



Kanton Zürich
Volkswirtschaftsdirektion
Amt für Verkehr

Zürcher Fluglärm- Index (ZFI)

Zusatzauswertungen zum SIL 2

Dezember 2016



Verfasser

Kanton Zürich
Volkswirtschaftsdirektion
Amt für Verkehr AFV
Abt. Flughafen / Luftverkehr
Neumühlequai 10
Postfach
8090 Zürich

Bildnachweis

Titelseite: Blick über Zürich-Schwamendingen auf den Flugplatz Kloten, Foto Simon Vogt, © 2014 Amt für Verkehr
Landeskarten: Bundesamt für Landestopografie (Internetpublikation: BA100194 resp. JA100116)

Weitere Beteiligte

Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (Empa)
Statistisches Amt des Kantons Zürich

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	5
1 Ausgangslage	6
1.1 Grundlagen der ZFI-Berechnungen	6
1.2 Auftrag	6
1.3 Beschreibung der Zustände	6
2 Resultate	8
2.1 Untersuchungsperimeter am Tag	8
2.2 Untersuchungsperimeter in der Nacht	9
2.3 Quantifizierungen zum ZFI	11
2.3.1 Flächen und Personen der Untersuchungsperimeter	11
2.3.2 Highly Annoyed (HA), Highly Sleep Disturbed (HSD) und Zürcher Fluglärm-Index (ZFI)	12
3 ZFI nach Stadtzürcher Quartieren	16
4 ZFI nach Himmelsrichtung (Quadranten)	18
5 ZFI nach Bezirken, Regionen und Handlungsräumen	20
5.1 Bezirke	20
5.2 Regionen	23
5.3 Handlungsräume nach Raumordnungskonzept	26
Quellenverzeichnis	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Hauptsächliche Unterschiede der beiden Szenarien Zt und Zp	7
Tabelle 2: HA, HSD und ZFI der Zustände Zt und Zp	12
Tabelle 3: HA, HSD und ZFI nach Stadtzürcher Quartieren	16
Tabelle 4: Absolute und prozentuale Verteilung in den Quadranten	19
Tabelle 5: Verteilung der ZFI-Betroffenen nach Bezirken	21
Tabelle 6: Verteilung der ZFI-Betroffenen nach Regionen	24
Tabelle 7: Verteilung der ZFI-Betroffenen nach Handlungsräumen	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Untersuchungsperimeter der Zustände Zt und Zp für die Berechnung der HA.	8
Abbildung 2	Untersuchungsperimeter der Zustände Zt und Zp für die Berechnung der HSD.	9
Abbildung 3	Flächen und Anzahl Personen (Npop) innerhalb der Untersuchungsperimeter	11
Abbildung 4	Anzahl HA, HSD sowie ZFI-Betroffene	12
Abbildung 5	Differenzen in den HA pro Hektare, Zustand Zp minus Zt	13
Abbildung 6	Differenzen in den HSD pro Hektare, Zustand Zp minus Zt	14
Abbildung 7	Differenzen im ZFI pro Hektare, Zustand Zp minus Zt	15
Abbildung 8	ZFI des Betriebszustands Zp, unterteilt in die vier Quadranten	18
Abbildung 9	Die Bezirke des Kantons Zürich	20
Abbildung 10	ZFI-Betroffene nach Bezirken	22
Abbildung 11	Planungsregionen des Kantons Zürich	23
Abbildung 12	ZFI-Betroffene nach Planungsregionen	25
Abbildung 13	Die Handlungsräume im Raumordnungskonzept (ROK)	26
Abbildung 14	ZFI-Betroffene nach Handlungsräumen	27

1 Ausgangslage

1.1 Grundlagen der ZFI-Berechnungen

Im November 2007 hat die Zürcher Bevölkerung den Gegenvorschlag zur Volksinitiative «Für eine realistische Flughafenpolitik» angenommen. Kernstück des Gegenvorschlags ist der ZFI, ein Beurteilungsmass, das die Anzahl der vom Fluglärm tagsüber stark belästigten und in der Nacht in ihrem Schlaf stark gestörten Personen wiedergibt. Deren zulässiger Höchstwert, der so genannte Richtwert, wurde vom Regierungsrat auf 47'000 Personen festgelegt. Der so genannte Monitoringwert, der jährlich erhoben wird, weist die tatsächliche Anzahl der in einem bestimmten Jahr vom Fluglärm stark belästigten bzw. gestörten Personen aus. Der jährlich zu veröffentlichende Bericht zum ZFI gibt Auskunft über die Entwicklung des Monitoringwerts im Vergleich zum Vorjahr sowie zum Referenzwert. Ausgewiesen werden auch die Gründe für die Veränderung und die Massnahmen, die vom Regierungsrat bei einer allfälligen Überschreitung des Richtwertes getroffen werden sollen.

Auf Grundlagenwissen wird im vorliegenden Bericht nicht eingegangen, dieses wird vorausgesetzt. Bei Fragen und Unklarheiten verweisen wir auf den Flughafenbericht 2016 und auf die Flughafenberichte bzw. ZFI-Berichte früherer Jahre (www.afv.zh.ch/zfi).

1.2 Auftrag

Im November 2016 beauftragte das Amt für Verkehr des Kantons Zürich (AFV) die Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, den Zürcher Fluglärm-Index (ZFI) für die sog. Betriebsvariante 4-LVP des Sachplans Infrastruktur Luftfahrt (SIL 2) in der Version des Anhörungsverfahrens vom 26. September 2016 zu berechnen (Betriebszustand Zp). Zudem beauftragte das AFV die Empa, den ZFI für einen Ausgangszustand, welcher im Wesentlichen der Variante aus SIL 1 in der Version vom 18. September 2015 entspricht, zu berechnen (Ausgangszustand Zt) und diese beiden Zustände miteinander zu vergleichen (1).

1.3 Beschreibung der Zustände

Der Betriebszustand des SIL 2 (Zp) bezieht sich auf das Prognosejahr 2030 und enthält im Vergleich zum heutigen Betrieb die Pistenverlängerungen 28 und 32, neue Routen und abgeänderte Routenbelegungen, die prognostizierten Flugbewegungszahlen sowie den Flottemix des Jahres 2030 (vgl. nachstehende **Tabelle 1**).

Lärmrelevante Bestandteile	SIL 1 (Zt)	SIL 2 (Zp)
Pistenverlängerungen 28 & 32		✓
Neue Abflugrouten ab Piste 28 (sog. "Auffächerung 28")		✓
Erweiterte Linkskurve ab Piste 16		✓
Neues Bisen- und Nebelkonzept		✓
Nachfrageprognose für das Jahr 2030	350 000 Flugbewegungen (davon rund 10 300 von 22 - 23 Uhr) Stand Juni 2009	346 000 Flugbewegungen (davon rund 12 800 von 22 - 23 Uhr) Stand Februar 2014

Tabelle 1: Hauptsächliche Unterschiede der beiden Szenarien Zt und Zp

Quellen: SIL-Objektblätter vom 18. September 2015 sowie vom 26. September 2016 (Version Anhörungsverfahren)

Obwohl der Ausgangszustand (Zt) näherungsweise den SIL 1 beschreibt, kann das Ergebnis nicht direkt als Belastung eines einzelnen Szenarios verstanden werden. Es handelt sich vielmehr um zwei unterschiedliche Szenarien für den Tag und für die Nacht (Details siehe Ziff. 2.2 im Empa-Bericht (1)). Während am Tag eine neue Prognose (Bewegungsstatistiken, Flottenmix, Beschleunigungsmodell) verwendet wird, beschreibt die Nacht eine alte Prognose (Bewegungsstatistiken, Flottenmix, Beschleunigungsmodell).

Im vorliegenden Zusatzbericht werden somit der ZFI sowie seine beiden Bestandteile, die Anzahl der durch Fluglärm während des Wachzustands am Tag stark belästigten Personen (HA) und die Anzahl der durch Fluglärm im Schlaf während der Nacht stark gestörten Personen (HSD), für folgende Zustände ausgewiesen und einander gegenübergestellt:

Zp (Betriebszustand Variante 4-LVP des SIL 2) und Zt (Ausgangszustand SIL 1).

Wie in ZFI-Berichten üblich, werden auch im vorliegenden Bericht Tabellen und Darstellungen der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen pro betroffener Gemeinde sowie verschiedenen kartografisch dargestellten Hektarplots innerhalb der Untersuchungsperimeter bei Tag und Nacht ausgewiesen. Zusätzlich wurden vom Statistischen Amt des Kantons Zürich auch die vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen je Bezirk, Region und Handlungsraum zugeordnet.

Für die Berechnungen wurden die Bevölkerungsdaten des Jahres 2014 verwendet. Dies ist mit Blick auf die absoluten ZFI-Zahlen (vgl. Ziff. 2.3) zu berücksichtigen. So liegt der Schwerpunkt in diesem Bericht auch weniger in der absoluten Grösse der HA-, HSD- und ZFI-Betroffenen, sondern im Vergleich verschiedener Betriebszustände.

2 Resultate

2.1 Untersuchungsperimeter am Tag

Für die Berechnung der HA am Tag wurde für den Zeitraum von 06.00 bis 22.00 Uhr der 16h-Mittelungspegel Leq_{+16} ermittelt, wie in den aus dem Jahre 2006 stammenden Grundlegendokumenten zum ZFI erläutert (2). Die 47dB-Kurven des Leq_{+16} -Pegels definieren dabei die Untersuchungsperimeter (UP). Abbildung 1 zeigt die UP der Zustände Zt (rote Kurve) und Zp (blaue Kurve) für die HA.

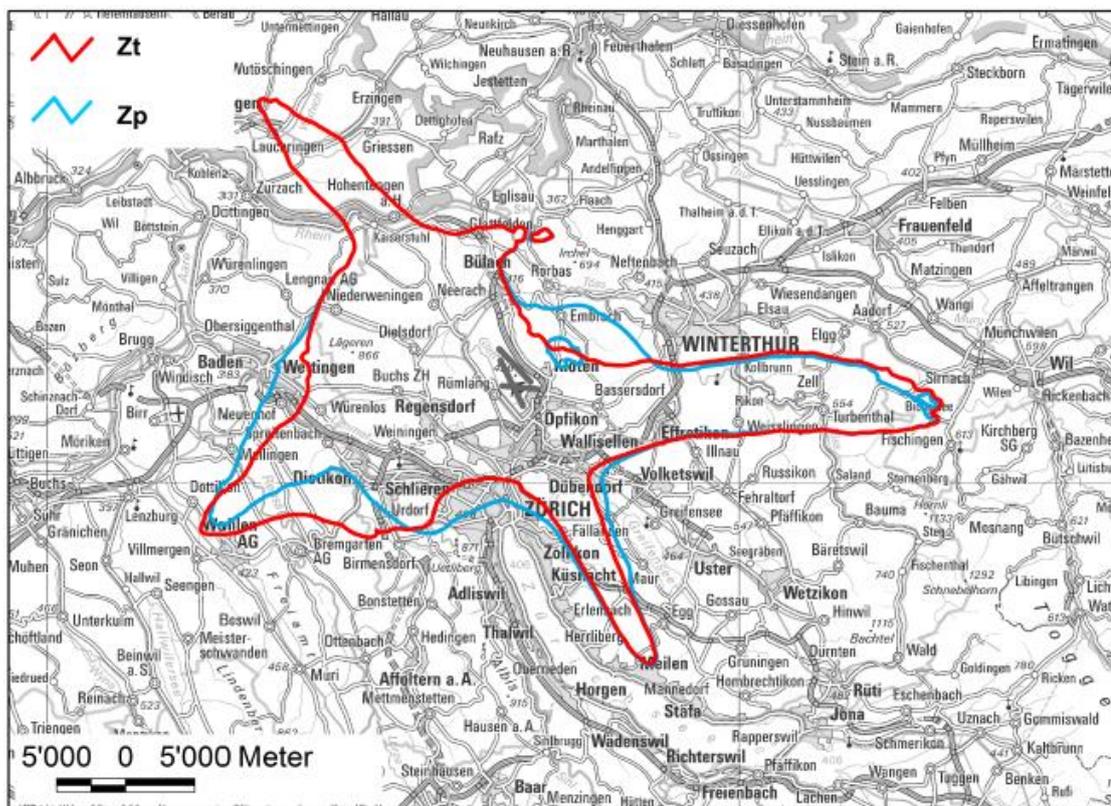


Abbildung 1 Untersuchungsperimeter der Zustände Zt und Zp für die Berechnung der HA.

Quelle: Empa (1)

Die Abweichungen zwischen der roten Zt-Kurve und der blauen Zp-Kurve zeigen, dass der Wegfall der Starts auf Piste 10 (rund 5300 Bewegungen) für Zp zu einer Verkleinerung des UP im Osten unmittelbar in Flughafennähe führt. Die Einbuchtung der blauen Zp-Kurve bei Dietikon zeigt die Veränderungen im Südwesten des Flugplatzes, bedingt durch die sogenannte Auffächerung nach dem Start auf Piste 28. Diese Starts in Richtung Westen führen zu einer Ausdehnung des UP bei Wetzingen (vgl. blaue Zp-Kurve) aber auch zu einer Verkleinerung im Bereich des Mutschellen (Wegfall der Mutschellenroute). Die zusätzlichen Starts nach Süden (mit Rechtskurve, geradeaus und mit Linkskurve) führen vor allem im

Bereich der Rechtskurve zu einer Vergrößerung des UP über der Stadt Zürich (Verschiebung der blauen Zp-Kurve nach Süden), wie auch zu einer Linksschleife bei Embrach (Ausbuchung der blauen Zp-Kurve nach Osten). Im Norden und Süden sind keine wesentlichen Änderungen bezüglich Bewegungen und Routenführung vorgesehen, so dass die Zt- und die Zp-Kurve übereinander liegen.

Der UP von Zp (blau) umfasst insgesamt ein etwas grösseres Gebiet als der UP von Zt (rot) (vgl. Abbildung 3).

2.2 Untersuchungsperimeter in der Nacht

Für die Berechnung der HSD in der Nacht (22.00–06.00 Uhr) werden Aufwachreaktionen (AWR) ermittelt. Die AWR und die %HSD unterscheiden sich nur durch einen Umrechnungsfaktor voneinander und lassen sich in Form von Isolinien auf Karten darstellen. In diesem Bericht wird jedoch auf eine kartografische Darstellung verzichtet. Für die Festlegung des UP wird bei der Berechnung der HSD lediglich der 8h-Mittelungspegel der Nacht (Leq_N) benötigt. Dabei definieren die 37dB-Kurven des Leq_N -Pegels die UP. Abbildung 2 zeigt die UP der Zustände Zt (rot) und Zp (blau) für die HSD.

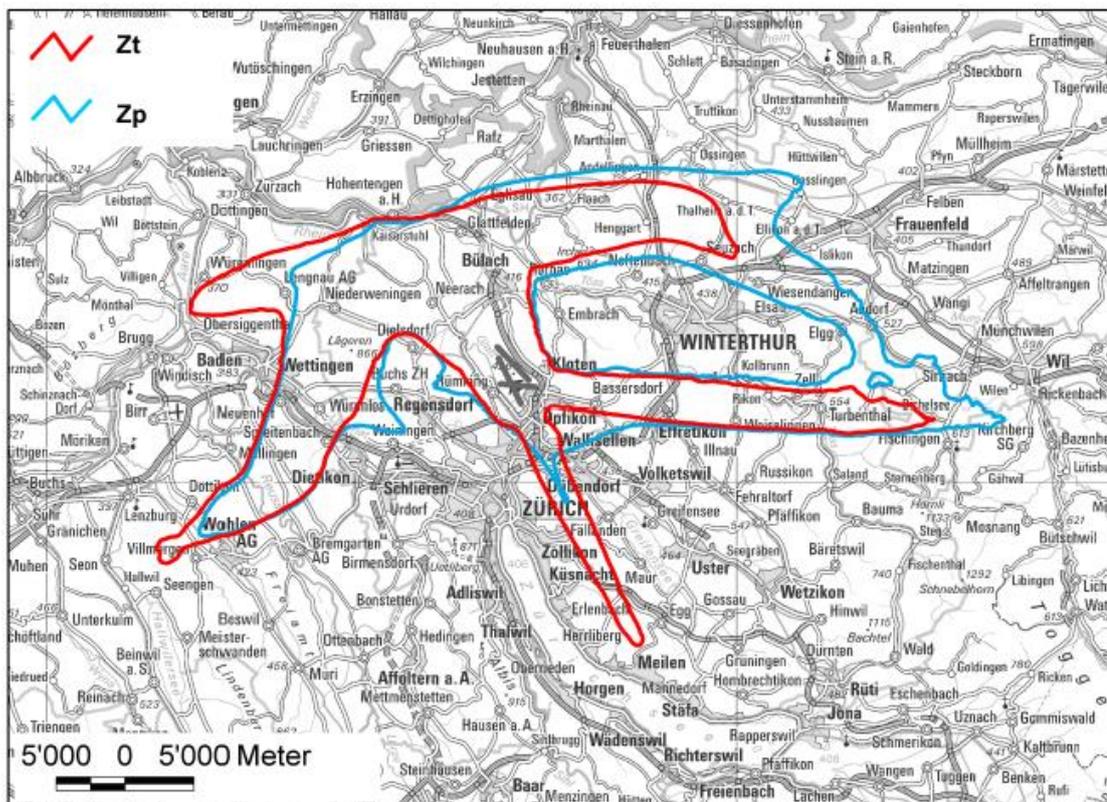


Abbildung 2 Untersuchungsperimeter der Zustände Zt und Zp für die Berechnung der HSD.

Quelle: Empa (1)

Vergleicht man die rote Zt-Kurve mit der blauen Zp-Kurve zeigt sich das nahezu vollständige Verschwinden der Landungen auf Piste 34 (rund 170 für Zp vs. rund 1'030 für Zt). Dies wird

durch eine Zunahme der Landungen auf Piste 28 kompensiert (UP ragt weiter in den Osten; rund 4740 Bewegungen für Zp und rund 3300 Bewegungen für Zt). Ausserdem sieht man deutlich die Verlagerung der Starts nach Norden (Starts auf Pisten 32 und 34) von der West- auf die Ostschleife (Zp: 3380 Bewegungen auf Ost- und 3000 auf Westschleife; Zt: 1905 Bewegungen auf Ost und 3620 auf Westschleife). Im Osten schliesst sich der UP des Zp im Gebiet östlich von Winterthur (Starts auf der Ostschleife und Landungen auf Piste 28). Im Westen in unmittelbarer Nähe zum Flughafen sieht man den Einfluss der erhöhten Anzahl Starts mit Westschleife auf Pisten 32 und 34 (siehe oben) sowie zusätzliche Starts ab Piste 28 (0 Bewegungen für Zt und 75 Bewegungen für Zp).

Insgesamt ist die Zahl der für die Lärmberechnungen massgeblichen Grossflugzeuge in der Nacht bei Zp höher als bei Zt (11 930 bzw. 10 100). Somit umfasst der UP von Zp (blau) auch in der Nacht ein grösseres Gebiet als der UP von Zt (rot) (vgl. Abbildung 3).

2.3 Quantifizierungen zum ZFI

2.3.1 Flächen und Personen der Untersuchungsperimeter

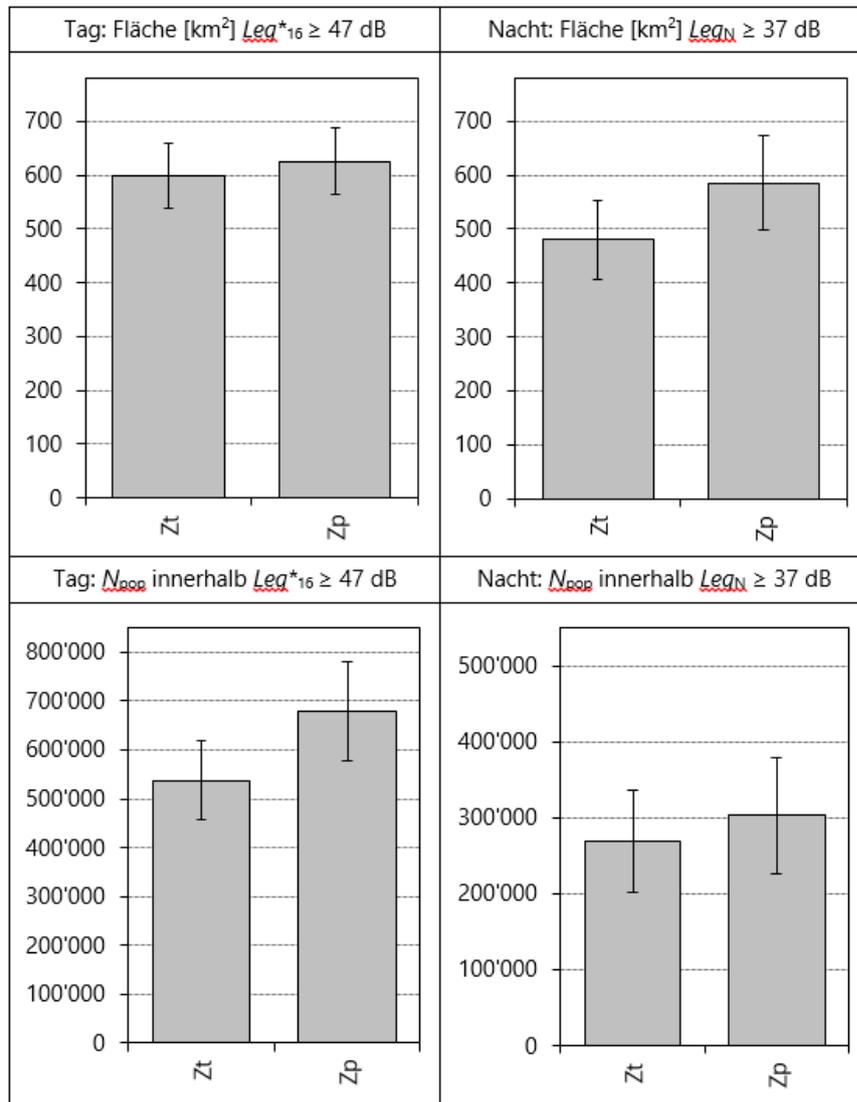


Abbildung 3 Flächen und Anzahl Personen (Npop) innerhalb der Untersuchungsperimeter

Quelle: Empa (1), die Standardunsicherheiten der Untersuchungsperimeter der Zustände Zt und Zp für den Tag (links) und die Nacht (rechts) sind mit sog. Fehlerbalken dargestellt

Sowohl am Tag wie in der Nacht sind die Flächen der UP sowie die Anzahl betroffener Personen für Zp höher als bei Zt. Die Flächen sind am Tag um etwa 27 km² und in der Nacht um etwa 105 km² grösser bei Zp.

2.3.2 Highly Annoyed (HA), Highly Sleep Disturbed (HSD) und Zürcher Fluglärm-Index (ZFI)

Abbildung 4 zeigt die Summen der HA und der HSD sowie den ZFI der Zustände Zp und Zt innerhalb der jeweiligen UP (zu beachten ist die für Tag und Nacht unterschiedliche Skalierung).

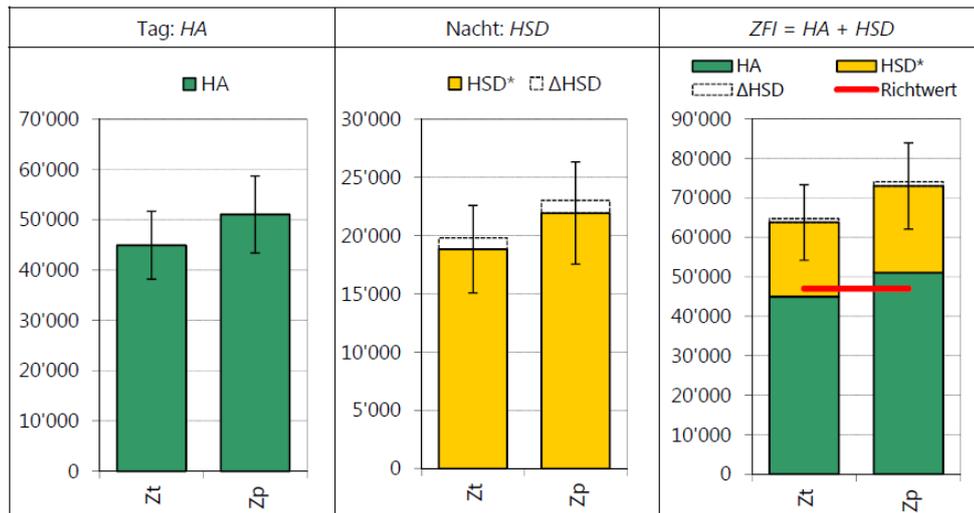


Abbildung 4 Anzahl HA, HSD sowie ZFI-Betroffene

Quelle: Empa (1), Die Standardunsicherheiten sind mit Fehlerbalken dargestellt. Die rote Linie (rechts) markiert den Richtwert von 47'000 Personen. ΔHSD markiert die Abnahmen aufgrund der Berechnungen gem. der SIA181-Norm, d.h. unter Berücksichtigung passiver Schallschutzmassnahmen gemäss ZFI-VO

Die HA des Betriebszustands Zp sind um 14% höher als für den Ausgangszustand Zt (rund 6100 Personen). Bei den HSD ergibt sich das gleiche Bild, mit einer Erhöhung von 16% für Zp im Vergleich zu Zt (rund 3100 Personen). So ist auch insgesamt, im ZFI, der Zustand Zp gegenüber Zt um 14% (rund 9200 Personen) erhöht.

Zustand	Jahr	HA	HSD	ZFI
Zt	2030	44'939	18'828	63'768
Zp	2030	51'045	21'932	72'977
Veränderung	absolut	6'105	3'104	9'209
Zp – Zt	prozentual	14%	16%	14%

Tabelle 2: HA, HSD und ZFI der Zustände Zt und Zp

Quelle: Empa (1), Zahlen gemäss offizieller Berechnung, d.h. unter Berücksichtigung passiver Schallschutzmassnahmen gemäss ZFI-VO

Am Tag (siehe Abbildung 5) zeigt sich für Zp im Vergleich zu Zt, dass die Einführung des neuen Bisen- und Nebelkonzepts (vermehrte Südstarts ab Piste 16 geradeaus und rechts)

den Süden des Flughafens stärker belasten. Im Einflussbereich der Starts auf Piste 10 unmittelbar im Osten des Flugplatzes ist eine Verringerung der Belastung zu vermerken. Die vermehrten Starts von Piste 28, sowie die geänderte Routenführung für Starts ab Piste 28 führen zu einer Mehrbelastung im Westen bei Wettingen, während der Südwesten von Regensdorf über Weiningen bis Dietikon entlastet wird. Die neue Routenführung ab Piste 28 mit Ausflug im Osten (Linkskurve nach dem Start) führt in Kombination mit den Südstarts ab Piste 16 mit Rechtskurve über die Stadt Zürich zu Doppelbelastungen in den westlichen Quartieren der Stadt Zürich und Schlieren. Weiter führen die Südstarts mit Rechtskurve zu deutlichen Mehrbelastungen in den Quartieren von Zürich Nord und um den Käferberg sowie in Dübendorf, während Opfikon, Wallisellen, Dietlikon und Zollikon nur geringe Zunahmen verzeichnen.

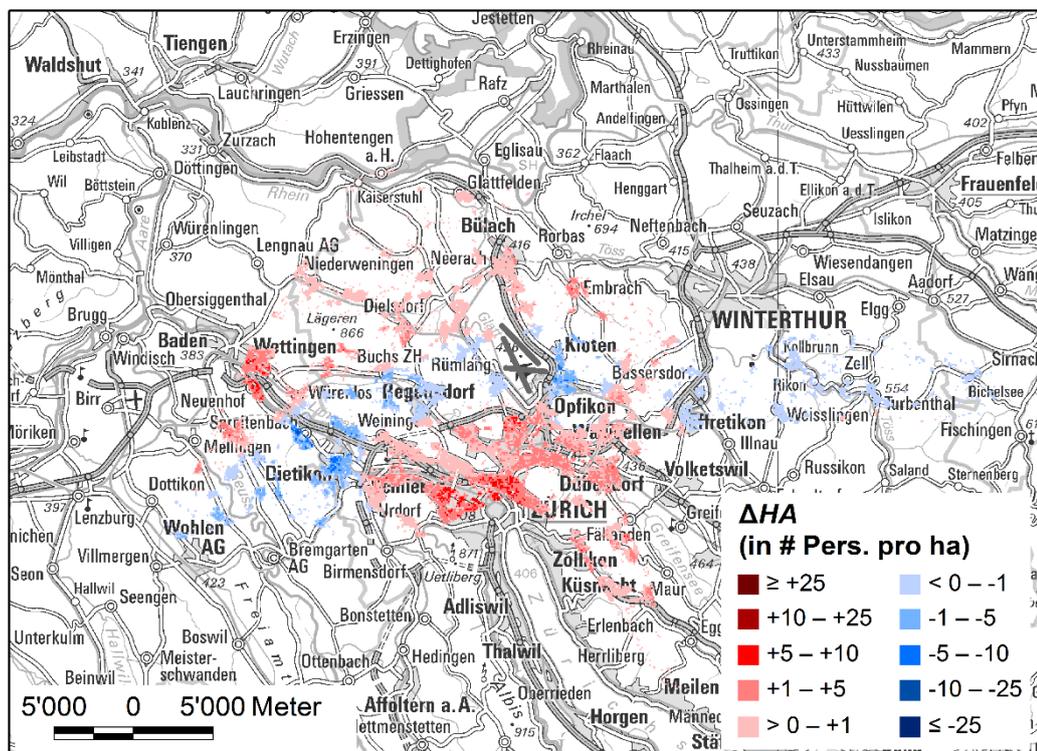


Abbildung 5 Differenzen in den HA pro Hektare, Zustand Zp minus Zt

Quelle: Empa (1), Darstellung nur innerhalb der Untersuchungsperimeter

In der Nacht (siehe Abbildung 6) führt die Abnahme der Südlandungen zu einer Verringerung der Belastung im Süden, während die kompensierende Zunahme an Landungen auf Piste 28 den Osten stärker belastet. Bei den Starts nach Norden wird für den Zustand Zp die Ostschleife verhältnismässig zur Westschleife stärker belegt als noch für Zt. Somit wird der Nordosten stärker belastet, der Nordwesten wird entlastet. Zp enthält zudem einige wenige Starts auf Piste 28, was man in einer neuen Belastung des Gebiets im Westen in unmittelbarer Flughafennähe erkennen kann. Es ist anzumerken, dass in den Gebieten unmittelbar um den Flughafen der Einfluss des unterschiedlichen Beschleunigungsmodells in den Datengrundlagen der beiden Zustände einen Effekt hat. Diesbezügliche Details sind dem Bericht der Empa zu entnehmen (1).

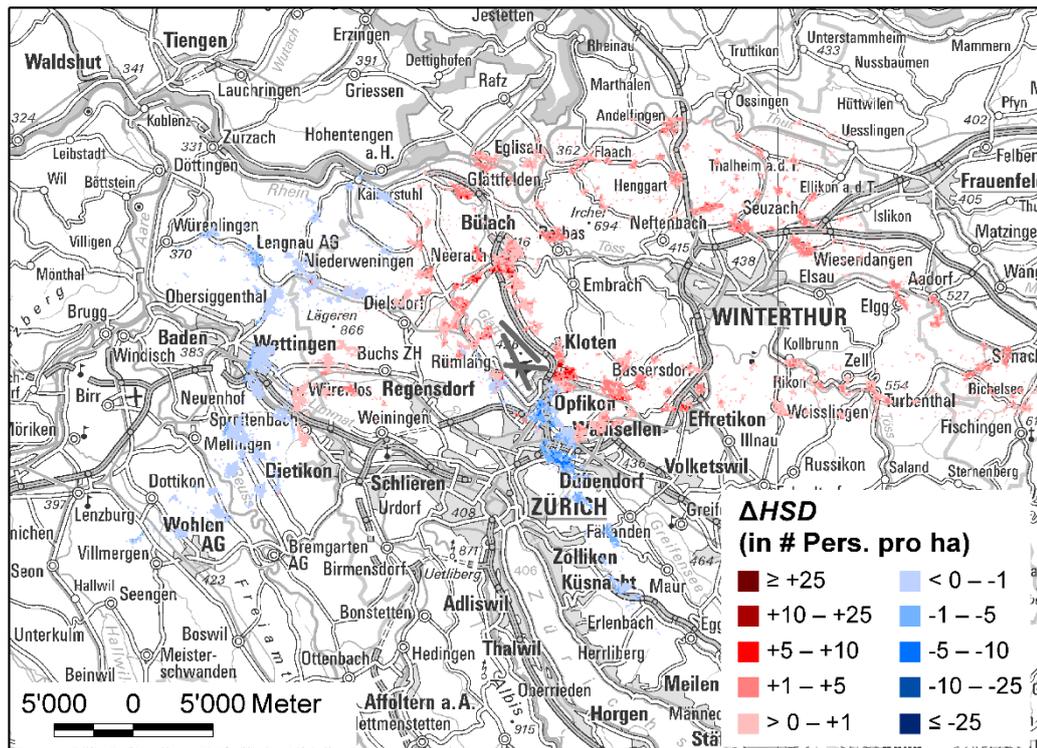


Abbildung 6 Differenzen in den HSD pro Hektare, Zustand Zp minus Zt

Quelle: Empa (1), Darstellung nur innerhalb der Untersuchungsperimeter

Zusammengefasst lassen sich folgende Veränderungen bei der Lärmbelastigung feststellen:

- Abnahme der Lärmbelastigten im Anflugkorridor auf Piste 34 durch Verlagerung der nächtlichen Anflüge von Piste 34 auf Piste 28 infolge erhöhter Verfügbarkeit von Piste 28
- Abnahme der Lärmbelastigten im Ausflugkorridor der Piste 28 in Richtung Mutschellen infolge Wegfalls der Route
- Abnahme der Lärmbelastigten in der sog. Westschleife nach Starts 32 und 34 infolge geringerer Belegung der Route
- Zunahme der Lärmbelastigten in den Städten Zürich, Dübendorf und Schlieren infolge eines neuen Bisen- und Nebelkonzepts (Starts von Piste 16 mit nachfolgender Rechtskurve sowie Geradeausflügen)
- Zunahme der Lärmbelastigten im Furttal bis Wettingen aufgrund einer neuen Abflugroute ab Piste 28 geradeaus
- Zunahme der Lärmbelastigten im Westteil der Stadt Zürich sowie in Schlieren aufgrund einer neuen Abflugroute ab Piste 28 mit Linkskurve
- Zunahme der Lärmbelastigten nordöstlich des Flugplatzes infolge einer erweiterten Linkskurve ab Piste 16
- Zunahme der Lärmbelastigten in der sog. Ostschleife nach Starts 32 und 34 infolge Mehrbelegung der Route

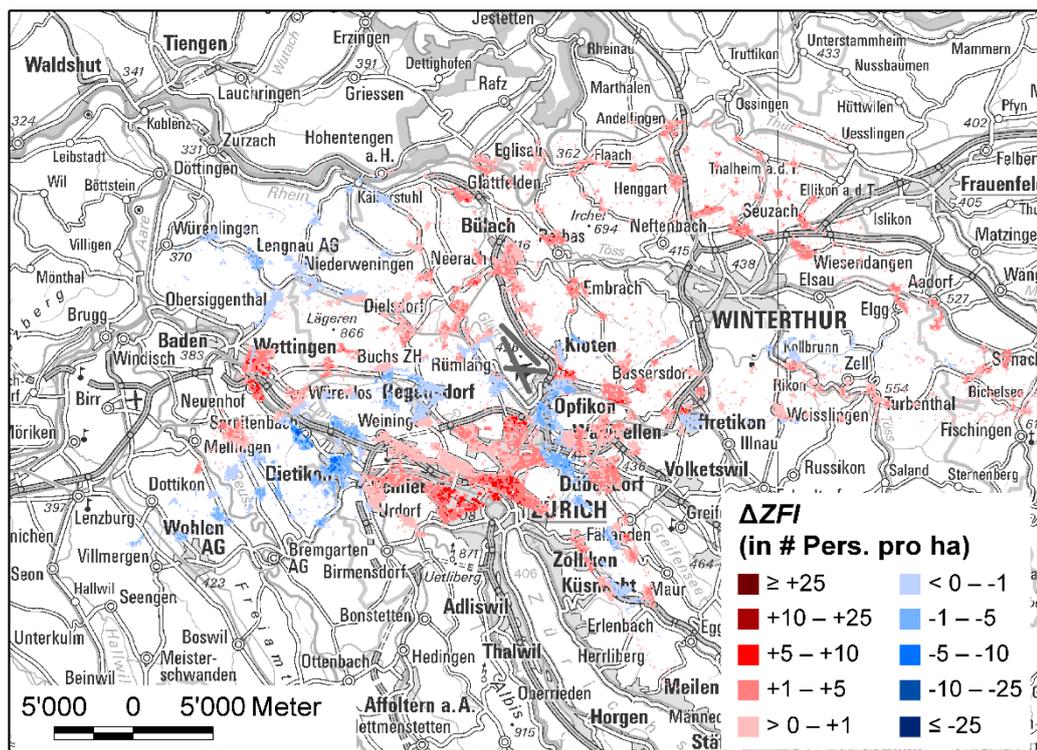


Abbildung 7 Differenzen im ZFI pro Hektare, Zustand Zp minus Zt

Quelle: Empa (1), Darstellung nur innerhalb der Untersuchungsperimeter

3 ZFI nach Stadtzürcher Quartieren

Quartier	HA		HSD		ZFI	
	Zt	Zp	Zt	Zp	Zt	Zp
Affoltern	1'287	1'543	0	0	1'287	1'543
Albisrieden	0	383	0	0	0	383
Altstetten	395	1'219	0	0	395	1'219
Alt-Wiedikon	0	0	0	0	0	0
City	0	0	0	0	0	0
Enge	0	0	0	0	0	0
Escher-Wvss	0	142	0	0	0	142
Fluntern	11	175	0	0	11	175
Friesenberg	0	0	0	0	0	0
Gewerbeschule	0	193	0	0	0	193
Hard	0	244	0	0	0	244
Hirslanden	0	0	0	0	0	0
Hirzenbach	1'640	1'782	487	113	2'127	1'895
Hochschulen	0	0	0	0	0	0
Höngg	868	1'053	0	0	868	1'053
Hottlingen	15	29	5	0	20	29
Lanastrasse	0	0	0	0	0	0
Leimbach	0	0	0	0	0	0
Lindenhof	0	0	0	0	0	0
Mühlebach	0	0	0	0	0	0
Oberstrass	7	304	0	0	7	304
Oerlikon	808	1'025	0	0	808	1'025
Rathaus	0	0	0	0	0	0
Saatlen	575	711	84	15	658	726
Schwamendingen	1'162	1'344	307	63	1'469	1'407
Seebach	1'548	2'060	8	44	1'556	2'104
Seefeld	0	0	0	0	0	0
Sihlfeld	0	97	0	0	0	97
Unterstrass	224	723	0	0	224	723
Weinegg	0	0	0	0	0	0
Werd	0	0	0	0	0	0
Wipkingen	12	497	0	0	12	497
Witikon	139	262	5	0	144	262
Wollishofen	0	0	0	0	0	0
Total	8'690	13'786	896	235	9'586	14'021

Tabelle 3: HA, HSD und ZFI nach Stadtzürcher Quartieren

Quelle: Empa (1)

Die Unterteilung der Stadt Zürich in Quartiere (34 an der Zahl, nicht zu verwechseln mit den Stadtkreisen 1 - 12) richtet sich nach den Vorgaben des Statistischen Amtes. Diese Unterteilung erlaubt im Nahbereich rund um den Flughafen eine kleinräumige Darstellung der Resultate.

Es werden die Anzahl der am Tag durch Fluglärm stark belästigten Personen (highly annoyed - HA), die Anzahl der durch Fluglärm während der Nacht im Schlaf stark gestörten Personen (highly sleep disturbed - HSD) sowie deren Summe (ZFI) innerhalb der Stadt Zürich tabellarisch dargestellt. Quartiere mit «0» Betroffenen liegen ausserhalb der jeweiligen Untersuchungsperimeter (siehe Abbildungen 1 und 2).

Tagsüber führt die neue Routenführung ab Piste 28 mit Ausflug im Osten (Linkskurve nach dem Start) in Kombination mit den Südstarts ab Piste 16 mit Rechtskurve über die Stadt Zürich zu Doppelbelastungen in den Quartieren Altstetten, Höngg und Affoltern. Weiter führen die Südstarts mit Rechtskurve zu deutlichen Mehrbelastungen in den Quartieren Seebach, Oerlikon, Oberstrass, Unterstrass und Wipkingen. In der Nacht führt die Abnahme der Zahl der Südlandungen zu einer Verringerung der Belastung im Süden, namentlich in den drei Schwamendinger Quartieren Mitte, Saatlen und Hirzenbach. In der Summe steigt mit der Einführung der Südstarts über die Stadt Zürich deren Anteil der durch Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen um rund 4500 Personen auf knapp über 14 000 Personen oder auf fast 20% Anteil am ZFI.

4 ZFI nach Himmelsrichtung (Quadranten)

Mit dem Ziel, die Anzahl der vom Fluglärm stark belästigten/gestörten Personen nicht nur innerhalb der jeweiligen Untersuchungsperimeter Tag/Nacht zu kennen, sondern auch nach Himmelsrichtung, wurde das Untersuchungsgebiet in Quadranten mit Mittelpunkt Pistenkreuz (Flugplatzbezugspunkt) unterteilt. Da es aufgrund der Ausrichtung des Pistensystems nicht angezeigt war, die Trennlinien der Quadranten genau in Nord-Süd- resp. Ost-West-Ausrichtung verlaufen zu lassen, wurde das «Fadenkreuz» so gedreht, dass die Trennlinien mittig zu den sich aus den Pistenkreuzen ergebenden Winkeln liegen. Mit dieser Darstellungsart wird erreicht, dass die in den jeweiligen Quadranten ausgewiesenen ZFI-Betroffenen den darin vorherrschenden An- und Abflugrichtungen entsprechen.

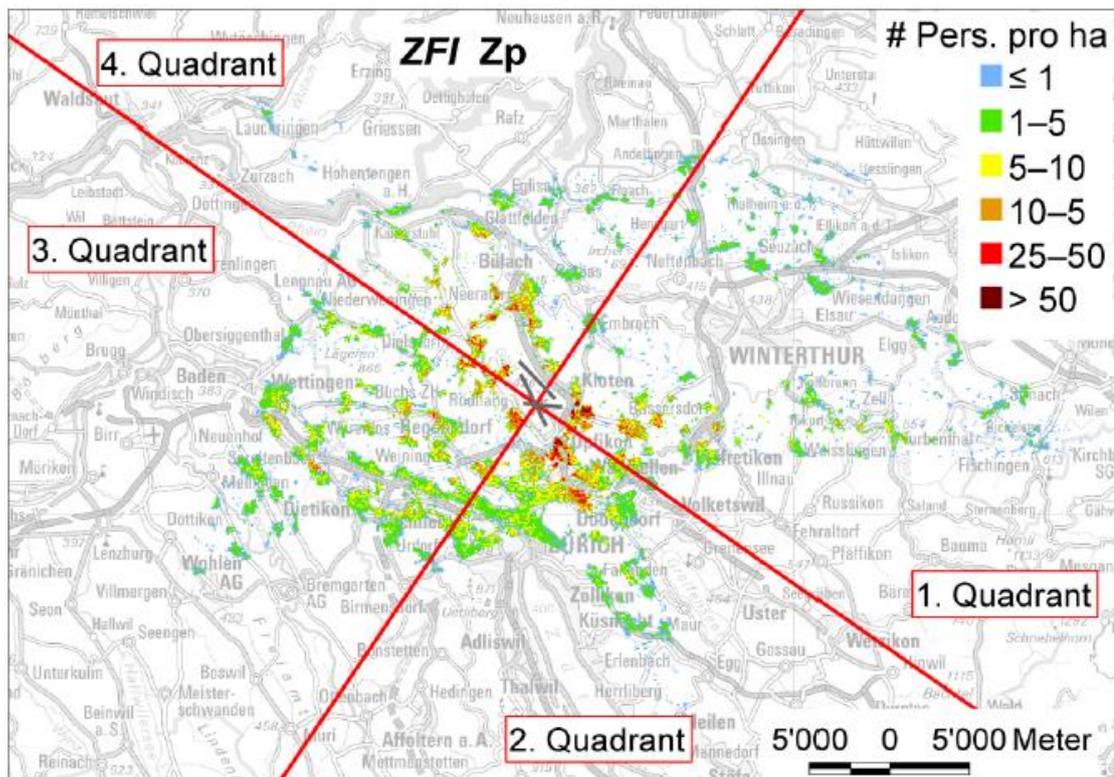


Abbildung 8 ZFI des Betriebszustands Zp, unterteilt in die vier Quadranten

Quelle: Empa (1)

Die meisten HA am Tag befinden sich im zweiten und dritten Quadranten. Für Zp ist der zweite Quadrant mehr belastet, bei Zt sind der zweite und dritte Quadrant ähnlich belastet. Hier widerspiegeln sich die Hauptstartrichtungen nach Westen und Süden. Die Hauptlandrichtung von Norden (4. Quadrant) wirkt sich auf die HA hingegen eher wenig aus. Bei den HSD in der Nacht befinden sich hingegen die meisten Personen im ersten und vierten Quadranten für Zp (Starts Richtung Norden und Landungen von Osten), respektive im dritten und vierten Quadranten für Zt (prozentuelle Mehrnutzung der Westschleife für Nordstarts und

weniger Landungen auf Piste 28). Zum ZFI, welcher sich aus den HA des Tages und den HSD der Nacht zusammensetzt, tragen die vier Quadranten zu ähnlichen Teilen bei (Abbildung 8), wobei in Tabelle 4 deutlich wird, dass mit der Einführung der Südstarts geradeaus vor allem eine Verschiebung der Anzahl stark belästigter/gestörter Personen aus Quadrant 3 in Quadrant 2 stattfindet.

Quadrant	HA Zt		HA Zp	
1	8'006	18%	7'687	15%
2	15'545	35%	21'681	42%
3	16'668	37%	16'719	33%
4	4'720	11%	4'958	10%
Summe	44'939	100%	51'045	100%

Quadrant	HSD Zt*		HSD Zp*	
1	4'575	24%	7'813	36%
2	2'377	13%	997	5%
3	5'055	27%	4'832	22%
4	6'821	36%	8'290	38%
Summe	18'828	100%	21'932	100%

Quadrant	ZFI Zt*		ZFI Zp*	
1	12'581	20%	15'500	21%
2	17'923	28%	22'678	31%
3	21'723	34%	21'551	30%
4	11'541	18%	13'248	18%
Summe	63'768	100%	72'977	100%

Tabelle 4: Absolute und prozentuale Verteilung in den Quadranten

Quelle: Empa (1), Werte mit * unter Berücksichtigung passiver Schallschutzmassnahmen gemäss ZFI-VO

5 ZFI nach Bezirken, Regionen und Handlungsräumen

5.1 Bezirke

Der Kanton Zürich ist in folgende Bezirke unterteilt:



Abbildung 9 Die Bezirke des Kantons Zürich

Quelle: Staatskanzlei des Kantons Zürich

Auf die einzelnen Bezirke fallen folgende durch Fluglärm stark belästigte/gestörte Personen (Bezirke ohne ZFI-Betroffene sind nicht aufgeführt):

Bezirk	ZFI Zt	ZFI Zp*	Veränderung absolut	Veränderung prozentual
Andelfingen	317	757	441	139%
Bülach	23115	25127	2012	9%
Dielsdorf	15041	15457	416	3%
Dietikon	4675	4187	-488	-10%
Meilen	354	386	31	9%
Pfäffikon	1840	2103	263	14%
Uster	1953	2610	657	34%
Winterthur	1295	2449	1154	89%
Zürich	9586	14021	4435	46%

Tabelle 5: Verteilung der ZFI-Betroffenen nach Bezirken

Quellen: Empa (1), Amt für Statistik. Werte mit * unter Berücksichtigung passiver Schallschutzmassnahmen gemäss ZFI-VO

Auf die beiden Standortbezirke Bülach und Dielsdorf fallen weitaus die meisten ZFI-Betroffenen, gefolgt von der Stadt Zürich. Letztere nähert sich in der Variante Zp*, d.h. gemäss SIL 2-Berechnungen, der Anzahl Betroffener des Bezirks Dielsdorf. Aufgrund der Nähe zu den Hauptabflugrouten ab Piste 28 und ab Piste 16 mit Rechtskurve folgt dann der Bezirk Dietikon. Alle übrigen Bezirke haben verhältnismässig wenig Betroffene. Die Veränderungen mit dem SIL 2 sind am deutlichsten in der Stadt Zürich zu verzeichnen, gefolgt von den Bezirken Bülach und Winterthur.

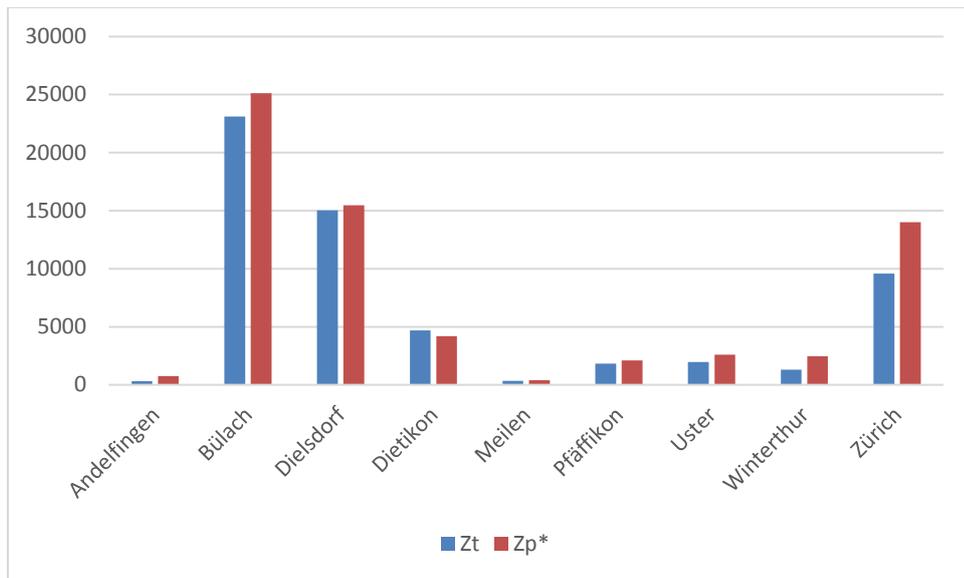


Abbildung 10 ZFI-Betroffene nach Bezirken

Quellen: Empa (1), Amt für Statistik. Werte mit * unter Berücksichtigung passiver Schallschutzmassnahmen gemäss ZFI-VO

5.2 Regionen

Der Kanton Zürich ist in folgende Planungsregionen unterteilt:



Abbildung 11 Planungsregionen des Kantons Zürich

Quelle: Amt für Statistik

Auf die einzelnen Planungsregionen fallen folgende durch Fluglärm stark belästigte/gestörte Personen (Planungsregionen ohne ZFI-Betroffene sind nicht aufgeführt):

Planungsregion	ZFI Zt	ZFI Zp*	Veränderung absolut	Veränderung prozentual
Furttal	4485	4464	-20	0%
Glattal	20612	21955	1343	7%
Limmattal	4675	4187	-488	-10%
Pfannenstiel	356	387	31	9%
Stadt Zürich	9586	14021	4435	46%
Weinland	317	757	441	139%
Winterthur und Umgebung	3108	4515	1407	45%
Zürcher Oberland	26	38	11	42%
Zürcher Unterland	15011	16774	1762	12%

Tabelle 6: Verteilung der ZFI-Betroffenen nach Regionen

Quellen: Empa (1), Amt für Statistik. Werte mit * unter Berücksichtigung passiver Schallschutzmassnahmen gemäss ZFI-VO

Auf die beiden Planungsregionen Glattal und Zürcher Unterland, in denen sich der Flughafen Zürich befindet, fallen weitaus die meisten ZFI-Betroffenen, gefolgt von der Stadt Zürich. Letztere nähert sich in der Variante Zp*, d.h. gemäss SIL 2-Berechnungen, der Anzahl Betroffener der Planungsregion Zürcher Unterland. Aufgrund der Nähe zu den Hauptabflugrouten ab Piste 28 folgen dann die Planungsregionen Furttal und Limmattal. Da die Planungsregion Winterthur und Umgebung geografisch im Südwesten stärker ausgeprägt ist als der Bezirk Winterthur, sind Mitnahmeeffekte aus dem Anflug auf Piste 28 sichtbar. Alle übrigen Planungsregionen haben verhältnismässig wenig Betroffene. Die Veränderungen mit dem SIL 2 sind am deutlichsten in der Stadt Zürich zu verzeichnen, gefolgt vom Zürcher Unterland sowie den Regionen Winterthur und Umgebung und Glattal.

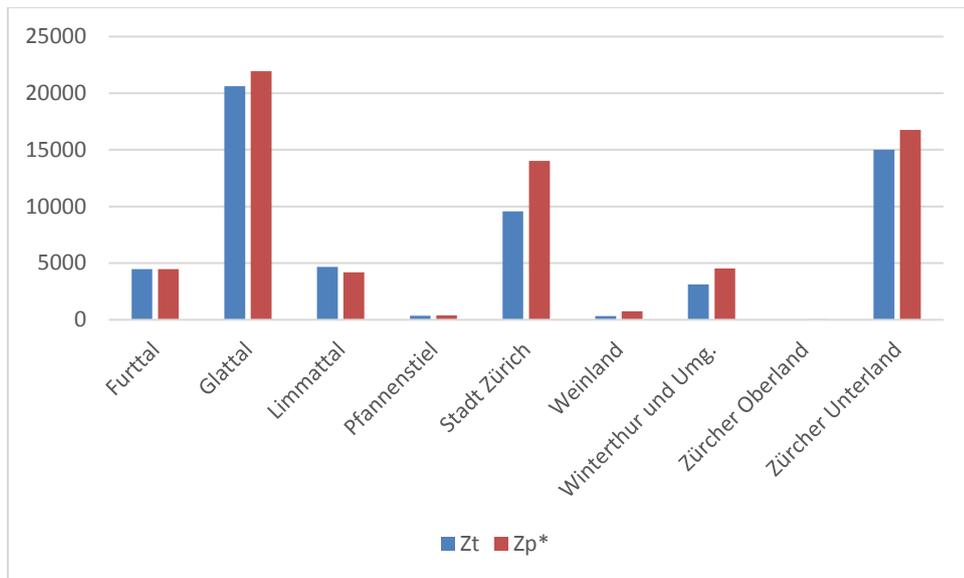


Abbildung 12 ZFI-Betroffene nach Planungsregionen

Quellen: Empa (1), Amt für Statistik. Werte mit * unter Berücksichtigung passiver Schallschutzmassnahmen gemäss ZFI-VO

5.3 Handlungsräume nach Raumordnungskonzept

Der Kanton Zürich ist in folgende Handlungsräume gegliedert:

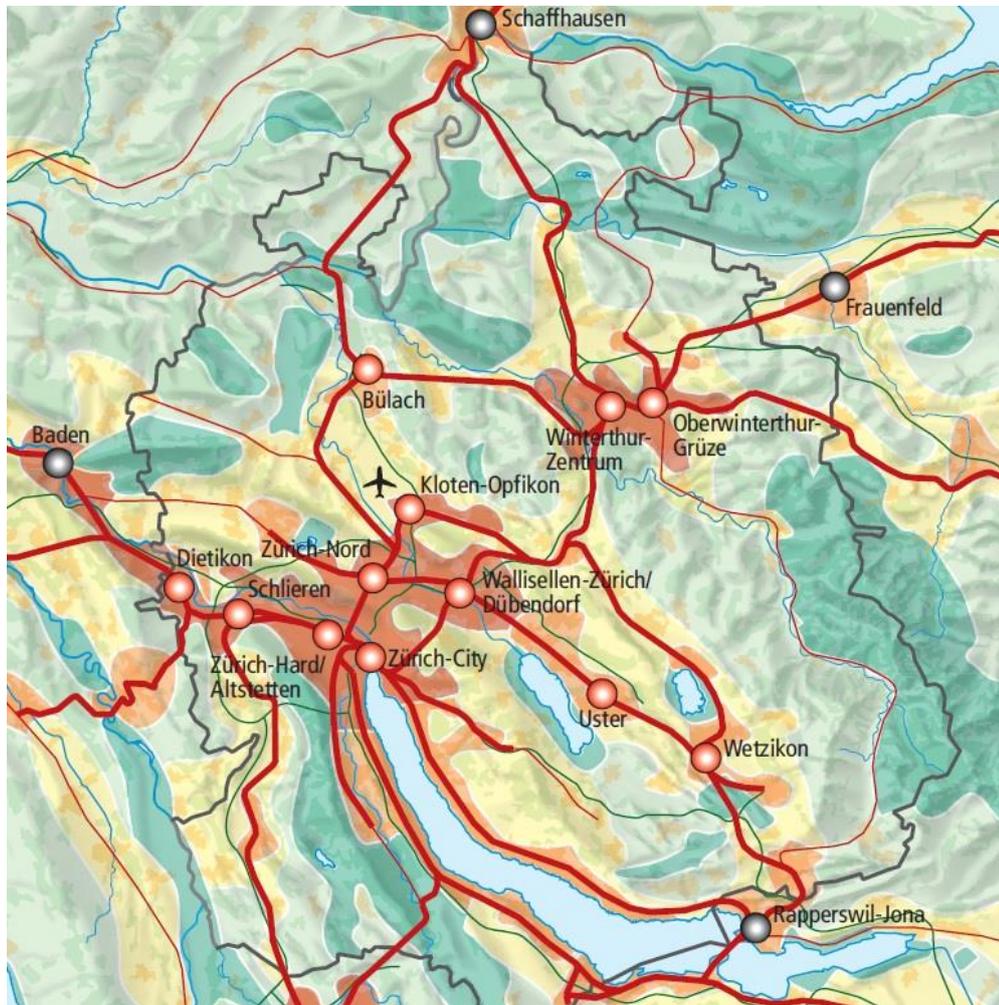


Abbildung 13 Die Handlungsräume im Raumordnungskonzept (ROK)

Quelle: Raumplanungsbericht 2013 (RRB 185/2014)

Die Zuordnung zu den einzelnen Räumen ist wie folgt:

- 1: Stadtlandschaft (rot)
- 2: Urbane Wohnlandschaft (orange)
- 3: Landschaft unter Druck (gelb)
- 4: Kulturlandschaft (hellgrün)
- 5: Naturlandschaft (dunkelgrün)

Auf die einzelnen Handlungsräume fallen folgende durch Fluglärm stark belästigte/gestörte Personen:

Handlungsraum	ZFI Zt	ZFI Zp*	Veränderung absolut	Veränderung prozentual
1. Stadtlandschaft	30515	35656	5141	17%
2. urbane Wohnlandschaft	8323	8953	630	8%
3. Landschaft unter Druck	14184	16134	1950	14%
4. Kulturlandschaft	4648	5577	929	20%
5. Naturlandschaft	505	776	271	54%

Tabelle 7: Verteilung der ZFI-Betroffenen nach Handlungsräumen

Quellen: Empa (1), Amt für Statistik. Werte mit * unter Berücksichtigung passiver Schallschutzmassnahmen gemäss ZFI-VO

Auf den Handlungsraum «Stadtlandschaft» fällt der grösste Teil der ZFI-Betroffenen und auch die meisten zusätzlich Betroffenen in der Variante Zp*, d.h. gemäss SIL 2-Berechnungen. Die «urbanen Wohnlandschaften» sind, mit Ausnahme von Regensdorf und Bülach, meist fernab grosser Fluglärmbelastungen, was sich durch eine deutlich geringere Anzahl ZFI-Betroffener auszeichnet. Der Handlungsraum «Landschaft unter Druck» hingegen weist am zweitmeisten Betroffene auf, was auf die Hauptanflugachse tagsüber und die Hauptabflugachse nachts zurückzuführen ist. Zudem verläuft auch der Anflug auf Piste 28 in diesen Räumen. Die angrenzenden Räume der «Kulturlandschaft» verdeutlichen dieses Bild.

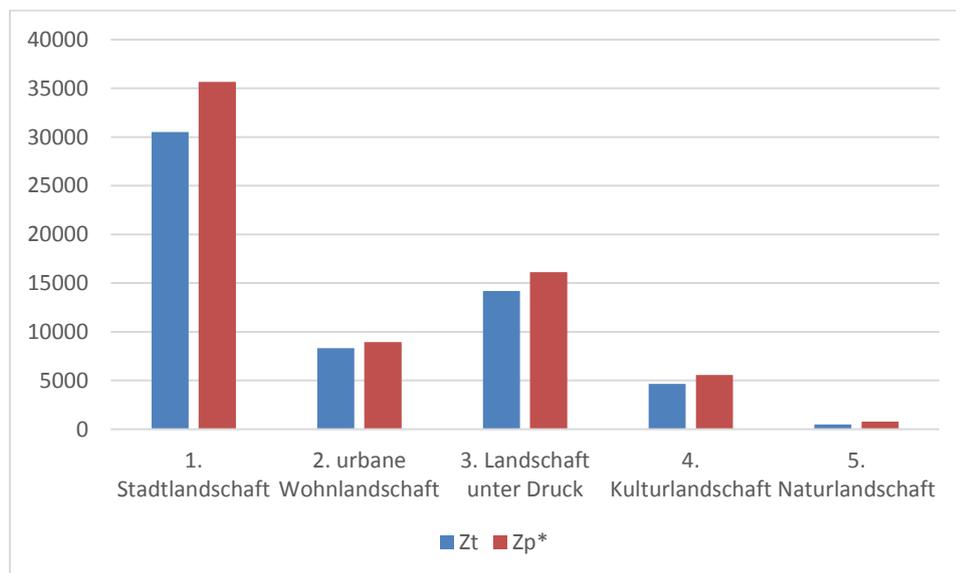


Abbildung 14 ZFI-Betroffene nach Handlungsräumen

Quellen: Empa (1), Amt für Statistik. Werte mit * unter Berücksichtigung passiver Schallschutzmassnahmen gemäss ZFI-VO

Quellenverzeichnis

1. **O. Schwab, B. Schäffer.** *Flughafen Zürich; Zürcher Fluglärm-Index ZFI der Variante 4-LVP (SIL2) im Vergleich zur Variante des SIL1.* Dübendorf : Empa, 2016. 5214.014188.
2. **P. Huber, G. Thomann.** *Zürcher Fluglärm-Index ZFI - Referenzzustände.* Dübendorf : Empa, 2006. 441'255-3.