. Oktober 2013, S. 21, Tabelle 5-1 und S. 48, Ziff. 9.6).

Tabelle 4
Anzahl der durch Fluglärm in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen in den Jahren 2000 sowie 2007 bis 2012.

	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl der nachts im Schlaf durch Fluglärm stark gestörten Personen (Highly Sleep Disturbed, HSD)	15 753	15 581	16 775	15 609	18 026	18 019	23 124
davon im Kt. Zürich absolut	11 652	14 287	15 432	14 583	16 629	16 000	20 548
davon im Kt. Zürich in Prozent	74.0%	91.7%	92.0%	93.4%	92.3%	88.8%	88.9%

3.5 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 2012 lag der Monitoringwert bei 58 785 Personen; dies entspricht einem Anstieg um 9% seit 2011. Der Monitoringwert 2012 liegt damit deutlich über dem Richtwert von 47 000 Personen. 93,7% der betroffenen Personen lebten im Kanton Zürich. Auf den Kanton Aargau entfielen 5,7%, auf den Kanton Thurgau (0,3%), auf Süddeutschland 0,2% und auf den Kanton Schaffhausen 0,1% (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index [ZFI] im Jahre 2012», Dübendorf, 25. Oktober 2013, S. 21, Tabelle 5-1 und S. 38, Ziff. 9.4).

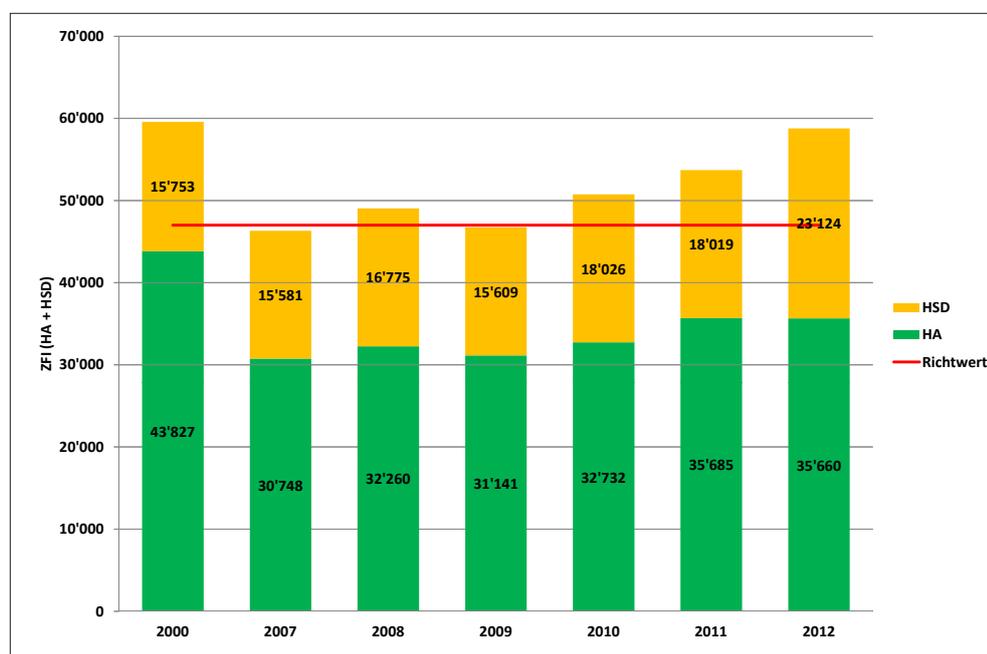


Abbildung 5
Der ZFI (ganze Säule) als Summe der HA (grün) und HSD (gelb). Rot markiert ist der Richtwert von 47 000 Personen.

Gegenüber dem Jahr 2011 blieb 2012 die Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (HA) gegenüber dem Vorjahr praktisch unverändert. Die Anzahl der durch Fluglärm in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (HSD) ist hingegen deutlich gestiegen. Der Monitoringwert stieg deshalb um insgesamt 5080 Personen.

Im Vergleich zum Zustand 2000 ist der ZFI-Monitoringwert nur noch gerade 1% tiefer, die HA gar 19% tiefer, während die HSD 47% höher liegen.

Im Jahr 2012 hat die Anzahl der durch Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen den Wert von 58 785 erreicht und somit den Richtwert von 47 000 Personen deutlich überschritten.

Tabelle 5 zeigt die Entwicklung der ZFI-Werte, aufgeschlüsselt nach HA und HSD, seit dem Jahr 2000. Dabei werden die unterschiedlichen Entwicklungen bei den HA und den HSD sichtbar. Per saldo liegt der ZFI 2012 nur noch knapp unter dem Niveau von 2000.

Tabelle 5
 Indexierte Werte für die HA, HSD und ZFI. Die Auflistung macht die unterschiedliche Entwicklung bei den HA und den HSD sichtbar.

	HA	HA-Index	HSD	HSD-Index	ZFI	ZFI-Index
2000	43 827	100	15 753	100	59 580	100
2007	30 748	70	15 581	99	46 329	78
2008	32 260	74	16 775	106	49 035	82
2009	31 141	71	15 609	99	46 750	78
2010	32 732	75	18 026	114	50 757	85
2011	35 685	81	18 019	114	53 704	90
2012	35 660	81	23 124	147	58 785	99

4 Analyse der Einflussfaktoren im Rahmen des ZFI-Massnahmenkonzepts

Anlässlich der Verabschiedung des ZFI-Berichts 2007 hat der Regierungsrat die Volkswirtschafts- und die Baudirektion beauftragt, eine systematische, wirkungsorientierte Planung und Evaluation erfolgversprechender Massnahmen vorzunehmen mit dem Ziel, den Monitoringwert auf lange Sicht so tief wie möglich zu halten. 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. In seiner Stellungnahme vom 29. Februar 2012 zum dringlichen Postulat KR-Nr. 39/2012 «Mehr Schutz vor Fluglärm/ZFI einhalten» hat der Regierungsrat auf das Massnahmenkonzept hingewiesen, das er 2008 in Auftrag gegeben hat. Dieses Konzept sah verschiedene Massnahmen vor, die sich im Wesentlichen an den einzelnen Eckwerten des ZFI (Anzahl der Flugbewegungen, Nachtflugregelung, Flottenmix, An- und Abflugrouten [Lage und Belegung der Flugrouten]) orientierten und kurz-, mittel- sowie langfristig zu einer Stabilisierung, auf längere Sicht zu einer Senkung des ZFI-Monitoringwertes führen sollten. Dieses Massnahmenkonzept wurde mit dem ZFI-Bericht 2008 der Öffentlichkeit vorgestellt, wobei auch an jener Stelle klar darauf hingewiesen wurde, dass die Realisierung der meisten Massnahmen in die Kompetenz Dritter fällt (der ZFI-Bericht 2008 und alle übrigen ZFI-Berichte können eingesehen werden unter www.vd.zh.ch/zfi). Die meisten der kurzfristigen Massnahmen konnten in der Zwischenzeit umgesetzt werden (siehe ZFI-Bericht 2011, Ziff. 5: Stand der Massnahmen). Anlässlich der Verabschiedung des ZFI-Berichts 2011 in der ZFI-Expertengruppe (siehe § 5 der Verordnung zum Zürcher Fluglärm-Index, LS 748.15) wurde ein vorab in formeller Hinsicht überarbeitetes Massnahmenkonzept vorgeschlagen. Dieses lehnt sich eng an den sogenannten «ausgewogenen Ansatz» (balanced approach) der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO)¹⁵ und der Europäischen Union an. In Bezug auf die Bekämpfung des Fluglärms ist besonders die «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» zu beachten, die auch in der Schweiz Anwendung findet. Diese Richtlinie regelt die Fluglärmbekämpfung auf Grossflughäfen mit besonderen Lärmproblemen. Gemäss der Richtlinie sind Massnahmen zur Verringerung des Fluglärms an der Quelle und Massnahmen der Flächennutzungsplanung und -verwaltung sowie lärmmindernde Betriebsverfahren als grundsätzlich wirksamer einzuschätzen als zeitliche oder mengenmässige Einschränkungen des Betriebs. Die für die Lärmverminderung wirksameren Massnahmen verdienen Priorität. Sowohl die Richtlinie als auch das schweizerische Recht bekennen sich bei der Lärmekämpfung zum Grundsatz der Verhältnismässigkeit.

Die unter Umweltschutzaspekten wirksamen und trotzdem wirtschaftlich vertretbaren Massnahmen sind im ICAO-Konzept des «ausgewogenen Ansatzes» in vier Kategorien mit absteigender Priorität gegliedert:

1. Reduktion des Lärms an der Quelle
2. raumplanerische Massnahmen
3. lärmoptimierte Betriebsverfahren
4. lärmbedingte Betriebsbeschränkungen

Ziel des mit dem letzten ZFI-Bericht überarbeiteten ZFI-Massnahmenkonzepts ist die Gliederung der unter die kantonale Zuständigkeit fallenden oder gemäss Flughafengesetz zu entwickelnden Massnahmen entsprechend obiger Prioritätenliste.

Das überarbeitete ZFI-Massnahmenkonzept präsentiert sich wie folgt (*kursiv: Entscheide der zuständigen Instanzen vorbehalten*):

¹⁵ «Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management», ICAO Doc 9828, Amendment 1, 10. Oktober 2010, International Civil Aviation Organisation, Montréal

Tabelle 6
«ZFI-Massnahmenkonzept 2012»

	Kurzfristig 2015–2020	Mittelfristig 2020–2030	Langfristig ab 2030
Reduktion des Lärms an der Quelle (nachfolgend Ziff. 4.2)	Übergeordnete Entwicklung: Technischer Fortschritt im Flugzeug-/ Triebwerkbau. Neuvermessung der Quelldaten im Rahmen von sonAIR		
	<ul style="list-style-type: none"> - Beginn Ablösung Regionalflotte SWISS (ab 1. Quartal 2015) - Beginn Ablösung Langstreckenflotte SWISS (ab 2016) 	<i>Erneuerung A320-Familie SWISS</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> - Beobachtung der Entwicklung des Flottenmix der übrigen Fluggesellschaften - periodische Ausrichtung Gebührenregelung auf technischen Fortschritt 		
Raumplanerische Massnahmen (nachfolgend Ziff. 4.3)	Übergeordnete Entwicklung: <i>Ratifizierung/Umsetzung Staatsvertrag CH-D</i>		
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Abgrenzungslinie im SIL-Objektblatt</i> - vorläufiges Betriebsreglement (vBR) als Grundlage für Lärmcontrolling 		
	- Programm «Wohnqualität Flughafenregion» (siehe Ziff. 4.3)		
Lärmoptimierte Betriebsverfahren (nachfolgend Ziff. 4.4)	Übergeordnete Entwicklung: Fortschritte der Navigationstechnologie, neue Navigationsstandards, Neuorganisation der Luftraumbewirtschaftung (SES, SESAR)		
	<ul style="list-style-type: none"> - RNAV-Transitions - neue Navigationsstandards bei Gestaltung der Flugrouten im SIL-Prozess berücksichtigt - <i>Programm «CHIPS»: Einführung von satellitengestützten An- und Abflugverfahren</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>RNAV-Transitions (mit vertikaler Komponente CDO)</i> - <i>gekurvte Nord-Anflüge</i> 	
	- fortlaufender Aufsichtsprozess Flugwegehaltung (§ 3 Abs. 1 Flughafengesetz)		
Lärmbedingte Betriebsbeschränkungen (nachfolgend Ziff. 4.5)	Übergeordnete Entwicklung: Flugbewegungen im Rahmen der SIL-Betriebsvarianten (max. 350 000). Lagebeurteilung bei 320 000 Bewegungen (§ 3 Abs. 3 Flughafengesetz)		
		- <i>Restriktionen Kapitel-3-Flugzeuge</i>	
	- fortlaufender Aufsichtsprozess Nachtsperreordnung (§ 3 Abs. 1 Flughafengesetz)		

Um die Ursachen für die Entwicklung des ZFI-Monitoringwerts zu ergründen, sind dessen fünf Einflussfaktoren den entsprechenden Prioritäten des «ausgewogenen Ansatzes» zuzuordnen:

- Flottenmix (Flugzeugtypen sowie deren tageszeitlicher Einsatz) 1. Priorität, Reduktion des Lärms an der Quelle
- Bevölkerungszahl 2. Priorität, raumplanerische Massnahmen
- An- und Abflugrouten (Lage [Fluggeometrie] und Belegung der Flugrouten) 3. Priorität, lärmoptimierte Betriebsverfahren
- Flugbewegungen 4. Priorität, lärmbedingte Betriebsbeschränkungen
- Nachtsperreordnung 4. Priorität, lärmbedingte Betriebsbeschränkungen

In den folgenden Abschnitten werden die flugbetrieblichen Einflussfaktoren und die Bevölkerungsentwicklung zunächst in ihrer Gesamtwirkung und schliesslich einzeln anhand der Prioritätenfolge betrachtet und es wird über den Stand der Massnahmen informiert.

4.1 Einfluss der Bevölkerungsentwicklung und der Veränderungen im Flugbetrieb auf die Entwicklung des ZFI

Die Entwicklung des ZFI wird durch die Bevölkerungsentwicklung und die Veränderungen im Flugbetrieb bestimmt. Dabei tragen beide Teile in unterschiedlichem Masse zu den Veränderungen bei. Um den Einfluss dieser Komponenten bezüglich Unterschiede im ZFI zum Referenzszenario, welches den Richtwert von 47 000 Personen bestimmt, zu untersuchen, wurde in einem ersten Schritt der Einfluss des Bevölkerungswachstums und der Entwicklung des Flugbetriebs als Ganzes auf den ZFI ermittelt (Abbildung 6), indem der ZFI mit den Bevölkerungsdaten des Jahres 2000 berechnet wurde. Ohne Bevölkerungswachstum seit dem Jahr 2000 wäre der ZFI beträchtlich geringer und hätte – ausser im Jahr 2000 – bis und mit dem Jahr 2011 den Richtwert nicht überschritten (Abbildung 6). Im Jahr 2012 hingegen wäre der ZFI aber auch ohne Bevölkerungswachstum überschritten worden. Offensichtlich fand eine gewisse Kompensation des Bevölkerungswachstums seit dem Jahr 2000 statt, denn sonst wäre der ZFI seitdem kontinuierlich angestiegen: Der ZFI wächst alleine durch die

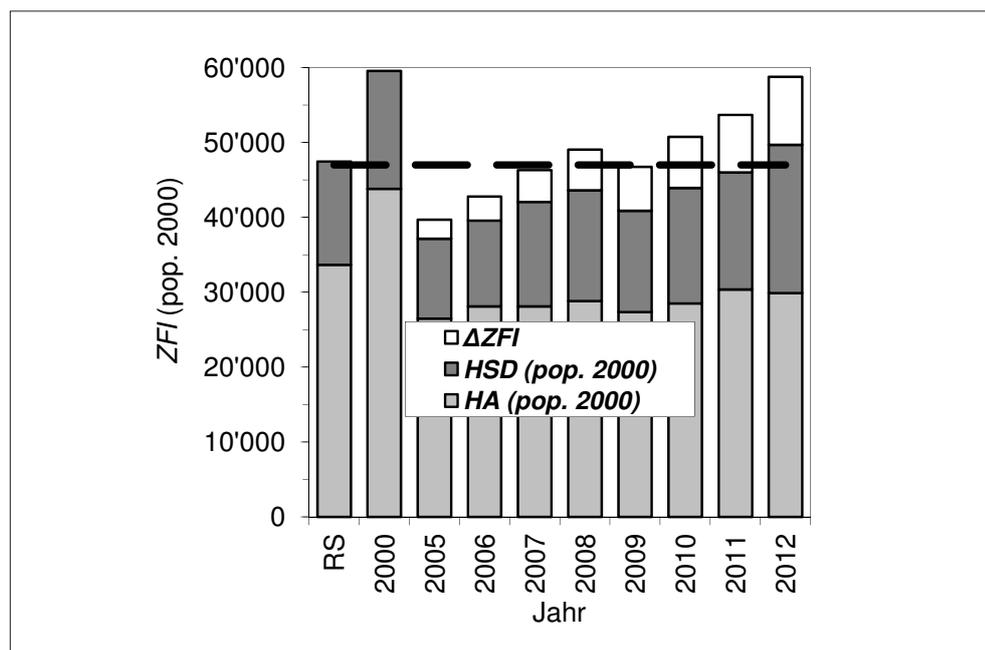
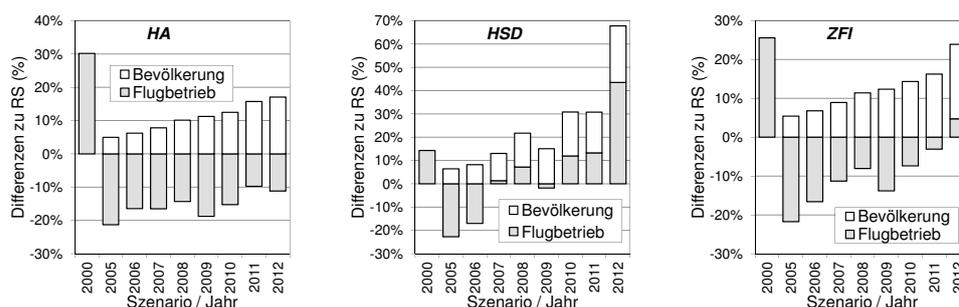


Abbildung 6
Der ZFI als Summe der HA und HSD für das Referenzszenario sowie die Jahre 2000 und 2005–2012, basierend auf den Bevölkerungsdaten des Jahres 2000 (pop. 2000), und Differenzen (Δ ZFI) zu den offiziellen Werten, basierend auf den Bevölkerungsdaten der entsprechenden Jahre. Die fette gestrichelte Linie entspricht dem Richtwert (47'000 Personen)

Bevölkerungsentwicklung um den Flughafen Zürich jedes Jahr um 1–2%, wie die Sensitivitätsanalysen der letzten Jahre zeigten. Diese Kompensation ist auf eine günstige (d.h. den ZFI vermindern) Entwicklung des Flugbetriebs zurückzuführen. Die Kompensation des Bevölkerungswachstums durch den Flugbetrieb in den letzten Jahren wurde im Folgenden detaillierter untersucht.

Abbildung 7 zeigt die relativen Veränderungen in den HA, den HSD und im ZFI zwischen dem Referenzszenario und den Jahren 2000 und 2005–2012, welche durch das Bevölkerungswachstum (ΔZFI in Abbildung 6) sowie durch die Entwicklung im Flugbetrieb verursacht wurden. Letztere ergeben sich als verbleibende Differenz zu den offiziellen ZFI-Werten in Abbildung 6 (= HA + HSD [pop. 2000] + ΔZFI) zwischen dem Referenzszenario und den entsprechenden Jahren. Der ZFI des Jahres 2000 war 26% grösser als der des Referenzszenarios. Diese Differenz ist ausschliesslich auf den Flugbetrieb zurückzuführen, denn das Jahr 2000 und das Referenzszenario beruhen auf den Bevölkerungsdaten des Jahres 2000. Für den Tag (HA) der nachfolgenden Jahre kompensierte die Entwicklung des Flugbetriebs das Bevölkerungswachstum mehr als vollständig (2005–2010) oder teilweise (2011–2012). In der Nacht (HSD) hingegen ist eine solche Kompensation nur für die Jahre 2005, 2006 und 2009 nachgewiesen. In den anderen Jahren erhöhte die Entwicklung des Flugbetriebs die HSD sogar. Insbesondere im Jahr 2012 war der Flugbetrieb dem ZFI abträglich und erhöhte die HSD deutlich stärker als das Bevölkerungswachstum. In der Summe von HA und HSD (ZFI) vermochte der Flugbetrieb das Bevölkerungswachstum seit 2000 in den Jahren 2008, 2010 und 2011 nicht vollständig zu kompensieren und trug im Jahr 2012 sogar zum Wachstum des ZFI bei. Dementsprechend wurde in diesen Jahren der Richtwert überschritten, im Jahr 2012 besonders deutlich (Abbildung 6). Die positive, den ZFI vermindern Flugbetriebsentwicklung seit dem Jahr 2000 wurde somit über die Jahre schrittweise verringert und ist im Jahr 2012 nicht mehr feststellbar. Am Tag ist die Flugbetriebsentwicklung noch etwas günstiger, in der Nacht deutlich ungünstiger und insgesamt, d.h. bezüglich des ZFI, etwas ungünstiger als im Jahr 2000.

Abbildung 7
Einfluss der Änderungen in der Bevölkerung und im Flugbetrieb zwischen dem Referenzszenario (RS) und den Jahren 2000 und 2005–2012 auf den ZFI: Differenzen (in %, relative zu den Werten des RS) in den HA, HSD und dem ZFI



4.2 Reduktion des Lärms an der Quelle

Übergeordnete Entwicklung:

Nachgeführtes Berechnungsmodell der Fluglärmbelastungen

Das für die Berechnung der Fluglärmbelastungen verwendete Programm «FLULA2» der EMPA ist für komplexe Betriebsszenarien, insbesondere die Berechnung von Jahresbelastungen, ausgelegt. Immer wichtiger werden jedoch akustische Optimierungen neuer (lärmgünstiger) An- und Abflugverfahren. Für Letztere kann «FLULA2» jedoch nur sehr gro-

be Schätzungen liefern. An der EMPA wird deshalb ein neues Berechnungsmodell «sonAIR»¹⁶ entwickelt, das insbesondere die Akustik lärmgünstiger An- und Abflugverfahren detailliert abbildet. Zudem werden die akustischen Emissionsdaten durch eine Neuvermessung der in der Schweiz verkehrenden Flugzeugtypen (insb. solcher mit neuer Triebwerkstechnologie) verbessert, sodass die Quelldatenbank aktualisiert wird. Diese Daten werden in Zukunft auch die Grundlage für die Berechnung des ZFI-Monitoringwerts bilden. Der Kanton Zürich unterstützt daher zusammen mit den Flughafentnern dieses Vorhaben auch finanziell. Das Projekt wurde am 17. April 2013 gestartet und soll Ende 2015 seinen Abschluss finden.

4.2.1 Analyse

Flottenmix

Gemäss der Sensitivitätsanalyse der EMPA machen die Veränderungen in der Zusammensetzung und im Einsatz der in Zürich verkehrenden Flugzeugflotte (Flottenmix) zusammen mit den rückläufigen Bewegungszahlen den grössten Anteil an der Abnahme des ZFI zwischen 2000 und 2012 aus. Durch den grossen zeitlichen Abstand der beiden Betriebsjahre werden mittlerweile zwei sehr unterschiedliche Betriebssituationen verglichen, welche die Sensitivitätsuntersuchung erschweren.

Über sämtliche Flugzeugtypen betrachtet nahm die von der Flottenzusammensetzung verursachte Schallenergie zwischen 2000 und 2012 um 26% (Tag) resp. 16% (Nacht) ab. Die Sensitivitätsanalyse der EMPA zeigt, dass der ZFI in diesem Zeitraum infolge der Veränderungen im Flottenmix um 7% abgenommen hat (Tabelle 7). Interessant sind in diesem Zusammenhang die gegenläufigen Effekte: Einer Abnahme der HA am Tag (-21%) steht eine markante Zunahme der HSD in der Nacht (+26%) gegenüber. Dies ist vor allem der Effekt der im Vergleich zu den Vorgängermodellen schlechter steigenden A340-300 der SWISS.

Flugzeugflotte	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
2012	2012	35 660	23 124	58 785
2000	2000	45 189	18 308	63 498
Veränderung	absolut	-9529	+4816	-4713
	prozentual	-21%	+26%	-7%

Tabelle 7
Effekte der Veränderungen
in der Flottenzusammensetzung
2000–2012 auf den ZFI.

Bezüglich Lärmemissionen umfasst der Flottenmix am Flughafen Zürich zum grössten Teil Flugzeugtypen, die dem modernsten Stand der Technik entsprechen. Die grösste Umflotung fand in den Jahren 2003 und 2004 statt, als die SWISS ihre Langstreckenflugzeuge vom Typ MD-11 durch die A340-300 ersetzte.

¹⁶ Die bereits verfügbaren Modelle sonRAIL und sonROAD sind Berechnungs- und Analysemodelle für Schienen- und Strassenlärmbelastungen, die auf dem neuesten Stand der Forschung sind und physikalische Abbildungen der Lärmsituation in höchster Qualität liefern. Sie sind unter dem Patronat des Bundesamtes für Umwelt der Schweiz (BAFU) in Zusammenarbeit mit den Forschungsinstituten der EMPA und der Technischen Universität Berlin entwickelt worden.

Die Veränderungen in der Zusammensetzung und im Einsatz der Flugzeugflotte machen zusammen mit den rückläufigen Bewegungszahlen den grössten Anteil an der Abnahme des ZFI zwischen 2000 und 2012 aus.

Die Veränderung der Flugzeugflotte führte zwischen 2011 und 2012 zu einer Erhöhung des ZFI um rund 1%, wobei die Zunahme am Tag (HA) gegenüber dem Vorjahr etwas kleiner als in der Nacht (HSD) ausfiel.

Tabelle 8
Effekte der Veränderungen in der Flottenzusammensetzung 2011 – 2012 auf den ZFI.

Flugzeugflotte	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
2012	2012	35 660	23 124	58 785
2011	2011	35 541	22 489	58 030
Veränderung	absolut	+119	+635	+755
	prozentual	+0.3%	+2.8%	+1.3%

4.2.2 Stand der Massnahmen

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 2012 waren der wichtigste Grund dafür, dass der vom Flugbetrieb verursachte Teil des ZFI (Flugbetriebsindex) deutlich zurückgegangen ist. Der technische Fortschritt wird in den zukünftigen Erneuerungszyklen voraussichtlich weiter zur Verbesserung der Fluglärmsituation und damit zur Verringerung des ZFI beitragen. Eine möglichst frühzeitige Ausflottung älterer bzw. lauterer Flugzeugtypen ist unbedingt anzustreben. Die bereits beschlossene Ablösung der Regionalflotte der SWISS (geplante Inbetriebnahme der ersten Flugzeuge des Bombardier CSeries ab 1. Quartal 2015) und die Entwicklung neuer, zweistrahliger Langstreckenflugzeuge öffnen voraussichtlich Perspektiven für weitere Reduktionen der Fluglärmbelastung gegen Ende des laufenden Jahrzehnts. So verspricht der Bombardier CSeries gegenüber dem AVRO RJ100 bis zu 50% weniger Lärm und bis zu 25% weniger CO₂-Ausstoss. Der vermehrte Einsatz zweistrahliger Langstreckenflugzeuge wird auch durch ihre im Vergleich zu vierstrahligen Modellen (v.a. gegenüber dem Airbus A340) bessere Steigleistung zu einer Lärmentlastung führen. Einen ersten Schritt in diese Richtung wird die SWISS ab 2016 unternehmen, wenn sie die ersten sechs A340-300 durch zweistrahlige Boeing 777-300ER ersetzen wird. Auch die langfristig anstehende Erneuerung der A320-Familie durch die entsprechenden Nachfolgemodelle wird sowohl für die Bevölkerung als auch für den ZFI Verbesserungen bringen.

Lärmgebühren

Der Flughafen Zürich erhebt seit 1980 Lärmgebühren mit dem Ziel, lärmgünstigere Flugzeugflotten zu fördern. Die Klasse 1 beinhaltet die lautesten, die Klasse 5 die lärmgünstigsten Flugzeugtypen. So werden Anreize zum Einsatz von lärmgünstigen Flugzeugen geschaffen. Durch die progressive Ausgestaltung der Lärmgebühren in der Nacht werden die Fluggesellschaften zudem motiviert, Nachtflüge möglichst früh in der Nacht abzuwickeln. Die Lärmgebühren fliessen nicht in die Kasse der FZAG, sondern werden dem Airport Zurich Noise Fund (AZNF) gutgeschrieben und für Lärmschutzmassnahmen eingesetzt.

Diese eben genannten Umstände in der Flottenerneuerung sind von grundlegender Bedeutung für die Festlegung der lärmabhängigen Landegebühren am Flughafen Zürich. Len-

kungsmassnahmen 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 regelmässig hier verkehrenden Fluggesellschaften lärmgünstige Flugzeuge beschaffen und einsetzen.

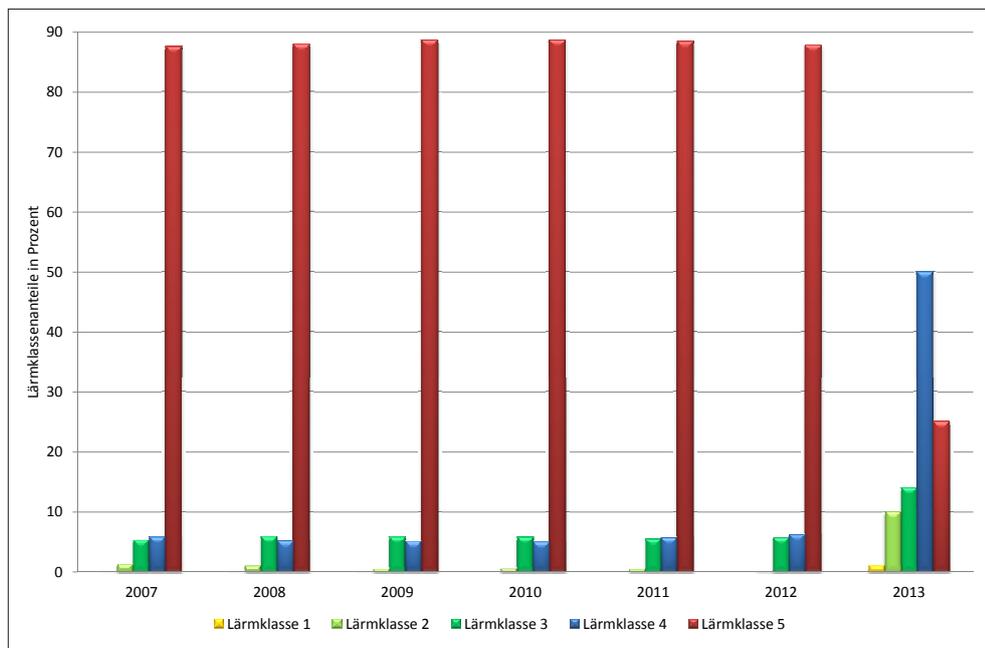


Abbildung 8
 Prozentuale Verteilung der in Zürich verkehrenden Flugzeuge pro Lärmklasse (Quelle: Flughafen Zürich AG; 2013 Prognose AFV, Inkraftsetzung neues Modell per 1. Mai 2013)

Das Zürcher Lärmgebührenmodell (es wird auch in Genf, Bern, Lugano, Samedan und Sitten angewendet) ist dynamisch zu verstehen, d.h. es muss in regelmässigen Abständen überprüft und dem jeweiligen Stand der Technik angepasst werden. Die letzte Anpassung des Lärmgebührenmodells war im Jahr 2000 erfolgt, sodass 2012 rund 90% der Bewegungen mit Flugzeugen der gebührenfreien Klasse 5 abgewickelt wurden.

Als Folge des Bundesgerichtsurteils vom 22. Dezember 2010 zum vorläufigen Betriebsreglement des Flughafens Zürich hat die FZAG ihre auf 2013/15 geplante Revision der Lärmgebühren (siehe ZFI-Bericht 2009, S. 32) zeitlich vorgezogen und per 1. Mai 2013 in Kraft gesetzt. Die FZAG hat bei der Überarbeitung des Lärmgebührenmodells die Vorgaben des Bundesgerichts berücksichtigt. So müssen inskünftig rund 50% aller Flugzeuge Lärmgebühren bezahlen. Zudem werden die Tagesrandstunden teurer, um eine gewisse Lenkungswirkung zu erzielen. Die FZAG hielt sich dabei an das bestehende System, nahm aber eine Neueinteilung der Flugzeugtypen auf dem Modell der bestehenden Lärmklassen vor. Damit sollen frühzeitig Anreize für die Beschaffung und den Einsatz lärmgünstiger Modelle geschaffen werden. Das neue Gebührenmodell wurde Ende September 2011 der Öffentlichkeit vorgestellt. Als Sofortmassnahme wurden zudem mit Beginn Sommerflugplan 2011 die Lärmgebührensätze der Tages- und Nachtzeit (bis 23.00 Uhr) für die lautesten Flugzeugtypen, d.h. jene der bisherigen Lärmklassen 1 und 2, markant erhöht.

4.3 Raumplanerische Massnahmen

4.3.1 Analyse

Einfluss der Bevölkerungsentwicklung

Gemessen am zivilrechtlichen Wohnsitz ist die Bevölkerung im ganzen Kanton Zürich zwischen 2011 und 2012 um 1,1% gewachsen. In Bezug zum Vorjahr verzeichnete die Region Furttal mit 2,2% das weitaus stärkste Wachstum, gefolgt von der Region Limmattal mit 1,9%. Die in den Vorjahren mit Abstand führende Region Glatttal ist dieses Jahr um «nur» 0,9% gewachsen. Neben verschiedenen Gemeinden im Kanton trugen auch die nördlichen Aussenquartiere der Stadt Zürich mit dem rasanten Wachstum der letzten Jahre zum Anstieg des ZFI bei. So wuchs beispielsweise die Bevölkerung von Seebach seit 2000 um 22% und seit 2007 um 8%. Die Bevölkerung von Affoltern wuchs gar seit 2000 um 25% resp. um 17% seit 2007 (Quelle: Kantonale Bevölkerungsstatistik). Die Anzahl ZFI-Betroffener nahm seit 2007 in Affoltern um 30% zu, in Seebach um 22% (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI im Jahre 2012)», Dübendorf, 25. Oktober 2013, S. 53, Ziff. 9.7).

Tabelle 9

Bevölkerung im Kanton Zürich bzw. im Untersuchungsgebiet des ZFI in den Jahren 2000 sowie 2007 bis 2012.

Dargestellt werden ebenso die Flächen der Untersuchungsgebiete wie auch die Anzahl Personen pro km² Fläche innerhalb der Untersuchungsgebiete.

	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Δ% seit 2000
Bevölkerung im Kanton Zürich nach wirtschaftlichem Wohnsitz								
Wohnsitz	1 247 906	1 328 526	1 348 660	1 365 038	1 379 532	1 416 631	1 426 194	14%
Veränderung zum Vorjahr	—	1.6%	1.5%	1.2%	1.1%	2.7%	0.7%	—
Bevölkerung im jeweiligen Untersuchungsgebiet (UP)								
am Tag	497 616	397 500	409 586	396 920	411 710	443 362	438 624	- 12%
in der Nacht	240 627	240 966	247 505	240 724	262 942	261 282	328 687	37%
Fläche des Untersuchungsgebietes (km²)								
am Tag	703.0	455.7	456.0	439.9	457.4	479.7	477.5	- 32%
in der Nacht	555.2	453.8	443.5	430.1	463.5	455.6	547.4	- 1%
Bevölkerungsdichte UP (Personen/km²)								
am Tag	708	872	898	902	900	924	919	30%
in der Nacht	433	531	558	560	567	573	600	39%

Tabelle 9 zeigt, dass die Anzahl Personen pro km² Fläche innerhalb des Untersuchungsgebiets praktisch ausnahmslos Jahr für Jahr ansteigt. Die Bevölkerungsdichte in der Nacht beträgt rund zwei Drittel der Bevölkerungsdichte tagsüber. Dies ist Ausdruck des lärmgünstigen Ostanflugkonzepts (siehe Anhang Ziff. 5.4), wie es abends praktiziert wird. Nachstehende Tabelle 10 schliesslich zeigt das Bevölkerungswachstum von rund 1,5% innerhalb der ZFI-Untersuchungsperimeter 2012 Tag (HA) und Nacht (HSD).

Bevölkerung	Untersuchungs- perimeter (UP)	Anzahl Personen im UP Tag (6–22 Uhr)	Anzahl Personen im UP Nacht (22–6 Uhr)
2012	2012	438 624	328 687
2011	2011	431 648	324 888
Veränderung	absolut	6976	3800
	prozentual	1,6%	1,2%

Tabelle 10
Veränderungen der Bevölkerung
innerhalb der Untersuchungs-
perimeter (UP) 2012 von 2011 zu
2012.

Diese Zunahme der Bevölkerung zwischen 2011 und 2012 führte, bezogen auf die Fluglärmbelastung 2012, zu einer Zunahme der HA, HSD und des ZFI um je rund 1%.

Bevölkerung	Belastung	HA	HSD	ZFI
2012	2012	35 660	23 124	58 785
2011	2011	35 183	22 901	58 083
Veränderung	absolut	478	224	701
	prozentual	1%	1%	1%

Tabelle 11
Effekte der Veränderungen in der
Bevölkerung 2011–2012 auf den
ZFI.

Bevölkerungsentwicklung in der Flughafenregion

Gemäss § 5 Abs. 1 ZFI-VO ist die die Besiedlungs- und Nutzungsentwicklung in der Flughafenregion auf der Grundlage des Bevölkerungsindex periodisch zu analysieren, wobei auch Wanderungsbewegungen der Wohnbevölkerung zu berücksichtigen sind. Die diesbezügliche Untersuchung des Statistischen Amtes gelangt zu folgenden Ergebnissen und Erkenntnissen:

Die Abgrenzungslinie (AGL)¹⁷, also jener Bereich, innerhalb welchem der Immissionsgrenzwert¹⁸ der Empfindlichkeitsstufe ES II der Lärmschutzverordnung des Bundes überschritten wird, umreisst ein Gebiet mit (2012) 77 200 Einwohnern und umfasst somit 5,4% der Kantonsbevölkerung. Von 2005 bis 2012 hat sich die Bevölkerung innerhalb der AGL um 11 400 erhöht. Am höchsten war die Zunahme im Jahr 2008 mit 3200 Personen. 2012 wuchs die Bevölkerung innerhalb der AGL um 960 Personen, dem zweitiefsten Wert seit 2006. Mit 1,3% ist die Wachstumsrate aber immer noch überdurchschnittlich im Vergleich mit dem gesamten Kantonsgebiet (1,1%).

Innerhalb der AGL wuchs seit 2005 Opfikon am stärksten. Die Fertigstellung der ersten Etappe des Glattparks hatte zwischen 2005 und 2011 zu einem Anstieg der Einwohnerzahl um fast 3400 Personen geführt, d.h. rund 30% der Bevölkerungszunahme innerhalb der AGL entfällt auf dieses neue Quartier. Im Berichtsjahr 2012 fiel das Bevölkerungswachstum von Opfikon unter 100 Personen. Die Wachstumsabschwächung ist temporärer Natur, denn im Glattpark ist die zweite Etappe in Entstehung, wodurch in den nächsten Jahren nochmals über 2000 Bewohner zuziehen werden. Am höchsten war die Bevölkerungszunahme innerhalb der AGL im Jahr 2012 in Kloten mit 180 Personen. Auch in Höri, Bülach, Niederhasli und Rümlang werden über 100 zusätzliche Einwohner in der AGL gezählt.

¹⁷ Definition der Abgrenzungslinie siehe: Sachplan Infrastruktur Luftfahrt, Objektblatt Flughafen Zürich vom 26. Juni 2013, Kapitel Festlegungen Ziff. 4. Die Abgrenzungslinie umfasst ein anderes Gebiet als die jeweiligen ZFI-Untersuchungsperimeter Tag/Nacht, ist aber im Gegensatz zu den jährlich veränderlichen ZFI-Untersuchungsperimetern räumlich stabil.

¹⁸ Definition des Immissionsgrenzwertes (IGW) siehe: Lärmschutzverordnung des Bundes (SR 814.41)

Im Jahr 2012 zogen 9660 Personen in das Gebiet der AGL hinein, während 9140 wegzogen¹⁹. Die Zahl der Zuzüge korreliert stark mit der Bautätigkeit und lag in den letzten Jahren immer in einer ähnlichen Grössenordnung (2009: 9700, 2010: 8820, 2011: 9950).

Kontinuierlichen Aufwärtstrend zeigt hingegen die Zahl der Wegzüge, sie stieg von 8400 (2009) über 8560 (2010) und 9070 (2011) auf 9140. Die Umzugsneigung resp. der Anteil der Wegzüge an der Gesamtbevölkerung innerhalb der AGL liegt bei 11,8%²⁰, das heisst innert eines Jahres zieht etwas mehr als ein Zehntel der Bevölkerung aus.

Die Umzugsneigung hängt stark mit der Wohnsituation und dem Eigentumsanteil zusammen. Verglichen mit dem übrigen Agglomerationsraum ist die Wegzugsquote innerhalb der AGL leicht höher, aber tiefer als in der Stadt Zürich.

Es fällt allerdings auf, dass einige Flughafengemeinden eine tendenziell hohe Umzugsneigung haben. So weisen Opfikon, Rümlang und Wallisellen Wegzugsquoten von 13% und mehr auf. Unter den Gemeinden mit mindestens 2000 Einwohnern innerhalb der AGL ist die Wegzugsquote in Höri mit 8% am niedrigsten.

4.3.2 Stand der Massnahmen

Teilrevision des kantonalen Richtplans, Kapitel 4.7.1 «Flughafen Zürich»

Gestützt auf § 3 Abs. 6 des Flughafengesetzes haben sich die Massnahmen zur Verringerung des ZFI nach den Ursachen zu richten. Für die Massnahmenplanung sind der Flugbetriebsindex und der Bevölkerungsindex deshalb von wesentlich grösserer Bedeutung als der ZFI-Monitoringwert. Wie mehrfach dargelegt, wächst die Bevölkerung rund um den Flughafen Zürich deutlich stärker als im kantonalen Durchschnitt. Das überdurchschnittliche Bevölkerungswachstum ist einer der zentralen Treiber des ZFI.

Es wäre jedoch unverhältnismässig und raumordnungspolitisch kontraproduktiv, das Bevölkerungswachstum in der Flughafenregion quantitativ einzuschränken. Die Vorlage für die Teilrevision des kantonalen Richtplans, Kapitel 4.7.1 «Flughafen Zürich», die zurzeit noch durch den Kantonsrat bzw. seine Kommissionen behandelt wird, legt das Schwergewicht vielmehr darauf, die Siedlungs- und Wohnqualität in der Flughafenregion zu verbessern. Das geschieht durch Auflagen bei Neubauten und durch planerische und finanzielle Massnahmen vor allem im Wohnbaubestand. Innerhalb des Gebiets mit Überschreitungen des Immissionsgrenzwerts für Wohnzonen sollen nur noch in zentral gelegenen, sehr gut erschlossenen Lagen zusätzliche Wohnnutzungspotenziale geschaffen werden. Trotzdem werden die bestehenden Nutzungsreserven dazu führen, dass die Bevölkerung, der Bevölkerungsindex und schliesslich auch der ZFI-Monitoringwert weiter zunehmen werden.

¹⁹ Als Zuzüge wurden folgende Bewegungen interpretiert: Personen am Jahresende 2012, die 2011 noch nicht in der Gemeinde anwesend waren, abzüglich Geburten, sowie Personen, die bereits 2011 in der Gemeinde wohnten, aber den Wohnsitz um mindestens 100 Meter verschoben. Diese Mindestdistanz verhindert, dass leichte Verschiebungen der Geokoordinaten in den Datensätzen irrtümlicherweise als Migration interpretiert werden.

Umgekehrt gelten folgende Bewegungen als Wegzüge: Personen, die Ende 2011 noch in der Gemeinde wohnten, aber Ende 2012 nicht mehr, abzüglich Sterbefälle, sowie Personen, die auch 2012 noch in der Gemeinde wohnten, aber den Wohnsitz um mindestens 100 Meter verschoben.

²⁰ Die Migrationsneigung wird als Anteil der Wegzüge an der Gesamtbevölkerung berechnet. Die Zahl der Zuzüge ist zu einem grossen Teil abhängig von der Bautätigkeit im Untersuchungsgebiet.

Die Berechnungsformel für den ZFI, wie sie im Anhang zur ZFI-VO festgelegt ist, ist geeignet, die Qualität der Siedlungsentwicklung teilweise zu berücksichtigen. Die Berechnungsformel trägt den durch einen hochwertigen Schallschutz in der Nachtzeit verringerten Schlafstörungen Rechnung. Über die Wirksamkeit eines hochwertigen Schallschutzes mit Bezug auf die Störungswirkung wurde im vorliegenden ZFI-Bericht 2012 ausführlich berichtet²¹. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich damit langfristig die Anzahl der durch Fluglärm in der Nacht stark gestörten Personen (HSD) um rund 66 Prozent vermindern lässt. Auf diese Weise bildet der ZFI im Verlauf der Zeit die Fortschritte in der Raumordnungspolitik teilweise ab.

Zumindest kurzfristig kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass dadurch die treibende Kraft des Bevölkerungswachstums auf den ZFI-Monitoringwert kompensiert werden kann. Diese Einschätzung darf gemäss § 3 Abs. 6 des Flughafengesetzes nicht dazu führen, den entsprechenden Handlungsbedarf dem Flughafen zu überbinden. Für die dortigen Massnahmen ist der Flugbetriebsindex massgebend.

Förderprogramm «Wohnqualität Flughafenregion»

Das Förderprogramm «Wohnqualität Flughafenregion» (www.wohnqualitaet.zh.ch) bildet eine wichtige Massnahme im Sinne der beschriebenen Raumordnungspolitik. Der Regierungsrat hat die rechtlichen Grundlagen dafür mit dem Neuerlass der ZFI-Verordnung am 7. Dezember 2011 gelegt. Nach einer Vorbereitungsphase wurde das Programm Ende 2012 gestartet. Ziel des Förderprogramms ist es, dass bei der Erneuerung oder beim Ersatz von bestehenden Wohnbauten in der Flughafenregion Massnahmen für einen hochwertigen Schallschutz getroffen werden.

Der hochwertige Schallschutz umfasst:

- bei Ersatzneubauten oder wesentlichen Änderungen von Gebäuden den passiven Schallschutz der Gebäudehülle gemäss den erhöhten/verschärften Anforderungen nach der SIA-Norm 181 des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins;
- bei Gebäudesanierungen mindestens die Anforderungen der Lärmschutz-Verordnung (LSV) für Schallschutzmassnahmen an bestehenden Gebäuden (Art. 15 und Anhang 1 LSV);
- die Einrichtung einer Komfortlüftung mit Zu- und Abluft sowie Wärmerückgewinnung.

Langfristiges Ziel des Förderprogramms «Wohnqualität Flughafenregion» ist, dass alle Wohngebäude in der Flughafenregion über einen hochwertigen Schallschutz verfügen.

²¹ Siehe Bericht der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPaa), Dübendorf, «Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2012, Einfluss erhöhter/verschärfter Schallschutzanforderungen der SIA-Norm 181 auf den ZFI», Bericht-Nr. 5'214'001'738-3 vom 25. Oktober 2013 (www.afv.zh.ch/zfi).

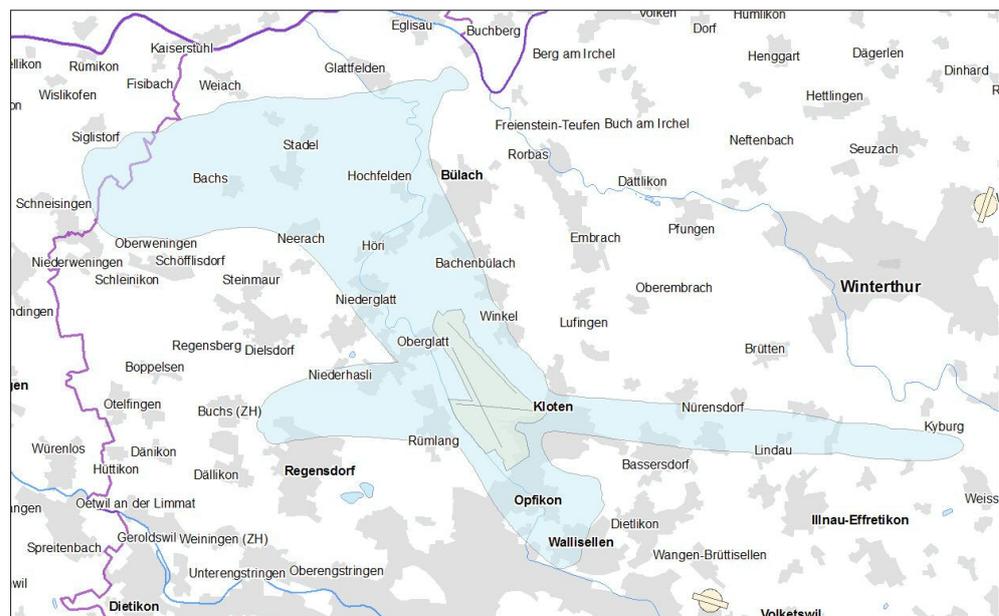
Das Förderprogramm «Wohnqualität Flughafenregion» umfasst für die betroffenen Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer Förderbeiträge:

- an eine kombinierte Schallschutz- und Energieberatung;
- an schalltechnische und energetische Gebäudesanierungen;
- an den Ersatz von bestehenden Wohnbauten durch minergiezertifizierte Neubauten.

Die Förderbeiträge des Kantons werden aus dem Flughafenfonds finanziert. Der Fonds wurde mit dem Erlös geöffnet, den der Kanton aus der Vonselbstständigkeit des Flughafens 2001 erzielt hatte. Das Programm beansprucht keine Steuergelder.

Die Fördermassnahmen greifen bei Wohnliegenschaften in Gebieten, in denen der Betrieb des Flughafens Zürich zu einer Lärmbelastung über dem Immissionsgrenzwert führt.

Abbildung 9
Gebiet der Flughafenregion
gemäss dem Entwurf zur Revision
des kantonalen Richtplans.
Der hellblaue Bereich markiert
das Gebiet innerhalb der Abgren-
zungslinie (AGL)



In besonderen Fällen – vor allem zwecks Abstimmung mit dem Schallschutzprogramm des Flughafens Zürich («Programm 2010») – können auch weitere Liegenschaften im Grenzbe-
reich als förderberechtigt anerkannt werden. Neben dem «Programm 2010» ist das Förder-
programm «Wohnqualität Flughafenregion» auch mit den laufenden Förderprogrammen im
Energiebereich (Gebäudeprogramm von Bund und Kantonen, «starte! – jetzt energetisch
modernisieren») abgestimmt, mit dem Ziel Synergien auszuschöpfen. Der ZFI-Bericht 2013
wird ausführlich über den Stand des Förderprogramms berichten.

Nachweis der Lärmbelastung

Mit der Verabschiedung des SIL-Objektblatts Flughafen Zürich am 26. Juni 2013 hat der
Bundesrat, gestützt auf Bundesrecht, die Regeln für die Überwachung des Lärms festgelegt:
Demnach hat die Flughafenhalterin jährlich die vom Flugbetrieb verursachte Fluglärmbelastung
auszuweisen und zu analysieren. Die im Verfahren zum Betriebsreglement bewilligte
zulässige Lärmbelastung ist grundsätzlich einzuhalten. Allfällige Überschreitungen der zuläs-

sigen Lärmbelastung sind zu begründen und es sind Massnahmen aufzuzeigen, wie diese Überschreitungen künftig vermieden werden können.

Steht fest oder ist zu erwarten, dass die Lärmimmissionen die zulässige Belastung auf Dauer (3 Jahre oder mehr) wesentlich (1 dB [A] oder mehr) überschreiten, treffen die zuständigen Bundesstellen die zur Verminderung der Lärmbelastung notwendigen Massnahmen. Als Grundlage dazu unterbreitet die Flughafenhalterin den Bundesstellen innerhalb von 9 Monaten nach Abschluss der Lärmerhebungsperiode eine Situationsanalyse und einen Massnahmenvorschlag.

Die Bundesstellen setzen die interessierten Kantone sowie die betrieblich betroffenen Organisationen über die Ergebnisse der Situationsanalyse in Kenntnis und konsultieren sie zu den Massnahmen zur Lärmverminderung.

Zwar bestimmt der SIL, dass kantonale Systeme zur Überwachung der Lärmbelastung nur der kantonsinternen Meinungsbildung dienen und für den Bund nicht verbindlich seien. Entscheidend ist jedoch, dass die Flughafenhalterin gegenüber dem Bund rechenschaftspflichtig ist und dass die betroffenen Kantone zu allfällig notwendig werdenden Massnahmen konsultiert werden. Weil Lärmberechnungen gemäss Lärmschutz-Verordnung und Berechnungen des ZFI deutlich konvergieren, ist daraus auch eine Verbesserung des ZFI möglich.

4.4 Lärmoptimierte Betriebsverfahren

4.4.1 Analyse

An- und Abflugrouten²²

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), hatten deutliche Auswirkungen auf den HA- und den HSD-Perimeter. Als Folge der Anpassungen im Luftraum, die wegen der deutschen Restriktionen nötig wurden, wurden zudem neue Instrumentenanflugverfahren auf die Pisten 28 und 34 eingeführt, die zu einer Verschiebung des ZFI-Untersuchungsperimeters im Osten und im Süden des Flughafens führten (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index [ZFI] im Jahre 2012», Dübendorf, 25. Oktober 2013, S. 31, Ziff. 8.3, Karten 5 und 6).

Die Anzahl der Anflüge von Osten und Süden, die wegen der einseitig verfügbaren Sperrzeiten über Süddeutschland erforderlich sind, blieb im Berichtsjahr im Rahmen der Vorjahre in etwa konstant. Die etwas höhere Anzahl Südanflüge beruht auf häufigen Bisenlagen im Jahr 2012.

Anzahl sperrzeitenbedingter Anflüge	2007	2008	2009	2010	2011	2012
aus Osten	13 500	13 200	12 300	13 300	13 800	13 500
aus Süden	11 200	11 600	11 000	11 400	10 300	12 000

Tabelle 12
Anflüge während der Sperrzeiten über Süddeutschland 2007–2012 (absolute Zahlen auf hundert gerundet; Quelle: Amt für Verkehr)

²² 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.

Tabelle 13
Effekte der Veränderungen der
Routenbelegungen 2010–2012
auf den ZFI.

Routenbelegung	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
2012	2012	35 660	23 124	58 785
2011	2011	35 747	21 750	57 497
Veränderung	absolut	-87	+1375	+1287
	prozentual	+0%	+6%	+2%

Die Routenbelegung – darunter ist die Zahl der Starts und Landungen auf den einzelnen Pisten zu verstehen – veränderte zwischen 2011 und 2012 den ZFI um 2%, der HSD-Wert stieg deutlich um 6% (siehe Tabelle 13 sowie im Anhang unter Ziff. 5.5). So sind bei den Boeing B777 nach 21 Uhr bis Betriebsschluss 2012 fast 50% mehr Flugzeuge gestartet als noch 2011. Auch bei den A330/A340 wurden 2012 rund 27% mehr Starts als 2011 von 21 Uhr bis Betriebsschluss verzeichnet. Bei den eben genannten Werten handelt es sich um Grössenordnungen einer Stichprobenanalyse der Monate Juni/Juli.

Am 30. Juni 2011 trat die im vorläufigen Betriebsreglement für den Nachtbetrieb festgelegte «Flugfläche-80-Regel»²³ für alle Abflugrouten in Kraft und löste die bis dahin auch in der Nacht auf den meisten Routen ebenfalls geltende «5000-Fuss-Regel» ab. Die abfliegenden Flugzeuge steigen nun nach 22.00 Uhr auf 8000 Fuss, also 3000 Fuss (rund 1000 Meter) höher, bevor sie die Standardabflugroute verlassen dürfen. Diese Massnahme der Bündelung von Flugspuren ist ein wichtiger Schritt in Richtung der von der Flughafen Zürich AG und dem Kanton Zürich geforderten, verbesserten Routeneinhaltung. Für die Flugsicherung führt diese Massnahme allerdings zu einer Erhöhung der Komplexität, da die für eine optimierte Flugverkehrsleitung benötigte Flexibilität eingeschränkt wird.

Wie bereits im Vorjahr führte die FL80-Regel wegen des Konfliktpotenzials mit dem Landekorridor der Piste 28 zu einer starken Belegung der Routen über Nordwesten. Die Belegung der Route N (Bezeichnung der Routen siehe Abbildung 11) schwankt über das Jahr zwischen knapp 60% bis hin zu Spitzenwerten im Juli mit einer Belegung über 80% (Abbildung 10). Vor Einführung der FL80-Regel am 30. Juni 2011 lag die Belegung der Route N bei 40% bis 50%. Flugverbindungen mit Destinationen im Osten wurden neu über eine Westschleife geleitet, um anschliessend über den Flughafen hinweg ihren geplanten Kurs anzusteuern. Im Vergleich zum Jahr 2011 sank die Belegung der Route O um weitere 5%, da die FL80-Regel das ganze Jahr anstatt wie 2011 für ein halbes Jahr in Kraft war. Die Westschleife spiegelt sich auch in der Lärmbelastung wider, wie z.B. der Untersuchungsperimeter für die HSD in zeigt.

²³ Die korrekte Bezeichnung lautet «Flight Level 80 – Regel» (FL80-Regel). In Höhen ab 5000 Fuss erfolgt die Höhenbezeichnungen in sogenannten Flugflächen.

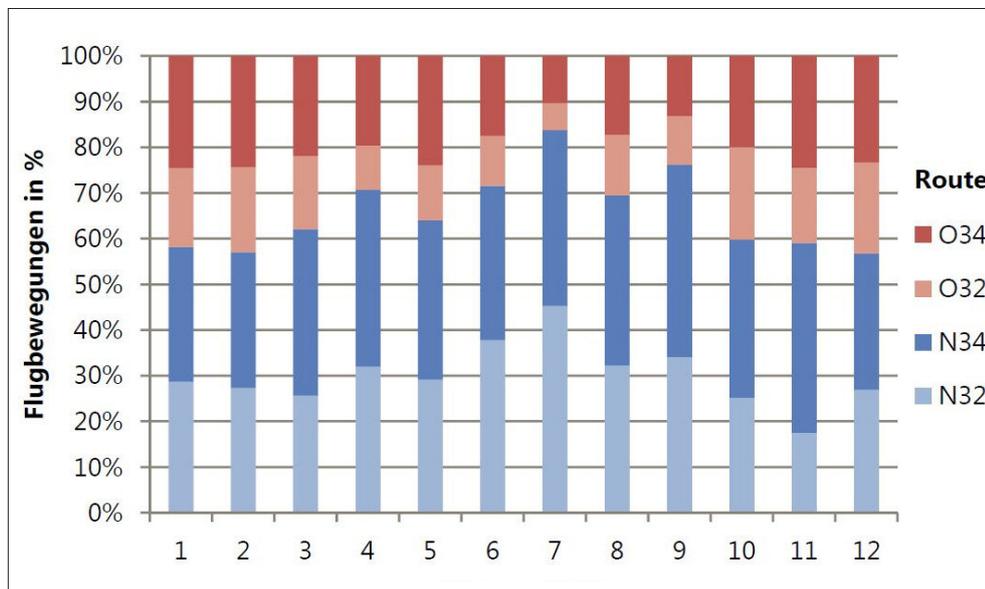


Abbildung 10
Relative Routenbelegung der Abflüge nachts (22–06 h), über die Monate des Jahres 2012. Routen O34 und O32 entsprechen Abflügen auf Route O, N34 und N32 entsprechend Route N (siehe Abbildung 11)

Ebenso fanden zwischen 2011 und 2012 gemäss der Sensitivitätsanalyse der EMPA grosse Veränderungen im Bereich der Fluggeometrien statt, d.h. Veränderungen in Lage und Verlauf der tatsächlichen Flugbahnen im Raum (siehe Tabelle 14).

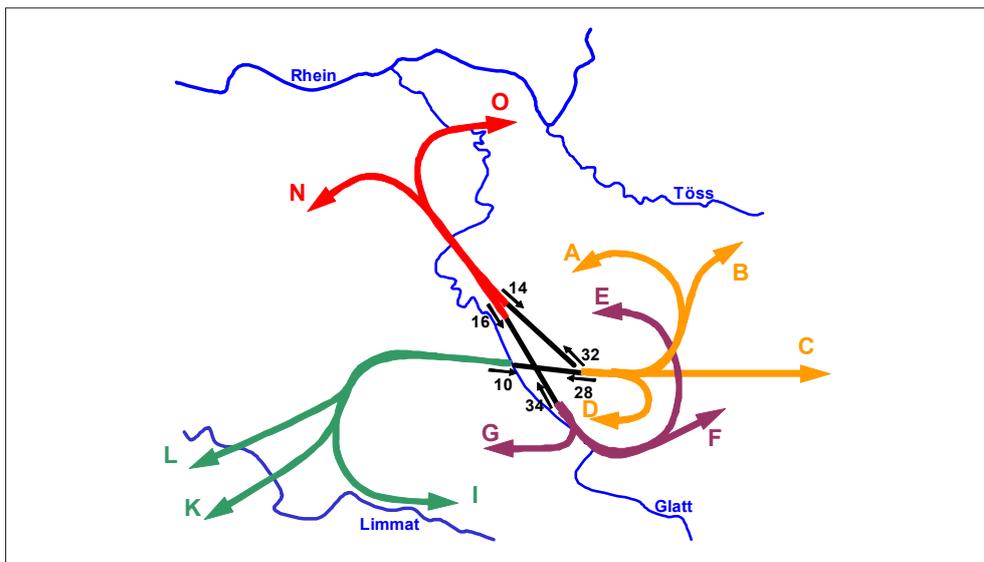
In der Nacht ist durch die ganzjährig angewendete FL80-Regel eine deutlich erhöhte und gewünschte Bündelung der Abflugrouten nach Nordwest und Nordost erkennbar (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index [ZFI] im Jahre 2012, Sensitivitätsbetrachtungen», 25. Oktober 2013, S. 22, Abbildung 4-8). Wohl erhöhen die gebündelten Flugspuren die HSD lokal unter der Abflugroute, seitlich davon kommt es hingegen zu einer gewünschten Abnahme der HSD. Flüge mit Destinationen im Osten wurden verstärkt über die Westschleife geführt und führen daher auch hier lokal zu einer Zunahme der HSD. Durch die Flugspuren der Westschleife, die über den Flughafen hinwegführen, hat sich der HSD-Wert zusätzlich erhöht. Insgesamt ergibt die Sensitivitätsanalyse eine Erhöhung der HSD von 5%. Zum Teil ist diese Erhöhung auf die FL80-Regel zurückzuführen. Die Effekte der Regel wurden detailliert im EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2011, Einfluss der Flight-Level-80-Regel auf den ZFI» untersucht. Unter Berücksichtigung der im SIL-Objektblatt vom 26. Juni 2013 vorgestellten neuen Routen und der angepassten FL80-Regel ergibt weiterhin eine potenziell günstige Wirkung auf den ZFI.

Fluggeometrie	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
2012	2012	35 660	23 124	58 785
2011	2011	35 627	21 992	57 590
Veränderung	absolut	+33	+1162	+1195
	prozentual	+0%	+5%	+2%

Tabelle 14
Effekte der Veränderungen in der Fluggeometrie 2010–2012 auf den ZFI.

Am Tag hat wie bereits im Vorjahr eine neue Version eines Flight-Management-Systems (FMS) des Herstellers Thales zu lokalen Zu- sowie Abnahmen geführt. Eine Analyse der Radardaten zeigte, dass sich dieser sogenannte «Thales-Effekt» auf die laterale Spurführung verschiedener Airbus-Flugzeugtypen auswirkte. Dies konnte im Jahr 2012 nur teilweise behoben werden. Es kommt daher bei den Abflügen ab Piste 10 und ab Piste 16 zu lokalen Differenzen. Bei Abflügen ab Piste 28 führte im Jahr 2012 ein um 0.2 NM verschobener Abdrehpunkt zu einer lokalen Erhöhung nördlich der Routen K und I und der gewünschten Abnahme über dicht besiedeltem Gebiet südlich davon.

Abbildung 11
Schematische Darstellung und Bezeichnung der Abflugrouten und einzelnen Pisten des Flughafens Zürich (Quelle: Flughafen Zürich AG).



Genauer wird die kumulierte Veränderung der Parameter Routenbelegung und Fluggeometrie in der Sensitivitätsanalyse der Fluggeometrien sichtbar (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index [ZFI] im Jahre 2012, Sensitivitätsbetrachtungen», 25. Oktober 2013, S. 18, Ziff. 4.3.3f).

4.4.2 Stand der Massnahmen

Lage der Flugrouten («Fluggeometrie»)

Die Arbeiten für den SIL-Prozess Flughafen Zürich stützen sich auf neue internationale Navigationsstandards mit Satellitenunterstützung, dem sogenannten «Global Navigation Satellite System» (GNSS). Der technische Fortschritt eröffnet Chancen in der Gestaltung der Flugrouten und der Luftraumbewirtschaftung. Die Einführung der ersten Verfahren ist bereits 2011 erfolgt. Die Entwicklung weiterer Verfahren ist für die Jahre 2012–2015 geplant.

Um die Schweizer Luftfahrt durch neue Technologie-Anwendungen weiterzuentwickeln, ist 2009 unter der Federführung des BAZL und der Flugsicherung in Zusammenarbeit mit dem Flughafen Zürich, der Regionalflugplätze, der SWISS, der Luftwaffe und der Rega das firmenübergreifende Koordinations- und Steuerungsprogramm «CHIPS» gestartet worden. Das Programm «CHIPS» dient als Innovationsplattform, um die Einführung neuer Flugverfahren in der Schweiz zu koordinieren und Synergien einzelner Projekte für weitere Vorhaben zu nutzen.

Am 10. März 2011 wurde als erstes «CHIPS»-Projekt auf dem Flughafen Zürich ein satellitengestütztes Anflugverfahren auf Piste 14 erfolgreich eingeführt.

Anhand der erfolgreichen Einführung des GNSS-Anflugs auf die Piste 14 konnte unter Beweis gestellt werden, dass die in CHIPS gewählte Vorgehensweise, die mittels Pilotprojekten (Overlay-Verfahren) neue Technologien einführt und die Verfahren anschliessend weiterentwickelt, zielführend ist. Es hat sich bestätigt, dass die Entwicklung und insbesondere die Einführung neuer Technologien Zeit braucht und nicht überstürzt vor sich gehen kann. Dabei ist stets das Gesamtsystem Flughafen / Flugsicherung im Auge zu behalten.

Ein zweites Projekt, die Einführung sog. «RNAV-Transitions» (Verbindungsrouen zwischen Warteräumen und Endanflug), ist seit über zwei Jahren technisch ausgearbeitet und von den deutschen Behörden (DVO-Anpassung per 16. September 2011) freigegeben. Das BAZL hat am 30. September 2013 die «RNAV-Transitions» auf die Pisten 28 und 34 für drei Jahre befristet bewilligt. Die Verbindungsrouen auf die Pisten 14 und 16 wurden hingegen aufgrund von Verfahrensdifferenzen zwischen Deutschland und der Schweiz nicht bewilligt. Nach deren Einführung ist als Weiterentwicklung vorgesehen, die «RNAV-Transitions» mit einem Vertikalprofil zu ergänzen, dass die bereits heute im Grundsatz angewendete «Continuous Descent Operation-CDO», also ein Anflugverfahren für kontinuierliches, lärmarmes Absinken der Flugzeuge bis zum Endanflug, verbessert und deren Anwendungsbereich ausdehnt.

Am 18. Oktober 2012 wurde als drittes CHIPS-Projekt eine erste «RF(Radius to fix)-Leg»-Abflugroute ab Piste 34 in Richtung Westen in Betrieb genommen: Wie Auswertungen von Radarspuren zeigen, verbessert sich damit die Präzision von vielen Flugzeugen im Kurvenflug deutlich, womit die Streuung der Flugwege und die Lärmbelastung eingegrenzt werden kann. Sie hat vor allem in der ersten Kurve nach dem Start eine geringere Streuung der Flugwege und somit eine reduzierte Lärmverteilung zur Folge, wirkt sich aber auch auf die zweite Kurve noch positiv aus (siehe Abbildung 12 und Abbildung 13). Nach dieser erfolgreichen Einführung werden im Rahmen der Umsetzung der ersten Etappe des SIL-Objektblattes Flughafen Zürich auf Stufe Betriebsreglement weitere Rouen folgen.

Als viertes CHIPS-Projekt begann am 27. Mai 2013 der Bau einer neuen GBAS-Anlage (Ground Based Augmentation System). Durch die auf dem Flughafenareal platzierte GBAS-Bodenstation wird die Integrität und die Genauigkeit des GPS-Signals erhöht. Somit können mit dem GBAS alle Pisten des Flughafens Zürich mit der neuen GNSS-Technologie unabhängig von den herkömmlichen Navigationsanlagen auch bei reduzierten Sichtverhältnissen angefliegen werden. Ab Herbst 2014 sollen im Rahmen einer einjährigen Monitoring-Phase erste Anflüge auf Piste 14 stattfinden; nach erfolgreichem Abschluss wird die Anlage anschliessend für den regulären Betrieb zugelassen.

Das fünfte CHIPS-Projekt beinhaltet die Ausgestaltung des gekrümmten Nordanflugs in Zürich, der als Alternative während der Tagesrandstunden im Zusammenhang mit den Verhandlungen zum Staatsvertrag mit Deutschland zum Einsatz kommen soll.

Die bereits erwähnte FL80-Regel führte während der Nacht (22.00–06.00 Uhr) zu einer längeren Verweildauer auf den Abflugrouen, was zu einer gewünschten Konzentration entlang der Rouen geführt hat. Im ersten vollständigen Betrachtungsjahr bewirkte diese Lärm-minderungs-massnahme jedoch aus den unter Ziffer 4.4.1 erwähnten Gründen keine Verringerung, sondern aufgrund der erhöhten Anzahl Flüge auf der sog. «Westschleife» eine Erhöhung des ZFI. Die Umsetzung zeigte jedoch auch, dass die FL80-Regel prinzipiell funktionsfähig ist und zur gewünschten Konzentration der Flugrouen führt. So werden insbesondere die Flugbahnen von Flugzeugen mit schwacher Steigleistung, namentlich der A340-300, stärker gebündelt (siehe dazu Abbildung 14: Vor der Einführung der FL80-Regel; 86

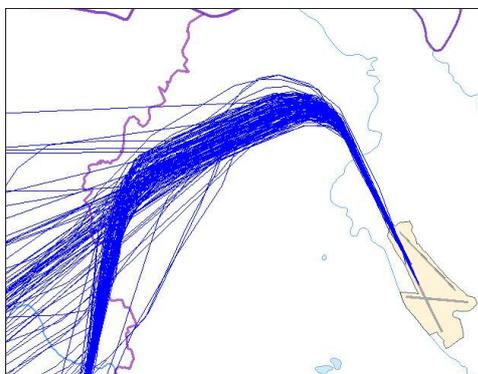


Abbildung 12
Juli 2012, 132 Starts Piste 34 in
Richtung Westen

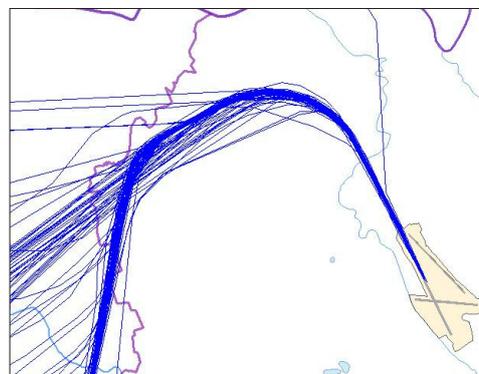
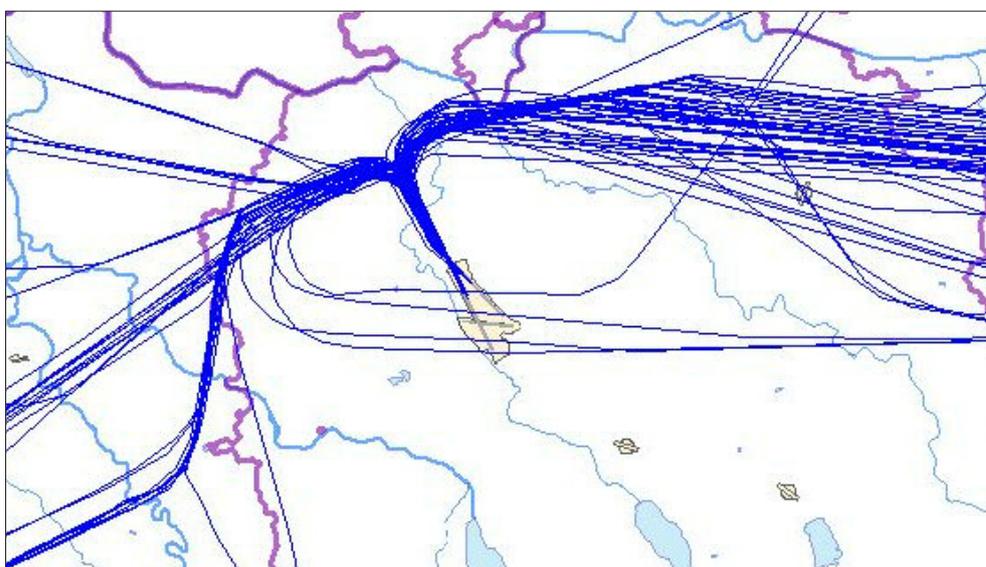


Abbildung 13
Juli 2013, 102 Starts Piste 34 in
Richtung Westen

Starts auf Routen O und N im März 2011 (der besseren Übersichtlichkeit halber nur Sa/So dargestellt), Abbildung 14 sowie Abbildung 15). Allerdings ist die FL80-Regel aus Sicht der Luftraumbewirtschaftung nicht unumstritten. Um die im SIL-Prozess für den Flughafen Zürich vorgesehene Überprüfung des Ostkonzepts zielgerecht unterstützen zu können, wird auch der Kanton Zürich, zusammen mit der FZAG, gefordert sein. So gilt es, die ausgewiesenen Stärken der raumplanerisch wirksamen Bündelung zu erhalten, gleichzeitig aber den berechtigten Forderungen bezüglich Verbesserung der Sicherheitsmarge und Reduktion der Komplexität nachzukommen. Um den ZFI insgesamt zu vermindern, muss der Verlauf der Abflugrouten raumplanerisch – bezüglich Lärmimmissionen und Bevölkerung – und operationell noch weiter optimiert werden. Das SIL-Objektblatt vom 26. Juni 2013 stellt als Grundlage für ein neues Betriebsreglement für den Flughafen Zürich das richtige Instrument für eine solche Optimierung dar. Die Grösse des Minderungspotenzials auf den ZFI kann zum heutigen Zeitpunkt jedoch noch nicht zuverlässig abgeschätzt werden.

Abbildung 14
Vor der Einführung der FL80-
Regel; 86 Starts auf Routen O
und N im März 2011 (der besse-
ren Übersichtlichkeit halber nur
Sa/So dargestellt)



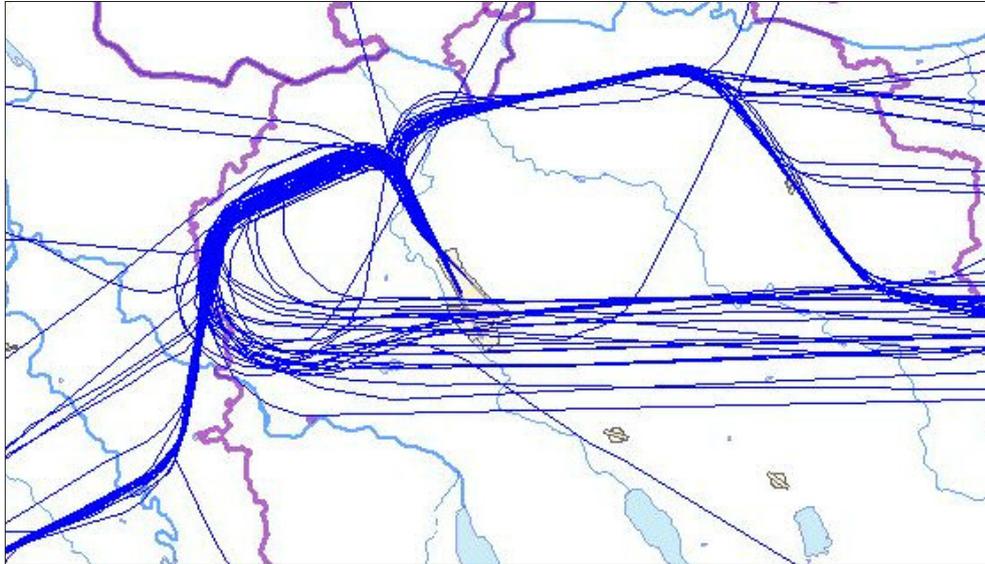


Abbildung 15
 Nach der Einführung der FL80-
 Regel; 82 Starts auf Routen O
 und N im März 2012 (der besse-
 ren Übersichtlichkeit halber nur
 Sa/So dargestellt)

Als weitere Massnahme zur verbesserten Routeneinhaltung im Nahbereich deponierte der Kanton Zürich im SIL-Schlussbericht die Forderung nach sogenannten Wegpunkten, die zwingend überflogen werden müssen (siehe Ziff. 2.3.2 im SIL-Schlussbericht vom 2. Februar 2010). Zudem wurde zusammen mit Vertretern des Flughafens Zürich und der Flugsicherung im Rahmen der Massnahmenplanung 2009 auch eine standardisierte Geschwindigkeitsbegrenzung («210 Knoten für die erste Kurve») vertieft betrachtet. Diese Massnahme konnte per 5. April 2012 umgesetzt werden. Alle diese Massnahmen dienen der Kanalisierung des Abflugverkehrs und damit der Konzentration der Lärmbelastung im Nahbereich des Flughafens.

In enger Zusammenarbeit zwischen dem Kanton Zürich und der Schweizer Flugsicherung Skyguide ist neu im Rahmen der Grundausbildung der Flugverkehrsleiter ein Umweltmodul integriert. Dieses wurde 2012 ein erstes Mal unterrichtet und hat die Themenschwerpunkte Akustik, Raumplanung und Lärminderungsverfahren zum Inhalt. Das Modul umfasst neun Lektionen und wurde bis zur Drucklegung dieses Berichts mit Erfolg bereits fünfmal durchgeführt. Die Resonanz der Kursteilnehmer ist grossmehrheitlich positiv. Der Grundstein für ein besseres Verständnis für die Ursachen von Fluglärm sowie Lärminderungsverfahren ist damit gelegt.

Auch die SWISS hat im April 2012 eine Information für das Pilotencorps verbreitet. Darin wurden die Kernelemente des ZFI erläutert und auf Massnahmen zur operationellen Verbesserung der Flugrouten hingewiesen. Ziel und Erwartung der SWISS ist, dass ihre Piloten so eine verschärfte Wahrnehmung der Lärmproblematik erhalten und die Anliegen des Bevölkerungsschutzes verstärkt berücksichtigen. Die Piloten der Swiss sind sich der Lärmthematik bewusst und bemühen sich, ihren Beitrag zur Einhaltung der Lärmoptimierung beizusteuern.

Schliesslich wurde der langjährig bewährte Aufsichtsprozess gemäss §3 des Flughafengesetzes zur Einhaltung der An- und Abflugrouten durchgeführt. Dies in enger Zusammenarbeit mit der Flughafenbetreiberin, welche die zur Aufsicht notwendigen Daten bereitstellt. Flüge, die aus Sicht des Kantons Zürich zu Unrecht von den genehmigten Flugrouten abwichen, wurden den zuständigen Organen des Bundes gemeldet.

Belegung der Flugrouten

Die Änderungen in der Lage und der Belegung der An- und Abflugrouten hat sich zwischen 2000 und 2012 deutlich negativ auf den ZFI ausgewirkt. Die Veränderungen wurden hauptsächlich durch die von Deutschland ab 2003 einseitig verfügbaren zeitlichen Einschränkungen für die Benützung des süddeutschen Luftraums und der damit verbundenen Umgestaltung der Routen und Verfahren im Nahbereich des Flughafens Zürich verursacht.

Nach jahrelangen, intensiven Verhandlungen unterzeichneten die Verkehrsministerin der Schweiz und der Verkehrsminister Deutschlands am 4. September 2012 einen Staatsvertrag, der die Benützung des süddeutschen Luftraums für An- und Abflüge von und nach Zürich neu regelt. Der Vertrag wurde 2013 von National- und Ständerat ratifiziert. Die Ratifikation seitens Deutschlands ist noch ausstehend. Die im Staatsvertrag vereinbarte Verkehrsverlagerung beeinflusst den laufenden SIL-Prozess Flughafen Zürich. Zudem führen die Massnahmen der von den Flughafenpartnern durchgeführten gesamtheitlichen Sicherheitsanalyse ebenfalls zu einer Anpassung des SIL-Prozesses. Beide Prozesse werden im Verlauf des Jahres 2015 und folgende zu einer weiteren SIL-Etappe führen. Der Vergleich der Lärmauswirkungen der Betriebsvarianten gemäss Schlussbericht zum SIL-Prozess vom 2. Februar 2010 zeigte, dass bei Variante J-optimiert tagsüber deutlich weniger Personen von IGW-Überschreitungen²⁴ 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 einhergehen würde. Jedoch kann zum heutigen Zeitpunkt noch nicht beurteilt werden, welche Auswirkungen die neuen SIL-Etappen auf den ZFI haben werden. Ebenso wenig ist zum jetzigen Zeitpunkt klar, was der dem Richtwert zugrundeliegende Referenzzustand mit dem Zustand nach der Umsetzung des Staatsvertrags im Jahre 2020 noch gemeinsam haben wird.

²⁴ Definition des Immissionsgrenzwertes (IGW) siehe: Lärmschutzverordnung des Bundes (SR 814.41).

4.5 Lärmbedingte Betriebsbeschränkungen

4.5.1 Analyse

Flugbewegungen

Zwischen 2000 bzw. 2007 bis 2012 haben sich die Flugbewegungen wie folgt entwickelt²⁵:

	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Index 2012 (2000=100)
Tag (6–22 Uhr)	288 809	231 910	240 673	230 404	234 795	246 769	239 845	83
davon erste Tagesstunde (6–7 Uhr)	7 047	7 594	7 922	7 602	7 327	7 874	7 529	107
davon letzte Tagesstunde (21–22 Uhr)	15 714	13 830	14 943	13 607	14 795	15 420	15 821	101
Nacht (22–6 Uhr)	10 805	9 066	9 303	8 749	10 056	9 612	10 749	99
Gesamttotal Tag und Nacht	299 614	240 976	249 976	239 153	244 851	256 381	250 594	84

Tabelle 15
Flugbewegungen (Grossflugzeuge), unterteilt nach Tag/Tagesrandstunden/Nacht in den Jahren 2000 sowie 2007 bis 2012.

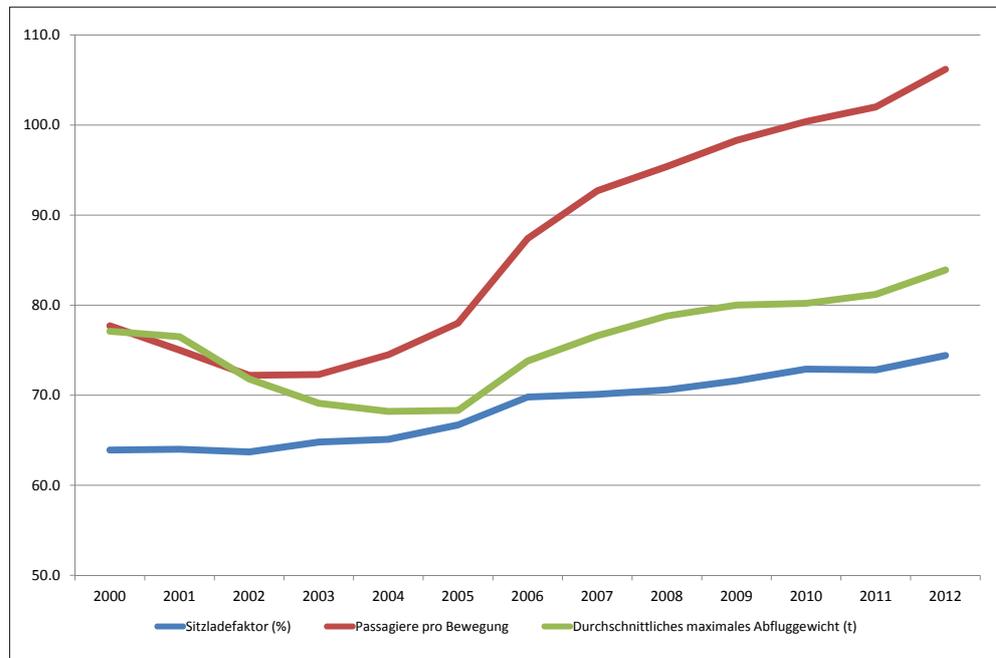
Seit 2000 hat die Zahl der Flugbewegungen um 16% abgenommen, wobei die Abnahme in der Nacht mit 1% unterproportional ausgefallen ist. In den im ZFI besonders gewichteten Tagesrandstunden lag die Bewegungszahl in der ersten Tagesstunde, bezogen auf das Jahr 2000, um 7%, in der letzten Tagesstunde jedoch nur um 1% höher. Die Sensitivitätsanalyse der EMPA zeigt, dass der Rückgang der Flugbewegungen – für sich allein betrachtet – den ZFI seit 2000 um rund 9% vermindert hat.

Die Anzahl Nachtflüge (22.00 bis 06.00 Uhr) nahm zwischen 2011 und 2012 um über 11% zu.

Wohl hat die Zahl der Flugbewegungen im Jahr 2012 gegenüber 2011 insgesamt um 2% abgenommen, in der Nacht jedoch um 11% zugenommen. Die Anzahl Flüge nahm in der ersten Tagesrandstunde um 5% ab, in der letzten Tagesrandstunde indes um 3% zu.

²⁵ Dabei wird zwischen den Flugbewegungen am Tag (06.00–22.00 Uhr), in der ersten Tagesstunde (06.00–07.00 Uhr), der letzten Tagesstunde (21.00–22.00 Uhr) sowie in der Nacht (22.00–06.00 Uhr) unterschieden.

Abbildung 16
Verkehrskennzahlen Flughafen
Zürich, Quelle Flughafen Zürich
AG



Bei einer seit 2003 annähernd gleich bleibenden Anzahl Flugbewegungen (siehe Anhang Ziff. 5.1) konnte das Passagierwachstum von rund 47% durch den Einsatz von grösserem Fluggerät und einer höheren Auslastung pro Flug wettgemacht werden. Der Sitzladefaktor, also die Auslastung pro Flug, stieg denn auch seit 2003 von 65% auf 74% und die Anzahl Passagiere pro Flug von 72 auf 106 an.

Im Vergleich zum Jahr 2003 hat die Anzahl Passagiere pro Flugbewegung von 72 auf 106 zugenommen.

Im Jahr 2012 nahm die Zahl der Passagiere am Flughafen Zürich zu, wogegen die Flugbewegungen rückläufig waren. 2012 haben rund 24,8 Millionen Passagiere den Flughafen Zürich benutzt, was einer Zunahme von 2% entspricht.

Nachtsperrordnung

Dem Monitoringwert des ZFI liegt die im jeweiligen Berichtsjahr gültige Nachtsperrordnung zugrunde (siehe Anhang Ziff. 6.2). Seit dem 29. Juli 2010 gilt für den gesamten gewerbsmässigen Luftverkehr (mit Ausnahme der noch restriktiveren Nachtflugsperrung für den Privatluftverkehr und die Starts von geplanten Charterflügen) die siebenstündige Nachtflugsperrung von 23.00 Uhr (im Verspätungsfall von 23.30 Uhr) bis 06.00 Uhr.

Die Auswirkungen der neuen, verlängerten Nachtsperrordnung sind, wie bereits an mehreren Stellen in diesem Bericht darauf hingewiesen wurde, leider nicht mehr so deutlich nachweisbar wie im Vorjahresbericht. Im Vergleich zum Jahr 2009 nahm die Anzahl Linienflüge

in der Zeitspanne zwischen 23.30 und 00.30 Uhr im Jahr 2011 um 75 % ab. Im Jahr 2012 hingegen wurde eine sehr grosse Anzahl Nachtflüge registriert, welche sich auch im ZFI deutlich niederschlug. Die Anzahl aller Nachtflüge im Jahr 2012 stellt denn auch mit 10 696 Flügen die zweithöchste Anzahl seit 1970 dar. Die Anzahl Linienflüge in der Zeitspanne zwischen 23.30 und 00.30 Uhr lag im Jahr 2012 nur noch 49% unter dem Jahr 2009 resp. war doppelt so gross wie im Vorjahr 2011.

Dank der siebenstündigen Nachtsperrezeit lag die Anzahl Linienflüge in der Zeit zwischen 23.30 und 00.30 Uhr im Jahr 2012 im Vergleich zum Jahr 2009 um 49% tiefer.

Lokalzeit	Linienverkehr									
	2009		2010				2011		2012	
	Landungen	Starts								
	01.01.-31.12.09		01.01.-28.07.10		29.07.-31.12.10		01.01.-31.12.11		01.01.-31.12.11	
22:00-22:30	2207	793	1517	410	1204	253	2790	583	3295	742
22:30-23:00	900	2220	679	1124	728	982	1562	2179	1832	1978
23:00-23:30	301	1259	260	900	174	604	285	1381	367	1648
23:30-24:00	84	140	87	125	30	68	23	49	24	113
24:00-00:30	39	39	23	26	5	23	1	4	4	13
00:30-01:00	1	1	3	1	0	0	0	1	0	0
01:00-05:00	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
05:00-05:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:30-06:00	2	0	5	0	0	0	2	0	1	0
Total	3535	4452	2575	2587	2141	1930	4663	4197	5523	4494
	7987		9233				8860		10017	

 Sperrzeit

Abbildung 17
Linienverkehr nachts 2009-2012,
Auszug. Quelle: Statistikberichte
der Flughafen Zürich AG

Einen weiteren Hinweis liefert die vertiefte Betrachtung der jährlichen Flugbewegungszahlen im ersten ZFI-Teilbericht (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index [ZFI] im Jahre 2012», Dübendorf, 25. Oktober 2013, S. 35, Ziff. 9.2): In der gemäss bundesrechtlicher Lärmschutz-Verordnung (LSV) vorgesehenen differenzierten Betrachtungsweise der Nachtstunden wird deutlich, dass die 2011 festgestellte Verschiebung von der zweiten (N2) in die erste Nachtstunde (N1) bzw. in die letzte Tagesrandstunde (T16) wiederum stattgefunden hat. Die hohe absolute Anzahl Nachtflüge hat diese grundsätzlich positive Tendenz jedoch zunichte gemacht.

4.5.2 Stand der Massnahmen Flugbewegungen

Die Flugbewegungen bewegten sich seit 2003 zwischen 260 000 (2006) und 279 000 (2011) und liegen deutlich tiefer als im Jahr 2000 (326 000). Im Schlussbericht zum SIL-Prozess vom 2. Februar 2010 wird davon ausgegangen, dass die Kapazitätsgrenze des Flughafens Zürich bei rund 350 000 Bewegungen pro Jahr liegt (alle Verkehrskategorien inkl. Privatluftverkehr). Das prognostizierte Bewegungswachstum wird – 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. Gemäss § 3 Abs. 3 des Flughafengesetzes grundsätzlich ist jedoch erst bei 320 000 Bewegungen pro Jahr darüber zu befinden, ob allenfalls auf eine Bewegungsbe-

schränkung hinzuwirken ist. Von dieser Zahl ist der Flughafen Zürich jedoch noch deutlich entfernt. Deshalb ist in der Massnahmenplanung keine allgemeine Beschränkung der Flugbewegungen vorgesehen. Eine Reduktion der Flüge in den sogenannten Tagesrandstunden, also den Stunden zwischen 06.00 und 07.00 bzw. 21.00 und 22.00 Uhr, lehnt der Regierungsrat ebenso ab. Inhaltlich käme eine solche Reduktion nämlich einer Ausdehnung der Nachtsperreordnung gleich²⁶.

Nachtflugregelung

Ende Dezember 2003 beantragte die Flughafen Zürich AG auf Initiative des Regierungsrates dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), die Nachtsperre neu auf sieben Stunden auszudehnen (23.00 Uhr, im Verspätungsfall 23.30 Uhr, bis 06.00 Uhr). Nach mehrjährigen Rechtsverfahren setzte die FZAG die neue, siebenstündige Nachtsperre per 29. Juli 2010 in Kraft. Mit Urteil vom 22. Dezember 2010 erklärte das Bundesgericht die Nachtsperre letztinstanzlich für rechtmässig. Damit ist die Vorgabe von § 3 Abs. 3 des Flughafengesetzes, wonach der Kanton darauf hinwirken solle, dass eine Nachtsperre von sieben Stunden eingehalten wird, erfüllt. Jede zusätzliche Verlängerung der Nachtsperre würde es dem Homecarrier SWISS erschweren, den Hub am Flughafen Zürich aufrechtzuerhalten. Zwei Initiativen, die eine Verlängerung der Nachtsperre auf mindestens acht bzw. neun Stunden verlangten, wurden vor geraumer Zeit klar verworfen²⁷.

Unter den heutigen Rahmenbedingungen werden verschiedene Stossrichtungen verfolgt, um die Verspätungen zu verringern. So wird beispielsweise mit einem aufwändigen Koordinationsprozess unter den Flughafenpartnern schon tagsüber versucht, Verspätungen nach 23.00 Uhr bzw. 23.30 Uhr gar nicht entstehen zu lassen. Das Verfahren hat sich seit der Einführung der neuen Nachtsperreordnung insoweit bewährt, als die Flughafen Zürich AG nur sehr wenige Ausnahmegenehmigungen erteilen musste und auch diese in aller Regel nur für gewerbsmässige Flüge nach 23.30 Uhr. Bezüglich der grossen Anzahl Flüge in der Zeit zwischen 23.00 und 23.30 Uhr, also der Zeit des bewilligungsfreien Verspätungsabbaus, sind die Flughafenpartner dabei, Massnahmen zu entwickeln, sodass inskünftig vor 23.00 Uhr geplante Flüge auch tatsächlich grossmehrheitlich vor 23.00 Uhr starten. Diese Massnahmen bedingen geänderte Verfahrensabläufe wie auch Umstellungen in den Rotationsplänen des Homecarriers SWISS, welche beachtliche Zeit in Anspruch nehmen. Ein Wermutstropfen bleibt: Geänderte An- oder Abflugzeiten nach 22.00 Uhr sind leider nicht ZFI-relevant, da der ZFI die Nacht (22.00–06.00 Uhr) als Ganzes abbildet.

Die Ausnahmetatbestände für eine Abweichung von der Nachtsperreordnung sind in Anhang 1, Art. 12 Abs. 3 des Betriebsreglements des Flughafens Zürich bzw. für die Zeit nach 00.30 Uhr in Art. 39d der Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (VIL, SR 748.131.1) geregelt. Gemäss Art. 12 Abs. 3 in Anhang 1 zum Betriebsreglement kann der Flugplatzhalter bei unvorhergesehenen ausserordentlichen Ereignissen, insbesondere bei schwerwiegenden meteorologischen Verhältnissen, Ausnahmen gewähren. Das Amt für Verkehr des Kantons Zürich überwacht gestützt auf § 3 Abs. 1 des Flughafengesetzes die Einhaltung der Nachtflugordnung und meldet Übertretungen der Aufsichtsbehörde des Bundes.

²⁶ Beschluss des Regierungsrates vom 29. Februar 2012 (Antrag auf Nichtüberweisung des dringlichen Postulats KR-Nr. 39/2012)

²⁷ Behördeninitiative von 69 Gemeinden des Kantons Zürich betreffend Änderung des Gesetzes über den Flughafen Zürich (Beschränkung der Flugbewegungen bei 320 000 pro Jahr und mindestens acht Stunden Nachtsperrezeit, KR-Nr. 195/2006) und Volksinitiative «Für eine realistische Flughafenpolitik», die eine Nachtsperre von «nicht weniger als neun Stunden» verlangte (Volksabstimmung vom 25. November 2007)

Restriktionen für Kapitel-3-Flugzeuge

Erfolgsversprechend könnte auch die Massnahme des Ausschlusses der nicht Kapitel 4 entsprechenden Flugzeuge²⁸ sein. Es ist davon auszugehen, dass, ähnlich wie der europaweit bereits umgesetzte Ausschluss von Kapitel-2-Flugzeugen, in den kommenden Jahren auch der Ausschluss von Kapitel-3-Flugzeugen aus dem europäischen Luftraum erfolgen wird. Zudem hat das ICAO-Komitee für Umweltschutz in der Luftfahrt (Committee on Aviation Environmental Protection – CAEP) an seiner Tagung im Februar 2013 beschlossen, die Grenzwerte für neue Flugzeuge noch weiter zu senken. So müssen neue Flugzeuge über 55 Tonnen Abfluggewicht ab 31. Dezember 2017 die Grenzwerte von Kapitel 4 um weitere 7 dB unterschreiten, ab 31. Dezember 2020 auch die übrigen neuen Flugzeuge (unterhalb von 55 Tonnen Abfluggewicht).

4.6 Fazit zum ZFI 2012 und den Massnahmen

Im Bereich Flugbetrieb bewegen sich die Massnahmen und Umfeldentwicklungen im Rahmen des 2012 überarbeiteten Massnahmenkonzepts. Die bereits beschlossene Erneuerung der Kurzstrecken-Flotte der SWISS des Typs Avro RJ100 (Jumbolino) ab dem 1. Quartal 2015 durch neue, mit wesentlich leiseren Triebwerken ausgestattete Flugzeuge des Herstellers Bombardier («C-Series») ist als wirksamste der kurz- und mittelfristigen Verbesserungen aufseiten Flugbetrieb einzuschätzen. Einen weiteren Schritt in diese Richtung wird die SWISS ab 2016 unternehmen, wenn sie die ersten sechs A340-300 durch zweistrahlige Boeing 777-300ER ersetzen wird. Mittel- bis langfristig sind durch die absehbaren Entwicklungen in der Navigations- und in der Triebwerktechnologie auch von Mittel- und Langstreckenflugzeugen weitere Verbesserungen in der Belastungssituation zu erwarten. Diese Entwicklungen finden im europäischen und im globalen Kontext statt.

Auf lokaler Ebene gilt es, rechtzeitig die Planungsgrundlagen und die Rahmenbedingungen zu schaffen, um die Chancen solcher Entwicklungen ergreifen zu können. Diesen Möglichkeiten trägt das Bundesamt für Zivilluftfahrt mit dem Innovationsprogramm «CHIPS» und den vorgesehenen Festlegungen im SIL-Objektblatt Flughafen Zürich Rechnung. Die wirksamsten flugbetrieblichen Massnahmen zur Verminderung des Fluglärms um den Flughafen Zürich und somit des ZFI sind die akustische Optimierung der in Zürich verkehrenden Flugzeugflotte sowie lärmgünstige An- und Abflugverfahren. Beide Massnahmen sind jedoch kosten- und zeitintensiv, nur mittel- bis langfristig umsetzbar. Die übrigen, heute verfügbaren respektive kurzfristig umsetzbaren Massnahmen haben nur geringes Verminderungspotenzial und vermögen das Problem des überschrittenen ZFI-Richtwertes nicht zu lösen. Trotzdem werden auch sie weiterverfolgt.

Wie unter Ziffer 4.3 bereits erwähnt, ist auch im Bereich Raumentwicklung/Wohnqualität nicht mit kurzfristig greifenden Massnahmen zu rechnen, gehört die Raumplanung doch traditionell und systembedingt zu den Langfristmassnahmen. Die Verbesserung der Wohnqualität kann und wird bereits kurzfristig angegangen, doch werden sich auch hier messbare Resultate erst mittelfristig abzeichnen.

²⁸ Strahl- und Propellerflugzeuge werden nach ICAO Annex 16 lärmzertifiziert (5. Ausgabe, Juli 2008). Flugzeuge nach Kapitel 4 (gültig ab 1.1.2006) sind 10dB leiser als solche, die nach dem alten Kapitel 3 (gültig ab 6.10.1977 bis 31.12.2005) zertifiziert wurden.

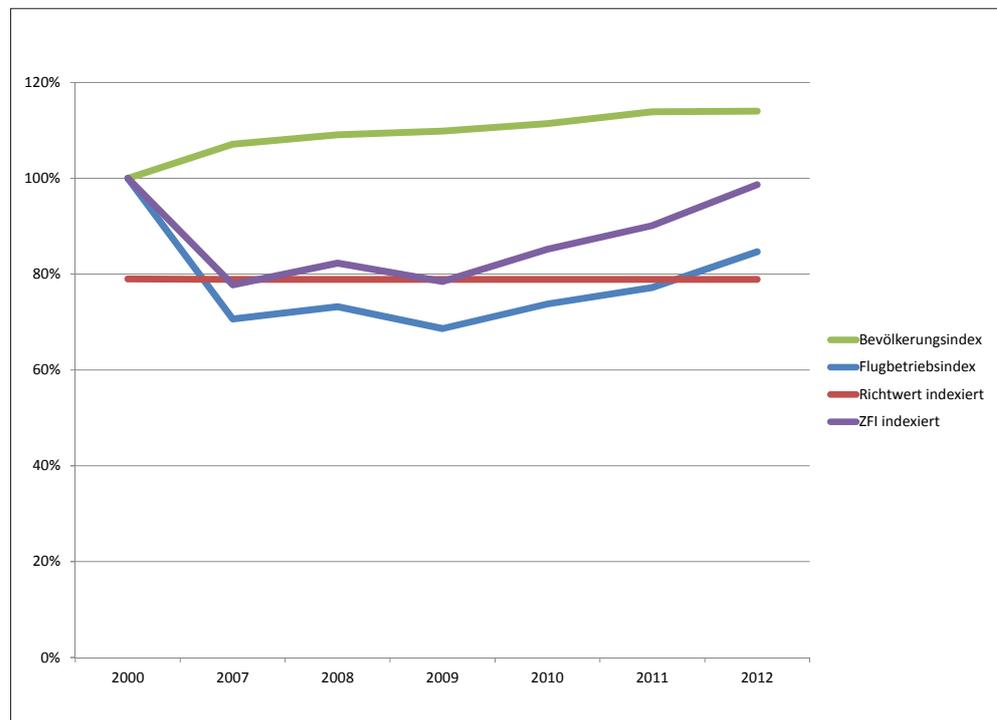
Tabelle 16
Veränderungen bei den HA, HSD und dem ZFI vom Jahr 2000 zum Jahr 2012; total und aufgrund der Bevölkerung und des Flugbetriebs als Ganzes.

Tabelle 16 gibt einen Überblick über die Entwicklungen im ZFI zwischen 2000 und 2012.

Komponente	Absolute Veränderung			Prozentualer Anteil an den Veränderungen		
	HA	HSD	ZFI	HA	HSD	ZFI
2000	43 827	15 753	59 580	100%	100%	100%
2012	35 660	23 124	58 785	81%	147%	99%
Δ ZFI von 2000 zu 2012	-8167	+7372	-795	-19%	+47%	-1%
Anteil Bevölkerung	+5751	+3341	+9092	+13%	+21%	+15%
Anteil Flugbetrieb	-13 918	+4031	-9887	-32%	+26%	-17%

Die Entwicklung der Bevölkerung hat seit 2000 einen Zuwachs des ZFI um 15% bewirkt, was jedoch durch eine günstige Entwicklung des Flugbetriebsindex (-17%) kompensiert wurde. Mit anderen Worten: Würde der ZFI allein die Entwicklungen im Flugbetrieb – ohne die Bevölkerungsentwicklung – berücksichtigen, läge der ZFI-Monitoringwert 2012 mit 49 693 nur um 5% über dem ZFI-Richtwert von 47 000 bzw. 9987 Einheiten oder 17% unter dem Zustand von 2000.

Abbildung 18
Entwicklung der Teil-Indices Bevölkerung (grün) und Flugbetrieb (blau) seit dem Vergleichsjahr 2000



Würde der ZFI allein die Entwicklungen im Flugbetrieb – ohne die Bevölkerungsentwicklung – berücksichtigen, läge der ZFI-Monitoringwert 2012 mit 49 693 nur um 5% über dem ZFI-Richtwert von 47 000.

Die einzelnen flugbetrieblichen Komponenten zeigten zwischen 2000 und 2012 gegenläufige Tendenzen. Positiv waren die Entwicklungen im Flottenmix und der Rückgang der Flugbewegungen, negativ die Lage und die Belegung der Flugrouten. Durch den grossen zeitlichen Abstand der beiden Betriebsjahre werden mittlerweile jedoch zwei sehr unterschiedliche Betriebssituationen verglichen, die die Sensitivitätsuntersuchung erschweren.

Zwischen 2011 und 2012 hat der ZFI-Monitoringwert (HA und HSD) um 4379 Personen (+8%) zugenommen, also nochmals stärker als zwischen 2010 und 2011 (+7%). Ursächlich für den diesjährigen Anstieg sind die Schwierigkeiten bei der Einführung der FL80-Regel wie auch die Zunahme der Flüge nach 22.00 Uhr. Die Entwicklung der Bevölkerung war für die diesjährigen Veränderungen des ZFI-Monitoringwerts weniger bedeutend.

Komponente	Absolute Veränderung			Prozentualer Anteil an den Veränderungen		
	HA	HSD	ZFI	HA	HSD	ZFI
2011	35 685	18 019	53 704	100%	100%	100%
2012	35 660	23 124	58 785	100%	103%	107%
Δ ZFI von 2011 zu 2012	-25	+5105	+5080	0%	+28%	+9%
Anteil Bevölkerung	+478	+224	+701	+1%	+1%	+1%
Anteil Flugbetrieb	-503	+4881	+4379	-1%	+27%	+8%

Tabelle 17
Veränderungen bei den HA, HSD und dem ZFI vom Jahr 2011 zum Jahr 2012; total und aufgrund der Bevölkerung und des Flugbetriebs als Ganzes.

Die flugbetrieblichen Änderungen zur Nachtzeit waren die Hauptursachen für den diesjährigen Anstieg des ZFI-Monitoringwerts.

5 Anhang

5.1 Verkehrsentwicklung 2000 bis 2012

Jahr	Bewegungen				Passagiere				Verkehrskennzahlen					
	gewerbs- mässig	Δ %	nicht gewerbs- mässig	Total	Δ %	Terminal ¹	Δ %	Transit ²	Δ %	Total ¹	Δ %	Sitzlade- faktor (%)	Passagiere pro Bewegung	Durch- schnittliches maximales Abflug- gewicht (t)
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%	63.9	77.7	77.1
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%	64.0	75.0	76.5
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%	63.7	72.2	71.8
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%	64.8	72.3	69.1
2004	245 501	-0.9%	21 159	266 660	-5.5%	17 178 781	1.5%	74 125	-53.2%	17 252 906	-3.9%	65.1	74.5	68.2
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%	66.7	78.0	68.3
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%	69.8	87.4	73.8
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%	70.1	92.7	76.6
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%	70.6	95.4	78.8
2009	240 529	-4.7%	21 592	262 121	-4.7%	21 889 560	-0.9%	37 312	76.0%	21 926 872	-0.8%	71.6	98.3	80.0
2010	246 438	2.5%	22 327	268 765	2.5%	22 846 450	4.4%	31 801	-14.8%	22 878 251	4.3%	72.9	100.4	80.2
2011	257 910	4.7%	21 091	279 001	3.8%	24 306 508	6.4%	31 446	-1.1%	24 337 954	6.4%	72.8	102.0	81.2
2012	252 053	-2.3%	17 974	270 027	-3.2%	24 761 989	1.9%	40 411	28.5%	24 802 400	1.9%	74.4	106.2	83.9

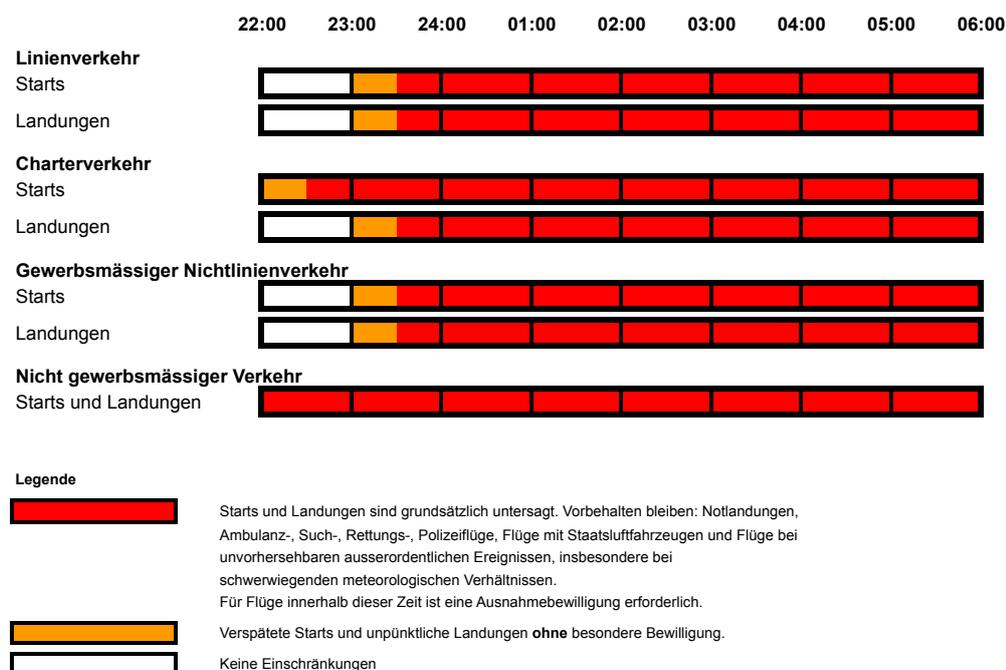
¹ Ankunft + Abflug + Transfer (Umsteiger)

² Die Passagiere im Transit sind einmal gezählt

Quelle: FZAG

5.2 Nachtsperreordnung

Im Jahre 2012 galt während der Nacht von 22.00 bis 06.00 Uhr folgende Nachtsperreordnung:



5.3 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°. Es handelt sich dabei um auf 10° gerundete Werte.

Die gebauten Längen der Pisten betragen:

- Piste 10/28: 2500 m
- Piste 16/34: 3700 m
- Piste 14/32: 3300 m

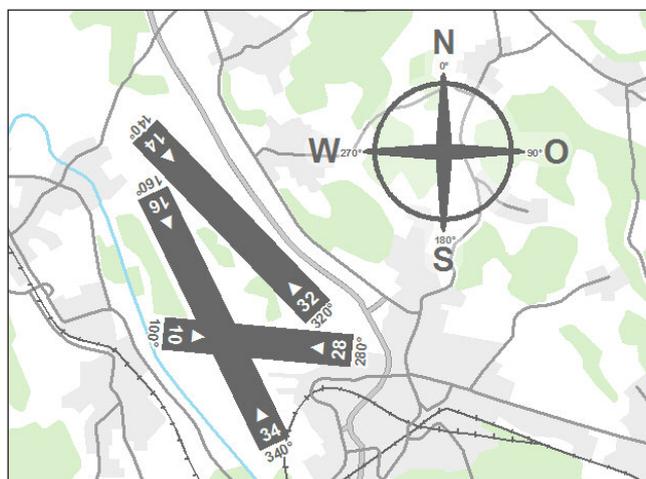
Grundsatz der Pistenbenützung

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 betroffenen Sektoren gemacht, das durch Pilotenmeldungen ergänzt wird. 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 eines sicheren, flüssigen und ökonomischen Flugbetriebs sind kurzfristige Umstellungen der Pistenbenützung nicht erwünscht und werden nur durchgeführt, wenn es aus meteorologischen Gründen nicht mehr anders geht. Bevorzugt wird deshalb ein möglichst regelmässiger Flugbetrieb mit möglichst gleichbleibender Pistenbenützung.



5.4 Pistenbenützungskonzepte am Flughafen Zürich im Jahre 2012

Nordanflugkonzept	Ostanflugkonzept	Südanflugkonzept
Landungen von Norden, Starts Richtung Westen und Süden, bei Bise Richtung Osten	Landungen von Osten, Starts Richtung Norden	Landungen von Süden, Starts Richtung Norden und Westen
Pistenbenützung Landungen: Piste 14 und 16 Starts: Piste 28 und 16, bei Bise Piste 10 und 16	Pistenbenützung Landungen: Piste 28 Starts: Piste 32 und 34	Pistenbenützung Landungen: Piste 34 Starts: Piste 32, 28, teilweise 34
Generelle Anwendung 7.00–21.00 Mo–Fr 9.00–20.00 Sa und So, Feiertage D bei schlechter Sicht auch 21.00–22.00 Uhr	Generelle Anwendung 21.00–6.00 Mo–Fr 20.00–6.00 Sa und So, Feiertage D bei Westwind auch tagsüber	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

5.5 Routenbelegungen

Die folgenden Abbildungen 19 und 20 zeigen auf, wie sich die An- und Abflüge auf den verschiedenen Routen tagsüber (06.00–22.00 Uhr) und nachts (22.00–06.00 Uhr) verteilen und wie sich diese Verteilung auf die Anzahl stark belästigter/gestörter Personen auswirkt (prozentualer Anteil an der Wohnbevölkerung pro Gemeinde)

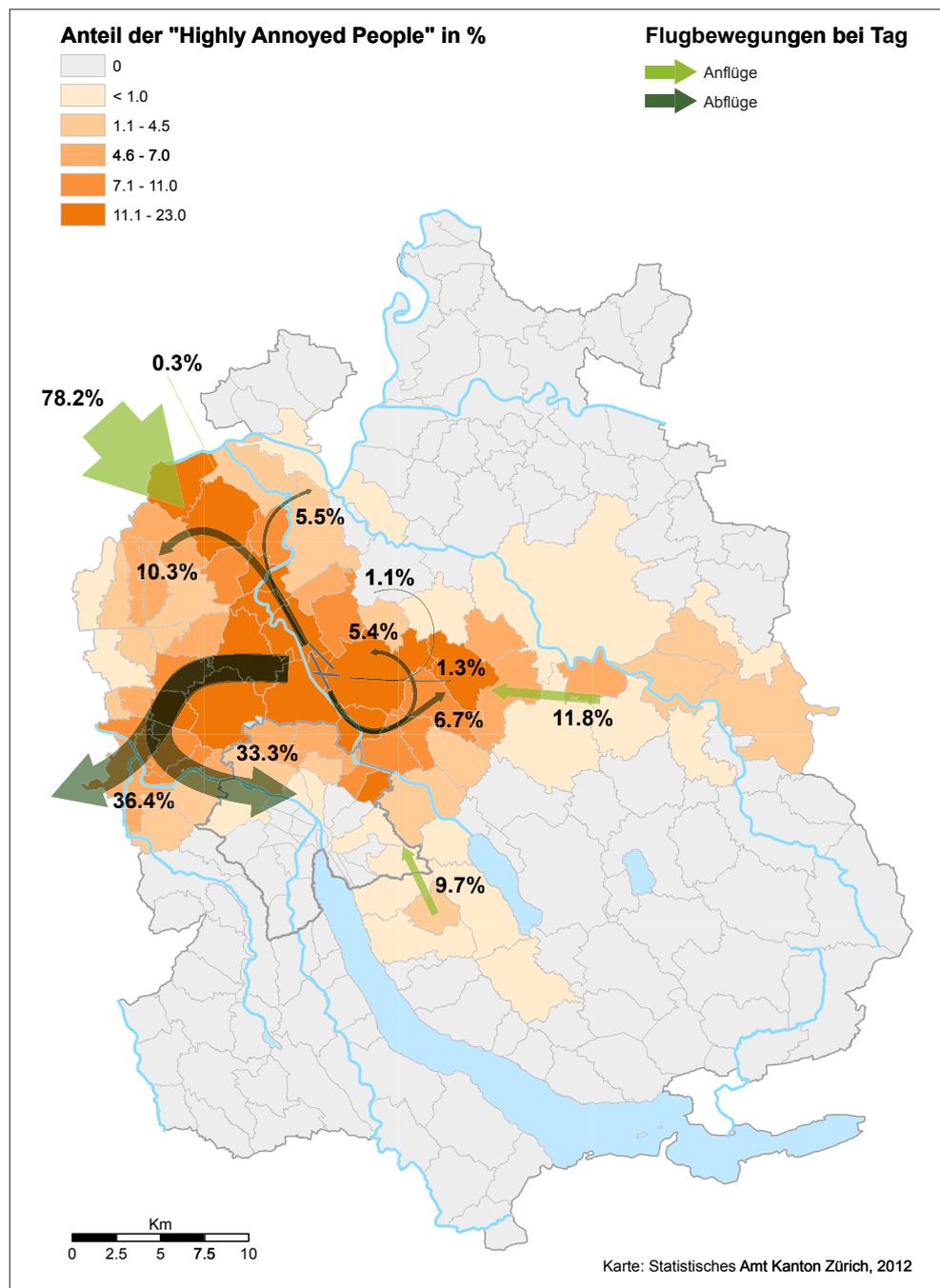
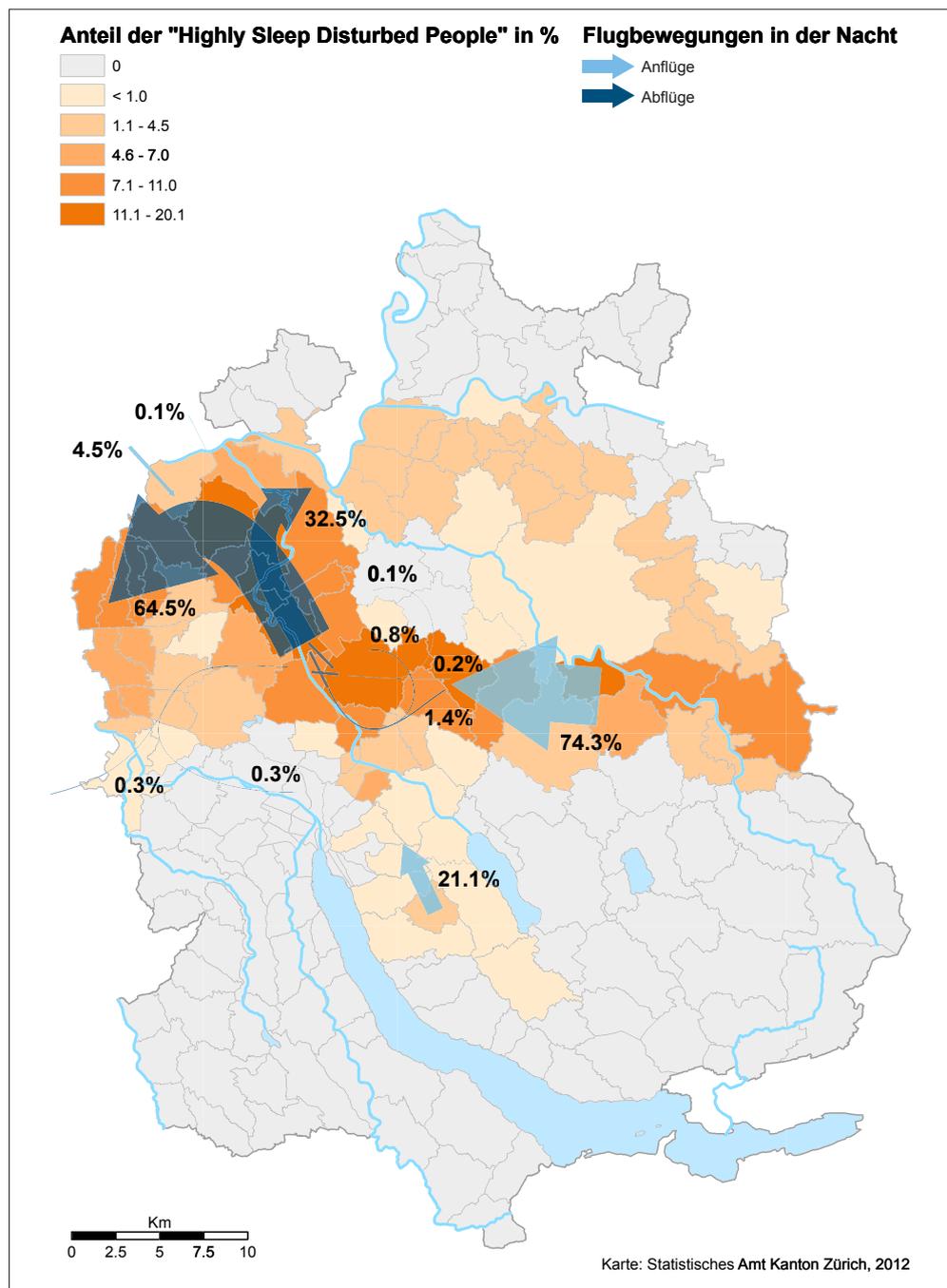


Abbildung 19
Aufteilung der An- und Abflüge 2012 tagsüber in Bezug zum Anteil belästigter Personen pro Gemeinde (Quellen: Statistisches Amt, AFV, Flughafen Zürich AG)

Abbildung 20
 Aufteilung der An- und Abflüge
 2012 nachts in Bezug zum Anteil
 schlafgestörter Personen pro
 Gemeinde (Quellen: Statistisches
 Amt, AFV, Flughafen Zürich AG)



5.6 Entwicklung des ZFI 2000 resp. 2007 bis 2012

	2000	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Richtwert	47'000	47'000	47'000	47'000	47'000	47'000	47'000
Monitoringwert (HA+HSD)	59'580	46'329	49'035	46'750	50'757	53'704	58'785
davon im Kt. Zürich absolut	52'565	44'085	46'726	44'824	48'375	50'539	55'098
davon im Kt. Zürich in Prozent	88.2%	95.2%	95.3%	95.9%	95.3%	94.1%	93.7%
Am Tag stark belästigte Personen							
(Highly Annoyed, HA)	43'827	30'748	32'260	31'141	32'732	35'685	35'660
davon im Kt. Zürich absolut	40'913	29'798	31'294	30'241	31'747	34'539	34'550
davon im Kt. Zürich in Prozent	93.4%	96.9%	97.0%	97.1%	97.0%	96.8%	96.9%
In der Nacht stark gestörte Personen							
(Highly Sleep Disturbed, HSD)	15'753	15'581	16'775	15'609	18'026	18'019	23'124
davon im Kt. Zürich absolut	11'652	14'287	15'432	14'583	16'629	16'000	20'548
davon im Kt. Zürich in Prozent	74.0%	91.7%	92.0%	93.4%	92.3%	88.8%	88.9%
Fläche des Untersuchungsgebietes (km²)							
am Tag ¹	703.0	455.7	456.0	439.9	457.4	479.7	477.5
in der Nacht ¹	555.2	453.8	443.5	430.1	463.5	455.6	547.4
Bevölkerung im Untersuchungsgebiet							
am Tag ¹	497'616	397'500	409'586	396'920	411'710	443'362	438'624
in der Nacht ¹	240'627	240'966	247'505	240'726	262'942	261'282	328'687

¹ 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.

