



Kanton Zürich  
Regierungsrat

# Der Zürcher Fluglärm-Index (ZFI)

# 2013



## Impressum

### Herausgeber

Volkswirtschaftsdirektion,  
mit Beschluss des Regierungsrates des Kantons Zürich  
vom 5. November 2014 (RRB Nr. 1171/2014)

### Gestaltung und Druck

Kantonale Drucksachen- und Materialzentrale kdmz, Zürich  
Auflage 800 Exemplare, gedruckt auf Balance Pure

### Leitung, Realisation, Gesamtedaktion

Amt für Verkehr, Abteilung Flughafen/Luftverkehr

### Textbeiträge

Amt für Verkehr  
EMPA  
Flughafen Zürich AG (FZAG)  
Skyguide  
Statistisches Amt

### Bildnachweis

Titelseite: Blick über Zürich-Schwamendingen auf den Flugplatz Kloten,  
Foto Simon Vogt, © 2014 Amt für Verkehr  
Füllbilder: Titelbilder aus bereits erschienenen ZFI-Berichten,  
© 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](http://www.afv.zh.ch/zfi)

# Vorwort

Zum ersten Mal seit 2009 ist der Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) und damit die Zahl der von Fluglärm belästigten Personen rund um den Flughafen Zürich zurückgegangen. Der ZFI-Monitoring-Wert weist für das Jahr 2013 noch rund 57 100 betroffene Personen aus, was gegenüber 2012 einen Rückgang um rund 3 Prozent bedeutet. Hauptursache für den Rückgang des ZFI-Monitoring-Werts waren die flugbetrieblichen Veränderungen zur Nachtzeit. Erneut ist auch die Zahl der Flugbewegungen zwischen 2012 und 2013 zurückgegangen.

Der Rückgang beim ZFI-Monitoring-Wert darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass der ZFI-Monitoring-Wert 2013 immer noch deutlich über dem Richtwert von 47 000 Personen liegt. Zwar hat die Anzahl Personen, die nachts in ihrem Schlaf vom Fluglärm stark gestört sind, erfreulicherweise um rund 9 Prozent abgenommen, die Zahl der am Tag stark belästigten Personen ist jedoch um 1 Prozent angewachsen. Die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Dübendorf, hat verschiedene vertiefte Analysen durchgeführt, die aufzeigen, welchen Einfluss der Flugbetrieb und die Bevölkerung, die beiden treibenden Faktoren, auf den ZFI hatten. Diesen Analysen kann Folgendes entnommen werden: Im Vergleich zum so genannten Referenzzustand – er bildet die Flugbewegungen sowie die Bevölkerungszahl des Jahres 2000 ab und war Grundlage für die Festlegung des Richtwerts – ist der Flugbetriebsindex des ZFI im Jahre 2013 praktisch gleich geblieben; gegenüber 2012 ist er sogar um 4 Prozent gesunken. Diese Abnahme hängt nicht zuletzt damit zusammen, dass die Flugzeuge in der Nacht, wenn grundsätzlich auf Piste 32 nach Norden gestartet wird, kurz nach dem Abheben vermehrt nach Osten und damit über weniger dicht besiedelte Gebiete geführt werden. Anders als der Flugbetriebsindex ist jedoch der Bevölkerungsindex 2013, verglichen mit dem Referenzzustand, um satte 20 Prozent angestiegen; gegenüber 2012 hat der Bevölkerungsindex um 1 Prozent zugenommen. Grund dafür ist einmal mehr das starke Bevölkerungswachstum in der Flughafenregion. Im ganzen Kanton ist die Bevölkerung zwischen 2012 und 2013 um 1,1 Prozent, in der Flughafenregion (Zürcher Unterland) hingegen um durchschnittlich 1,8 Prozent angewachsen. Dabei hat die Bevölkerung in den beiden besonders fluglärmexponierten Gemeinden Rümlang und Wallisellen um 3 bzw. 4,5 Prozent zugenommen. Diese Zahlen belegen einmal mehr, dass die Flughafenregion trotz Lärmbelastung eine gesuchte Wohngegend ist.

Wie bereits in den Jahren zuvor wohnte der mit Abstand grösste Teil der Personen, die in den ZFI eingeflossen sind, nämlich 94,2 Prozent, im Kanton Zürich, gefolgt vom Kanton Aargau (5,2 Prozent), dem Kanton Thurgau (0,4 Prozent), dem süddeutschen Raum (0,2 Prozent) und dem Kanton Schaffhausen (0,1 Prozent). Das heisst im Klartext: Vom Wirtschaftsmotor Flughafen Zürich profitieren Kreise, die weit über die Grenzen des Kantons Zürich hinausgehen, während die vom Fluglärm stark belästigten bzw. gestörten Personen zum allergrössten Teil im Kanton Zürich leben.

Die Massnahmen, die im Hinblick auf die Senkung des Monitoring-Werts ergriffen worden sind, wurden im Berichtsjahr weiterverfolgt. Im Vordergrund stehen dabei erneut die Massnahmen zur Lärmbekämpfung an der Quelle (Flottenerneuerung der SWISS, neues Lärmgebührenmodell des Flughafens) und die raumplanerischen Massnahmen (Förderprogramm «Wohnqualität Flughafenregion»). Auch darüber gibt der vorliegende Bericht ausführlich Auskunft. Ob es mittel- und langfristig gelingen wird, den Richtwert einzuhalten, wird sich weisen. Doch selbst wenn die Einhaltung des Richtwertes angesichts der Verkehrsprognosen des Bundes fraglich scheint – der Ruf nach Bewegungsbeschränkungen wäre verfrüht. Der Zürcher Souverän hat sich anlässlich der Abstimmung zum ZFI am 25. November 2007 deutlich gegen eine Bewegungsplafonierung ausgesprochen bzw. er will diese Massnahme, wohl gemerkt unabhängig vom ZFI, erst dann zur Diskussion stellen, wenn am Flughafen Zürich 320 000 Flugbewegungen pro Jahr erreicht werden. Bis es so weit ist, wird es noch ein paar Jahre dauern, zumal die Zahl der Flugbewegungen auch im ZFI-Berichtsjahr 2012 erneut rückläufig war.

Es ist offensichtlich und unbestritten, dass der Flughafen Zürich nicht bloss eine Lärmquelle, sondern auch ein Wirtschaftsmotor ersten Ranges ist. § 1 des Flughafengesetzes trägt diesem Umstand Rechnung. Diese Bestimmung verpflichtet den Regierungsrat einerseits, den Flughafen Zürich zur Sicherstellung seiner volks- und verkehrswirtschaftlichen Interessen zu fördern und andererseits den Schutz der Bevölkerung vor schädlichen oder lästigen Auswirkungen des Flughafenbetriebes zu berücksichtigen. Über diese Tätigkeiten legt der Regierungsrat einerseits mit dem jährlichen ZFI-Bericht Rechenschaft ab, andererseits mit dem ebenfalls jährlich erscheinenden Bericht über die Beteiligung des Kantons Zürich an der Flughafen Zürich AG (Bericht über das Strategiecontrolling). 2014 erscheinen beide Berichte zwar noch getrennt, die Volkswirtschaftsdirektion wird sie jedoch erstmals an ein und derselben Medienkonferenz vorstellen. Damit soll erreicht werden, dass der Flughafen Zürich von Politik und Öffentlichkeit ausgewogen, d. h. mit seinen positiven und mit seinen negativen Seiten wahrgenommen wird. Ab 2015 werden beide Berichte in einem einzigen Bericht erscheinen.

Regierungsrat Ernst Stocker  
Volkswirtschaftsdirektor Kanton Zürich





# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>3</b>
<b>01 Zusammenfassung</b>	<b>6</b>
<b>02 Das System des ZFI</b>	<b>9</b>
2.1 Der ZFI – Kernstück des Gegenvorschlages zur Plafonierungsinitiative	9
2.2 Der ZFI als Fluglärm-Beurteilungsmass	9
2.3 Die vier Elemente des ZFI	11
2.4 Richtwert und Monitoring-Wert – die zentralen Elemente des ZFI und deren Eckwerte	12
2.5 Die «Expertengruppe ZFI»	12
<b>03 Die ZFI-Monitoring-Werte des Jahres 2013</b>	<b>14</b>
3.1 Räumliche Abgrenzung des Untersuchungsgebietes	14
3.2 Bevölkerung im Untersuchungsgebiet	15
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)	16
3.5 Der ZFI als Summe von HA und HSD	16
<b>04 Analyse der Einflussfaktoren im Rahmen des ZFI-Massnahmen-Konzepts</b>	<b>18</b>
4.1 Einfluss der Bevölkerungsentwicklung und der Veränderungen im Flugbetrieb auf die Entwicklung des ZFI	19
4.2 Reduktion des Lärms an der Quelle	20
4.3 Raumplanerische Massnahmen	23
4.4 Lärmoptimierte Betriebsverfahren	27
4.5 Lärmbedingte Betriebsbeschränkungen	30
4.6 Fazit zum ZFI 2013 und den Massnahmen	32
<b>05 Anhang</b>	<b>35</b>
5.1 Verkehrsentwicklung 2000 bis 2013	35
5.2 Nachtsperreordnung	36
5.3 Pistensystem am Flughafen Zürich	36
5.4 Pistenbenützungskonzepte am Flughafen Zürich im Jahre 2013	37
5.5 Routenbelegungen	38
5.6 Entwicklung des ZFI 2007 bis 2013 im Vergleich zum Referenzzustand	40

# 01

## 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]) sind in Tabelle 1 ersichtlich.

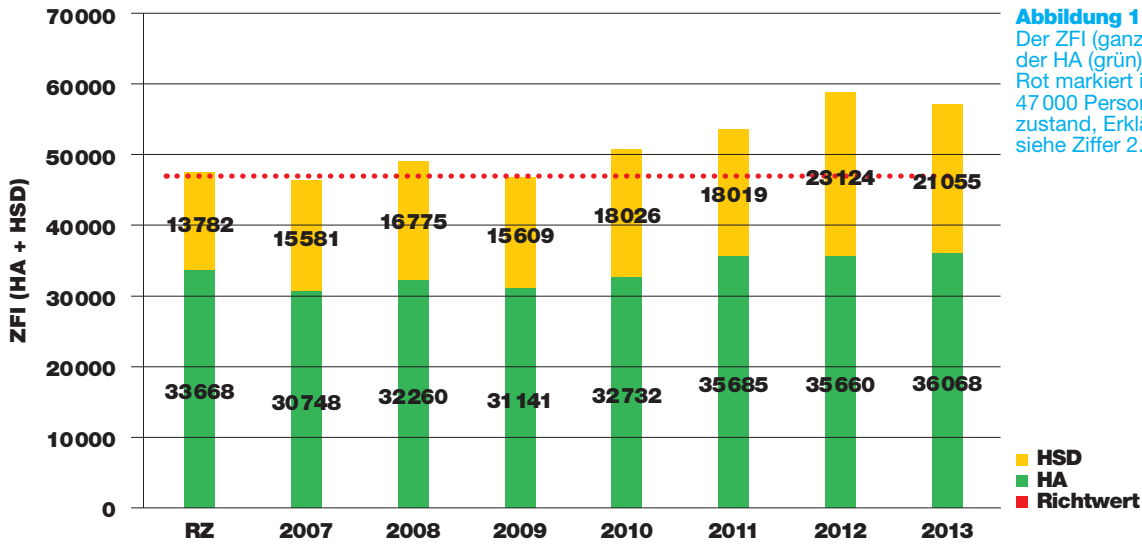
	RZ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Richtwert</b>	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000
<b>Monitoring-Wert (HA+HSD)</b>	47 500	46 300	49 000	46 800	50 800	53 700	58 800	57 100
davon im Kt. Zürich absolut	43 600	44 100	46 700	44 800	48 400	50 500	55 100	53 800
davon im Kt. Zürich in Prozent	91,9 %	95,2 %	95,3 %	95,9 %	95,3 %	94,1 %	93,7 %	94,2 %
<b>Stark belästigte Personen am Tag (HA)</b>	33 700	30 700	32 300	31 100	32 700	35 700	35 700	36 100
davon im Kt. Zürich absolut	32 000	29 800	31 300	30 200	31 700	34 500	34 600	35 000
davon im Kt. Zürich in Prozent	95,2 %	96,9 %	97,0 %	97,1 %	97,0 %	96,8 %	96,6 %	97,0 %
<b>Stark gestörte Personen nachts (HSD)</b>	13 800	15 600	16 800	15 600	18 000	18 000	23 100	21 100
davon im Kt. Zürich absolut	11 500	14 300	15 400	14 600	16 600	16 000	20 500	18 800
davon im Kt. Zürich in Prozent	83,7 %	91,7 %	92,0 %	93,4 %	92,3 %	88,8 %	88,9 %	89,4 %

**Tabelle 1**

Der ZFI 2013 im Vergleich (absolute Zahlen auf hundert gerundet, detaillierte Zahlen siehe Ziffer 5.6, RZ = Referenzzustand, Erklärung hierzu siehe Ziffer 2.4).

Im Jahr 2013 liegt der HA-Wert bei 36 068 und der HSD-Wert bei 21 055 Personen. Der ZFI für das Jahr 2013, die Summe aus HA und HSD, beträgt somit 57 123 Personen und überschreitet den Richtwert von 47 000 um rund 10 100 Personen. Der ZFI des Jahres 2013 nahm jedoch zum ersten Mal seit 2009 wieder ab und sank um 3% im Vergleich zum Vorjahr 2012. Dabei nahm der HSD-Wert um 9% ab, der HA-Wert um 1% zu. Gegenüber dem Referenzzustand (RZ; Definition siehe Ziffer 2.4) ist der ZFI um 20% gestiegen, wobei die HA 7% und die HSD 53% zunahmen.

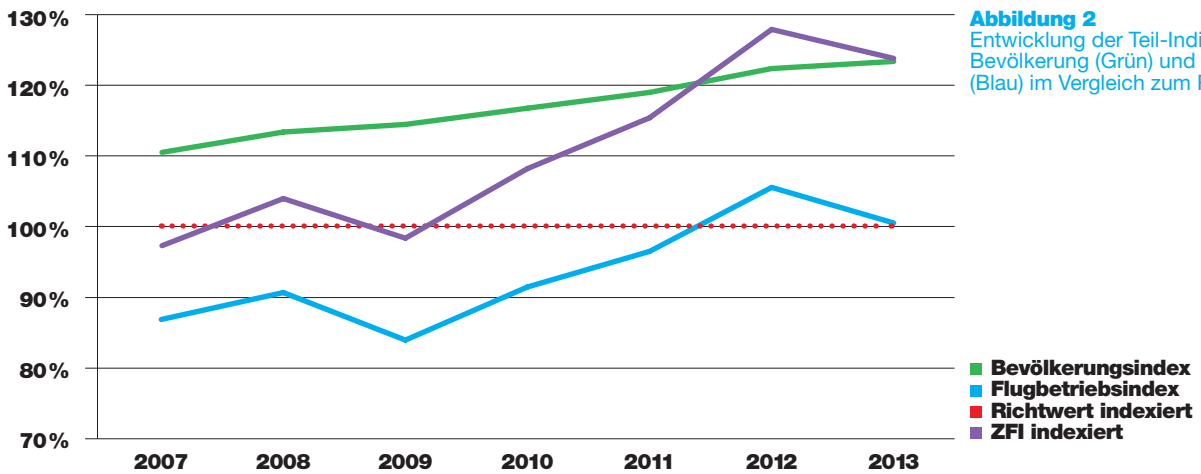
Die Entwicklung des ZFI ist in Abbildung 1 sichtbar.



**Abbildung 1**  
Der ZFI (ganze Säule) als Summe der HA (grün) und HSD (gelb). Rot markiert ist der Richtwert von 47 000 Personen (RZ = Referenzzustand, Erklärung hierzu siehe Ziffer 2.4).

Abbildung 2 zeigt die Veränderungen des ZFI vom Berichtsjahr 2007 zum Berichtsjahr 2013 insgesamt (ZFI) sowie aufgeschlüsselt nach dem Einfluss der Bevölkerung und des Flugbetriebs. Die hier ausgewiesenen prozentualen Veränderungen beziehen sich auf den Referenzzustand (RZ; Erklärung siehe Ziffer 2.4), d.h. der RZ wird als 100% angenommen.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass allein das Bevölkerungswachstum rund um den Flughafen vom Referenzzustand zum Jahr 2013 zu einer Zunahme des ZFI von 20% führen würde. Die Veränderungen im Flugbetrieb am Tag und in der Nacht heben sich gegenseitig auf, sodass der Flugbetrieb den ZFI kaum verändert. Bei Betrachtung der einzelnen Komponenten des Flugbetriebs führen, ausgehend vom Referenzzustand, vor allem die Flugzeugflotte (siehe dazu Ziffer 4.2.1) und die Fluggeometrien (siehe dazu Ziffer 4.4.1) in der Nacht zu einer Erhöhung des ZFI.



**Abbildung 2**  
Entwicklung der Teil-Indices Bevölkerung (Grün) und Flugbetrieb (Blau) im Vergleich zum Richtwert.

Im Vergleich zum Jahr 2012 fällt der starke Rückgang der nachts stark belästigten Personen (HSD) auf (-9%). Im Vordergrund steht dabei die Mitte 2011 eingeführte FL80-Regel, welche vor allem 2012 zu einer starken Zunahme der HSD geführt hatte (siehe dazu Ziffer 4.4.1). Auf Ursachen für diese Entwicklungen und auf die Wirkungen von Massnahmen wird in Kapitel 4 vertieft eingegangen. In Kapitel 2 beschreibt der Bericht zunächst die Methodik des ZFI.





# 02

## 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»<sup>1</sup> mit einem Nein-Stimmen-Anteil von rund 63% abgelehnt und der Gegenvorschlag des Kantonsrates<sup>2</sup> 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 Personen<sup>3</sup> festlegt, die möglichst nicht überschritten werden darf.

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 kantonalen Ebene<sup>4</sup>. 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 Monitoring-Wert, Beiträge des Kantons an Massnahmen im Bereich der Raumplanung und an Massnahmen zur Verbesserung der Wohnqualität, siehe Ziffer 4.3).<sup>5</sup>

### 2.2 Der ZFI als Fluglärm-Beurteilungsmass

Die Fluglärmbelastung wird, wie jede andere Lärmbelastung auch, 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).

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

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

<sup>2</sup> Die entsprechende Änderung des Flughafengesetzes trat am 1. März 2008 in Kraft.

<sup>3</sup> Im Folgenden als stark belästigte/gestörte Personen bezeichnet

<sup>4</sup> 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 kantonalen Stufen.

<sup>5</sup> Verordnung zum Zürcher Fluglärm-Index (ZFI-VO) vom 7. Dezember 2011, in Kraft seit 1. März 2012 (LS 748.15)

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. 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) unterscheidet.<sup>6</sup>

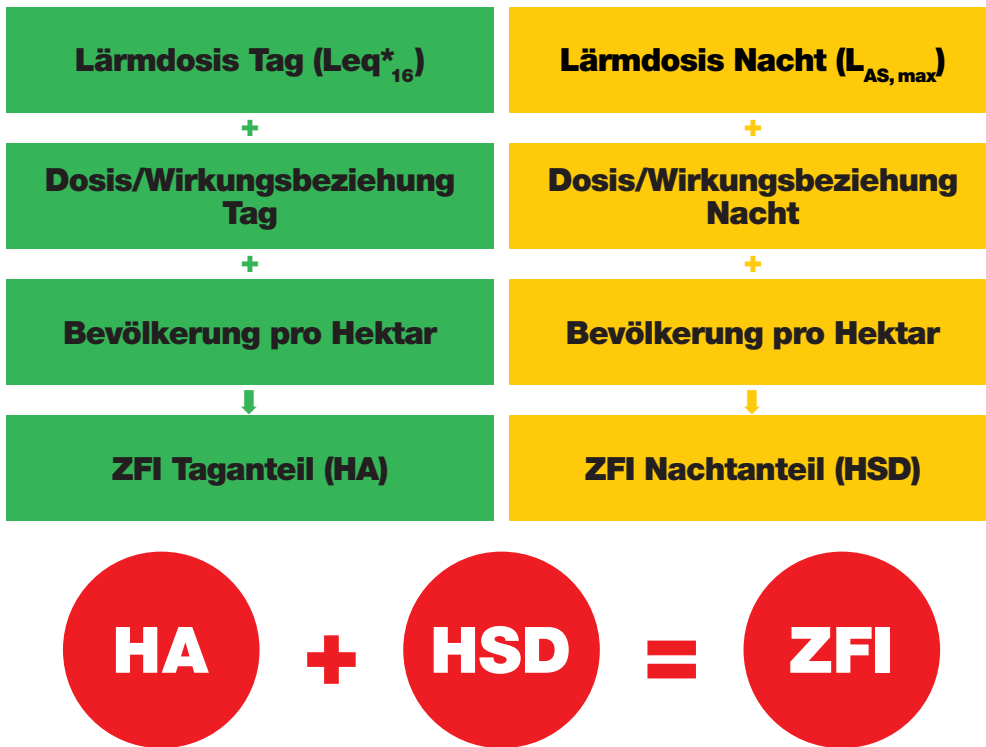
Die für den ZFI massgebliche Fluglärmbelastung musste sowohl für den Tag als auch für die Nacht abgegrenzt werden. Diese sogenannten Abbruchkriterien liegen am Tag bei 47 dB (A) und in der Nacht bei 37 dB (A). Diese Werte liegen erheblich unter den Grenzwerten der Empfindlichkeitsstufe II der Lärmschutz-Verordnung 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.

---

<sup>6</sup> 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



**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. ( $Leq^*_{16}$  = tagesrandstundengewichteter 16-h-Mittelungspegel,  $L_{AS,max}$  = A-bewerteter Maximalpegel. Siehe EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2011», Dübendorf, 25. Oktober 2014, S. 8ff, Ziffer 3.)

### 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 belästigten/gestörten Personen festlegt; beim Richtwert handelt es sich um einen, durch den Regierungsrat festgelegten, fixen Wert;
- einem Monitoring-Wert, der im jeweiligen Berichtsjahr die Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen wiedergibt. Der Monitoring-Wert ist veränderlich. Sein Vergleich mit dem Richtwert bzw. dem Monitoring-Wert 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 Monitoring-Wert 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 Monitoring-Wert – die zentralen Elemente des ZFI und deren Eckwerte

Der Richtwert legt die Höchstzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen fest. Dem Richtwert liegen folgende Eckwerte zugrunde:

- die Flugbewegungen des Jahres 2000<sup>7</sup>
- die Bevölkerungszahl des Jahres 2000
- der Flottenmix (Flugzeugtypen und deren tageszeitlicher Einsatz) des Jahres 2004
- die An- und Abflugrouten<sup>8</sup> des Jahres 2004
- die Nachtsperreordnung gemäss vorläufigem Betriebsreglement (sieben Stunden mit einer halben Stunde Verspätungsabbau)

Der aus obigen Eckwerten berechnete Referenzzustand (RZ) von 47 462 Personen bildete die Grundlage für den Richtwert von 47 000 Personen (EMPA-Bericht «Zürcher Fluglärmindex (ZFI) – Referenzzustände», Dübendorf, 26. September 2006). Auf dieser Grundlage legte der Regierungsrat den ZFI-Richtwert um gut 20% unter dem Zustand 2000 bei maximal 47 000 vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen fest. Er beabsichtigte damit, dem Flughafen einen Entwicklungsspielraum bis mindestens 326 000 Flugbewegungen einzuräumen. In der Folge wurde im Bericht «Veränderungen im Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) vom Referenzzustand zum Jahr 2007» (EMPA-Bericht vom 25. November 2008) aufgrund der inskünftig vorzunehmenden Sensitivitätsanalysen eine einheitliche Datengrundlage für die Bewegungsstatistiken erstellt. Dies resultierte in einer – vernachlässigbaren – Änderung des Referenzzustands von 12 Personen oder 0,02% auf 47 450 Personen.

Um in den Sensitivitätsanalysen nicht nur die Entwicklung in Bezug zum Vorjahr abbilden zu können, wurde ursprünglich das Vergleichsjahr 2000 beigezogen. Der grosse zeitliche Abstand zwischen den letzten Berichtsjahren und dem Vergleichsjahr 2000 dieser sehr unterschiedlichen Betriebszustände erschwert die Sensitivitätsuntersuchung der EMPA mittlerweile erheblich. Darauf hat die EMPA in ihren Berichten schon mehrfach hingewiesen. Deshalb wird ab vorliegendem Berichtsjahr 2013 zum Langzeitvergleich der Referenzzustand (RZ) beigezogen.

Im Gegensatz zum Richtwert ist der Monitoring-Wert 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 Monitoring-Wert 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 behandelte die Grundlagen und den Entwurf des vorliegenden ZFI-Berichts 2013. 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.

<sup>7</sup> 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).

<sup>8</sup> 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.



## 03

# Die ZFI-Monitoring-Werte des Jahres 2013

Die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), Dübendorf, berechnete im Sommer 2014 im Auftrag der Volkswirtschaftsdirektion den Monitoring-Wert des Jahres 2013 und erstellte einen entsprechenden Bericht («Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013», Dübendorf, 25. Oktober 2014). Zusätzlich wurden die Veränderungen des Monitoring-Werts gegenüber dem Vorjahr 2012 und gegenüber dem Referenzzustand (RZ, siehe Ziffer 2.4) untersucht und in einem separaten Bericht dokumentiert («Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013, Sensitivitätsbetrachtungen», Dübendorf, 25. Oktober 2014). Die für die Berechnung notwendigen Daten zu den in Gebäuden mit MINERGIE®-Standard lebenden Personen sowie die Daten zu den Gebäuden mit Schalldämmlüftern (im Folgenden «Komfort- und Schalldämmlüftungen», KSL) stellten das Amt für Statistik, die Fachstelle Lärmschutz des Tiefbauamtes und die Flughafen Zürich AG der EMPA zur Verfügung. Für die Berechnung der passiven Massnahmen mit den erhöhten Anforderungen nach SIA-Norm 181 wird neu seit 2013 nicht mehr zwischen Gebäuden mit Minergie-Standard oder Schalldämmlüftungen unterschieden, sondern es werden nur noch Personen in Gebäuden mit KSL ausgewiesen. Die Gebäude mit KSL werden in folgende drei Altersklassen eingeteilt:<sup>9</sup>

- «Herkömmliche Gebäude»: vor 31.12.2006 erstellt
- «Gebäude 2007»: zwischen 01.01.2007 und 31.12.2011 erstellt
- «Gebäude 2012»: nach 01.01.2012 erstellt

Hierzu bereitete das Amt für Statistik zusätzlich zu den Gesamtbevölkerungsdaten die Hektardaten der in Gebäuden mit KSL lebenden Wohnbevölkerung auf. Detaillierte Informationen sind den beiden oben erwähnten Berichten der EMPA zu entnehmen. Die Berichte sind im Internet abrufbar unter [www.afv.zh.ch/zfi](http://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 2013 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, Ziffer 3.1). Die geografische Lage des Untersuchungsperimeters und die Fläche des damit umschlossenen Gebietes hängen von der Fluglärmbelastung des jeweiligen Berichtsjahres ab und sind somit von Jahr zu Jahr unterschiedlich.

<sup>9</sup> Definition der Altersklassen siehe Ziff. 3.2.2 des EMPA-Berichts «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 2014



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

Zwischen 2012 und 2013 hat die Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (HA) um 408 Personen von 35 660 auf 36 068 Personen leicht zugenommen. 97% der HA wohnen im Kanton Zürich (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013», Dübendorf, 25. Oktober 2014, S. 23 Tabelle 5–1 und S. 47, Ziffer 9.5).

	RZ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Am Tag stark belästigte Personen (HA)</b>	33 668	30 748	32 260	31 141	32 732	35 685	35 660	36 068
davon im Kt. Zürich absolut	32 040	29 798	31 294	30 241	31 747	34 539	34 550	34 983
davon im Kt. Zürich in Prozent	95.2%	96.9%	97.0%	97.1%	97.0%	96.8%	96.9%	97.0%

**Tabelle 3**  
Anzahl der tagsüber durch Fluglärm stark belästigten Personen vom Referenzzustand (RZ) zum Berichtsjahr 2013.

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

Im Jahr 2013 waren während der Nacht 21 055 Personen in ihrem Schlaf stark gestört. Dies sind 2069 Personen weniger als im Vorjahr (–9%). Rund 89% dieser Personen wohnen im Kanton Zürich (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013», Dübendorf, 25. Oktober 2014, S. 23, Tabelle 5–1 und S. 51, Ziffer 9.6).

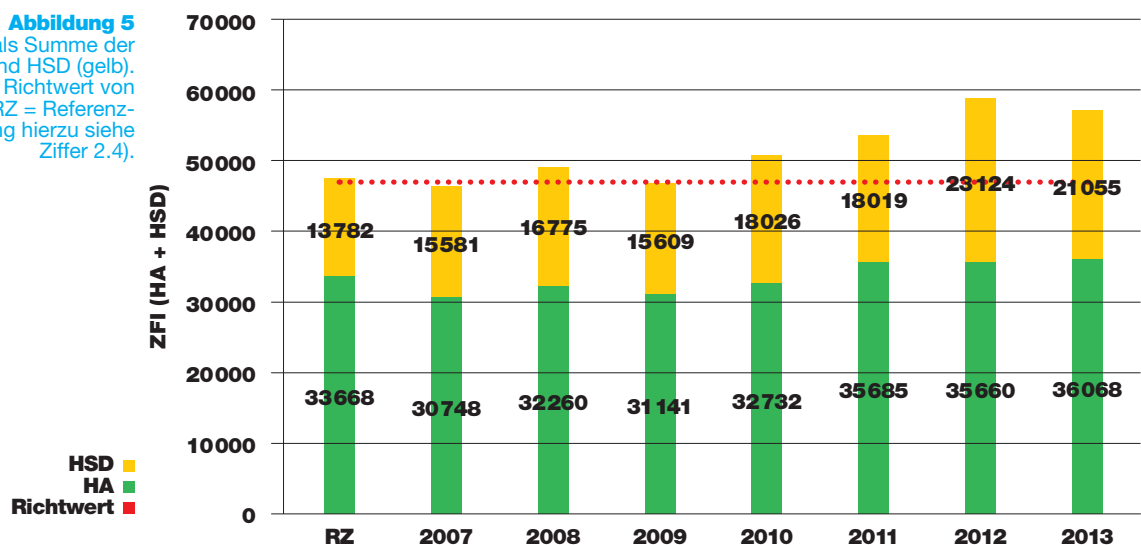
	RZ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>In der Nacht stark gestörte Personen (HSD)</b>	13 782	15 581	16 775	15 609	18 026	18 019	23 124	21 055
davon im Kt. Zürich absolut	11 533	14 287	15 432	14 583	16 629	16 000	20 548	18 822
davon im Kt. Zürich in Prozent	83.7%	91.7%	92.0%	93.4%	92.3%	88.8%	88.9%	89.4%

**Tabelle 4**  
Anzahl der durch Fluglärm in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen vom Referenzzustand (RZ) zum Berichtsjahr 2013.

### 3.5 Der ZFI als Summe von HA und HSD

Der ZFI bzw. der Monitoring-Wert 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 2013 lag der Monitoring-Wert bei 57 123 Personen; dies entspricht einem Rückgang von 3% seit 2012. Der Monitoring-Wert 2013 liegt damit über dem Richtwert von 47 000 Personen.

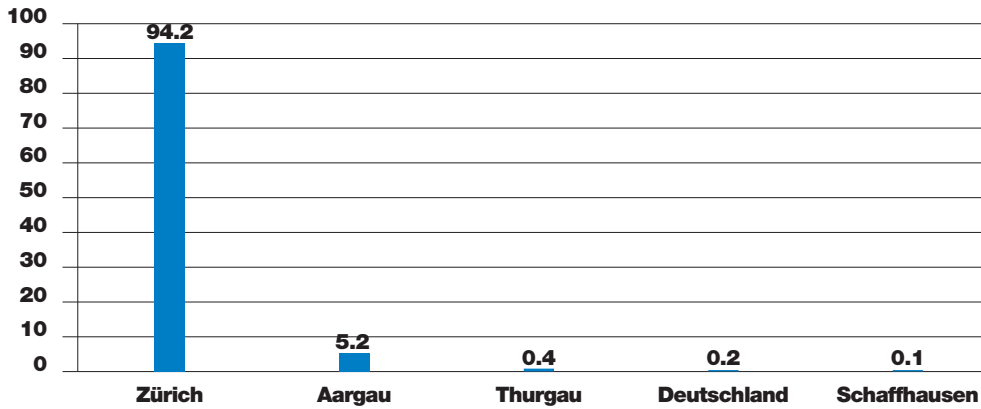
**Abbildung 5**  
Der ZFI (ganze Säule) als Summe der HA (grün) und HSD (gelb). Rot markiert ist der Richtwert von 47 000 Personen (RZ = Referenzzustand, Erklärung hierzu siehe Ziffer 2.4).





Im Vergleich zu den beiden Vorjahren (2011 und 2012) blieb die Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (HA) praktisch unverändert, doch die Anzahl der durch Fluglärm in der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (HSD) ist gesunken. Insgesamt ist der Monitoring-Wert (HA und HSD) im Vergleich zum Vorjahr um insgesamt 1662 Personen gesunken.

94,2% der in den ZFI einflussenden Personen lebten 2013 im Kanton Zürich. Auf den Kanton Aargau entfielen 5,2%, auf den Kanton Thurgau 0,4%, auf Süddeutschland 0,2% und auf den Kanton Schaffhausen 0,1% (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013», Dübendorf, 25. Oktober 2014, S. 23, Tabelle 5–1 und S. 42, Ziffer 9.4).



**Abbildung 6**  
Regionale Verteilung der ZFI-Betroffenen in Prozenten (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013», Dübendorf, 25. Oktober 2014).

Tabelle 5 zeigt die Entwicklung der ZFI-Werte, aufgeschlüsselt nach HA und HSD, im Vergleich zum Referenzzustand sowie ab dem Jahr 2007. Dabei werden die unterschiedlichen Entwicklungen bei den HA und den HSD sichtbar. Im Vergleich zum Referenzzustand ist der ZFI-Monitoring-Wert 20% höher, während die HA 7% und die HSD sogar 53% höher liegen.

	HA	HA-Index	HSD	HSD-Index	ZFI	ZFI-Index
<b>RZ</b>	33 668	100	13 782	100	47 450	100
<b>2007</b>	30 748	91	15 581	113	46 329	98
<b>2008</b>	32 260	96	16 775	122	49 035	103
<b>2009</b>	31 141	92	15 609	113	46 750	99
<b>2010</b>	32 732	97	18 026	131	50 757	107
<b>2011</b>	35 685	106	18 019	131	53 704	113
<b>2012</b>	35 660	106	23 124	168	58 785	124
<b>2013</b>	36 068	107	21 055	153	57 123	120

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

# 04

## Analyse der Einflussfaktoren im Rahmen des ZFI-Massnahmen-Konzepts

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 Monitoring-Wert auf lange Sicht so tief wie möglich zu halten. Dieses Massnahmenkonzept wurde mit dem ZFI-Bericht 2008 der Öffentlichkeit vorgestellt. Die meisten der kurzfristigen Massnahmen konnten in der Zwischenzeit umgesetzt werden (siehe ZFI-Bericht 2011, Ziffer 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, das sogenannte «ZFI-Massnahmen-Konzept 2012». Dieses lehnt sich eng an den sogenannten «ausgewogenen Ansatz» (balanced approach) der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO)<sup>10</sup> 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 unter Umweltschutzaspekten wirksamen und trotzdem wirtschaftlich vertretbaren Massnahmen sind im ICAO-Konzept des «ausgewogenen Ansatzes» in vier Kategorien mit absteigender Priorität gegliedert. Ziel des «ZFI-Massnahmen-Konzeptes 2012» ist die Gliederung der unter die kantonale Zuständigkeit fallenden oder gemäss Flughafengesetz zu entwickelnden Massnahmen entsprechend dieser Prioritätenliste.

1. Reduktion des Lärms an der Quelle
2. Raumplanerische Massnahmen
3. Lärmoptimierte Betriebsverfahren
4. Lärmbedingte Betriebsbeschränkungen

Die vier Prioritäten finden sich denn auch in den folgenden Kapiteln 4.2 bis 4.5 wieder.

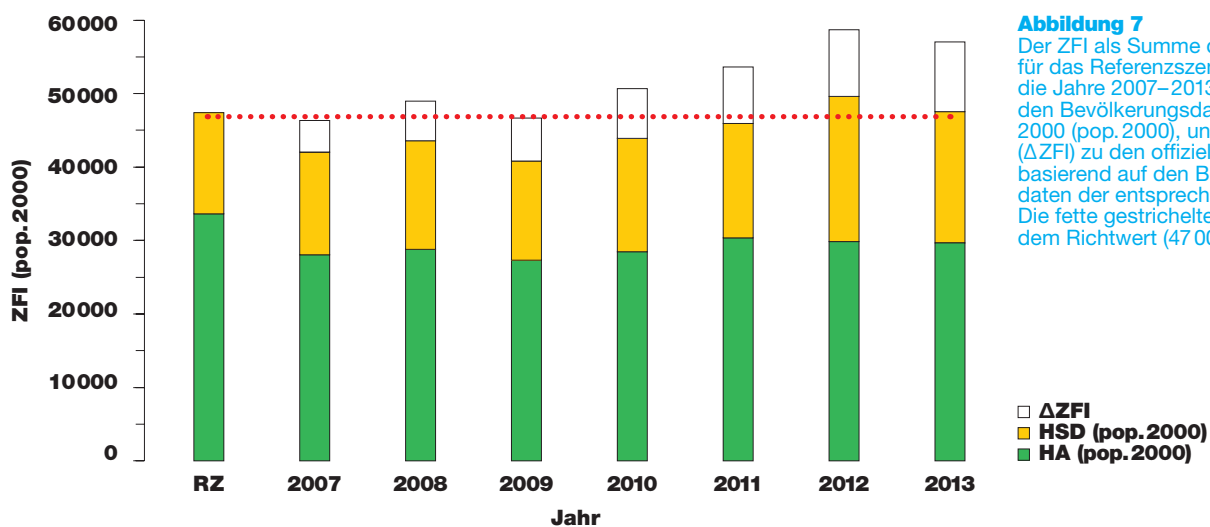
Neu wird ab diesem Jahr nicht mehr mit dem Jahr 2000, sondern mit dem Referenzzustand (RZ, siehe Ziffer 2.4) verglichen. Durch den grossen zeitlichen Abstand der Betriebsjahre 2000 und 2013 werden zwei sehr unterschiedliche Betriebssituationen verglichen, welche die Sensitivitätsuntersuchung erschweren und deren Aussagekraft relativieren. Durch den Wechsel vom Jahr 2000 zum RZ konnte dieser Umstand etwas gelindert werden. Der Vergleich erfolgt hierbei im Unterschied zur Berechnung des offiziellen ZFI mit einer vereinfachten Berechnung der passiven Schallschutzmassnahmen ohne Berücksichtigung der erhöhten Anforderungen nach SIA-Norm 181. Die ausgewiesenen Werte für das Berichtsjahr 2013 entsprechen daher nicht den offiziellen Werten, wie sie im Kapitel 3 ausgewiesen wurden (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013, Sensitivitätsbetrachtungen», Dübendorf, 25. Oktober 2014, S.13, Ziffer 4). Die Frage der Relevanz des RZ bleibt jedoch bestehen.

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

In den nächsten Jahren müssen deshalb mögliche Alternativen ausgearbeitet und von der «Expertengruppe ZFI» zuhanden des Regierungsrates beurteilt werden.  
 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.

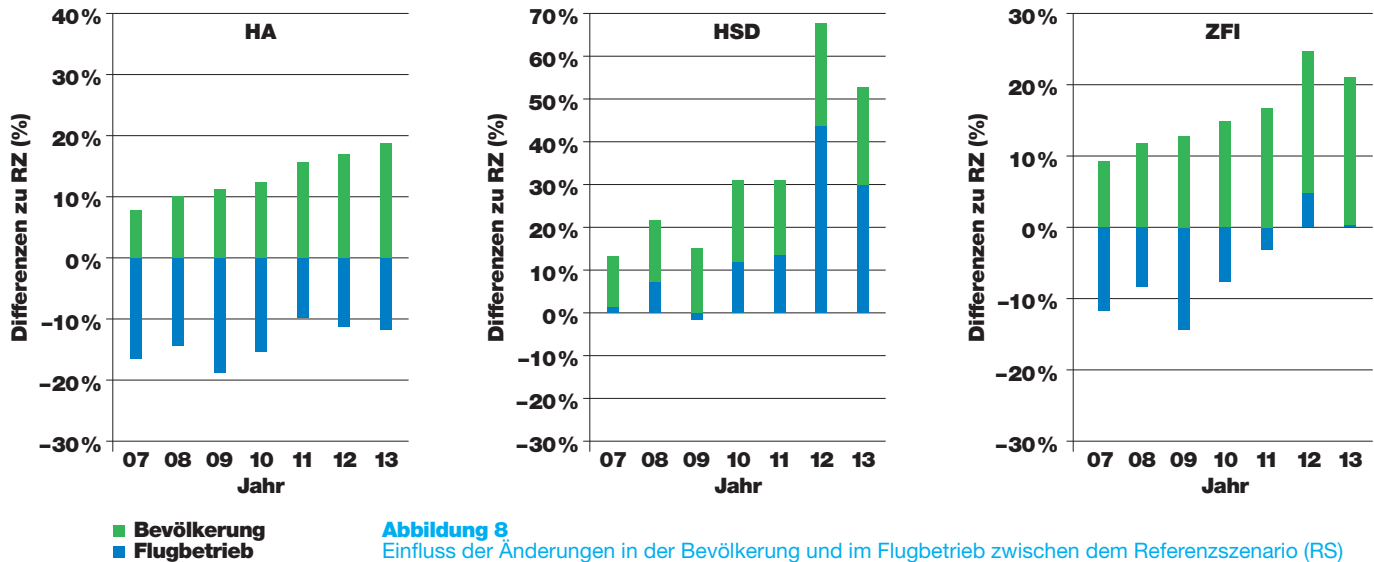
#### 4.1 Einfluss der Bevölkerungsentwicklung und der Veränderungen im Flugbetrieb auf die Entwicklung des ZFI

Um den Beitrag dieser Komponenten zu den Differenzen zwischen den ZFI-Monitoring-Werten 2007 bis 2013 und dem RZ zu untersuchen, wurde in einem ersten Schritt der Einfluss des Bevölkerungswachstums und der Entwicklung des Flugbetriebs als Ganzes auf den ZFI ermittelt (Abbildung 7). Hierzu wurde der ZFI für die Jahre 2007 bis 2013 mit den Bevölkerungsdaten gemäss RZ (Jahr 2000, siehe oben Ziffer 2.4, zweiter Spiegelpunkt) berechnet (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013, Sensitivitätsbetrachtungen», Dübendorf, 25. Oktober 2014, S. 7, Ziffer 2.2). Ohne dieses Bevölkerungswachstum wäre der ZFI beträchtlich tiefer und hätte bis und mit Jahr 2011 den Richtwert nicht überschritten (Abbildung 7). Die Kompensation des positiven Effekts des Flugbetriebes auf den ZFI durch das Bevölkerungswachstum der letzten Jahre wurde von der EMPA detaillierter untersucht und wird im Folgenden aufgezeigt.



**Abbildung 7**  
 Der ZFI als Summe der HA und HSD für das Referenzszenario sowie die Jahre 2007–2013, basierend auf den Bevölkerungsdaten des Jahres 2000 (pop. 2000), und Differenzen (ΔZFI) zu den offiziellen Werten, basierend auf den Bevölkerungsdaten der entsprechenden Jahre. Die fette gestrichelte Linie entspricht dem Richtwert (47 000 Personen)

Abbildung 8 zeigt die relativen Veränderungen in den HA, den HSD und im ZFI zwischen dem RZ und den Jahren 2007–2013, die durch das Bevölkerungswachstum (ΔZFI in Abbildung 7) sowie durch die Entwicklung im Flugbetrieb verursacht wurden. Letztere ergeben sich als verbleibende Differenzen zwischen den ZFI-Werten der entsprechenden Jahre ohne Bevölkerungswachstum [= HA (pop. 2000) + HSD (pop. 2000) in Abbildung 8] und dem RZ. Für den Tag (HA) der Jahre 2007–2010 kompensierte die Entwicklung des Flugbetriebs das Bevölkerungswachstum mehr als vollständig oder teilweise (2011–2013). In der Nacht (HSD) hingegen kann eine solche Kompensation nur für das Jahr 2009 beobachtet werden, in den übrigen Jahren erhöhte die Entwicklung des Flugbetriebs die HSD. Im Jahr 2013 wie schon im Jahr 2012 wirkte sich der Flugbetrieb auffallend ungünstig aus und erhöhte die HSD stärker als dies das Bevölkerungswachstum tat. In der Summe (ZFI) vermochte der Flugbetrieb das Bevölkerungswachstum seit dem RZ in den Jahren 2008, 2010 und 2011 nicht vollständig zu kompensieren und trug im Jahr 2012 sogar zum Wachstum des ZFI bei. Im Jahr 2013 konnte der Flugbetrieb in der Nacht so weit verbessert werden, dass er den ZFI im Vergleich zum RZ nur noch leicht ansteigen liess. Die Überschreitung des Richtwerts ist daher vor allem mit dem Bevölkerungswachstum seit dem RZ (Bevölkerung des Jahres 2000) zu erklären (Abbildung 8). Die positive, den ZFI vermindernde Flugbetriebsentwicklung im Vergleich zum RZ wurde somit über die Jahre hinweg graduell verringert und ist im Jahr 2013 nicht mehr feststellbar.



**Abbildung 8**  
Einfluss der Änderungen in der Bevölkerung und im Flugbetrieb zwischen dem Referenzszenario (RS) und den Jahren 2007–2013 auf den ZFI: Differenzen (in %, relativ zu den Werten des RS) in den HA, HSD und dem ZFI

## 4.2 Reduktion des Lärms an der Quelle

### Übergeordnete Entwicklung: Neues Lärmberechnungsmodell für Fluglärmbelastungen

Im Rahmen des Projektes sonAIR<sup>11</sup> wird an der Abteilung Akustik/Lärminderung der EMPA ein neues Berechnungsmodell entwickelt, welches ein Quellenmodell zur detaillierten Beschreibung der richtungsabhängigen Schallemissionen in Abhängigkeit des Flugzustandes (Leistungssetzung und Flugkonfiguration wie Klappen- und Fahrwerkstellung) enthält. Dieses Emissionsmodell soll mit dem hochentwickeltesten Schallausbreitungsmodell sonX der EMPA kombiniert werden. Das neue Gesamtmodell soll die lärmrelevanten Auswirkungen von An- und Abflugverfahren zuverlässig abschätzen und somit zu deren akustischen Optimierung und zur Minimierung der verursachten Belästigung tags, der Schlafstörungen nachts und schliesslich der (Lärm-)Kosten beitragen.

Das Quellenmodell soll anhand von aufwendigen Lärmmessungen des realen Flugbetriebes im Nah- und Fernbereich des Flughafens Zürich, wo die wichtigsten in der Schweiz verkehrenden Grossflugzeuge erfasst werden können, erstellt und skaliert werden. Im Hinblick auf die Modellentwicklung stellen dabei Cockpit-Daten – diese sind im Rahmen des Projektes für Swiss- und Edelweiss-Flugzeuge zugänglich – eine ideale Grundlage dar. Für Flugzeuge anderer Fluggesellschaften werden neben Radardaten im Nahbereich des Flughafens ergänzend ein optisches Ortungssystem sowie ein spezielles Auswertverfahren eingesetzt, das die Bestimmung der Triebwerkdrehzahl aus den akustischen Messungen der an- und abfliegenden Luftfahrzeuge erlaubt.

SonAIR wird in Zukunft die Grundlage für die Berechnung des ZFI-Monitoring-Werts bilden. Der Kanton Zürich unterstützt daher zusammen mit den Flughafenpartnern dieses Vorhaben auch finanziell. Das Projekt wurde am 17. April 2013 gestartet und soll innerhalb von drei Jahren seinen Abschluss finden.

<sup>11</sup> 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.

## 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 Veränderungen in den Fluggeometrien (Lage der Flugrouten) nachts, den grössten Anteil an der Zunahme des ZFI vom RZ ins Jahr 2013 aus.

Flugzeugflotte	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
<b>2013</b>	2013	36 068	21 162	57 230
<b>RZ</b>	2013	35 872	15 438	51 310
<b>Veränderung</b>	absolut	+196	+5723	+5920
	prozentual	+1%	+37%	+12%

**Tabelle 6**

Effekte der Veränderungen in der Flottenzusammensetzung vom RZ ins Jahr 2013 auf den ZFI. Die Werte 2013 berücksichtigen die SIA-Norm 181 nicht (siehe EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013, Sensitivitätsbetrachtungen», Dübendorf, 25. Oktober 2014, S. 13, Ziffer 4)

Die Ausmusterung von kleineren Kurzstreckenmaschinen des Typs Canadair Regionaljet (CL65) und die Umflottung von Boeing-MD80-Modellen (MD80, MD83 und MD87) auf die Airbus-A320-Modelle (A319, A320 und A321) steht dabei im Vordergrund. Aufgrund der etwas grösseren Flugzeuge konnten wohl mehr Passagiere befördert werden, die Schallenergie nahm aber ebenfalls zu. Dies bewirkte tagsüber eine leichte Zunahme bei den HA um +1%. Nach 22.00 Uhr kamen die Langstreckenmodelle A330, A340 und B777 vermehrt zum Einsatz, u.a. auch aufgrund neu bedienter Destinationen. Dies bewirkte eine Zunahme der Schallenergie wie auch einen Anstieg der HSD von +37% vom RZ zum Jahr 2013.

Die Veränderung der Flugzeugflotte führte zwischen 2012 und 2013 zu einer Erhöhung des ZFI um rund 1%, wobei ausschliesslich die Zunahme in der Nacht (HSD) massgeblich war. Auch hier waren, wie schon im obigen Vergleich zum RZ, die vermehrt eingesetzten Flugzeugmodelle A330 und A340 die Hauptursache.

Flugzeugflotte	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
<b>2013</b>	2013	36 068	21 162	57 230
<b>2012</b>	2013	36 116	20 659	56 775
<b>Veränderung</b>	absolut	-48	+502	+455
	prozentual	0%	+2%	+1%

**Tabelle 7**

Effekte der Veränderungen in der Flottenzusammensetzung 2012–2013 auf den ZFI. Siehe auch Kommentar in Tabelle 6

## 4.2.2 Stand der Massnahmen

### Flottenmix

Der technische Fortschritt, der sich in der Entwicklung der Flugzeugflotte niederschlägt, hat sich in der Vergangenheit sehr günstig ausgewirkt. In der neuen Vergleichsweise (RZ zu 2013) ist dieser Fortschritt jedoch nicht mehr sichtbar, da die meisten Flugzeuge 2004 (Stichjahr für den Flottenmix im RZ; siehe Ziffer 2.4, dritter Spiegelstrich) schon im Einsatz standen. Bezüglich Lärmemissionen umfasst der Flottenmix am Flughafen Zürich zum grössten Teil Flugzeugtypen, die dem modernsten Stand der Technik entsprechen. Die grösste Umflottung fand in den Jahren 2003 und 2004 statt, als die SWISS ihre Langstreckenflugzeuge vom Typ MD-11 durch die A340-300 ersetzte.

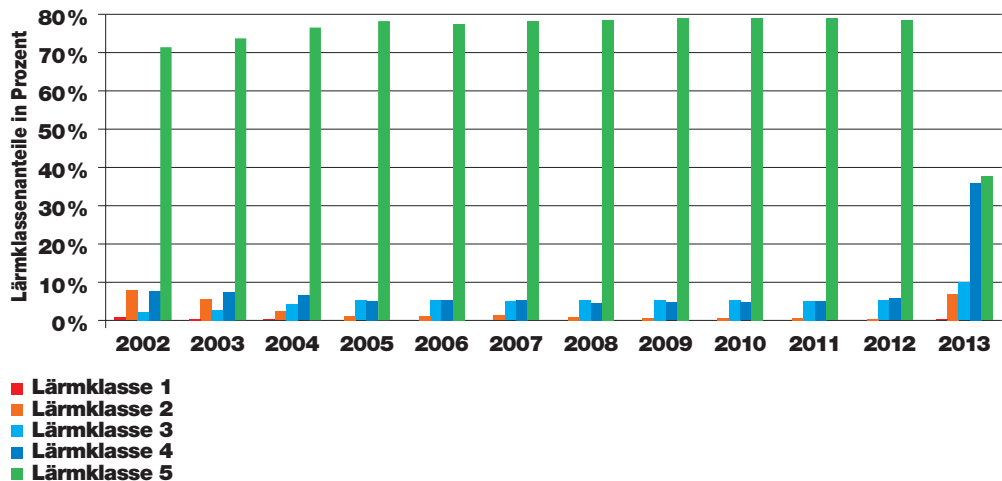
Eine möglichst frühzeitige Ausflottung älterer und damit lauterer Flugzeugtypen ist unbedingt weiterzuverfolgen. Die bereits beschlossene Ablösung der Regionalflotte der SWISS (geplante Inbetriebnahme der ersten Flugzeuge des Bombardier CSeries ab 1. Quartal 2015) und die Entwicklung neuer, zweistrahliger Langstreckenflugzeuge öffnen voraussichtlich Perspektiven für weitere Reduktionen der Fluglärmbelastung gegen Ende des laufenden Jahrzehnts. So verspricht der Bombardier CSeries gegenüber dem AVRO RJ100 (Jumbolino) wesentlich lärmgünstiger zu sein. Der vermehrte Einsatz zweistrahliger Langstreckenflugzeuge wird auch durch ihre im Vergleich zu vierstrahligen Modellen (v. a. gegenüber dem Airbus A340) bessere Steigleistung zu einer Reduktion der Lärmbelastung führen. Einen ersten Schritt in diese Richtung wird die SWISS ab 2016 tun, 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 (A320neo) wird für die Bevölkerung und damit 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 werden vorab für Lärmschutzmassnahmen (Schallschutzfenster) und Entschädigungszahlungen wegen übermässigen Fluglärms eingesetzt.

Im Zusammenhang mit der Festlegung der lärmabhängigen Landegebühren am Flughafen Zürich ist zu berücksichtigen, dass die damit angestrebte Lenkungswirkung (Einsatz lärmgünstiger Flugzeuge im Verkehr von und nach Zürich) grundsätzlich nur dann und in dem Masse erzielt werden kann, als neuere, lärmgünstigere Technologien überhaupt verfügbar sind.

**Abbildung 9**  
Prozentuale Verteilung der in Zürich verkehrenden Flugzeuge pro Lärmklasse (Quelle: Flughafen Zürich AG; Inkraftsetzung neues Modell per 1. Mai 2013)



Das Zürcher Lärmgebührenmodell (es wird auch in Genf, Bern, Lugano, Samedan und Sitten angewendet) ist dynamisch, d.h. es muss in regelmässigen Abständen überprüft und dem jeweiligen Stand der Technik angepasst werden. Die letzte Anpassung des Modells erfolgte im Jahr 2000, 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 Flughafenhalterin hat bei der Überarbeitung des Lärmgebührenmodells die Vorgaben des Bundesgerichts berücksichtigt. So bezahlen nun rund 50% aller Flugzeuge Lärmgebühren. 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 lärmgünstigerer Modelle geschaffen werden.

<sup>12</sup> 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.

### 4.3 Raumplanerische Massnahmen

Die Bevölkerung rund um den Flughafen Zürich wächst seit jeher deutlich stärker als im kantonalen Durchschnitt (siehe nachfolgend Ziffer 4.3.1). Das überdurchschnittliche Bevölkerungswachstum in der Flughafenregion ist denn auch einer der zentralen Treiber des ZFI.

Eine Beschränkung dieses Wachstums wäre rechtlich nur mittels Einzonungs- und Bauverbots realisierbar. Dies ist jedoch aus raumordnungspolitischen Gründen oftmals weder verhältnismässig noch erwünscht. Im Sinne einer haushälterischen Bodennutzung und angesichts des Kulturlandschutzes ist die Siedlungsentwicklung an gut erschlossenen und zentralen Lagen zu fördern, um im Gegenzug die freien Landschaften vor Zersiedelung zu schützen. Wie diese Zielsetzungen erreicht werden sollen, hat der Kantonsrat am 18. März 2014 mit der Festsetzung des kantonalen Richtplans aufgezeigt. Im sogenannten Raumordnungskonzept hat er diejenigen Regionen bezeichnet, die sich aufgrund ihrer Lage und dem bereits bestehenden Infrastrukturangebot für eine weitere Siedlungsentwicklung eignen. Dazu gehören insbesondere die kantonalen Zentrumsgebiete, wie etwa Bülach, oder die sogenannten «Stadtlandschaften» oder «urbanen Wohnlandschaften». Erhebliche Teile der Flughafenregion liegen in solchen Gebieten, in denen auch in Zukunft eine massvolle bis dynamische Siedlungsentwicklung möglich sein soll. Mit der Festsetzung der Teilrevision des Kapitels 4.7.1 «Flughafen Zürich» des kantonalen Richtplans hat der Kantonsrat am 24. März 2014 sodann die Ziele für die Siedlungsentwicklung im Umfeld des Flughafens weiter konkretisiert. In Abstimmung mit den übergeordneten Zielen der Raumentwicklung im Kanton Zürich soll eine möglichst weitgehende Koexistenz von Flughafen- und Siedlungsentwicklung in der Flughafenregion ermöglicht werden. Der Kantonsrat hat deshalb die sogenannte Abgrenzungslinie (AGL) festgelegt. In Abstimmung mit dem Objektblatt Flughafen Zürich des Sachplans Infrastruktur der Luftfahrt (SIL), das der Bund am 26. Juni 2013 verabschiedet hat, bezeichnet die AGL das Gebiet mit bestehender und gemäss SIL-Objektblatt zukünftig möglicher Fluglärmbelastung über dem Immissionsgrenzwert (IGW) der Empfindlichkeitsstufe II (ES II) gemäss der Lärmschutzverordnung (LSV) des Bundes (siehe Abbildung 10). Innerhalb der AGL soll durch Auflagen bei Neubauten und durch planerische und finanzielle Massnahmen im Wohnbaubestand die Siedlungsqualität verbessert werden. Zudem sollen nur noch in zentral gelegenen, sehr gut erschlossenen Lagen zusätzliche Potenziale für Wohnnutzungen geschaffen werden. Trotzdem werden die bestehenden Nutzungsreserven dazu führen, dass die Bevölkerung und damit auch der Bevölkerungsindex bzw. der ZFI-Monitoring-Wert weiter zunehmen werden.

#### 4.3.1 Analyse

##### **Einfluss der Bevölkerungsentwicklung**

Die Bevölkerung im Kanton Zürich ist zwischen 2012 und 2013 um 1,1% gewachsen (zivilrechtlicher Wohnsitz). In Bezug zum Vorjahr verzeichnete die Region Unterland mit 1,8% das stärkste Wachstum (z. B. Eglisau +5,0%, Bülach +2,3%), gefolgt von der Region Glatttal mit 1,6% (z. B. Wallisellen +4,5%, Rümlang +3,0%). Die Region Limmattal wuchs, wie in den Vorjahren, ebenfalls überdurchschnittlich um 1,5% (z. B. Schlieren +2,5%, Dietikon +2,2%). Neben verschiedenen Gemeinden im Kanton trugen auch die nördlichen Aussenquartiere der Stadt Zürich mit ihrem rasanten Wachstum der letzten Jahre zum Anstieg des ZFI bei. So wuchs beispielsweise die Bevölkerung von Seebach verglichen mit dem Vorjahr um +3,0% (Quelle: Statistisches Amt), die Anzahl ZFI-Betroffener sogar +4,8% (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013», Dübendorf, 25. Oktober 2014, S. 56, Ziffer 9.7).

	RZ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Δ% vom RZ
<b>Bevölkerung im Kanton Zürich nach wirtschaftlichem Wohnsitz</b>	1 247 703	1 328 526	1 348 660	1 365 038	1 373 068	1 392 396	1 408 575	<b>1 421 895</b>	<b>14,0%</b>
Veränderung zum Vorjahr	–	6,5%	1,5%	1,2%	0,6%	1,4%	1,2%	<b>0,9%</b>	–
<b>Bevölkerung im jeweiligen Untersuchungsgebiet (UP)</b>									
am Tag	409 104	397 500	409 586	396 920	411 710	443 362	438 624	<b>442 490</b>	<b>8,2%</b>
in der Nacht	218 813	240 966	247 505	240 724	262 942	261 282	328 687	<b>313 687</b>	<b>43,4%</b>
<b>Fläche des Untersuchungsgebietes (km<sup>2</sup>)</b>									
am Tag	515.2	455.7	456.0	439.9	457.4	479.7	477.5	<b>467.1</b>	<b>-9,3%</b>
in der Nacht	467.4	453.8	443.5	430.1	463.5	455.6	547.4	<b>539.1</b>	<b>15,3%</b>
<b>Bevölkerungsdichte im UP (Personen/km<sup>2</sup>)</b>									
am Tag	794	872	898	902	900	924	919	<b>947</b>	<b>19,3%</b>
in der Nacht	468	531	558	560	567	573	600	<b>582</b>	<b>24,4%</b>

**Tabelle 8**

Bevölkerung im Kanton Zürich bzw. im Untersuchungsgebiet des ZFI für den RZ sowie in den Jahren 2007 bis 2013. Dargestellt werden ebenso die Flächen der Untersuchungsgebiete wie auch die Anzahl Personen pro km<sup>2</sup> Fläche innerhalb der Untersuchungsgebiete. # Quelle: Volkszählung, ab 2010 STATPOP Bundesamt für Statistik

Tabelle 8 zeigt, dass die Anzahl Personen pro km<sup>2</sup> Fläche innerhalb des Untersuchungsgebietes Jahr für Jahr praktisch ausnahmslos angestiegen ist. Die Bevölkerungsdichte in der Nacht beträgt rund zwei Drittel der Bevölkerungsdichte tagsüber. Dies ist Ausdruck des lärmgünstigen Ostanflugkonzepts (siehe Anhang Ziffer 5.4), wie es abends und in der Nacht praktiziert wird.

Nachstehende Tabelle 9 schliesslich zeigt im Vergleich zum kantonalen Anstieg (Tabelle 1) das überdurchschnittliche Bevölkerungswachstum von 2% innerhalb der ZFI-Untersuchungsperimeter 2013 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)
<b>2013</b>	2013	442 490	313 687
<b>2012</b>	2013	435 387	308 515
<b>Veränderung</b>	absolut	+7103	+5172
	prozentual	+2%	+2%

**Tabelle 9**  
Veränderungen der Bevölkerung innerhalb der Untersuchungsperimeter (UP) 2013 von 2012 zu 2013.

Diese Zunahme der Bevölkerung zwischen 2012 und 2013 führte, bezogen auf die Fluglärmbelastung 2013, zu einer Zunahme der HA um 2% sowie der HSD und des ZFI um je rund 1%.

Bevölkerung	Belastung	HA	HSD	ZFI
<b>2013</b>	2013	36 068	21 162	57 230
<b>2012</b>	2013	35 462	20 981	56 444
<b>Veränderung</b>	absolut	+606	+181	+786
	prozentual	+2%	+1%	+1%

**Tabelle 10**  
Effekte der Veränderungen in der Bevölkerung 2012–2013 auf den ZFI. Siehe auch Kommentar in Tabelle 6

Für den ZFI-Bericht 2013 hat die EMPA die in der Berechnungsvorschrift zum ZFI<sup>13</sup> vorgesehene und von der «Expertengruppe ZFI» 2012 bestätigte erhöhte Einfügungsdämpfung nach SIA181<sup>14</sup> berücksichtigt. Die neue Berechnungsvorschrift wird seit dem ZFI-Bericht 2011 für den ZFI-Monitoring-Wert angewendet. Dies hatte zur Folge, dass die HSD und damit auch der ZFI weniger stark zugenommen haben, als dies bei Anwendung der alten Berechnungsvorschrift der Fall gewesen wäre. Ohne Berücksichtigung der Komfort- und Schalldämmöffnungen – d.h. gemäss Berechnungsvorschrift der Jahre vor 2011 – würde ein um 952 Personen höherer HSD-Wert und somit ein ZFI-Wert von 58 075 Personen resultieren.

#### Bevölkerungsentwicklung in der Flughafenregion

Gemäss § 5 Abs. 1 ZFI-VO ist 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) umschliesst ein Gebiet mit 78 700 Einwohnern (Stand 2013) und somit 5,4% der Kantonsbevölkerung. Mit einem Einwohnerwachstum von 2,2% gegenüber dem Vorjahr hat sich das Gebiet innerhalb der AGL etwas dynamischer entwickelt als der Rest des Kantons.

Innerhalb der AGL entfallen rund 70% des Bevölkerungswachstums auf die Gemeinden Bülach, Opfikon, Niederhasli, Oberglatt und Regensdorf. Mit knapp über 300 neuen Einwohnern ist die Zunahme in Oberglatt am grössten.

Sowohl der Anteil der Umzüge als auch der Zu- und Wegzüge liegen über dem Kantonsdurchschnitt. Den grössten Anteil der Zuzüger an der Gesamtbevölkerung fanden sich in den Gemeinden Höri, Opfikon, Wallisellen, Oberglatt, Oberweningen und Rümlang mit je über 10%. In Opfikon und Kyburg verliessen jedoch auch gleichzeitig wieder über 10% der Einwohner die Gemeinde.

<sup>13</sup> Die Berechnungsvorschrift wird im Anhang zur Verordnung zum Zürcher Fluglärm-Index (LS 748.15) definiert.

<sup>14</sup> Siehe ZFI-Bericht 2012, Ziffer 2.5, Seite 12/13

### 4.3.2 Stand der Massnahmen

#### Förderprogramm «Wohnqualität Flughafenregion»

Wie bereits erwähnt, soll innerhalb der im kantonalen Richtplan festgelegten AGL die Siedlungsqualität u. a. durch planerische und finanzielle Massnahmen im Wohnbaubestand verbessert werden. Das Förderprogramm «Wohnqualität Flughafenregion», kurz WQF, ([www.wohnqualitaet.zh.ch](http://www.wohnqualitaet.zh.ch)) bildet eine wichtige Massnahme im Sinne der beschriebenen Raumordnungspolitik. Ziel des Programms ist es, in Gebieten innerhalb der AGL bei der Erneuerung und Modernisierung von Wohnbauten Massnahmen für einen hochwertigen Schallschutz zu fördern. 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 Minergie-zertifizierte Neubauten.

Rechtlich stützt sich das Förderprogramm auf die Verordnung zum Zürcher Fluglärm-Index und wird aus dem Flughafenfonds finanziert. Der Fonds wurde mit dem Erlös geäuft, den der Kanton aus der Verselbstständigung des Flughafens 2001 erzielt hatte. Das Programm beansprucht demnach keine Steuergelder. Es ergänzt die Vorgaben der Lärmschutzverordnung für neue Gebäude oder Bauvorhaben mit wesentlichen Änderungen und ist abgestimmt mit dem Programm 2010 des Flughafens sowie mit den energetischen Vorgaben des Gebäudeprogramms des Bundes.

**Abbildung 10**

Die blaue Linie markiert die Abgrenzungslinie (AGL). Quelle: Kantonaler Richtplan, Kapitel 4.7.1, festgesetzt mit Beschluss des Kantonsrats vom 24. März 2014



Das seit Ende 2012 vorhandene Förderangebot wurde allerdings bis anhin nur wenig nachgefragt. Von Beginn des Förderprogramms im März 2012 bis Ende 2013 sind lediglich 50 Gesuche um Förderbeiträge für Gebäudesanierung eingegangen, wovon aber gut 1/5 aufgrund nicht erreichter Förderkriterien abgelehnt werden musste. Gesuche für Beiträge an Ersatzneubauten wurden bis Ende 2013 lediglich 4 eingereicht.

Die Gründe dafür sind vielschichtig: Einerseits liegt die Erneuerungsrate des Gebäudeparks im gesamtschweizerischen Mittel mit rund 1% generell eher tief, andererseits scheint die Vielzahl vorhandener Förderprogramme auf Bundes- und kantonaler Ebene zur energetischen und schalltechnischen Sanierung sowie deren Zusammenspiel jedenfalls für den Laien schwer überblickbar zu sein. Die Förderprogramme erreichen dabei in aller Regel nur diejenigen Hausbesitzer, die sich aufgrund des «abgelaufenen» Gebäude- oder Bauteilalters ohnehin für eine Sanierung entscheiden. Die natürlichen Sanierungszyklen können also durch Förderprogramme kaum beschleunigt werden. Allerdings sollten diejenigen Sanierungen, die innerhalb der AGL umgesetzt werden, die Anforderungen an den qualitativ hochwertigen Schallschutz erfüllen. Massnahmen zur Erhöhung des Bekanntheitsgrads der kantonalen Förderprogramme und damit auch des WQF sowie zur Vereinfachung des Zugangs zu den Fördergeldern sind in Planung. Ausserdem ist für das kommende Jahr die Sanierung und Aufwertung mindestens eines Quartiers in Kloten geplant. Gestützt auf die Verordnung zum Zürcher Fluglärm-Index unterstützt die Volkswirtschaftsdirektion solche Projekte finanziell in zweifacher Weise: Einerseits gewährt sie gestützt auf § 8 ff. der ZFI-Verordnung Subventionen für die Erarbeitung der planungsrechtlichen Grundlagen für die Quartieraufwertung, andererseits entrichtet sie gestützt auf §§ 10 ff. Beiträge an die privaten Grundeigentümer an/für die Massnahmen zur Verbesserung der Wohnqualität. Über die umfassende Sanierung ganzer Quartiere wird im Rahmen der ZFI-Berichterstattung 2014 berichtet.

## 4.4 Lärmoptimierte Betriebsverfahren

### 4.4.1 Analyse

#### An- und Abflugrouten<sup>15</sup>

Die Anzahl der Anflüge von Osten und Süden, die wegen der einseitig verfügbaren Sperrzeiten über Süddeutschland erforderlich sind (siehe ZFI-Bericht 2012, Ziffer 4.4.1), blieb im Berichtsjahr im Rahmen der Vorjahre in etwa konstant.

Anzahl sperrzeitbedingter Anflüge	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
aus Osten	13 500	13 200	12 300	13 300	13 800	13 500	13 300
aus Süden	11 200	11 600	11 000	11 400	10 300	12 000	11 200

**Tabelle 11**

Anflüge während der Sperrzeiten über Süddeutschland 2007–2013 (absolute Zahlen auf hundert gerundet; Quelle: Amt für Verkehr)

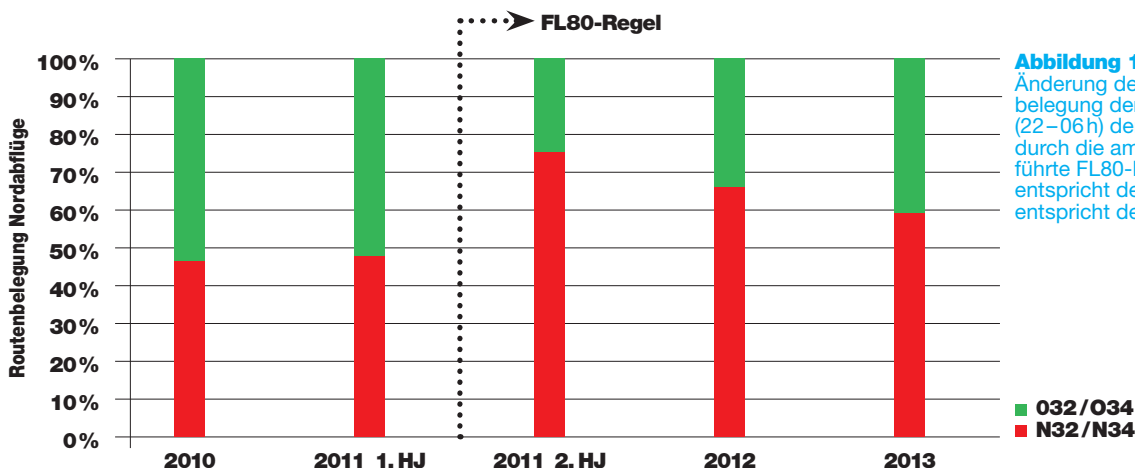
Die veränderte Routenbelegung – darunter ist die Zahl der Starts und Landungen auf den einzelnen Pisten zu verstehen – liess den HSD-Wert zwischen 2012 und 2013 deutlich um 5% sinken (siehe Tabelle 12 sowie im Anhang unter Ziffer 5.5) und beeinflusste somit auch den ZFI leicht um –1%.

Routenbelegung	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
2013	2013	36 068	21 162	57 230
2012	2013	35 701	22 343	58 043
Veränderung	absolut	+367	-1181	-813
	prozentual	+1%	-5%	-1%

**Tabelle 12**

Effekte der Veränderungen der Routenbelegungen 2012–2013 auf den ZFI. Siehe auch Kommentar in Tabelle 6

Die 2012 stark angestiegene Belegung der Routen über Nordwesten (Details dazu wie auch zur FL80-Regel siehe ZFI-Bericht 2012, Ziffer 4.4.1) konnte 2013 wieder herabgesetzt werden. Die anteilmässige Benutzung der Route N (Bezeichnung der Routen siehe Abbildung 12), die in den 18 Vormonaten zwischen 60% bis über 80% betrug, machte 2013 nur noch knapp 60% aus. Dies ist neben einem leichten Verkehrsrückgang nachts darauf zurückzuführen, dass eine günstige Verkehrskonstellation im Jahr 2013 die Verwendung der Route O ermöglichte, was in der Summe zu einer Abnahme der HSD führte.



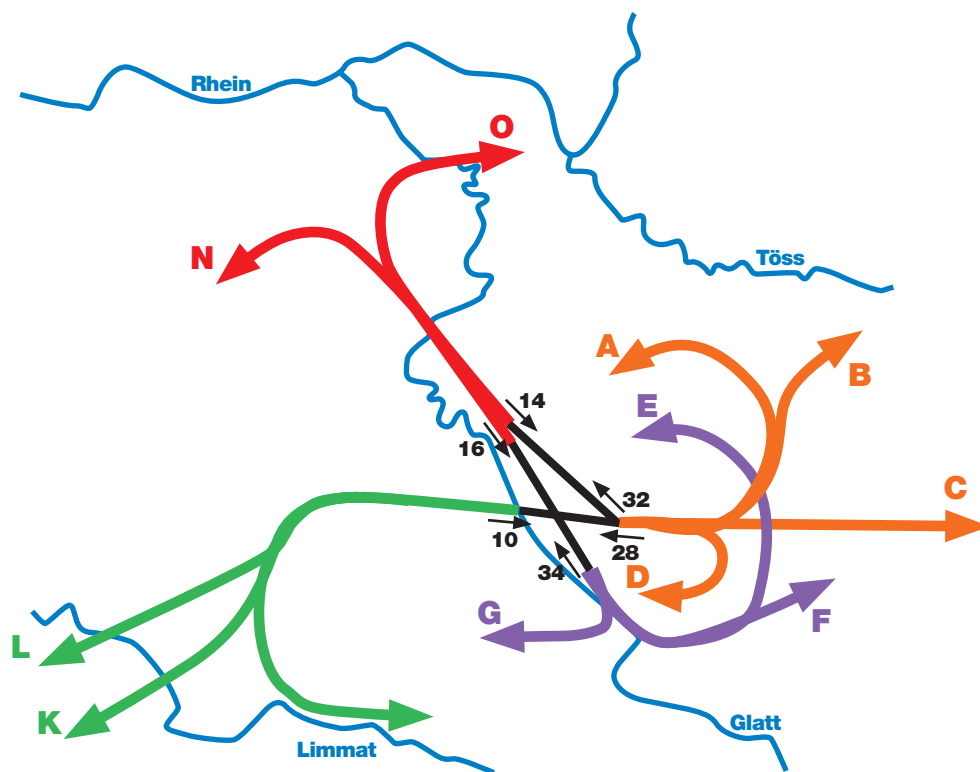
**Abbildung 11**

Änderung der relativen Routenbelegung der Nordabflüge nachts (22–06 h) der Jahre 2010 bis 2013 durch die am 30. Juni 2011 eingeführte FL80-Regel. O32/O34 entspricht der Route O, N32/N34 entspricht der Route N.

<sup>15</sup> 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.

Die Effekte der FL80-Regel wurden im EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2011, Einfluss der Flight-Level-80-Regel auf den ZFI» detailliert untersucht. Unter Berücksichtigung der im SIL-Objektblatt Flughafen Zürich vom 26. Juni 2013 festgelegten neuen Routen und der angepassten FL80-Regel ergibt sich weiterhin eine potenziell günstige Wirkung auf den ZFI.

**Abbildung 12**  
Schematische Darstellung und Bezeichnung der Abflugrouten und einzelnen Pisten des Flughafens Zürich (Quelle: Flughafen Zürich AG).



Ebenso fanden zwischen 2012 und 2013 gemäss der Sensitivitätsanalyse der EMPA Veränderungen im Bereich der Fluggeometrien statt, d.h. Veränderungen in Lage und Verlauf der tatsächlichen Flugbahnen im Raum (siehe Tabelle 13). Diese hatten keinen nennenswerten Einfluss auf den ZFI. Methodische Effekte, wie sie vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) im «Leitfaden Fluglärm» seit 2014 empfohlen werden, führten gemäss der EMPA zu lokalen Änderungen im Vergleich zum Vorjahr.

**Tabelle 13**  
Effekte der Veränderungen in der Fluggeometrie 2012–2013 auf den ZFI. Siehe auch Kommentar in Tabelle 6

Fluggeometrie	Restliche Inputdaten	HA	HSD	ZFI
<b>2013</b>	2013	36 068	21 162	57 230
<b>2012</b>	2013	36 309	21 370	57 679
<b>Veränderung</b>	absolut	-241	-208	-449
	prozentual	-1%	-1%	-1%

Die Fluggeometrien auf der Route N haben sich am 18. Oktober 2012 mit der Einführung eines zusätzlichen Abflugverfahrens «VEBIT 1K», das den Navigationsstandard RNAV1 voraussetzt, verändert. Die Auswirkungen manifestieren sich primär in der Nacht, wenn Nordstarts erfolgen. Das neue Abflugverfahren basiert auf einem vordefinierten Kurvenradius, dem sogenannten «Radius to Fix»-Verfahrens. Dadurch reduziert sich das Streuverhalten während des Kurvenflugs gegenüber der herkömmlichen Flugpraxis merklich. Das führt zu einer lokalen Erhöhung der HSD im Nordwesten und einer Abnahme südlich davon (siehe ausführliche Beschreibung des «Radius to Fix»-Verfahrens im ZFI-Bericht 2012, Ziffer 4.4.2). Zum heutigen Zeitpunkt sind noch nicht alle Flugzeuge in der Lage, diese Navigationstechnologie anzuwenden.

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 2013, Sensitivitätsbetrachtungen», 25. Oktober 2014, S. 18, Ziffer 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 bis 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 Regionalflyplätze, 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.

Die drei ersten CHIPS-Projekte wurden in den ZFI-Berichten 2011 und 2012 ausführlich beschrieben (jeweils Ziffer 4.4.2).

Als viertes CHIPS-Projekt begann am 27. Mai 2013 der Bau einer neuen GBAS-Anlage (Ground Based Augmentation System). Dadurch wird die Genauigkeit des GPS-Signals erhöht. Das erste Anflugverfahren mit der neuen GBAS-Anlage wurde am 16. Oktober 2014 für die Piste 14 eingeführt. Später können, gestützt auf die gleiche GBAS-Anlage, auch Anflugverfahren für die anderen Landepisten erarbeitet werden.

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 der Flugzeuge auf den Abflugrouten, was zwar zur gewünschten Konzentration entlang der Routen geführt hat. 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. Das SIL-Objektblatt Flughafen Zürich vom 26. Juni 2013 stellt die Grundlage für ein neues Betriebsreglement für den Flughafen Zürich dar und ist das richtige Instrument für eine solche Optimierung. Welche Auswirkungen diese Änderungen auf den ZFI-Monitoring-Wert haben werden, kann zum heutigen Zeitpunkt noch nicht zuverlässig abgeschätzt werden.

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 siebenmal durchgeführt. Die Resonanz der Kursteilnehmer ist grossmehrheitlich positiv. Damit ist bei den künftigen Flugverkehrsleitern der Grundstein für ein besseres Verständnis für die Ursachen von Fluglärm sowie Lärminderungsverfahren gelegt.

Schliesslich wurde der langjährig bewährte Aufsichtsprozesses gemäss §3 des Flughafengesetzes zur Einhaltung der An- und Abflugrouten durchgeführt. Dies in enger Zusammenarbeit mit der FZAG, 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 2013 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 dadurch notwendigen Umgestaltung der Routen und Verfahren im Nahbereich der Flughafens Zürich verursacht.

## 4.5 Lärmbedingte Betriebsbeschränkungen

### 4.5.1 Analyse

#### Flugbewegungen

In Bezug zum Referenzzustand (RZ) bzw. 2007 bis 2013 haben sich die Flugbewegungen wie folgt entwickelt:<sup>16</sup>

	RZ	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Index 2013 (RZ=100)
<b>Tag (06.00–22.00 Uhr)</b>	289 731	231 910	240 673	230 404	234 795	246 769	239 845	235 068	81
davon erste Tages- stunde (06.00–07.00 Uhr)	9 153	7 594	7 922	7 602	7 327	7 874	7 529	6 812	74
davon letzte Tagesstunde (21.00–22.00 Uhr)	17 348	13 830	14 943	13 607	14 795	15 420	15 821	17 259	99
<b>Nacht (22.00–06.00 Uhr)</b>	9 883	9 066	9 303	8 749	10 056	9 612	10 749	10 117	102
<b>Gesamttotal Tag und Nacht</b>	299 614	240 976	249 976	239 153	244 851	256 381	250 594	245 185	82

**Tabelle 14:**

Flugbewegungen (Grossflugzeuge), unterteilt nach Tag/Tagesrandstunden/Nacht im Referenzzustand (RZ) sowie 2007 bis 2013.

Gegenüber dem RZ hat die Zahl der Flugbewegungen insgesamt um 18% abgenommen, einzig die Flugbewegungen nachts haben mit 2% leicht zugenommen. In den im ZFI besonders gewichteten Tagesrandstunden lag die Bewegungszahl in der ersten Tagesstunde, bezogen auf den RZ, um 26% tiefer, in der letzten Tagesstunde fast gleichauf. Die Sensitivitätsanalyse der EMPA zeigt, dass der Rückgang der Flugbewegungen – für sich allein betrachtet – den ZFI gegenüber dem RZ um rund 13% vermindert hat.

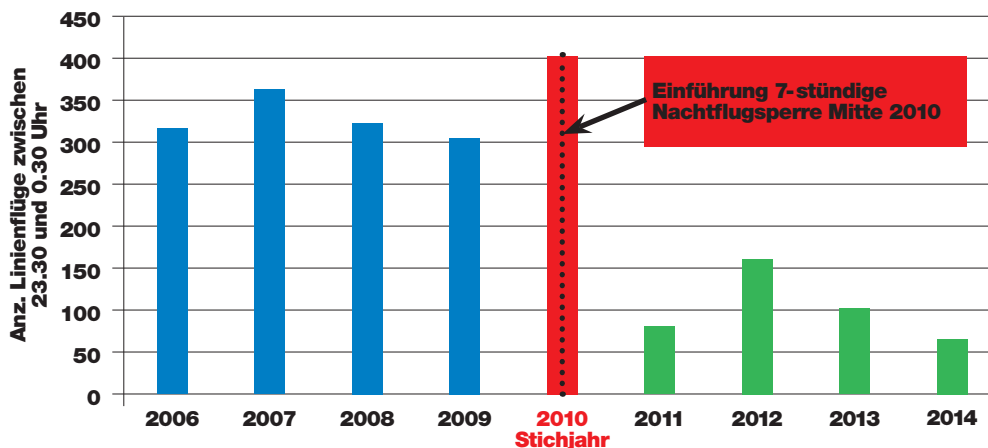
Die Zahl der Flugbewegungen hat im Jahr 2013 gegenüber 2012 insgesamt um 2% abgenommen, in der Nacht um 6%. Die Anzahl Flüge nahmen in der ersten Tagesrandstunde um 10% ab, in der letzten Tagesrandstunde indes um 9% zu. Mit Ausnahme des Jahres 2009 lag die Anzahl Flüge in der letzten Tagesrandstunde seit 2007 jedes Jahr in Bezug zum Vorjahr höher. Die Abnahme der Bewegungszahlen führte im Vergleich der Jahre 2012 und 2013 zu einer Abnahme der HA um 1%, in der Nacht bei den HSD um 6%. Die Abnahme der Flugbewegungen liess den ZFI-Monitoring-Wert um 3% sinken.

Im Jahr 2013 wurde hingegen eine sehr grosse Anzahl Nachtflüge, d. h. von 22.00 bis 06.00 Uhr registriert, welche sich auch im ZFI deutlich niederschlug. Die Anzahl aller Nachtflüge im Jahr 2013 stellt denn auch mit 10 117 Flügen die drithöchste Anzahl seit 1970 dar.

#### Nachtsperrordnung

Dem Monitoring-Wert des ZFI liegt die im jeweiligen Berichtsjahr gültige Nachtsperrordnung zugrunde (siehe Anhang Ziffer 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 deutlich nachweisbar (siehe Abbildung 13). Im Vergleich zu den Jahren vor der Einführung der siebenstündigen Nachtflugsperrung nahm die Anzahl Linienflüge in der Zeitspanne zwischen 23.30 und 00.30 Uhr deutlich ab. Einen weiteren Hinweis liefert die vertiefte Betrachtung der jährlichen Flugbewegungszahlen im ersten ZFI-Teilbericht (EMPA-Bericht «Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) im Jahre 2013», Dübendorf, 25. Oktober 2014, S. 38, Ziffer 9.2): In der gemäss bundesrechtlicher Lärmschutzverordnung (LSV) vorgesehenen differenzierten Betrachtungsweise der Nachtstunden wird deutlich, dass die in den Jahren 2011/2012 festgestellte Verschiebung von der zweiten Nachtstunde (N2) in die erste (N1) bzw. in die letzte Tagesrandstunde (T16) wiederum stattgefunden hat.

<sup>16</sup> 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 13**  
 Linienverkehr nachts zwischen 2006 und 2014, Quelle: Amt für Verkehr (Stand: 20. Oktober 2014)

## 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 Bezugsjahr (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 würde – für sich allein betrachtet – eine deutliche 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 klar zum Ausdruck gebracht, dass sie keine Bewegungsbeschränkungen wollen, sondern vielmehr einen Marschhalt bei 320 000 Flugbewegungen. Dannzumal soll entschieden werden, ob allenfalls auf eine Bewegungsbeschränkung hinzuwirken ist. Von dieser Zahl ist der Flughafen Zürich jedoch noch weit entfernt. Deshalb ist in der Massnahmenplanung keine allgemeine Beschränkung der Flugbewegungen vorgesehen.

### Nachtflugregelung

Die seit dem 29. Juli 2010 in Kraft stehende, siebenstündige Nachtflugsperrre hatte zur Folge, dass der operationelle Druck auf die Zeit vor 23.00 Uhr zugenommen hat. Dies wiederum hatte zur Folge, dass es vermehrt zu Starts zwischen 23.00 und 23.30 Uhr kam, jenes Zeitfensters also, in dem Verspätungen bewilligungsfrei abgebaut werden können. Um die Zahl dieser Bewegungen so tief wie möglich zu halten, werden verschiedene Stossrichtungen verfolgt. So wird beispielsweise mit einem aufwendigen Koordinationsprozess unter den Flughafenpartnern schon tagsüber versucht, Verspätungen gar nicht erst entstehen zu lassen. Das Verfahren hat sich seit der Einführung der neuen Nachtsperreordnung insoweit bewährt, als die FZAG nur sehr wenige Ausnahmegewilligungen für die Zeit nach 23.30 Uhr erteilen musste. 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. Das Flughafensystem Zürich ist jedoch sehr anfällig auf Störungen, die sofort zu Verspätungen führen. Es liegt in der Eigenschaft des Flughafensystems, dass einmal erlittene Verspätungen kaum mehr aufgeholt werden können und sich bis in die Nachtsperrezeit hinziehen.

### Restriktionen für Kapitel-3-Flugzeuge

Das ICAO-Komitee für Umweltschutz in der Luftfahrt (Committee on Aviation Environmental Protection – CAEP) hat 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). Es ist davon auszugehen, dass, ähnlich wie der europaweit bereits umgesetzte Ausschluss von Kapitel-2-Flugzeugen<sup>17</sup>, in den kommenden Jahren auch der Ausschluss von Kapitel-3-Flugzeugen aus dem europäischen Luftraum erfolgen wird.

<sup>17</sup> 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.

### 4.6 Fazit zum ZFI 2013 und den Massnahmen

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 erwähnt, ist 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.

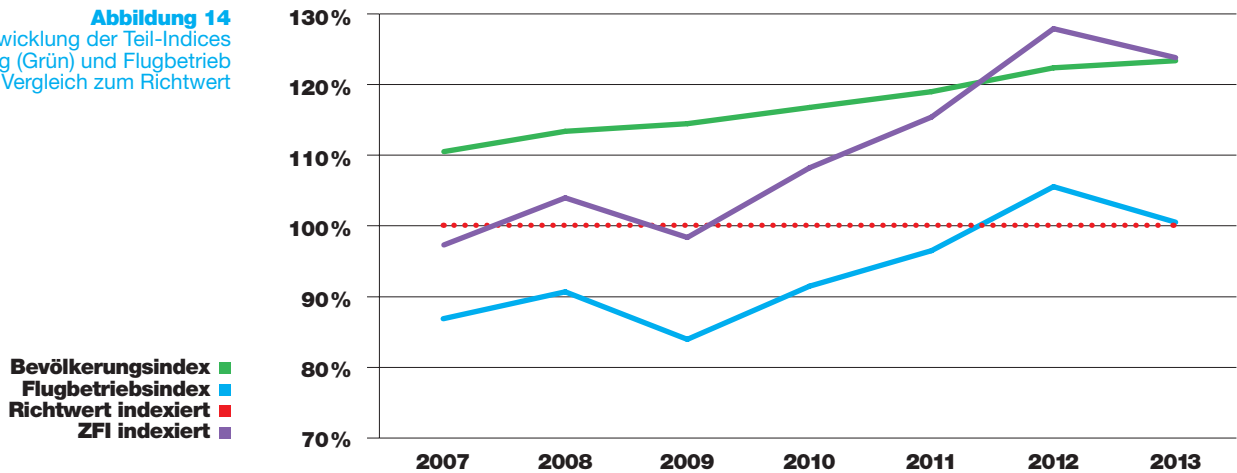
Tabelle 15 gibt einen Überblick über die Entwicklungen im ZFI zwischen dem Referenzzustand (RZ) und 2013.

**Tabelle 15**  
Veränderungen bei den HA, HSD und dem ZFI vom RZ zum Jahr 2013; total und aufgrund der Bevölkerung und des Flugbetriebs als Ganzes.

Komponente	Absolute Veränderung			Prozentualer Anteil an den Veränderungen		
	HA	HSD	ZFI	HA	HSD	ZFI
<b>RZ</b>	33 668	13 782	47 450	100%	100%	100%
<b>2013</b>	36 068	21 162	57 230	107%	154%	121%
<b>Δ ZFI vom RZ zu 2013</b>	2 400	7 380	9 780	100%	100%	100%
<b>Anteil Bevölkerung</b>	6 353	3 249	9 602	265%	44%	98%
<b>Anteil Flugbetrieb</b>	-3 952	4 131	178	-165%	56%	2%

Der Anteil, den das Bevölkerungswachstum am Anstieg des ZFI-Monitoring-Wertes hat, nimmt 98 Prozent ein, die Entwicklung des Flugbetriebsindex jedoch nur 2 Prozent. Mit anderen Worten: Würde der ZFI allein die Entwicklungen im Flugbetrieb – ohne die Bevölkerungsentwicklung – berücksichtigen, läge der ZFI-Monitoring-Wert 2013 mit 47 628 nur knapp ein Prozent über dem ZFI-Richtwert von 47 000.

**Abbildung 14**  
Entwicklung der Teil-Indices Bevölkerung (Grün) und Flugbetrieb (Blau) im Vergleich zum Richtwert





Wichtigster Faktor für die Zunahme des Monitoring-Werts vom Referenzjahr zum Jahr 2013 waren Veränderungen der zur Nachtzeit eingesetzten Flugzeugflotte. Auch die veränderten Fluggeometrien führten, vor allem nachts, zu einer Erhöhung des ZFI. Der einzige Faktor, der 2013 zu einer Verminderung des ZFI beigetragen hat, war die Abnahme der Bewegungszahlen am Tag. Dabei kompensierte die Bewegungsabnahme fast die gesamte Zunahme durch die Flugzeugflotte und die Fluggeometrien.

Vor allem in der Nacht verbesserte sich 2013 der Flugbetrieb im Vergleich zum Vorjahr deutlich, während die HA aufgrund des Bevölkerungswachstums anstiegen und die flugbetriebsbedingte Abnahme leicht minderten.

Komponente	Absolute Veränderung			Prozentualer Anteil an den Veränderungen		
	HA	HSD	ZFI	HA	HSD	ZFI
<b>2012</b>	35 660	23 124	58 785	100%	100%	100%
<b>2013</b>	36 068	21 162	57 230	101%	92%	97%
<b><math>\Delta</math>ZFI von 2012 zu 2013</b>	408	-1963	-1555	100%	100%	100%
<b>Anteil Bevölkerung</b>	606	180	786	149%	9%	51%
<b>Anteil Flugbetrieb</b>	-198	-2143	-2341	-49%	-109%	-151%

**Tabelle 16**  
Veränderungen bei den HA, HSD und dem ZFI vom Jahr 2012 zu 2013; total und aufgrund der Bevölkerung und des Flugbetriebs als Ganzes. Siehe auch Kommentar in Tabelle 6



## 05

## Anhang

## 5.1 Verkehrsentwicklung 2000 bis 2013

Bewegungen						Passagiere						Verkehrskennzahlen		
Jahr	gewerbsmässig	Δ %	nicht gewerbsmässig	Total	Δ %	Terminal ①	Δ %	Transit ②	Δ %	Total ①	Δ %	Sitzladefaktor (%)	Passagiere pro Bewegung	Durchschnittliches maximales Abfluggewicht (t)
2000	302 792	7.8%	22 830	<b>325 622</b>	6.3%	22 493 567	8.7%	181 799	-21.8%	<b>22 675 366</b>	8.4%	63.9	77.7	77.1
2001	285 605	-5.7%	23 625	<b>309 230</b>	-5.0%	20 855 667	-7.3%	157 204	-13.5%	<b>21 012 871</b>	-7.3%	64.0	75.0	76.5
2002	259 149	-9.3%	23 005	<b>282 154</b>	-8.8%	17 789 551	-14.7%	158 507	0.8%	<b>17 948 058</b>	-14.6%	63.7	72.2	71.8
2003	247 854	-4.4%	21 538	<b>269 392</b>	-4.5%	16 926 972	-4.8%	97 965	-38.2%	<b>17 024 937</b>	-5.1%	64.8	72.3	69.1
2004	245 501	-0.9%	21 159	<b>266 660</b>	-5.5%	17 178 781	3.4%	74 125	-53.2%	<b>17 252 906</b>	3.9%	65.1	74.5	68.2
2005	245 235	-0.1%	22 128	<b>267 363</b>	0.3%	17 804 130	3.6%	80 522	8.6%	<b>17 884 652</b>	3.7%	66.7	78.0	68.3
2006	237 144	-3.3%	23 642	<b>260 786</b>	-2.5%	19 107 476	7.3%	129 740	61.1%	<b>19 237 216</b>	7.6%	69.8	87.4	73.8
2007	244 367	3.0%	24 109	<b>268 476</b>	2.9%	20 690 542	8.3%	48 571	-62.6%	<b>20 739 113</b>	7.8%	70.1	92.7	76.6
2008	252 483	3.3%	22 508	<b>274 991</b>	2.4%	22 078 071	6.7%	21 162	-56.4%	<b>22 099 233</b>	6.6%	70.6	95.4	78.8
2009	240 529	-4.7%	21 592	<b>262 121</b>	-4.7%	21 889 560	-0.9%	37 312	76.0%	<b>21 926 872</b>	-0.8%	71.6	98.3	80.0
2010	246 438	2.5%	22 327	<b>268 765</b>	2.5%	22 846 450	4.4%	31 801	-14.8%	<b>22 878 251</b>	4.3%	72.9	100.4	80.2
2011	257 910	4.7%	21 091	<b>279 001</b>	3.8%	24 306 508	6.4%	31 446	-1.1%	<b>24 337 954</b>	6.4%	72.8	102.0	81.2
2012	252 053	-2.3%	17 974	<b>270 027</b>	-3.2%	24 761 989	1.9%	40 411	28.5%	<b>24 802 400</b>	1.9%	74.4	106.2	83.9
2013	246 688	-2.1%	15 539	<b>262 227</b>	-2.9%	24 825 108	0.3%	40 030	-0.9%	<b>24 865 138</b>	0.3%	75.1	108.9	84.8

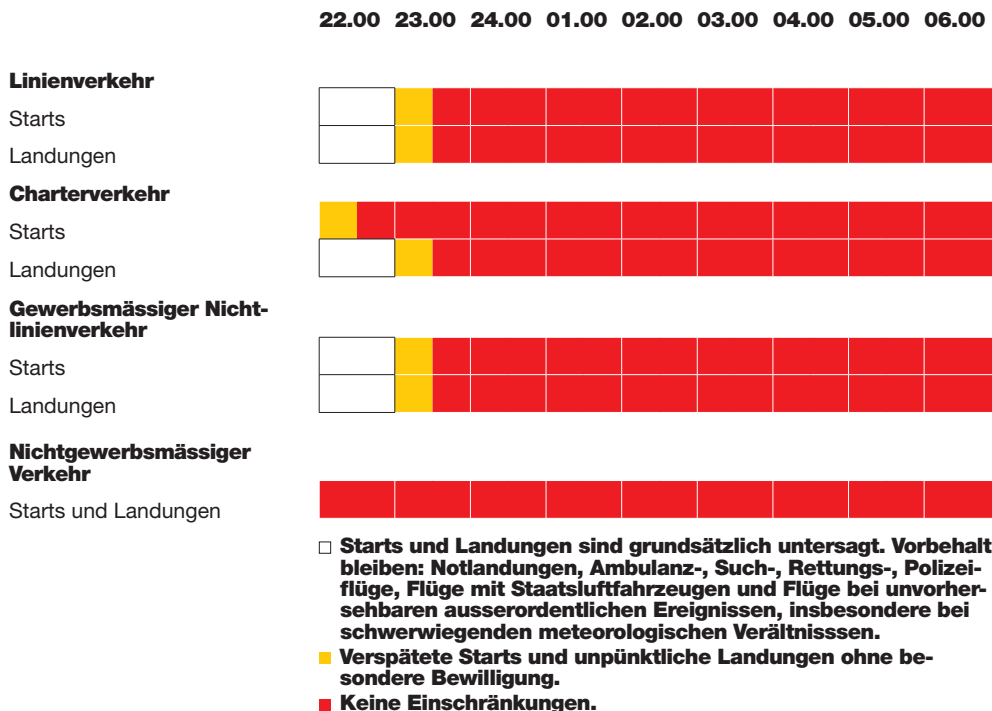
① Ankunft + Abflug + Transfer (Umsteiger)    ② Die Passagiere im Transit sind einmal gezählt

**Tabelle 17**  
Verkehrsentwicklung am Flughafen  
Zürich von 2000 bis 2013  
(Quelle: FZAG)

## 5.2 Nachsperrordnung

Im Jahre 2013 galt während der Nacht von 22.00 bis 06.00 Uhr folgende Nachsperrordnung:

**Abbildung 14**  
Darstellung der Nachsperrordnung  
am Flughafen Zürich im Jahre 2013  
(Quelle: FZAG)



## 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.

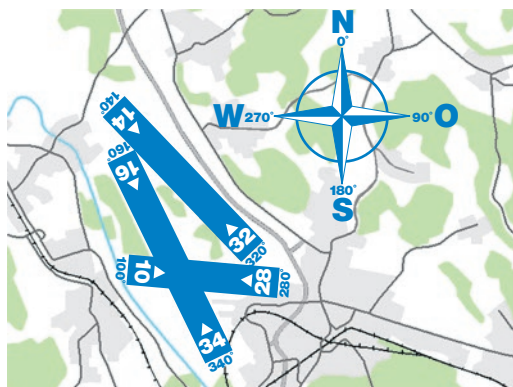
Die gebauten Längen der Pisten betragen:

- 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.

**Abbildung 15**  
Pistensystem von Zürich  
(Quelle: FZAG)



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 2013

	<b>Nordanflug</b>	<b>Ostanflug</b>	<b>Südanflug</b>
<b>Konzept</b>	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
<b>Pistenbenützung</b>	Landungen: Piste 14 und 16 Starts: Piste 28 und 16 bei Bise Piste 10 und 16	Landungen: Piste 28 Starts: Piste 32 und 34	Landungen: Piste 34 Starts: Piste 32, 28, teilweise 34
<b>Generelle Anwendung</b>	07.00–21.00 Mo–Fr 09.00–20.00 Sa und So, Feiertage D bei schlechter Sicht auch von 21.00–22.00 Uhr	21.00–06.00 Mo–Fr 20.00–06.00 Sa und So, Feiertage D bei Westwind auch tagsüber	06.00–07.00 Mo–Fr 06.00–09.00 Sa und So, Feiertage D am Abend, wenn Ostanflüge nicht möglich sind (Bise, schlechte Sicht etc.)

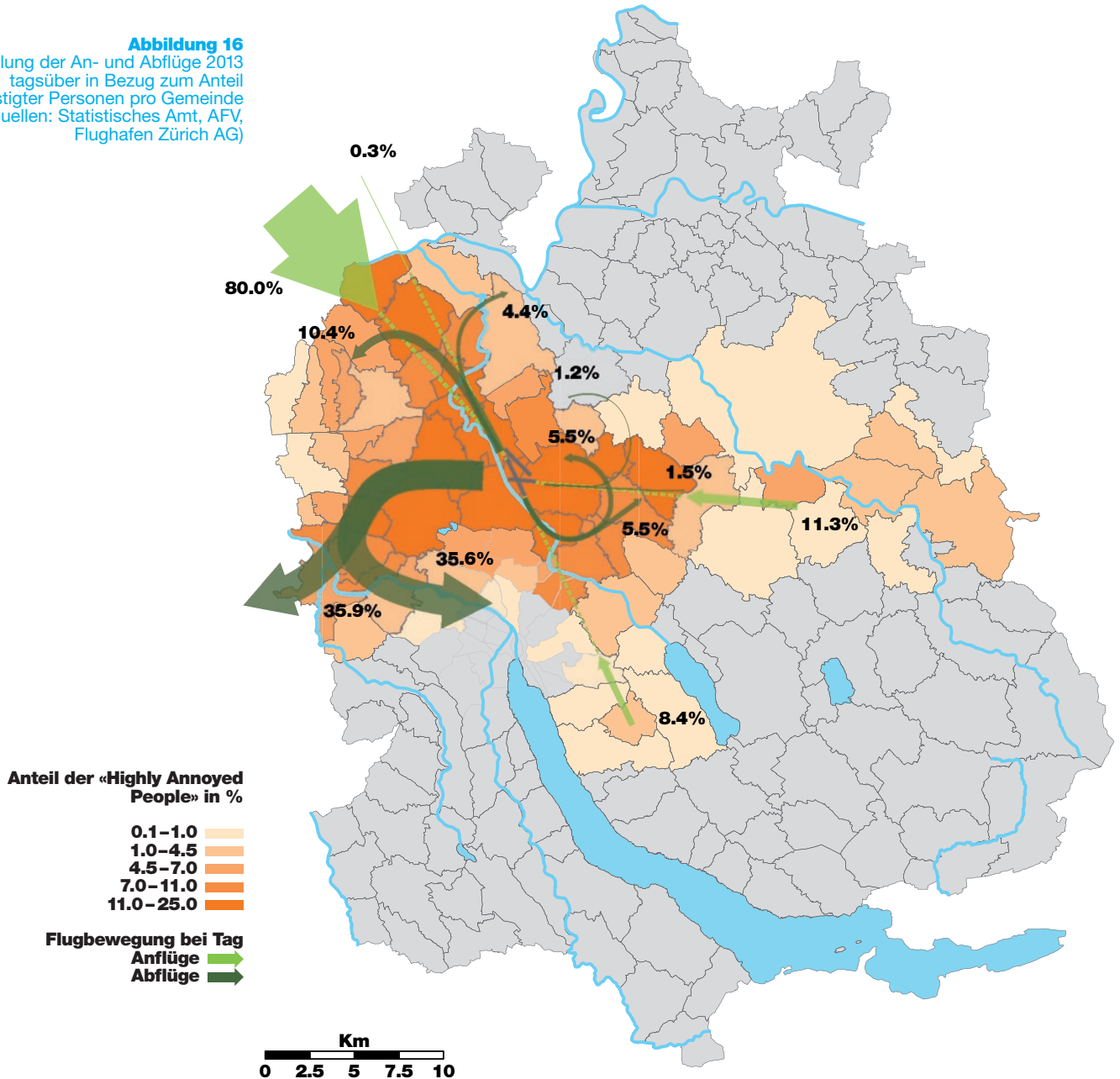
**Tabelle 19**  
Pistenbenützungskonzept am Flughafen Zürich im Jahre 2013  
(Quelle: FZAG)

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.

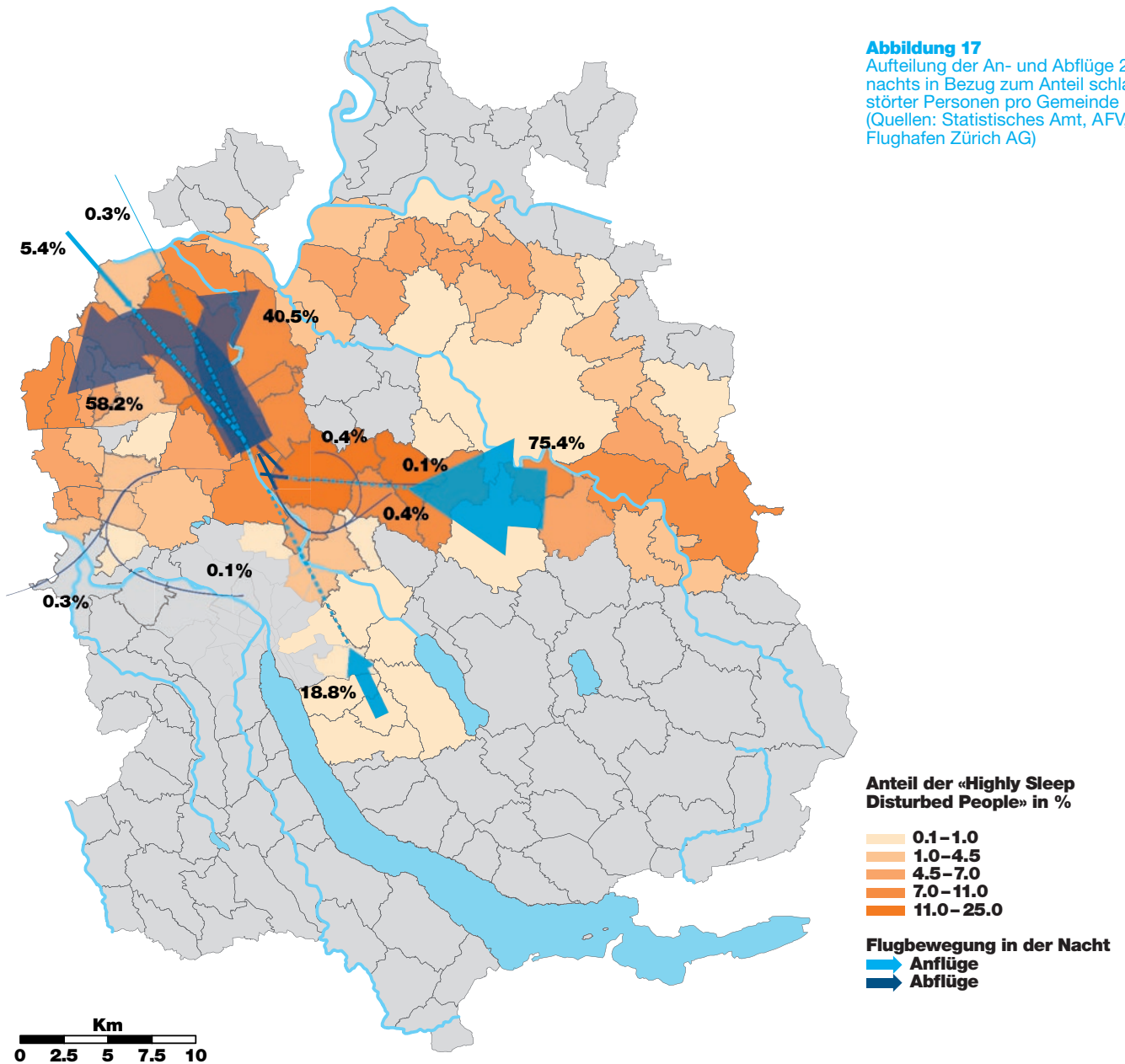
### 5.5 Routenbelegungen

Die folgenden Abbildungen 16 und 17 zeigen auf, wie sich die An- und Abflüge auf den verschiedenen Routen tagsüber (6.00–22.00 Uhr) und nachts (22.00–6.00 Uhr) verteilen und wie sich diese Verteilung auf die Anzahl stark belästigter/gestörter Personen auswirkt (prozentualer Anteil an der Wohnbevölkerung pro Gemeinde).

**Abbildung 16**  
 Aufteilung der An- und Abflüge 2013  
 tagsüber in Bezug zum Anteil  
 belästigter Personen pro Gemeinde  
 (Quellen: Statistisches Amt, AFV,  
 Flughafen Zürich AG)



**Abbildung 17**  
 Aufteilung der An- und Abflüge 2013  
 nachts in Bezug zum Anteil schlafge-  
 störter Personen pro Gemeinde  
 (Quellen: Statistisches Amt, AFV,  
 Flughafen Zürich AG)



## 5.6 Entwicklung des ZFI 2007 bis 2013 im Vergleich zum Referenzzustand

**Tabelle 20**  
Entwicklung des ZFI 2007 bis 2013  
im Vergleich zum Referenzzustand

	RZ ❶	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Richtwert</b>	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000	47 000
Monitoring-Wert (HA + HSD)	47 450	46 329	49 035	46 750	50 757	53 704	58 785	57 123
davon im Kt. Zürich absolut	43 573	44 085	46 726	44 824	48 375	50 539	55 098	53 805
davon im Kt. Zürich in Prozent	91.9%	95.2%	95.3%	95.9%	95.3%	94.1%	93.7%	94.2%
Am Tag stark belästigte Personen (HA)	33 668	30 748	32 260	31 141	32 732	35 685	35 660	36 068
davon im Kt. Zürich absolut	32 040	29 798	31 294	30 241	31 747	34 539	34 550	34 983
davon im Kt. Zürich in Prozent	95.2%	96.9%	97.0%	97.1%	97.0%	96.8%	96.9%	97.0%
In der Nacht stark gestörte Personen (HSD)	13 782	15 581	16 775	15 609	18 026	18 019	23 124	21 055
davon im Kt. Zürich absolut	11 533	14 287	15 432	14 583	16 629	16 000	20 548	18 822
davon im Kt. Zürich in Prozent	83.7%	91.7%	92.0%	93.4%	92.3%	88.8%	88.9%	89.4%
<b>Fläche des Untersuchungsgebietes (km<sup>2</sup>)</b>								
am Tag ❷	515.2	455.7	456.0	439.9	457.4	479.7	477.5	467.1
in der Nacht ❷	467.4	453.8	443.5	430.1	463.5	455.6	547.4	539.1
<b>Bevölkerung im Untersuchungsgebiet</b>								
am Tag ❷	409 104	397 500	409 586	396 920	411 710	443 362	438 624	442 490
in der Nacht ❷	218 813	240 966	247 505	240 726	262 942	261 282	328 687	313 687

❶ RZ = Referenzzustand, Erklärung hierzu siehe Ziffer 2.4

❷ 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.