

# Betriebsreglementsänderung

## 2014/2017

Ergänztes Gesuch

Umweltverträglichkeitsbericht

**Kunde**  
Flughafen Zürich AG  
Postfach  
8058 Zürich-Flughafen

**Datum**  
26. September 2025 mit Ergänzung  
vom 3. Dezember 2025



## **Impressum**

---

### **Datum**

26. September 2025 mit Ergänzung vom 3. Dezember 2025

---

### **Bericht-Nr.**

05471.500-1

---

### **Verfasst von**

ASC, ANME

---

Basler & Hofmann AG

Bachweg 1

Postfach

CH-8133 Esslingen

T +41 44 387 15 22

---

### **In Zusammenarbeit mit**

—

Flughafen Zürich AG

Abteilung Umweltschutz

Abteilung Lärmmanagement

8058 Zürich-Flughafen

Empa

Abteilung Akustik/Lärmreduzierung

Überlandstrasse 129

8600 Dübendorf

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Zusammenfassung und Gesamtbeurteilung</b>	<b>1</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>6</b>
1.1 Ausgangslage	6
1.1.1 Flugbetriebssituationen	6
1.1.2 Sachplan Infrastruktur Luftfahrt, SIL	7
1.1.3 Betriebsreglementsänderung 2014/2017	8
1.2 Begründung des Vorhabens	8
1.3 Untersuchte Varianten	9
1.4 Verfahren und UVP-Pflicht	9
<b>2. Beschreibung des Vorhabens</b>	<b>10</b>
2.1 Übersicht über das Vorhaben	10
2.2 Änderungen Flugrouten	10
2.2.1 Entflechtung Ostkonzept	10
2.2.2 Teilgenehmigung Ostkonzept	11
2.3 Anpassung Routenführung im Nordkonzept	12
2.3.1 Entflechtung Abflugrouten ab Piste 28	12
2.3.2 Langgezogene Linkskurve ab Piste 16	13
2.4 Neues Bisenkonzept mit Start Piste 16 geradeaus	15
2.5 Anpassung der FL80-Regel	16
2.6 Ausnahmeregelung betreffend Mindesthöhe für vierstrahlige Flugzeuge beim Start auf Piste 32	17
2.7 Flexibilisierung Pistenöffnungszeiten	18
2.7.1 Öffnung Piste 28 von 21.00 bis 22.00 Uhr als 2. Startpiste	18
2.7.2 Aufhebung gegenläufiger Betrieb von 06.00 bis 07.00 Uhr	18
2.7.3 Öffnung der Startpiste 28 nach 22.00 Uhr bei Nebel	19
<b>3. Massgebende Betriebsvariante</b>	<b>20</b>
3.1 Verkehrsvolumen	20
3.2 Flottenmix	20
3.3 Flugzeugführung	20
3.4 Abfertigung	21
<b>4. Klimaschutz</b>	<b>21</b>
4.1 Verpflichtung	21
4.2 Emissionen	21
4.3 Massnahmen	21
4.4 Entwicklung	22
<b>5. Systemabgrenzung und Relevanzmatrix</b>	<b>24</b>
5.1 Zeitliche Abgrenzung	24

---

5.2	Räumliche Abgrenzung	25
5.3	Relevanzmatrix	25
5.4	Bemerkungen zu den nicht relevanten Umweltbereichen	25
<b>6.</b>	<b>Luftreinhaltung</b>	<b>26</b>
6.1	Grundlagen	26
6.1.1	Gesetzliche Grundlagen	26
6.1.2	UVB-Fachbericht	26
6.1.3	Beurteilungsgrundlagen	26
6.1.4	Untersuchungsperimeter	26
6.1.5	Methodik	26
6.2	Ist-/Ausgangszustand	28
6.2.1	Emissionen	28
6.2.2	Immissionen	28
6.3	Auswirkungen im Betriebszustand	30
6.3.1	Emissionen	30
6.3.2	Immissionen	30
6.4	Massnahmen zum Schutz der Umwelt	33
6.4.1	Bestehende Massnahmen	33
6.4.2	Weitergehende Massnahmen	34
6.5	Beurteilung	34
<b>7.</b>	<b>Fluglärm</b>	<b>35</b>
7.1	Grundlagen	35
7.1.1	Gesetzliche Grundlagen	35
7.1.2	UVB-Fachbericht	35
7.1.3	Beurteilungsgrundlagen	35
7.1.4	Berechnungsgrundlagen	36
7.1.5	Untersuchungsperimeter	37
7.1.6	Methodik	37
7.2	Resultate	39
7.2.1	Lärmbelastung am Tag	39
7.2.2	Lärmbelastung der ersten Nachtstunde	40
7.2.3	Lärmbelastung der zweiten Nachtstunde	41
7.2.4	Grenzwertkurven	42
7.2.5	Quantifizierungen	44
7.3	Vergleich mit dem genehmigten Lärm	47
7.4	Vergleich mit dem Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt	49
7.5	Lärmauswirkungen von zehn Massnahmen	49
7.6	Massnahmen zum Schutz der Umwelt	51
7.6.1	Bestehende Massnahmen	51
7.6.2	Vorgesehene Massnahme	51
7.6.3	Weitergehende Massnahmen	52
7.7	Erleichterungsanträge	52
7.8	Beurteilung	52

---

<b>8.</b>	<b>Betriebslärm</b>	<b>53</b>
8.1	Grundlagen	53
8.1.1	Gesetzliche Grundlagen	53
8.1.2	UVB-Fachbericht	53
8.1.3	Beurteilungsgrundlagen	53
8.1.4	Berechnungsgrundlagen	54
8.1.5	Untersuchungsperimeter	55
8.1.6	Methodik	55
8.2	Ist-/Ausgangszustand	56
8.3	Auswirkungen im Betriebszustand	57
8.4	Vergleich mit dem genehmigten Lärm und dem Lärm Umrollung 28	59
8.5	Erleichterungsanträge	61
8.6	Massnahmen zum Schutz der Umwelt	62
8.6.1	Bestehende Massnahmen	62
8.6.2	Vorgesehene Massnahme	63
8.6.3	Weitergehende Massnahmen	63
8.7	Beurteilung	64
<b>9.</b>	<b>Massnahmenübersicht</b>	<b>64</b>
9.1	Bestehende Massnahmen	64
9.1.1	Luftreinhaltung	64
9.1.2	Fluglärm	64
9.1.3	Betriebslärm	65
9.2	Vorgesehene Massnahmen	66
<b>10.</b>	<b>Gesamtabwägung</b>	<b>66</b>

## Abkürzungen

APU	Auxiliary Power Unit (Flugzeughilfturbine zur Energieerzeugung)
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
AW	Alarmwert
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kanton Zürich
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt
BR	Betriebsreglement
BV	Bundesverfassung (SR 101)
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> -Äquivalente
dB	Dezibel
DVO	220. Durchführungsverordnung zur Deutschen Luftverkehrsordnung
EASA	European Aviation Safety Agency
ECAC	European Civil Aviation Conference
EKLB	Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung
ES	Empfindlichkeitsstufe
FL80	Flight Level 80 (8'000 ft ü.M.)
FZAG	Flughafen Zürich AG
GAC	General Aviation Center
gLä	genehmigter Lärm
GPU	Ground Power Unit (mobiles Stromversorgungsgerät für Flugzeuge)
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
IGW	Immissionsgrenzwert
LFG	Luftfahrtgesetz (SR 748.0)
Lr	Beurteilungspegel
Lr <sub>n1</sub>	Beurteilungspegel für den Lärm des Verkehrs von Grossflugzeugen für die erste Nachtstunde (22–23 Uhr)
Lr <sub>n2</sub>	Beurteilungspegel für den Lärm des Verkehrs von Grossflugzeugen für die zweite Nachtstunde (23–24 Uhr)
Lr <sub>t</sub>	Beurteilungspegel für den Lärm des Gesamtverkehrs für den Tag
LRV	Luftreinhalte-Verordnung (SR 814.318.142.1)
LSV	Lärmschutz-Verordnung (SR 814.41)
LTO	Landing and Take-off (Lande- und Startzyklus bis ca. 915 m ü.G.)
NADP	Noise Abatement Departure Procedure
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NOx	Stickoxide
PM10	Particulate Matter < 10 µm (Feinstaub)
PM2.5	Particulate Matter < 2.5 µm (Feinstaub)
PW	Planungswert
SAF	Sustainable Aviation Fuel (nachhaltige Flugtreibstoffe)
SIL	Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt
TG	Teilgenehmigung
U28	Umrollung 28
USG	Umweltschutzgesetz (SR 814.01)

---

UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPV	Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (SR 814.011)
vBR	vorläufiges Betriebsreglement
VG	Vollgenehmigung
VIL	Verordnung über die Infrastruktur der Luftfahrt (SR 748.131.1)

## Zusammenfassung und Gesamtbeurteilung

### Ausgangslage

Das Bundesverwaltungsgericht hiess am 7. September 2021 die Beschwerden gegen das Betriebsreglement 2014 Teilgenehmigung (BR2014TG) überwiegend gut. Daraufhin sistierte das Bundesamt für Zivilluftfahrt das Verfahren zum Betriebsreglement 2017 (BR2017). Das Gericht beauftragte die Sachplanbehörde, die Nachlärm- und Verspätungssituation insbesondere in der zweiten Nachtstunde von 23.00 bis 23.30 Uhr neu zu beurteilen und die Auswirkungen im Sachplan Verkehr, Teil Infrastruktur Luftfahrt (SIL), für diese Zeit neu festzulegen. Inzwischen hat der Bundesrat das überarbeitete SIL-Objektblatt am 19. September 2025 verabschiedet. Dabei wurden alle Massnahmen, die mit den Gesuchen BR2014 und BR2017 beantragt wurden, einer umfassenden Interessenabwägung unterzogen und im Gebiet mit Lärmauswirkungen die zweite Nachtstunde neu festgesetzt. Weiterhin hängig ist die Betriebsreglementsänderung 2014 Vollgenehmigung (BR2014VG) aufgrund der mangelnden Zustimmung Deutschlands. Basierend auf dem revidierten SIL-Objektblatt sollen die Unterlagen zum BR2014 und BR2017 ergänzt und erneut eingereicht werden.

### Vorhaben

Im vorliegenden ergänzten Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017 (BR2014/2017) wurden die Gesuche zum BR2014VG, BR2014TG und BR2017 zusammengeführt. Der Hauptantrag enthält weiterhin die Entflechtung des Ostkonzepts. Eventualiter, d.h. für den Fall der ausbleibenden Zustimmung Deutschlands zur angestrebten Entflechtung der An- und Abflugrouten im Ostkonzept, beantragt die Flughafen Zürich AG nach wie vor die Teilgenehmigung ohne diese Entflechtung. Das Gesuch BR2014/2017 beinhaltet folgende Änderungen:

- Entflechtung Ostkonzept
- Lärmoptimierte Abflugrouten ab den Pisten 32 und 34
- Entflechtung Abflugrouten ab Piste 28
- Langgezogene Linkskurve ab Piste 16
- Neues Bisenkonzept mit Start Piste 16 geradeaus
- Anpassung der FL80-Regel
- Ausnahmeregelung betreffend Mindesthöhe für vierstrahlige Flugzeuge beim Start auf Piste 32
- Öffnung Piste 28 von 21.00 bis 22.00 Uhr als 2. Startpiste
- Aufhebung gegenläufiger Betrieb von 06.00 bis 07.00 Uhr
- Öffnung der Startpiste 28 nach 22.00 Uhr bei Nebel

Damit werden die wesentlichen Massnahmen aus der Sicherheitsüberprüfung für den Flughafen Zürich vom Dezember 2012 hinsichtlich Routen- und Betriebskonzeptoptimierungen umgesetzt, soweit sie eine Grundlage im Objektblatt Flughafen Zürich vom 19. September 2025 haben. Entsprechend dem überarbeiteten SIL-Objektblatt wird das Nebelkonzept mit Starts 16 geradeaus oder mit Rechtskurve vorerst nicht umgesetzt.

## Verfahren und UVP-Pflicht

Betriebsreglemente für Flughäfen unterliegen gemäss Anhang Nr. 14.1 der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) der UVP-Pflicht. Änderungen bestehender Anlagen unterliegen der Prüfung, wenn die Änderung wesentliche Umbauten, Erweiterungen oder Betriebsänderungen betrifft (Art. 2 Abs. 1 Bst. a UVPV). Das vorliegende Gesuch um Anpassung des Betriebsreglements wird als wesentliche Änderung eingestuft. Folglich unterliegt das Vorhaben der Pflicht zur Durchführung einer UVP.

Grundlage der UVP bildet der Umweltverträglichkeitsbericht (UVB), der Auskunft über die Umweltauswirkungen des Vorhabens und die vorgesehenen Massnahmen zum Schutz der Umwelt gibt. Für das BR2014/2017 sind keine baulichen Anpassungen an der Infrastruktur nötig. Der vorliegende UVB umfasst daher nur die Auswirkungen des Flugbetriebs auf die Umwelt.

Massgebliches Verfahren ist die Genehmigung des Betriebsreglements nach Art. 36c Abs. 1 und 36d Abs. 1 Luftfahrtgesetz (LFG) mit Umweltverträglichkeitsprüfung.

## Umweltauswirkungen

### Betrachtungszustände

Für die Untersuchung und Beurteilung der Umweltauswirkungen wird zwischen dem Ist-Zustand (Z0, 2023), dem Ausgangszustand (Zt, 2035 ohne Vorhaben) und dem Betriebszustand (Zt+, 2035 mit Vorhaben) unterschieden.

### Relevante Umweltbereiche

Die betrieblichen Anpassungen haben relevante Auswirkungen in den Bereichen Fluglärm, Betriebslärm (Industrie- und Gewerbelärm) sowie untergeordnet im Bereich Luftreinhaltung.

### Luftreinhaltung

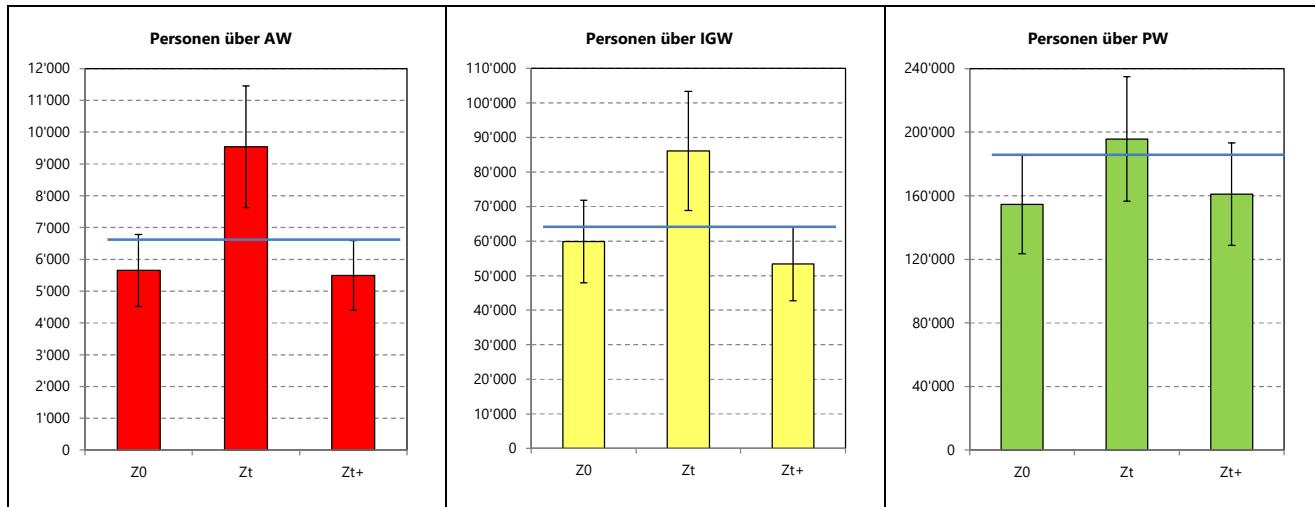
Die beantragte Änderung des Betriebsreglements führt zu keiner Veränderung der lokal wirksamen Flughafen-Emissionen. Die Differenz zum Ausgangszustand beträgt für Stickoxide (NOx) und für Feinstaub (PM10) 0 t.

Die Luftschatzstoffberechnungen zeigen, dass die Gesamtmissionen den Jahresmittel-Grenzwert der LRV für den kritischen Schadstoff Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) in der Region des Flughafens Zürich einhalten. Die bereits festgelegten und weiterzuführenden Massnahmen zur Reduktion der Luftbelastung zeigen eine gute Wirkung.

Das Vorhaben wird als vereinbar mit der Lufthygienegesetzgebung beurteilt und entspricht auch dem Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes.

### Fluglärm

Die Auswertungen der Anzahl der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Personen zeigen, dass diese von Z0 zu Zt aufgrund des prognostizierten Verkehrswachstums und der sich zuspitzenden Verspätungssituation zunimmt. Dagegen zeigt der Vergleich von Zt+ mit Zt, dass durch die mit dem BR2014/2017 beantragten betrieblichen Änderungen die Anzahl der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Personen insgesamt abnimmt, namentlich durch die neuen Routenführungen und die daraus resultierende verbesserte Pünktlichkeit.



AW: Alarmwert, IGW: Immissionsgrenzwert, PW: Planungswert

**Anzahl Personen über den Grenzwerten nach LSV, Umhüllende der Belastungen aus Tag, erster und zweiter Nachtstunde (Summe aller ES) (Quelle: Empa, Teilbericht 1)**

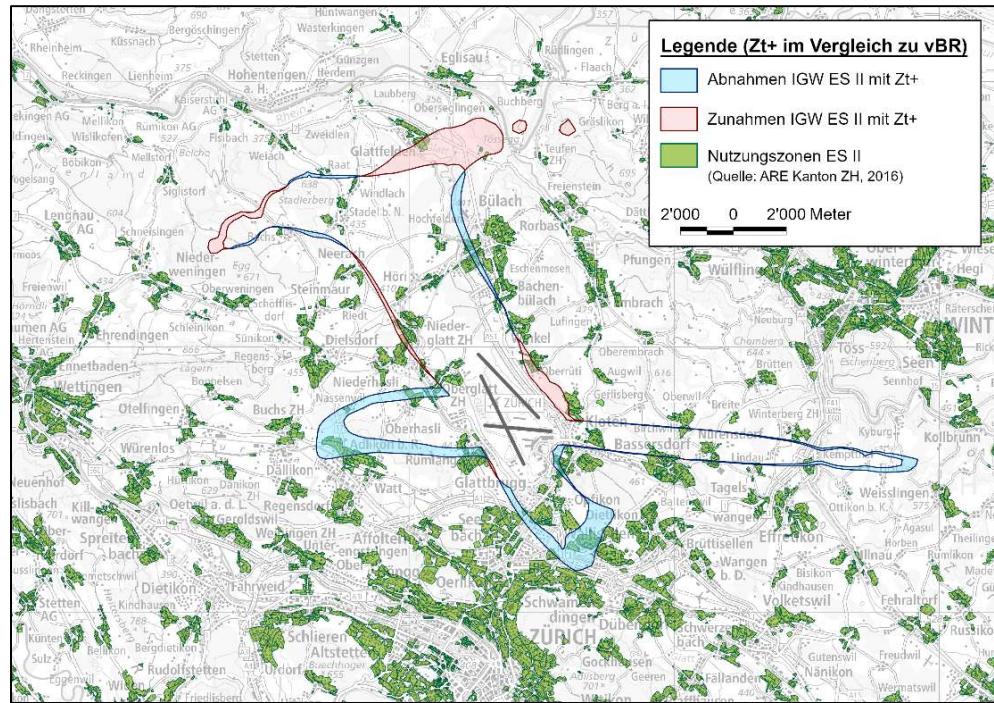
Der Vergleich der Grenzwertkurven von Zt+ mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen gemäss SIL vom 19. September 2025 zeigt, dass der Sachplan eingehalten wird, indem die LSV-relevanten Konturen von Zt+ über alle Tageszeiten zum Teil deutlich kleinere Gebiete überstreichen als das Gebiet mit Lärmauswirkungen gemäss SIL. Im Nahbereich des Flughafens (Gebiete Oberglatt, Kloten und Winkel) sind die IGW- (und zum Teil auch PW-) Kurven von Zt+ annähernd deckungsgleich mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen gemäss SIL, liegen aber immer innerhalb desselben.

Das BR2014/2017 beinhaltet zehn Massnahmen, welche im SIL-Objektblatt festgesetzt sind. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch die Umsetzung der Einzelmassnahmen insbesondere in der zweiten Nachtstunde deutlich weniger Personen von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind als ohne die Massnahmen. Diese Reduktion ist zum einen auf kleinere Flächen der Grenzwertkurven, zum anderen auf deren günstigere Lage in Bezug auf besiedelte Gebiete zurückzuführen. Dabei kann es zwar lokal zu einer Verschiebung der Belastung und zu neuen Betroffenen kommen – insgesamt zeigen die Ergebnisse jedoch das Potenzial der Einzelmassnahmen zur Verbesserung der Lärmsituation, insbesondere in der Nacht.

Mit den vorgesehenen Massnahmen inklusive der beantragten Erleichterungen können die Vorschriften zum Schutz der Umwelt eingehalten werden.

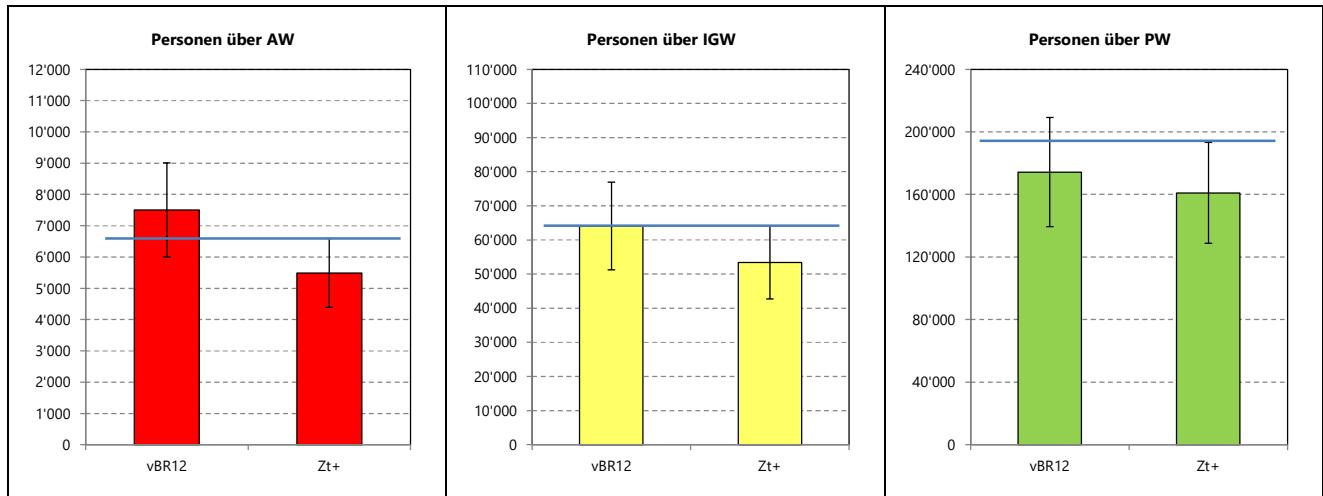
Vergleich mit dem genehmigten Lärm

Am 27. Januar 2015 legte das BAZL gestützt auf die Berechnungen der Empa zum so genannten vorläufigen Betriebsreglement (vBR) die zulässigen Fluglärmmissionen für den Flughafen Zürich fest. Die nachfolgende Abbildung zeigt die zusätzlichen und wegfallenden Gebiete der Grenzwertkurven IGW ES II zwischen Zt+ und dem genehmigten Lärm (gLä). Im Osten, Süden und Westen nehmen die betroffenen Flächen in Zt+ ab, im Nordosten und -westen dagegen zu.



**Lärmbelastung IGW ES II, Umhüllende über alle Tageszeiten, Vergleich Zt+ mit gLä vBR. Karte: Swiss Map Raster 200, Bundesamt für Landestopografie. (Quelle: Empa, Teilbericht 1)**

Die Anzahl Personen über den Grenzwerten (Umhüllende über alle Tageszeiten) als Summe über alle ES liegt beim vBR für alle Grenzwerte (PW, IGW, AW) höher als bei Zt+.



AW: Alarmwert, IGW: Immissionsgrenzwert, PW: Planungswert

**Anzahl Personen über den Grenzwerten nach LSV, Umhüllende der Belastungen aus Tag, erster und zweiter Nachtstunde (Summe aller ES), Vergleich Zt+ mit gLä vBR (Quelle: Empa, Teilbericht 1)**

#### Betriebslärm

Die Betriebslärmberechnungen zeigen, dass die massgebenden IGW am Tag eingehalten werden. Im Vergleich zum Ausgangszustand bleibt die Betriebslärmbelastung am Tag bei der Mehrzahl der Immissionspunkte gleich oder nimmt um maximal 0.2 dB zu. In der Nacht bleiben die Immissionen gleich oder nehmen um bis zu 0.4 dB ab. Für das

Siedlungsgebiet in Kloten, das neu von IGW-Überschreitungen in der Nacht betroffen ist, werden Erleichterungen beantragt.

Das Vorhaben wird als vereinbar mit der Lärmschutzgesetzgebung beurteilt und entspricht auch dem Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes.

### **Massnahmen zum Schutz der Umwelt**

Am Flughafen Zürich bestehen seit langem verschiedene Massnahmen im Zusammenhang mit Luftreinhaltung und Fluglärm. Diese wirken sich auch positiv auf die Betriebslärmbelastung aus, indem diese entweder reduziert oder in weniger sensible Tageszeiten verschoben wird. Die bestehenden emissionsbegrenzenden Massnahmen werden weitergeführt. Die FZAG trifft laufend alle technisch und betrieblich möglichen sowie wirtschaftlich tragbaren Massnahmen, um die Luftbelastung sowie die Lärmbelastung für die Bevölkerung zu reduzieren.

Als Massnahme zur Lärmreduktion steht das Lärmgebührenmodell und dessen Anpassung (spätestens per 1. Januar 2027 in Kraft) mit einer Neueinteilung der Lärmklassen sowie erhöhten Tagesrand- und Nachtzuschlägen für Starts zwischen 23.00 und 23.15 Uhr und zwischen 23.15 und 23.30 Uhr sowie für Landungen zwischen 23.15 und 23.30 Uhr im Vordergrund. Dieses wird ergänzt durch umfangreiche Massnahmenpakte in den Bereichen Luftreinhaltung, Fluglärm und Betriebslärm (siehe Kapitel 9 "Massnahmenübersicht").

Daneben tragen die Massnahmen des Betriebsreglements selbst zur Verbesserung der Lärmsituation bei. Vordringliche Ziele der Betriebsreglementsänderung sind die Stabilisierung des Flugbetriebs, die Verbesserung der Pünktlichkeit sowie die Umsetzung der Massnahmen aus der Sicherheitsüberprüfung. Darüber hinaus haben die Massnahmen einen positiven Effekt auf die Lärmbelastung, wobei die Verbesserungen in der Nacht (insbesondere in der zweiten Nachtstunde) im Vordergrund stehen (vgl. dazu Kapitel 7.5, Tabelle 7-6, Massnahmen A bis K, und Kapitel 10 "Gesamtabwägung").

### **Gesamtbeurteilung**

Insgesamt führen die Massnahmen des Betriebsreglements 2014/2017 zu einer Entlastung der Bevölkerung von Fluglärm, insbesondere auch in der zweiten Nachtstunde. Die optimierte Pisten- und damit Rollwegbenutzung hat auch einen positiven Effekt auf die Betriebslärmbelastung, indem Rollverkehr und Abfertigungsvorgänge verstärkt von den Nacht- in die Tagesstunden verlagert werden. Aus lufthygienischer Sicht führt die beantragte Änderung zu keiner Veränderung gegenüber dem Ausgangszustand, weder emissions- noch immissionsseitig.

**Die durchgeführten Untersuchungen führen zum Schluss, dass die Betriebsreglementsänderung 2014/2017 mit den vorgesehenen Umweltschutzmassnahmen inklusive der beantragten Erleichterungen den gesetzlichen Anforderungen zum Schutz der Umwelt entspricht.**

## 1. Einleitung

### 1.1 Ausgangslage

#### 1.1.1 Flugbetriebssituationen

Pistensystem Flughafen Zürich

Der Flughafen Zürich verfügt über drei Start- und Landepisten (Abbildung 1-1). Jede Piste hat zwei Bezeichnungen, welche die jeweilige Himmelsrichtung in Grad ohne die letzte Ziffer darstellen. Piste 28 zeigt somit in Richtung 280°, Piste 10 entgegengesetzt in Richtung 100°.

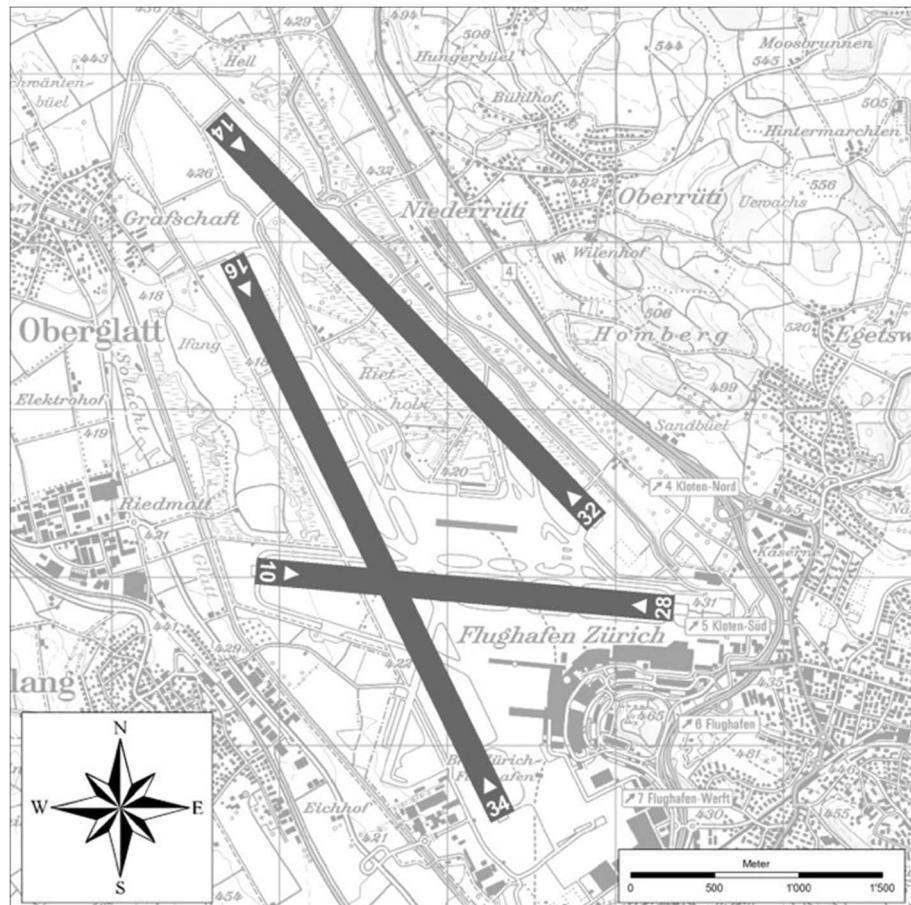


Abbildung 1-1: Pistensystem Flughafen Zürich

Flugbetriebskonzepte

Das Betriebsreglement gibt vor, zu welchen Tageszeiten welche Pisten prioritär für Starts und Landungen benutzt werden müssen. Um einen sicheren und stabilen Betrieb des Flughafens über das ganze Jahr bei allen Wetterverhältnissen und unter Berücksichtigung der gesetzlichen und politischen Vorgaben sicherstellen zu können, braucht der Flughafen unterschiedliche Betriebskonzepte. Als Hauptkonzept kommt das Nordkonzept zur Anwendung, danach folgen das Ost- und das Südkonzept (siehe Abbildung 1-2). Die Konzepte werden jeweils nach ihrer Landerichtung bezeichnet.

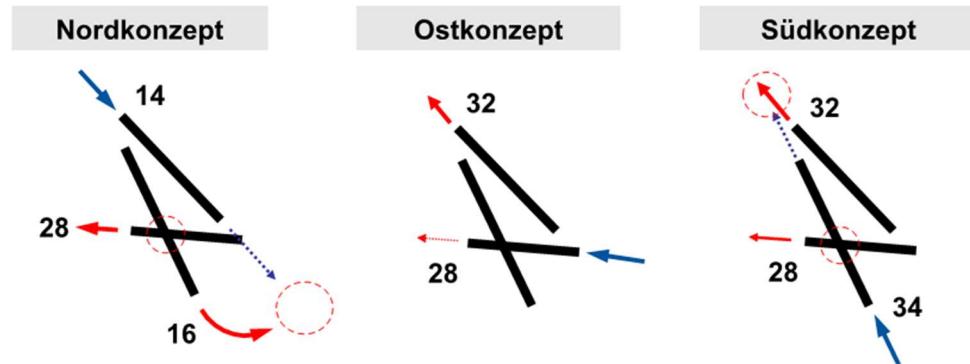


Abbildung 1-2: Flugbetriebskonzepte am Flughafen Zürich

Das Nordkonzept heute erlaubt ca. 66 Flugbewegungen pro Stunde mit je einer unabhängigen Lande- (14) und Startpiste (28). Dabei ist die kürzeste Piste 28 die Hauptstartpiste des Flughafens. Schwere Grossflugzeuge starten auf der Piste 16, während die Piste 14 tagsüber hauptsächlich für Landungen genutzt wird. Der Betrieb von Piste 16 als Startpiste muss mit den anderen Pisten koordiniert werden, was die Kapazität entsprechend reduziert.

Frühmorgens wird in der Regel auf der Piste 34 gelandet (Südkonzept), abends auf der Piste 28 (Ostkonzept), während Piste 32 hauptsächlich als Startpiste dient. Im Ostkonzept sind noch 62 Bewegungen pro Stunde möglich<sup>1</sup> mit je einer unabhängigen Startpiste 32 und Landepiste 28, während im Südkonzept kein unabhängiger Start- und Landebetrieb möglich ist. Damit reduziert sich die Kapazität auf ca. 50 Bewegungen pro Stunde<sup>2</sup>.

### 1.1.2 Sachplan Infrastruktur Luftfahrt, SIL

SIL-Objektblatt Flughafen Zürich

Der Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt (SIL) ist das zentrale Planungs- und Koordinationsinstrument des Bundes für die zivile Luftfahrt. Er legt die Ziele und Vorgaben für die Infrastruktur der Zivilluftfahrt für die Behörden verbindlich fest.

Am 26. Juni 2013 verabschiedete der Bundesrat das SIL-Objektblatt für den Flughafen Zürich (SIL-Objektblatt erste Etappe oder kurz "SIL 1"). Dabei wurde bereits eine Anpassung der Festlegungen im Objektblatt für die Umsetzung einer staatsvertraglichen Lösung mit Deutschland sowie für weitere Massnahmen aus der Sicherheitsüberprüfung vorgesehen. Weiter nahm der Bundesrat am 18. September 2015 im Objektblatt eine Anpassung des Gebietes mit Lärmauswirkungen vor und genehmigte gleichzeitig den Richtplan des Kantons Zürich (Revision des Flughafenkapitels 4.7.1). Der Ratifizierungsprozess in Deutschland ist sistiert. Da weiterhin unklar ist, ob und wann der Ratifizierungsprozess in Deutschland abgeschlossen werden kann, wurde das Objektblatt am 23. August 2017 im Rahmen einer zweiten Etappe ("SIL 2") – insbesondere auch aufgrund der Massnahmen aus dem Bericht zur Sicherheitsüberprüfung vom Dezember 2012 – angepasst.

<sup>1</sup> ohne Entflechtung der Flugrouten im Ostkonzept (BR2014)

<sup>2</sup> ohne Schnellabrollwege auf Piste 34

Während der SIL 1 primär die Grundlage für die im Rahmen des Gesuchs für die Änderung des Betriebsreglements 2014 (BR2014) beantragten Optimierungen des Ost- und Südkonzepts bildet, wurde mit den Anpassungen im SIL 2 die Grundlage geschaffen, um Massnahmen zur Optimierung des Nordkonzepts umzusetzen.

Die Anpassung des Objektblatts durch den Bundesrat vom 19. September 2025 beinhaltet zusätzliche Massnahmen zur Verminderung der Fluglärmbelastung im Nachtbetrieb. Zu den neuen Massnahmen gehört die Einführung deutlich erhöhter Gebühren für Starts von Langstreckenflügen der lauten Lärmklasse nach 23.00 Uhr. Ziel dieser Massnahme ist eine wesentliche Reduktion der nächtlichen Lärmimmissionen. Weiter enthält das Objektblatt neu eine Auflage, die den Flughafen Zürich dazu verpflichtet, Verbesserungen der Infrastruktur und des Betriebs vorab für die Reduktion der Verz�tigungen zu verwenden. Der aktuelle SIL bildet die Grundlage für das vorliegende Gesuch zur Änderung des Betriebsreglements.

### 1.1.3 Betriebsreglementsänderung 2014/2017

Mit dem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 7. September 2021 (A-3484/2018) wurde das Verfahren zum Betriebsreglement 2014 Teilgenehmigung (BR2014TG) mit verschiedenen Anordnungen ans BAZL zurückgewiesen. Das Gericht begründete sein Urteil insbesondere mit ungenügenden Festlegungen im SIL-Objektblatt. Weil aufgrund des Urteils des Bundesverwaltungsgerichts das SIL-Objektblatt für den Flughafen Zürich auch für das BR2017 vorgängig angepasst werden musste, sistierte das BAZL dieses Verfahren am 7. Dezember 2021. Inzwischen liegen der Bericht zur Überarbeitung des SIL-Objektblatts sowie das geänderte SIL-Objektblatt gemäss Vorgabe des Bundesverwaltungsgerichts vor. Weiterhin häufig ist die Betriebsreglementsänderung 2014 Vollgenehmigung (BR2014VG) aufgrund der mangelnden Zustimmung Deutschlands. Aus diesem Grund ersucht die Flughafen Zürich AG (FZAG), die Verfahren BR2014VG bzw. BR2014TG und BR2017 zu vereinigen und das Verfahren unter dem neuen Titel "Betriebsreglementsänderung 2014/2017 (BR2014/2017)" fortzuführen.

Entsprechend wurden die Gesuche zum BR2014VG, BR2014TG und BR2017 im vorliegenden ergänzten Gesuch zusammengeführt. Der Hauptantrag enthält weiterhin die Entflechtung des Ostkonzepts. Eventualiter, d.h. für den Fall der ausbleibenden Zustimmung Deutschlands zur angestrebten Entflechtung der An- und Abflugrouten im Ostkonzept, beantragt die FZAG nach wie vor die Teilgenehmigung ohne diese Entflechtung.

## 1.2 Begründung des Vorhabens

Das Luftfahrtgesetz (LFG) verlangt in Art. 36a vom Inhaber der Betriebskonzession des Flughafens *"einen ordnungsgemäßen, sicheren Betrieb zu gewährleisten und für die dafür erforderliche Infrastruktur zu sorgen"*. Der SIL hält im Konzeptteil unter dem Kapitel B, Konzeptionelle Ziele und Vorgaben als Grundsatz 6 fest: *"Die Landesflughäfen sollen der Luftverkehrsnachfrage folgend entwickelt werden können."* Mit der Optimierung des am Flughafen am häufigsten zum Einsatz kommenden Nord- und Ostkonzepts sowie mit der Eliminierung des aus Komplexitäts- und Sicherheitssicht problematischen Bisenkonzepts und des gegenläufigen Betriebs bei Nebel können die bestehenden Infrastrukturen effizienter genutzt, die Komplexität reduziert und die

Sicherheitsmarge des Gesamtsystems erhöht werden. Dadurch sollen der Flugbetrieb stabilisiert und die Pünktlichkeit verbessert werden, sodass im Tagesverlauf regelmässige Verspätungen vermieden werden können und der Betrieb auch am Abend mit weniger Verspätungen und dadurch weniger verspäteten Flugbewegungen nach 22.00 Uhr bzw. 23.00 Uhr sichergestellt werden kann. Zudem sollen mit dem vorliegenden Gesuch die im SIL festgesetzten Kapazitätsziele des Bundes für den Flughafen Zürich von 70 Flugbewegungen pro Stunde tagsüber im Nord- und Bisenkonzept unter folgendem Vorbehalt umgesetzt werden: Erst wenn die zulässigen Lärmimmissionen (resp. das im SIL-Objektblatt festgelegte Gebiet mit Lärmauswirkungen) eingehalten sind, was heute in der Nacht teilweise nicht der Fall ist, darf die deklarierte Kapazität, d.h. die Anzahl der maximal planbaren Starts und Landungen, erhöht werden. Vorbehalten bleibt ein punktueller Aufbau der deklarierten Kapazität im Tagesverlauf (z.B. in der Mittagswelle) unter der Bedingung des Nachweises, dass dieser Aufbau in keinem kausalen Zusammenhang mit der Verspätungssituation am Abend steht. Mit dem vorliegenden Gesuch wird daher kein Aufbau der deklarierten Kapazität beantragt.

### 1.3 Untersuchte Varianten

Das vorliegende Gesuch zur Änderung des Betriebsreglements basiert auf dem SIL-Objektblatt vom 19. September 2025, in dem der Bundesrat nach eingehender Prüfung inklusive Vernehmlassung insbesondere das Gebiet mit Lärmauswirkungen neu festgesetzt und die vom Bundesverwaltungsgericht geforderte umfassende Interessenabwägung unter Berücksichtigung auch der heutigen Lärmbelastung vorgenommen hat. Bereits im Rahmen des früheren Sachplanverfahrens hatte der Bund unter der Federführung des BAZL und des ARE in mehreren Runden diverse Variantenstudien durchgeführt und sich nach reiflichen raumplanerischen Abwägungen der verschiedenen relevanten Aspekte und einer umfangreichen Vernehmlassung für die Variante 4-LVP entschieden. Diese Variante soll weiterhin (mit Ausnahme des Straight-Konzepts bei Nebel sowie vorerst ohne Pistenverlängerungen) umgesetzt werden. Die Auswirkungen der Lärmbelastung auf den Raum (ES II bis IV) werden im Fachbericht Fluglärm der EMPA (siehe Beilage 3b zum Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017) ausgewiesen.

### 1.4 Verfahren und UVP-Pflicht

UVP-Pflicht

Betriebsreglemente für Flughäfen unterliegen gemäss Anhang Nr. 14.1 der Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) der UVP-Pflicht. Änderungen bestehender Anlagen unterliegen der Prüfung, wenn die Änderung wesentliche Umbauten, Erweiterungen oder Betriebsänderungen betrifft (Art. 2 Abs. 1 Bst. a UVPV). Das vorliegende Gesuch um Anpassung des Betriebsreglements wird als wesentliche Änderung eingestuft. Folglich unterliegt das Vorhaben der Pflicht zur Durchführung einer UVP.

Grundlage der UVP bildet der Umweltverträglichkeitsbericht (UVB), der Auskunft über die Umweltauswirkungen des Vorhabens und die vorgesehenen Massnahmen zum Schutz der Umwelt gibt. Für das BR2014/2017 sind keine baulichen Anpassungen an der Infrastruktur nötig. Der vorliegende UVB umfasst daher nur die Auswirkungen des Flugbetriebs auf die Umwelt.

Die Erarbeitung des UVB stützte sich dabei auf die Besprechung vom 12. September 2012 mit den zuständigen Fachleuten von BAZL und BAFU sowie auf die erforderlichen Ergänzungen gemäss dem eingangs zitierten Entscheid des Bundesverwaltungsgerichts.

Massgebliches Verfahren

Massgebliches Verfahren ist die Genehmigung des Betriebsreglements nach Art. 36c Abs. 1 und 36d Abs. 1 LFG mit Umweltverträglichkeitsprüfung.

## 2. Beschreibung des Vorhabens

### 2.1 Übersicht über das Vorhaben

Das vorliegende ergänzte Gesuch BR2014/2017 weist inhaltlich keine Änderungen zu den bereits beim BAZL beantragten Gesuchen auf. Es handelt sich um dieselben Massnahmen. Auch die Begründungen sind unverändert. Lediglich die Interessenabwägung ist umfassender, indem insbesondere die Lärmauswirkungen detaillierter aufgezeigt werden. Anlass für die den Gesuchen zugrunde liegenden Massnahmen bleibt weiterhin die Sicherheitsempfehlung der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) im Schlussbericht Nr. 2136 zum schweren Vorfall vom 15. März 2011 mit zwei gleichzeitig startenden Flugzeugen. Die SUST empfahl, dass das BAZL mit der Flugsicherung Skyguide, dem Betreiber sowie den Benutzern des Flughafens Zürich eine umfassende Analyse der Betriebsverfahren durchführen und alle geeigneten Massnahmen treffen sollte, welche die Komplexität und die systemischen Risiken verringern. Bestandteil des am 21. Februar 2013 publizierten Berichts war demgemäß insbesondere eine Liste mit dreissig Massnahmen sowie daraus zusammengesetzte Massnahmenpakete.

### 2.2 Änderungen Flugrouten

Mit der Verabschiedung des SIL-Objektblatts für den Flughafen Zürich durch den Bundesrat liegt seit 2017 die Grundlage zur Anpassung der An- und Abflugrouten vor. Das überarbeitete SIL-Objektblatt vom 19. September 2025 beinhaltet keine Änderungen dieser Flugrouten. Alle beantragten Flugrouten entsprechen den Festlegungen des SIL.

#### 2.2.1 Entflechtung Ostkonzept

Das Ostkonzept (siehe Abbildung 1-2) kommt heute sowohl bei Westwindsituationen als auch während der abendlichen Sperrzeiten zur Anwendung (total rund 20% der Betriebszeiten). Mit der beantragten Lösung sollen die Verkehrsströme von an- und abfliegenden Flugzeugen entflochten werden. Dies geschieht insbesondere mit einer neuen Führung der Transitions, wodurch zukünftig alle anfliegenden Flugzeuge von Norden her auf die Piste 28 geführt werden. Die Hauptabflugroute Richtung Osten wird im Gegenzug nach einer Linkskurve südlich und damit entflochten vom Endanflug auf die Piste 28 ostwärts geführt (vgl. nachstehende Abbildung 2-1). Für Zeiten mit wenig Abflugverkehr – beispielsweise in der Nacht nach 22.00 Uhr – steht zudem eine direktere Route Richtung Osten zur Verfügung, die insbesondere die dichter besiedelten Gebiete im Westen und Süden des Flughafens von unnötigen Umwegflügen entlasten soll. Die Entflechtung des Ostkonzepts bildet eine wesentliche Massnahme aus der Sicherheitsüberprüfung zum Flughafen Zürich.

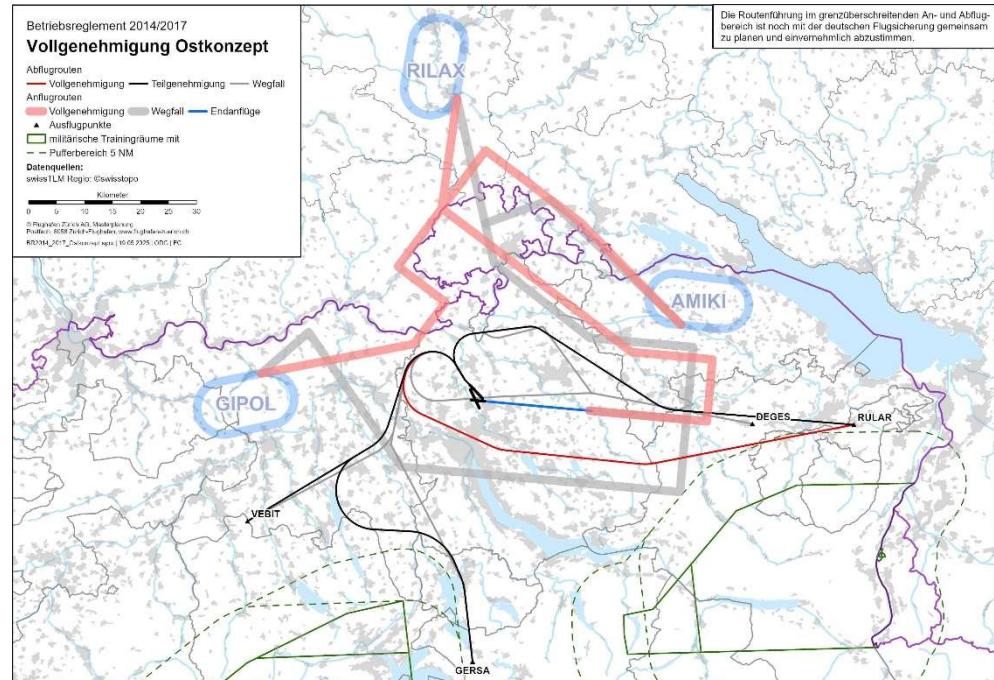


Abbildung 2-1: Neues Ostkonzept

Wie aus Abbildung 2-1 ersichtlich wird, führen die neuen Transitions über deutsches Hoheitsgebiet und stehen deshalb unter dem Vorbehalt der Genehmigung durch das deutsche Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) und der entsprechenden Anpassung der Deutschen DVO. Entsprechend wird beantragt, dass das BAZL das Genehmigungsverfahren zur Anpassung der DVO beim BAF veranlasst und mit dem Bezugsvorverfahren in der Schweiz koordiniert. Die neuen Transitions sollen im Übrigen unabhängig von der Regelung der Minimumshöhen im Staatsvertrag umgesetzt werden.

Die Startrouten ab den Pisten 32 und 34 in Richtung Osten wurden so konstruiert, dass u.a. die dicht besiedelte Region Winterthur insbesondere in der Nacht vom Fluglärm entlastet wird. Zudem wurde ab allen Startrouten ab den Pisten 32 und 34 in der ersten Kurve ein RF-Abschnitt konstruiert, damit alle Flugzeuge, welche über die entsprechende Ausrüstung verfügen, konzentriert auf einem konstanten Radius ("Radius to Fix") fliegen. Dabei wurde das Verfahren so gelegt, dass Siedlungsgebiete möglichst umflogen werden (Bericht zur Überarbeitung des SIL-Objektblatts und des Betriebsreglements, Ziff. 7.5.3). Diese Startrouten kommen sowohl im Ost- als auch im Südkonzept zur Anwendung.

## 2.2.2 Teilnehmung Ostkonzept

Hauptbestandteil des BR2014 bildet die Entflechtung des Ostkonzepts mit Anflügen von Osten auf die Piste 28 und Starts Richtung Norden auf den Pisten 32 und 34. Da die neuen Anflugrouten aber aufgrund der Beanspruchung von deutschem Hoheitsgebiet (noch) nicht umgesetzt werden können (siehe Abbildung 2-1 in roter Farbe), bleiben bei einer Teilnehmung die heutigen Anflugrouten bestehen (siehe Abbildung 2-2 in blauer Farbe). Die Abflugrouten können dagegen mit einer Ausnahme auch bei einer Teilnehmung gemäss BR2014 und SIL-Objektblatt angepasst werden (siehe Abbildung 2-2, bisherige Abflugrouten in grauer Farbe, geänderte Routen gemäss

Teilgenehmigung in roter Farbe). Einzig die im BR2014 neu beantragten Abflugrouten von Piste 32 bzw. 34 mit Linkskurve in Richtung Osten, die neu weiter südlich geführt werden sollen (siehe Abbildung 2-2 in roter Farbe), können aufgrund der mangelnden Separation mit der heutigen Anflugroute von GIPOL (siehe Abbildung 2-2 in grauer Farbe) nicht umgesetzt werden.

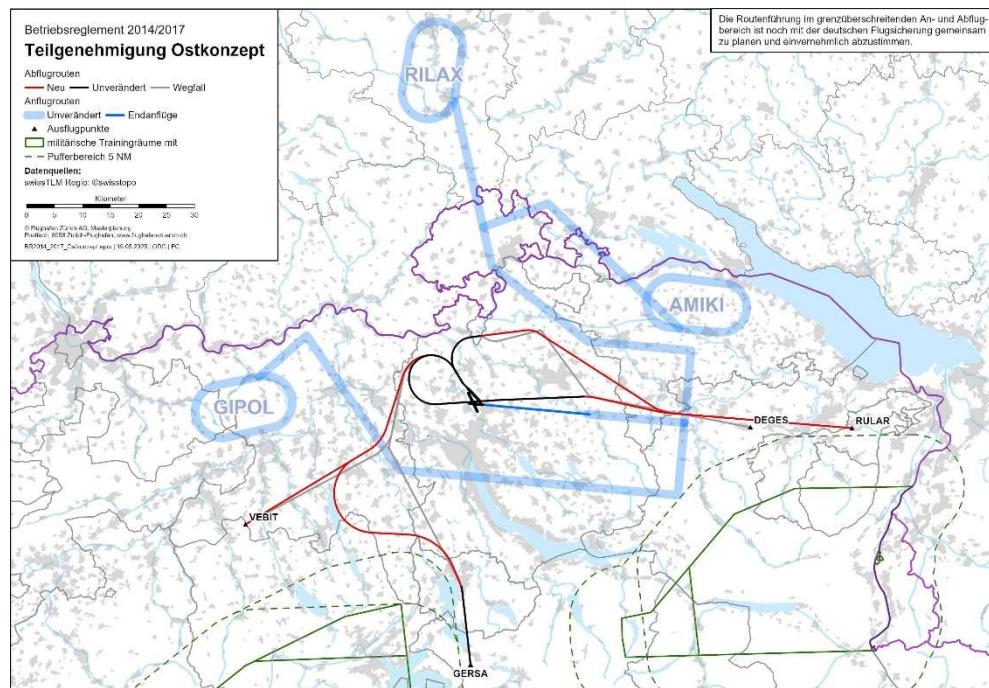


Abbildung 2-2: Teilgenehmigung Ostkonzept

### 2.3 Anpassung Routenführung im Nordkonzept

Das Nordkonzept (siehe Abbildung 1-2) mit Anflügen von Norden auf die Piste 14 und Starts Richtung Westen und Süden auf den Pisten 28 und 16 ist das Hauptkonzept am Flughafen Zürich. Es kommt, soweit es das Wetter bzw. die Windverhältnisse zulassen, von Montag bis Freitag von 07.00 bis 21.00 Uhr und am Wochenende von 09.00 bis 20.00 Uhr zum Einsatz. Darüber hinaus kommt das Nordkonzept gemäss der Deutschen DVO ausnahmsweise dann zur Anwendung, wenn während der deutschen Sperrzeiten keine Anflüge von Osten bzw. Süden auf die Pisten 28 und 34 möglich sind (etwa schlechte Sicht oder schwierige Windverhältnisse). An diesen grundsätzlichen Betriebszeiten wird mit vorliegendem Vorhaben nichts geändert. Zur besseren Entflechtung der Routenführungen sollen dagegen die Abflugrouten ab den beiden Startpisten 28 und 16 geändert werden.

#### 2.3.1 Entflechtung Abflugrouten ab Piste 28

Wie nachstehender Abbildung 2-3 entnommen werden kann, trennen sich die Abflugrouten ab Piste 28 Richtung Westen und Süden von derjenigen Richtung Osten heute kurz nach Regensdorf. Dabei kreuzt die Abflugroute Richtung Osten die beiden anderen Routen wenig später und führt zurück über den Flughafen, bevor sie dann südlich von Winterthur Richtung Osten geführt wird. Dieses System von sich kreuzenden Routen auf der Hauptstartpiste am Flughafen Zürich ist für die Flugsicherung anspruchsvoll zu führen und bedingt durch die relativ späte Auftrennung grundsätzlich zeitliche

Abstände von zwei Minuten zwischen zwei Starts, damit sich diese nicht zu nahe kommen.

Mit der neu beantragten Routenführung wird eine frühzeitige Auftrennung der Abflugrouten Richtung Westen und Süden von denjenigen Richtung Osten sowie eine fortan separierte Führung kurz nach dem Start angestrebt. Flüge Richtung Westen werden länger geradeaus geführt und drehen später ab. Flüge nach Osten werden nach der Linkskurve weiter südlich geführt. Diese Routenentflechtung vereinfacht das System und erlaubt die Reduktion der Startabstände, wenn hintereinander ein Flugzeug Richtung Osten und anschliessend eines Richtung Westen oder Süden startet. Dies führt zu einer effizienteren Nutzung der bestehenden Infrastrukturen und einer leichten Erhöhung der Startkapazitäten in den Verkehrsspitzen, damit Verspätungen und damit auch Nachtlärm reduziert werden können. Damit liegt ab Piste 28 eine lärmoptimierte Routenführung vor, indem einerseits bevölkerungsreiche Siedlungsgebiete (wo technisch möglich) konzentriert umflogen werden und andererseits der modernste und genaueste Navigationsstandard verwendet wird.

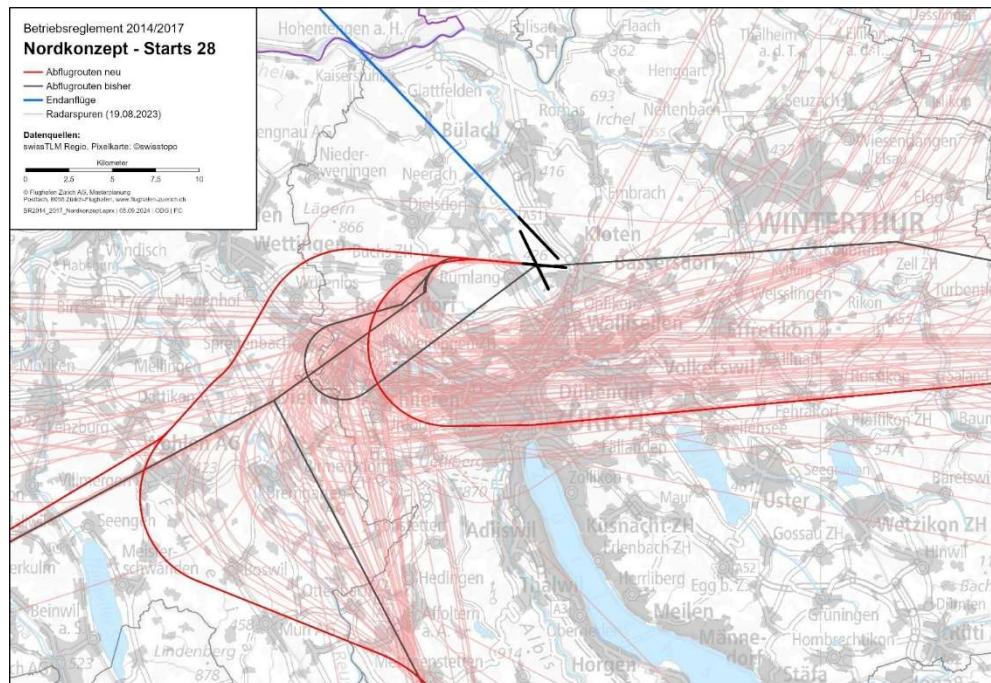


Abbildung 2-3: Vergleich Startrouten 28 heute und mit vorliegendem Gesuch

Bei den in Abbildung 2-3 dargestellten neuen Abflugrouten ist zu beachten, dass es sich dabei um so genannte nominale Flugrouten handelt. Wie die heutigen Radarspuren illustrieren, kann die Flugsicherung die Flugzeuge aber ab 5'000 ft (rund 1'500 m) ü.M. auch abweichend von den vorgegebenen Routen führen. Die so zu erwartende Streuung wurde bei den Fluglärmberechnungen berücksichtigt (vgl. dazu Fachbericht Fluglärm, Teilbericht 1, Karte 6).

### 2.3.2 Langgezogene Linkskurve ab Piste 16

Bei den Starts ab Piste 16 geht es hauptsächlich um eine Anpassung der Route Richtung Westen. Diese führt heute unmittelbar nach dem Start mit einer 270°-Kurve zurück

über den Flughafen (Abbildung 2-4). Damit kreuzt diese Abflugroute gleich zweimal den Durchstartkorridor der Piste 14. Aufgrund dieser Konfliktpunkte darf heute bei einem Start auf Piste 16 Richtung Westen der nächste Anflug nicht näher als 20 km von der Landeschwelle der Piste 14 entfernt sein. Diese potenziellen Konfliktpunkte führen damit zu einer Erhöhung der Komplexität und zu einer Reduktion der Kapazität, was mit einer angepassten Routenführung teilweise korrigiert werden kann.

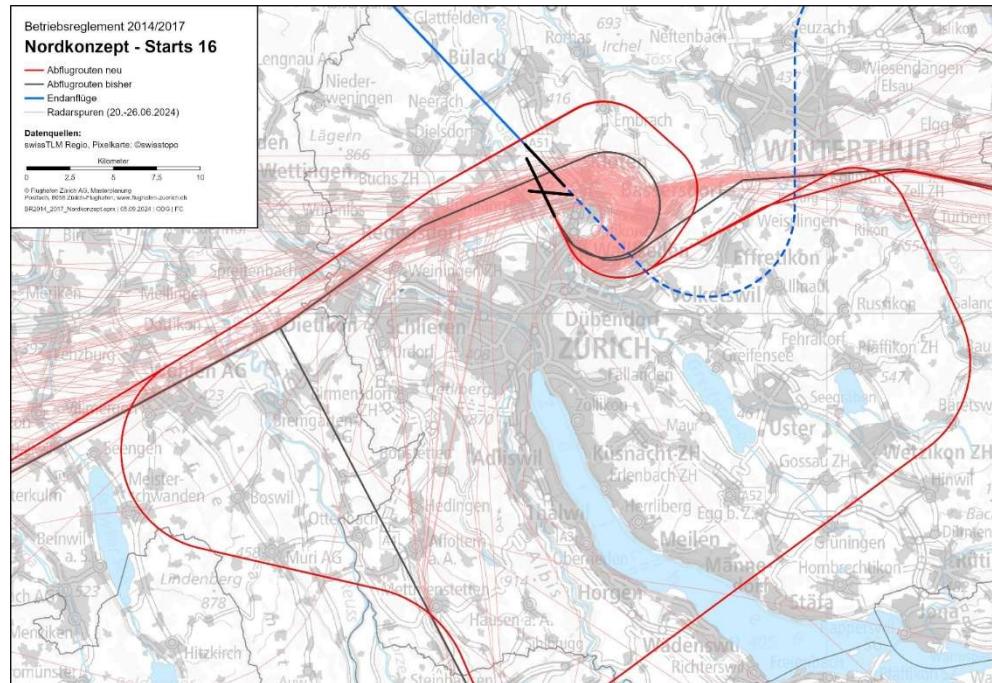


Abbildung 2-4: Vergleich Startrouten 16 heute und mit vorliegendem Gesuch

Neu sollen abfliegende Flugzeuge mit westlicher Destination zunächst weiter Richtung Osten geführt werden, um dann in einer weiten Linkskurve zurück über den Flughafen zu gelangen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Flugzeuge vor dem Überfliegen des Durchstartkorridors über der Piste 14 5'000 ft erreichen und so vertikal von allfällig durchstartenden Flugzeugen separiert werden können. Damit kreuzen abfliegende Flugzeuge ab Piste 16 mit westlicher Destination den Durchstartkorridor, analog zur Route Richtung Osten, nur noch einmal unmittelbar nach dem Start. Dies eliminiert einen kritischen Kreuzungspunkt und reduziert die Komplexität, gelten doch so für alle Starts ab Piste 16 die gleichen Separationskriterien zum Anflug auf die Piste 14. Die Abhängigkeiten im System werden dadurch reduziert. Es wird eine effizientere Abwicklung der Starts ermöglicht, namentlich in der Mittagsspitze mit zahlreichen Starts von Langstreckenflugzeugen ab Piste 16, wodurch Verspätungen in der Mittagsspitze vermieden bzw. erheblich reduziert werden können.

Auch bei dieser Abbildung gilt, dass bei neuen Abflugrouten mit einem gewissen Streubereich zu rechnen ist. Dieser ist im Nahbereich zusätzlich durch die Definition der neuen Abflugroute bedingt. Die frühe Linkskurve ist durch das Erreichen von 2'000 ft ü.M. und damit rund 200 m über der Flughafenöhöhe definiert. Da die Flugzeuge unterschiedliche Steigeigenschaften besitzen, wird diese Höhe an unterschiedlichen Orten erreicht, sodass sich bereits daraus eine gewisse Streuung der Flugspuren ergeben

wird. Aufgrund der durchgeführten Simulationen kann sodann davon ausgegangen werden, dass die Kurve enger und damit grundsätzlich eher etwas weiter westlich der nominalen Flugrouten und weiter weg vom Stadtgebiet von Winterthur geflogen wird. Dies wurde bei den Fluglärmberchnungen entsprechend berücksichtigt (vgl. dazu Fachbericht Fluglärm, Teilbericht 1, Karte 3).

## 2.4 Neues Bisenkonzept mit Start Piste 16 geradeaus

Eine wesentliche Massnahme aus der umfassenden Sicherheitsüberprüfung ist die Eliminierung des heutigen Bisenkonzepts. Dieses wird bei starken östlichen Winden ("Bise") betrieben, wenn im Nordkonzept aufgrund des Rückenwinds keine Starts auf der Hauptstartpiste 28 nach Westen mehr möglich sind und die Pistenrichtung gekehrt werden muss. So starten heute die Flugzeuge dann hauptsächlich auf Piste 10, während für die schweren Langstreckenflugzeuge weiterhin die Piste 16 zur Verfügung steht, und landen wie im Nordkonzept auf Piste 14. Dabei entsteht ein System mit zahlreichen Kreuzungspunkten mit einer hohen Komplexität und dadurch mit einer geringeren Sicherheitsmarge (Abbildung 2-5).



Abbildung 2-5: Konflikte im Bisenkonzept heute

Mit dem neu beantragten Bisenkonzept mit Südstarts geradeaus und unmittelbarer Rechtskurve gemäss Abbildung 2-6 können sämtliche Konfliktpunkte des heutigen Bisenkonzepts beseitigt und das Betriebskonzept mit der geringsten Sicherheitsmarge eliminiert werden. Das Konzept ist einfacher und weniger fehleranfällig, wodurch die Sicherheitsmarge erheblich erhöht und die betriebliche Stabilität sowie Pünktlichkeit auch bei Bisenlagen sichergestellt werden kann.

Bei den beantragten Südstarts ist eine Auffächerung der Abflüge nach Enddestinationen vorgesehen: Rund 30% (Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge) drehen unmittelbar nach dem Start nach Westen ab, ca. 5% (Langstreckenflugzeuge) drehen weiter südlich über den Zürichsee nach Westen ab. Rund 55% der Starts fliegen geradeaus und drehen später nach Osten ab. Schliesslich verbleiben noch ca. 10% der Starts auf der Route direkt gegen Süden.

Diese Betriebsvariante zur Eliminierung des Bisenkonzepts liegt auch dem SIL-Bericht zum Flughafen Zürich "Umsetzung von Sicherheitsmaßnahmen im SIL" vom 17. Juni 2016 als Minimallösung zugrunde. Zudem wird sie der Festsetzung im SIL-Objektblatt

gerecht, wonach der Flughafen Zürich bei Betrieb mit Landungen von Norden tagsüber eine Stundenkapazität von 70 Flugbewegungen zur Verfügung stellen soll, was beim heutigen Bisenkonzept bei Weitem nicht der Fall ist.

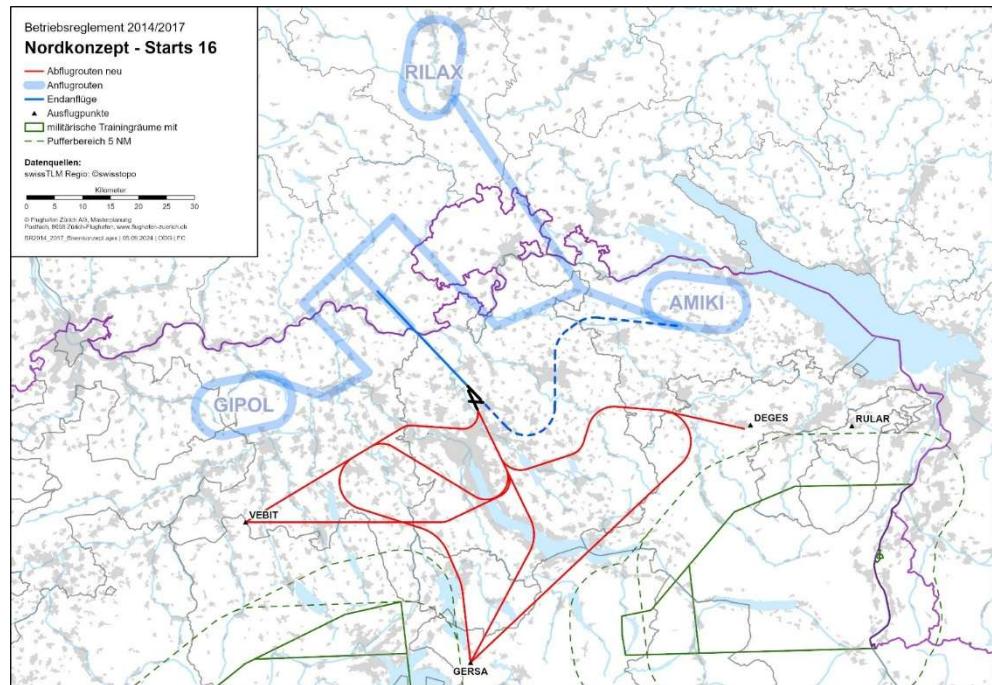


Abbildung 2-6: Neues Bisenkonzept mit Südstarts geradeaus

Der Wechsel auf das Bisenkonzept gemäss dem neu beantragten Art. 19 Anhang 1 Betriebsreglement (siehe Beilage 2 zum Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017) erfolgt gleich wie heute weiterhin nur, wenn die Piste 28 aus meteorologischen Gründen nicht zur Verfügung steht. Basis für die meteorologischen Gründe bilden die entsprechenden Vorgaben der ICAO betreffend Rücken- und Seitenwind. Im Nachweis der Lärmbelastung, den die FZAG jährlich zuhanden des BAZL zu erstellen hat, ist vorgesehen, dass die Anzahl Südstarts geradeaus separat auszuweisen ist.

Durch das neue Bisenkonzept können die An- und Abflugrouten vollständig voneinander entflochten und die Kreuzungspunkte eliminiert werden. Damit kann der Flugbetrieb hinsichtlich Sicherheit erheblich verbessert werden. Mit dem neuen Bisenkonzept kann die Kapazität deutlich verbessert werden, womit sich der Flugbetrieb am Tag stabilisiert und die Rotationsverspätungen abnehmen. Damit trägt diese Massnahme auch erheblich zur Senkung des Lärms in der zweiten Nachtstunde und damit der Aufwachreaktionen bei. Der Neubelastung der Nordquartiere der Stadt Zürich, Gockhausen, Zumikon und Uster während kurzer Phasen mit Bise steht die Entlastung von Kloten, Dietlikon und Bassersdorf gegenüber. Insgesamt überwiegen die Vorteile des neuen Bisenkonzepts deutlich.

## 2.5 Anpassung der FL80-Regel

Vor dem 30. Juni 2011 durfte die Flugsicherung Flugzeuge bei Erreichen von 5'000 ft ü.M. grundsätzlich abweichend von den zugeteilten Instrumentenabflugwegen führen (5'000 ft-Regel), um dadurch insbesondere direktere Flugwege zu ermöglichen oder

aber auch Flugzeuge frühzeitig separieren zu können. Mit Umsetzung des vorläufigen Betriebsreglements (vBR) per 30. Juni 2011 wurde die 5000 ft-Regel während der Nacht zwischen 22.00 und 06.00 Uhr durch die FL80-Regel (8'000 ft ü.M.) ersetzt. Diese aus Lärmschutzgründen eingeführte Regelung führte jedoch im Ostkonzept dazu, dass Flugzeuge, die früher in der Nacht nach dem Start auf den Pisten 32 und 34 nach Norden rechts Richtung der östlich liegenden Destination abdrehten, neu mehrheitlich mit einer Linkskurve zurück über den Flughafen und erst dann Richtung Osten geführt werden. Dadurch wird der Anflugsektor auf die Piste 28 grossräumig umflogen, da bei sich anbahnenden Konflikten bis 8'000 ft ü.M. keine Flexibilität mehr gegeben ist. Als Folge davon werden seit der Einführung der FL80-Regel im flughafennahen Gebiet nach 22 Uhr dichter besiedelte Gebiete überflogen.

Mit der beantragten Änderung des Betriebsreglements sollen diese negativen Auswirkungen der FL80-Regel so weit als möglich rückgängig gemacht werden unter gleichzeitigem Erhalt der positiven Seiten, nämlich der grösseren Konzentration der Flugspuren auf den publizierten Routen. Im Grundsatz wird an der FL80-Regel festgehalten, es wird dem Flugverkehrsleiter aber gleichzeitig ermöglicht, sich anbahnende Konflikte taktisch zu lösen, indem er Flugzeuge in diesem Fall abweichend von der Startroute führen kann. Dies ist im Übrigen eine weitere Massnahme aus der Sicherheitsüberprüfung, wird doch durch die notwendige Flexibilität auch die Arbeit für die Flugverkehrsleiter vereinfacht.

Das BAZL hat in seinem Bericht zur Überarbeitung des SIL-Objektblatts und des Betriebsreglements unter Berücksichtigung der geprüften und zur Anwendung empfohlenen Massnahmen die Lärmbelastung für die zweite Nachtstunde erstmals separat berechnet und im SIL-Objektblatt als Festsetzung vorgesehen. Zusätzlich zeigt der Teilbericht 2 der Empa (Beilage 3b zum Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017) die detaillierten Lärmauswirkungen für die Aufhebung der FL80-Regel auf, wobei sich insgesamt eine leichte Verbesserung der Lärmsituation (Abnahme des lärmelasteten Gebietes) ergibt.

Die Anpassung der FL80-Regel führt zu einer Verlagerung der Lärmbelastung im Nachtbetrieb aus den dichter besiedelten Gebieten westlich des Flughafens (Wehntal, Limmattal) in die etwas weniger dicht besiedelten Gebiete östlich davon (Irchel, Weinland). Die Gesamtzahl der vom Fluglärm betroffenen Personen nimmt mit der Anpassung der FL80-Regel ab. Zudem kann durch die kürzeren Flugwege der Energieverbrauch resp. der CO<sub>2</sub>-Ausstoss reduziert werden. Die Massnahme wurde daher von der Sachplanbehörde als geeignet und verhältnismässig erachtet. Die detaillierten Berechnungen der Empa (Beilage 3b) belegen diese Erkenntnis.

## **2.6 Ausnahmeregelung betreffend Mindesthöhe für vierstrahlige Flugzeuge beim Start auf Piste 32**

Vor dem 24. März 2022 galt auf allen Startrouten ab den Pisten 32 und 34 Richtung Norden aus Lärmschutzgründen ca. vier nautische Meilen nördlich des Pistenkreuzes (bei D4 KLO) eine Minimumhöhe von 3'500 ft ü.M. Schwere viermotorige Langstreckenflugzeuge – namentlich die B747 und der A340 – können diese Höhe oftmals nicht erreichen, weshalb für diese Flugzeuge auf der Piste 34 eine Ausnahmeregelung mit

einer Minimumhöhe von 2'500 ft gilt. Diese Regelung hat zur Folge, dass insbesondere am Abend, aber auch bei Westwindlagen während des Tages, die A340, welche am Non-Schengen-Dock E abgefertigt werden, von der Piste 34 starten müssen. Dabei kreuzen sie zweimal die aktive Landepiste 28, einmal auf dem Weg zur Piste 34 und einmal während des Starts auf Piste 34. Mit einer entsprechenden Ausnahmeregelung auch für die Piste 32 – eine solche gilt schon heute für den A380 – könnten rund 75% aller schweren viermotorigen Langstreckenflugzeuge auf Piste 32 starten, womit die unnötigen Kreuzungen der Landepiste vermieden werden könnten. Dies ist ebenfalls eine Massnahme aus der Sicherheitsüberprüfung für den Flughafen Zürich.

Mit der Absenkung der Mindesthöhe für vierstrahlige Flugzeuge beim Start 32 können die Rolldistanzen verkürzt und die Zahl der Pistenkreuzungen gesenkt werden. Damit wird der Flugbetrieb stabilisiert und die Sicherheitsmarge erhöht. Zudem kann die Zahl der Starts nach 23.00 Uhr und damit die Lärmbelastung in der zweiten Nachtstunde leicht reduziert werden. Die Anzahl der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Personen kann leicht gesenkt werden. Dem steht die etwas höhere Fluglärmbelastung unter der Startroute der Piste 32 im nördlichen Nahbereich des Flughafens gegenüber. Insgesamt überwiegen die ausgewiesenen Vorteile. Weil sich die Massnahme bewährt hat, wird mit dem vorliegenden Gesuch der Antrag auf definitive Einführung gestellt.

## 2.7 Flexibilisierung Pistenöffnungszeiten

Mit dem Vorhaben wird auch eine Flexibilisierung der Pistenbenutzung beantragt, wie sie im SIL-Objektblatt vorgesehen ist. Dabei geht es um eine zusätzliche Öffnung der Startpisten 28 und 16 in zeitlicher Hinsicht und unter bestimmten Wetterbedingungen am Abend und am frühen Morgen (siehe Beilage 2, Art. 19 Anhang 1 Betriebsreglement).

### 2.7.1 Öffnung Piste 28 von 21.00 bis 22.00 Uhr als 2. Startpiste

Die Piste 28 soll am Abend eine Stunde länger bis 22.00 Uhr anstatt wie heute blass bis 21.00 Uhr als Startpiste zur Verfügung stehen. Dies ist in erster Linie dann von betrieblichem Nutzen, wenn auch am Abend anstelle des in der Regel angewendeten Ostkonzepts das Südkonzept zur Anwendung kommt. Dadurch sollen primär im weniger leistungsstarken Südkonzept, das keinen unabhängigen Start- und Landebetrieb erlaubt, Verspätungen in die Nachtzeit vermieden werden.

### 2.7.2 Aufhebung gegenläufiger Betrieb von 06.00 bis 07.00 Uhr

Heute kann gemäss der Deutschen DVO während der deutschen Sperrzeiten nur dann von Norden her angeflogen werden, wenn die Wetterverhältnisse (schlechte Sicht oder Südwind) keine Anflüge auf die Pisten 28 und 34 zulassen. Gemäss dem aktuellen Betriebsreglement wird dann aber am Morgen zwischen 06.00 und 07.00 Uhr trotzdem auf den Pisten 32 und 34 Richtung Norden und damit gegenläufig zum Anflugverkehr gestartet (siehe Abbildung 2-7). Damit kann insbesondere bei Nebel während der deutschen Sperrzeiten am Morgen zwischen 06.00 und 07.00 Uhr blass noch gelandet oder gestartet werden, was zu einer erheblichen Reduktion der Kapazitäten und zu entsprechenden Verspätungen führt. Zudem ist dann die Safetymarge tief.

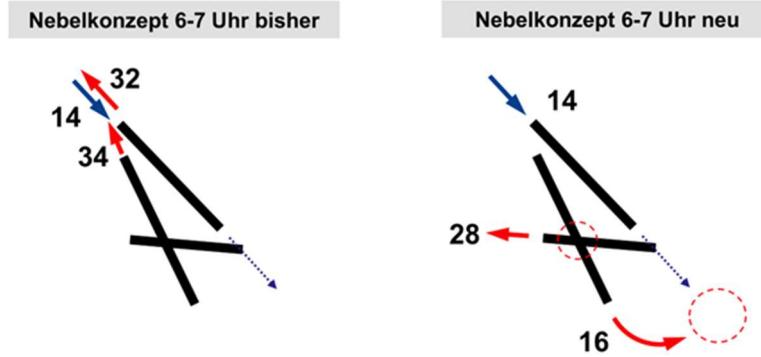


Abbildung 2-7: Betriebskonzept Nebel 1. Tagesstunde

Wenn gemäss DVO von Norden her angeflogen werden kann, sollen deshalb zukünftig von 06.00 bis 07.00 Uhr die Starts grundsätzlich auf Piste 28 gegen Westen und die Starts der schweren Flugzeuge auf der Piste 16 gegen Süden (mit Linkskurve) abgewickelt werden. Damit soll am Morgen in diesen Fällen das normale Nordkonzept zum Einsatz kommen, das betreffend Safetymarge und Pünktlichkeit wesentlich besser abschneidet.

### 2.7.3 Öffnung der Startpiste 28 nach 22.00 Uhr bei Nebel

Gegenläufiger Betrieb kommt heute auch nach 22.00 Uhr bis Betriebsschluss zur Anwendung, wenn gemäss DVO von Norden her angeflogen werden kann, was namentlich bei Nebel der Fall ist. Zur Vermeidung und zum Abbau von Verspätungen sollen auch hier wie im SIL vorgesehen Starts auf Piste 28 zukünftig ermöglicht werden (siehe Abbildung 2-8). Dadurch kann der gegenläufige Verkehr um die startenden Flugzeuge reduziert werden, für welche die Länge der Piste 28 für Starts ausreicht. Ziel der verlängerten Öffnungszeit der Startspiste 28 ist die Reduktion der Lärmbelastung in der zweiten Nachtstunde und das Vermeiden von Flugannulationen nach 23.30 Uhr, insbesondere bei Nebel.

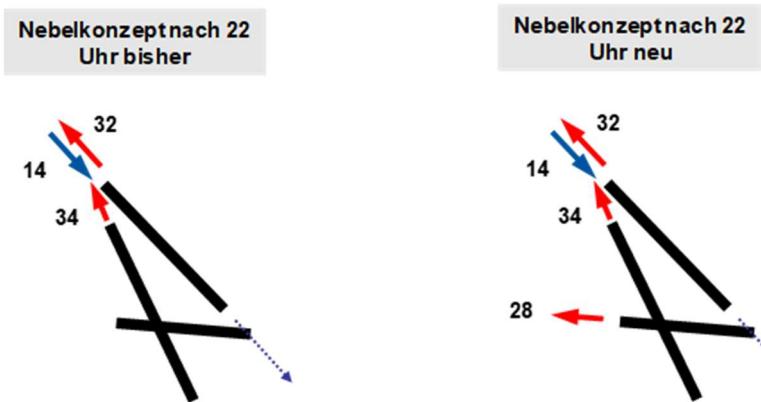


Abbildung 2-8: Betriebskonzept Nebel nach 22.00 Uhr

### 3. Massgebende Betriebsvariante

#### 3.1 Verkehrsvolumen

Planungsgrössen bilden die Eckwerte für die Flugverkehrsprognose 2030 gemäss dem SIL-Objektblatt für den Flughafen Zürich. Aufgrund der Corona-Pandemie 2020–2022 und dem markanten Einbruch des Luftverkehrs weltweit ergibt sich eine Verschiebung des antizipierten Wachstums um etwa 5 Jahre und die Flugverkehrsprognose 2030 wird voraussichtlich erst im Jahr 2035 erreicht werden. Die flugzeuggruppen-spezifischen Wachstumsfaktoren sind aus der Flugverkehrsprognose inklusive angepasstem Flottenmix abgeleitet und in Tabelle 3-1 dargestellt.

Typische Flugzeugmuster	Flugzeuggruppe	Anzahl Flugbewegungen		
		Total 2023	Total 2035	Veränderung
A340, A350, B777, B747, A380	Large	15'735	41'380	+163%
A330, B767, A310, B787	Medium	12'780	14'582	+14%
A220, A320, A321, B737	Small	147'473	170'539	+16%
CRJ7/9, RJ10	Regional	53'818	84'389	+57%
General Aviation (C56X, F90, GLF4, A109, C182, MU22)	Business, Turboprop, Kolben und Helikopter	17'650	24'139	+37%
<b>Total</b>		<b>247'456</b>	<b>335'030</b>	<b>+35%</b>

Tabelle 3-1: Verkehrsvolumen nach Flugzeuggruppen

#### 3.2 Flottenmix

Gegenüber dem Flottenmix im Ist-Zustand (2023) werden die bereits bekannten und in ihrem Umfang auch relevanten Änderungen mitberücksichtigt. Es handelt sich dabei um die fortlaufende Ablösung der A320-Familie durch die A320neo-Familie (A319, A320, A321), die Ablösung der A330-300 und der A340-300/600 durch den A350-900 oder 330neo, die Ablösung der B737 durch den B737-Max und den weiteren Aufbau der A350-Familie (A350-1000) und der B777-Familie (B777-8/9). Für alle neuen Flugzeugtypen liegen qualifizierte Daten zu den Triebwerkemissionen vor.<sup>3</sup>

Die überdurchschnittliche Entwicklung in der Gruppe "Large" (+163%) gegenüber z.B. der Gruppe "Medium" wird verursacht durch die Ablösung des A330 durch den A350 und der damit verbundenen Verschiebung des Flugzeugmusters von "Medium" zu "Large". Dies hat primär bei den Abfertigungsemissionen eine Auswirkung.

#### 3.3 Flugzeugführung

Flugzeuge werden aufgrund verschiedener Kriterien wie Grösse, Fluggesellschaft oder Herkunft ab der Landepiste über die Rollwege zum Standplatz oder je nach Zielort und vorherrschendem Betriebsregime vom Standplatz zur Startpiste geführt.

<sup>3</sup> ICAO Aircraft Engine Emissions Databank | EASA (europa.eu).

### 3.4 Abfertigung

Die Abfertigung von Flugzeugen richtet sich nebst deren Grössenklasse wie "Large" oder "Small" nach der Art des Standplatzes und dessen Ausrüstung. Konkret haben offene Standplätze andere Erfordernisse an die Art und Anzahl von Abfertigungsgeräten (z.B. Passagierbusse, Passagiertreppen oder Tanklastwagen) als Standplätze an Fingerdocks oder sind anders ausgerüstet (z.B. mit GPU). Dies wird entsprechend der Verteilung der Flugzeuggruppen über die verschiedenen Standplatzgruppen mit deren Eigenschaften berücksichtigt.

## 4. Klimaschutz

### 4.1 Verpflichtung

Die FZAG anerkennt die Notwendigkeit eines weitreichenden Klimaschutzes, um das Ziel der Begrenzung der Klimaerwärmung auf unter 1.5 Grad zu erreichen, und hat Ziele und Massnahmen in Kraft gesetzt, die über die Verpflichtung der Schweiz im Rahmen des Klimaabkommens von Paris hinausgehen.

Die Zielsetzung der FZAG für den Klimaschutz umfasst die Reduktion der selbstverursachten Treibhausgas-Emissionen nach Scopes 1 und 2<sup>4</sup> auf Netto-Null ohne Vermeidungskompensationen bis 2040, mit einem Zwischenziel von 20'000 t CO<sub>2</sub>e im Jahr 2030.

### 4.2 Emissionen

Der betrachtete Systemumfang umfasst die direkten mit dem Flugbetrieb zusammenhängenden Quellengruppen am Flughafen Zürich. Der Flugbetrieb umfasst dabei das Flugzeug mit den Haupttriebwerken und den Hilfstriebwerken (APU) sowie die Standläufe. Für den Flugbetrieb wird das globale Einwegprinzip angewendet, wonach alle Emissionen vom Abflug- bis zum Zielflughafen berücksichtigt werden. Die Abfertigung und weitere Servicedienstleistungen beinhalten das Flugzeughandling (mit Entsorgung und Versorgung) und weitere Dienstleistungen von Drittfirmen auf dem Flughafenareal. Die Kategorie Infrastruktur umfasst die direkten und indirekten Emissionen (Scopes 1 und 2) der FZAG. Die Hauptquelle ist dabei die Wärmeversorgung des Flughafens, gefolgt vom eigenen Fuhrpark. Der landseitige Verkehr schliesslich mit dem öffentlichen und individuellen Verkehr erstreckt sich über den ganzen Reiseweg in beide Richtungen und über alle Verkehrsträger. Die Resultate der Klimagasemissionen für den Ist-Zustand (2023, vereinzelt 2024) sind in Tabelle 4-1 dargestellt.

### 4.3 Massnahmen

Die Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen werden von allen Verursachern geplant und umgesetzt. Wo es die Rahmenbedingungen zulassen, beeinflusst

<sup>4</sup> Als Scope 1 werden die unternehmenseigenen Quellen bezeichnet. Dazu gehören im Wesentlichen die Wärmeversorgung, die eigene Stromproduktion und die Fahrzeugflotte. Bei Scope 2 handelt es sich um Emissionen, die bei der Produktion der eingekauften Energie entstehen. Scope 3 umfasst alle übrigen Quellen (wie z.B. Abfertigung und Flugzeuge inkl. Flug an die Zieldestination) sowie Quellen aus vor- und nachgelagerten Prozessen, beispielsweise im Zusammenhang mit dem Zubringerverkehr, der Energieproduktion oder der Abfallentsorgung.

die FZAG ihre Partner, ihre Emissionen zu senken. Diese sind definiert im "dualen Ansatz" und umfassen Massnahmen und Engagements in den drei Bereichen Flugbetrieb, Flugzeugabfertigung und landseitiger Verkehr.

Die Massnahmen der FZAG werden in drei Cluster gebündelt: Massnahmen im Bereich der Immobilien, aufgeteilt in die Gruppen Wärmeversorgung und Stromversorgung, Massnahmen im Bereich der Mobilien (Fahrzeuge und Maschinen) und Massnahmen im Bereich von Prozessemissionen (z.B. Kältemittel). Für jede dieser Gruppen wurden individuelle Massnahmen mit deren Ausgestaltung, Reduktionspotenzial und Umsetzungszeitpunkt definiert. Die wesentlichste Massnahme im Bereich Wärmeversorgung ist die Nutzbarmachung tiefer geothermischer Strukturen, gekoppelt mit Gebäude-Neubauten und Sanierungen und dem Umbau der Energieproduktions- und -verteilungsanlagen. Damit sollen bis 40% des Wärmeenergiebedarfs erneuerbar und direkt vor Ort bereitgestellt werden können. Bei der Stromproduktion steht der weitere Zubau von bis zu 30 MWp Solaranlagen bis 2040 in der Planung. Damit können bereits um die 15% des Strombedarfs abgedeckt werden. Bei den Fahrzeugen steht die Elektrifizierung an erster Stelle, gefolgt vom Einsatz erneuerbarer flüssiger Treibstoffe.

Der vom Flughafen Zürich ausgehende Flugbetrieb trägt mit 98% am meisten zu den Klimagasemissionen des Systems Flughafen Zürich bei. Somit können Massnahmen in diesem Bereich den grössten Nutzen erzeugen. Konkret umgesetzt sind die stationären Energieanlagen zur Versorgung der Flugzeuge am Boden mit Strom und klimatisierter Luft. Die damit reduzierten Emissionen betragen rund das dreifache der eigenen Emissionen der FZAG. Ebenfalls eine hohe und globale Wirkung erzeugt der Einsatz erneuerbarer Flugtreibstoffe (Sustainable Aviation Fuels, SAF). Zusammen mit weiteren Partnern hat die FZAG bereits 2020 eine erste Lieferung von SAF am Flughafen Zürich erwirkt und die dafür notwendigen administrativen und behördlichen Prozesse entwickelt. Der Absenkpfad der Klimagasemissionen durch den Luftverkehr wird unterstützt durch die behördlichen Vorgaben zum Einsatz von nachhaltigen Flugtreibstoffen. Diese Beimischpflicht in Europa steigt von 6% im Jahr 2030 bis auf 70% im Jahr 2050 an. Darüber hinaus haben sich die Luftverkehrsgesellschaften gesamhaft und die Lufthansa-Gruppe im Speziellen zum Netto-Null-Ziel des Flugbetriebs bis 2050 verpflichtet.<sup>5</sup>

Mit der Bereitstellung von Elektroladeinfrastruktur auf der Luftseite ermöglicht die FZAG weiter die Elektrifizierung der Fahrzeuge und Geräte der Abfertigungsfirmen.

Das Verhalten von Passagieren, Angestellten und Besuchern, die individuell an den Flughafen anreisen, wird beeinflusst durch die Massnahmen, die zur Erreichung des Modalsplit-Ziels von 46% bis 2030 definiert worden sind. Dazu zählen mehr und verbesserte Bus- und Bahnverbindungen an den Flughafen Zürich.

#### 4.4 Entwicklung

Die FZAG verursachte im Jahr 1991 mit ihren direkten Emissionsquellen (Fahrzeug- und Maschinenpark, Wärme-/Kälteversorgungen und Notstromanlagen) und dem

<sup>5</sup> IATA: IATA - Fly Net Zero (26.08.2023).

Elektrizitätsbezug knapp 50'000 t CO<sub>2</sub>e. Trotz Ausbauten und Verkehrszunahme wurden die CO<sub>2</sub>e -Emissionen bis zum Ist-Zustand (2023) um über einen Drittels gesenkt, relativ zum Verkehrswachstum sogar um 75%. Die weitere Entwicklung basiert auf dem definierten Absenkpfad der FZAG.

Bei allen übrigen Emittenten richtet sich die Entwicklungsprognose nach deren geplanten und publizierten Roadmaps zur Dekarbonisierung bis 2050 oder den regulativen Vorgaben. Unter Berücksichtigung von Zwischenzielen wird daraus der Betriebszustand für 2035 abgeleitet. Die Resultate sind in Tabelle 4-1 dargestellt.

CO <sub>2</sub> e -Emissionen (in Mio. t/a)	Ist-Zustand (2023)	Betriebs- zustand (2035)	Veränderung
Anzahl Flugbewegungen	247'456	335'030	+35.4%
Flugbetrieb (Flugzeuge, APU, Standläufe)	3'851'392	1'989'200	-48.4%
Abfertigung/Dienstleistungen (Scope 3, Kat. 1 und 11)	14'130	7'820	-44.7%
Infrastruktur (FZAG, Scopes 1 und 2)	24'014	12'380	-48.5%
Landseitiger Verkehr (PW, LKW, Bahn, Bus, Tram)	249'359	163'740	-34.3%
<b>Total</b>	<b>4'138'895</b>	<b>2'173'140</b>	<b>-47.5%</b>

**Tabelle 4-1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen mit Massnahmen**

## 5. Systemabgrenzung und Relevanzmatrix

### 5.1 Zeitliche Abgrenzung

Betrachtungszustände

Im Sinne der UVP-Methodik werden folgende Betrachtungszustände unterschieden:

- **Ist-Zustand (Z0):** Der Ist-Zustand bezeichnet den heutigen Zustand. Es werden so weit vorhanden die Daten für das **Jahr 2023** verwendet.
- **Ausgangszustand (Zt):** Der Ausgangszustand stellt den *zukünftigen Zustand ohne Vorhaben* dar. Für die betrieblich relevanten Aspekte (Luft und Lärm) handelt es sich um das **Jahr 2035**.
- **Betriebszustand (Zt+):** Der Betriebszustand stellt den *zukünftigen Zustand mit Vorhaben* zum Zeitpunkt des Vollbetriebs dar. Es handelt sich um das **Jahr 2035** oder später.

Zustände Luft und Lärm

Für die Luft- und Lärmbelehrungen werden die Zustände konkretisiert (Tabelle 5-1):

Zustand	Grundlagen
Ist-Zustand (Z0) 2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Effektiver Zustand im Jahr 2023</li> <li>– 247'456 Flugbewegungen (vgl. Kapitel 3.1)</li> <li>– Effektiver Flugzeugtypen-/Triebwerksmix</li> <li>– Standplatz- und Pistenbelegungen sowie Flugrouten des Jahres 2023</li> </ul>
Ausgangszustand (Zt) 2035	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bewegungsprognose 2030 mit 335'030 Flugbewegungen* gemäss SIL-Objektblatt vom 19.09.2025 (vgl. Kapitel 3.1)</li> <li>– Flugzeugtypen- und Triebwerksmix entsprechend Entwicklungen und Flotterneuerungen bis 2035: Airbus A350 als Ersatz von A330 und A340; neuere A330neo, A320neo, A321neo; Erneuerung B777, B737-Max</li> <li>– Flugrouten effektiv 2023 (ausser SID 10 ab Februar 2024)</li> <li>– Die bis ca. 2035 vom UVEK genehmigten oder beim BAZL eingereichten neuen oder geänderten Flughafenanlagen werden berücksichtigt. Diese umfassen insbesondere: Schnellabrollwege Piste 34, Umrollung Piste 28, Zone West (mit 2 Hangars), neues Dock A und damit verbundene Bauten, Triebwerkstestzelle.</li> <li>– Flugbetrieb am Boden mit neuer Roll- und Aufstellordnung am Dock A, Standplätze Hotel/India, Innenhof**</li> </ul>
Betriebszustand (Zt+) 2035	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bewegungsprognose 2030 mit 335'030 Flugbewegungen* gemäss SIL-Objektblatt vom 19.09.2025 (unverändert gegenüber Zt, vgl. Kapitel 3.1)</li> <li>– Flugzeugtypen- und Triebwerksmix entsprechend dem Ausgangszustand</li> <li>– Flugrouten gemäss vorliegendem Gesuch: Entflechtung Ostkonzept, lärm-optimierte Abflugrouten ab Pisten 32 und 34, Entflechtung Abflugrouten ab Piste 28, langgezogene Linkskurve ab Piste 16, neues Bisenkonzept mit Start Piste 16 geradeaus, Anpassung der FL80-Regel, Ausnahmeregelung betreffend Mindesthöhe für vierstrahlige Flugzeuge beim Start auf Piste 32, Öffnung Piste 28 von 21.00 bis 22.00 Uhr als 2. Startpiste, Aufhebung gegenläufiger Betrieb von 06.00 bis 07.00 Uhr, Öffnung der Startpiste 28 nach 22.00 Uhr bei Nebel</li> <li>– Flughafenanlagen und Flugbetrieb am Boden gemäss Ausgangszustand</li> </ul>

\* Für die Berechnung der Fluglärmbelastung nach LSV werden die Bewegungszahlen unter Berücksichtigung meteorologischer Schwankungen der Jahre 2006 bis 2014 korrigiert, um die maximal zu erwartenden Belastungs- und Grenzwertkurven ermitteln zu können (siehe Kapitel 7.1.6).

\*\* Entspricht dem Betriebszustand (Zt+) des Projekts Ersatzneubau Dock A.

**Tabelle 5-1: Untersuchte Zustände Luftreinhaltung, Fluglärm und Betriebslärm**

## Auswirkungsperimeter

**5.2 Räumliche Abgrenzung**

Für die verschiedenen Umweltbereiche sind unterschiedliche Auswirkungs- bzw. Untersuchungsperimeter festzulegen. Die Perimetergrenzen werden grundsätzlich durch die Reichweite der Auswirkungen bzw. Immissionen bestimmt. Die konkrete Abgrenzung erfolgt bei der Behandlung der einzelnen Umweltaspekte.

**5.3 Relevanzmatrix**

Die folgende Relevanzmatrix zeigt die möglichen Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt (Tabelle 5-2). Die betrieblichen Anpassungen haben relevante Auswirkungen in den Bereichen Fluglärm, Betriebslärm (Industrie- und Gewerbelärm) sowie untergeordnet im Bereich Luftreinhaltung.

Projektbelange	Umweltbereiche	Luftreinhaltung	Energie	Fluglärm	Betriebslärm	Erschütterungen / Körperschall	Nichtionisierende Strahlung	Licht	Grundwasser	Oberflächengewässer	Abwasser / Entwässerung	Boden	Altlasten	Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	Umweltgefährdende Organismen	Störfallvorsorge	Wald	Flora, Fauna, Lebensräume	Landschaft, Erholung, Ortsbild	Naturgefahren	Kulturdenkmäler, Archäologie
Projektbelange	Umweltbereiche	Luftreinhaltung	Energie	Fluglärm	Betriebslärm	Erschütterungen / Körperschall	Nichtionisierende Strahlung	Licht	Grundwasser	Oberflächengewässer	Abwasser / Entwässerung	Boden	Altlasten	Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	Umweltgefährdende Organismen	Störfallvorsorge	Wald	Flora, Fauna, Lebensräume	Landschaft, Erholung, Ortsbild	Naturgefahren	Kulturdenkmäler, Archäologie
Betriebsreglement		○	—	●	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*Legende:*

- relevante Auswirkung, detailliert zu untersuchen
- wenig relevante Auswirkung, zu beschreiben
- keine/nicht relevante Auswirkung

Tabelle 5-2: Relevanzmatrix Betrieb

**5.4 Bemerkungen zu den nicht relevanten Umweltbereichen**

Ausser den Bereichen Luftreinhaltung, Fluglärm und Betriebslärm sind vom angepassten Betriebsreglement keine Umweltbereiche betroffen. Flugbewegungen am Boden und in der Luft fallen nicht unter die Störfallverordnung (StFV).

## 6. Luftreinhaltung

### 6.1 Grundlagen

#### 6.1.1 Gesetzliche Grundlagen

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983 (SR 814.01).
- Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (SR 814.318.142.1).

#### 6.1.2 UVB-Fachbericht

- Betriebsreglementsänderung 2014/2017, Ergänztes Gesuch, Fachbericht Lufthygiene zum UVB, FZAG, 26. September 2025 (Beilage 3a).

#### 6.1.3 Beurteilungsgrundlagen

Relevante Schadstoffe

Als relevante Luftschadstoffe werden Stickoxide (NOx) und Feinstaub (PM10, PM2.5) betrachtet:

- *Stickoxide*: Als Leitsubstanz bei den Emissionen und Immissionen werden die Stickoxide (NOx) betrachtet. Für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) legt die LRV einen Immissionsgrenzwert (Jahresmittelwert) von 30 µg/m<sup>3</sup> fest.
- *Partikel / Feinstaub*: Beim Feinstaub (Particulate Matter < 10 µm, PM10) handelt es sich um feindisperse Schwebestoffe mit einem Durchmesser von weniger als 10 Mikrometer. Für PM10 legt die LRV einen Immissionsgrenzwert (Jahresmittelwert) von 20 µg/m<sup>3</sup> fest. Für die feinere Staubfraktion PM2.5 (Particulate Matter < 2.5 µm) liegt der Jahresmittel-Grenzwert bei 10 µg/m<sup>3</sup>.

#### 6.1.4 Untersuchungsperimeter

Perimeter Luft

Untersucht werden die Systeme Flugbetrieb, Abfertigung, Infrastruktur sowie der landseitige Strassenverkehr:

- Der *Flugbetrieb* wird im LTO-Zyklus (Landing and Take-off) beschrieben, der alle Flugbewegungen unterhalb der planetaren Grenzschicht (ca. 915 m ü.G.) umfasst. Dies entspricht rechnerisch einem Gebiet von ca. 18 km aus Lande- und 3.5 km in Startrichtung und entspricht dem erweiterten Perimeter. Der LTO-Zyklus setzt sich zusammen aus den Phasen Rollen (zur Piste), Start, Steigflug, Anflug und Rollen (zum Standplatz), unterteilt in weitere Teilsegmente (vgl. dazu Fachbericht Lufthygiene). Der direkt immissionswirksame Emissionsperimeter umfasst hingegen lediglich Flugbewegungen bis zu einer Höhe von rund 300 m ü.G. und entspricht einem Gebiet von etwa 4 km aus Lande- und 1.5 km in Startrichtung.
- Die Aktivitäten *Abfertigung und Infrastruktur* beziehen sich auf den Perimeter des Flughafens Zürich mit den Service- und Umfahrungsstrassen, den Abstellflächen und den stationären Anlagen.
- Der *landseitige Verkehr* erstreckt sich auf die flughafennahen Zubringerstrassen und alle Parkierungsanlagen im Perimeter von Kloten (ungefähr Bereich Wilder Mann) bis zum Werkhof des Flughafens im Westen.

#### 6.1.5 Methodik

Emissionen

Für die drei verschiedenen Betrachtungszustände werden die Emissionen über alle Emissionsquellen ausgewiesen.

## Flugbetrieb

Der Flugbetrieb wird nach der "advanced method" gemäss ICAO<sup>6</sup> berechnet. Dazu wird der Lande- und Startzyklus in alle Teilsegmente des operationellen Flugzyklus aufgeteilt (vgl. dazu Fachbericht Lufthygiene).

Berücksichtigt werden die effektiv verwendeten Flugzeug-Triebwerkombinationen und der abgewickelte Betrieb bezüglich Standplätze und Pisten. Die Emissionen werden mit dem Programm Paket LASPORT berechnet. Dieses verwendet die Emissionsfaktoren der ICAO<sup>7</sup> für die Jet-Flugzeuge, ergänzt mit Angaben des BAZL für Propellerflugzeuge und Heli. Zusätzlich ist das Leistungsmodell ADAECAM implementiert, das die individuelle Flugzeugeleistung je nach Umgebungsbedingungen (Wetter) und Flugstrecke berücksichtigt (z.B. für den Flugzeugstart mit weniger als dem maximalen Startscher).

## Übrige Quellen

Die Gruppen Abfertigung und Infrastruktur umfassen alle Quellen des stehenden Flugzeuges, alle Abfertigungsvorgänge, Unterhalt von Luftfahrzeugen sowie Bau, Betrieb und Unterhalt der Flughafen Anlagen. Für die Berechnung der Emissionen aus der *Abfertigung* wird die bisherige Methodik aus den Emissionsnachweisen verwendet. Die operationellen Grundlagen wurden mittels Studien und periodischen Verkehrszählungen von Fahrzeugen erhoben. Für den Zustand 2035 wurden die Aktivitäten der Flugzeugabfertigung am Flugbetrieb skaliert (gleiches Wachstum). Als Emissionsfaktoren werden diejenigen des BAFU (Handbuch Emissionsfaktoren Strassenverkehr, HBEFA Version 4.2) und der EU (für Maschinen und Geräte) verwendet. Dabei fließen neuste Grundlagen, Daten und Erkenntnisse z.B. hinsichtlich Elektrifizierungsgrad der Abfertigungsgeräte mit ein.

Für *stationäre Quellen* wie die Heizzentrale werden die jeweiligen Aktivitäten und die zugrunde liegenden Emissionsfaktoren, wiederum des BAFU oder der EU, verwendet.

Die Emissionen des *landseitigen Verkehrs* werden anhand der Verkehrsleistungen der verschiedenen Fahrzeugkategorien (Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen, Busse) und der Emissionsfaktoren aus dem HBEFA des BAFU berechnet.

## Immissionen

Das verwendete Basismodell für die Modellierung der relevanten NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung ist das LASAT (Lagrangian simulation of aerosol transport), das in der deutschen TA Luft mit dem AUSTAL 2000 vom deutschen Umweltbundesamt (UBA) als Standard für Ausbreitungsrechnungen empfohlen wird. In internationaler Zusammenarbeit mit Beteiligung des BAFU und des UBA wurde das LASAT zum Programm Paket LASPORT für flughafenspezifische Anwendungen entwickelt. Die Modellierung erlaubt eine flächige Darstellung der Belastung zu verschiedenen Zeitpunkten, auch in der Zukunft.

Die im erweiterten Perimeter (LTO-Zyklus bis ca. 915 m ü.G.) ausgewiesenen Emissionen sind nicht alle direkt immissionswirksam. Nur Emissionen bis zu einer Höhe von etwa 300 m ü.G. werden direkt lokal immissionswirksam. Die weiteren Emissionen werden grossräumig verteilt und liefern grossmehrheitlich einen Beitrag zur überregionalen

<sup>6</sup> ICAO: Document 9889, Airport Air Quality Manual, 2nd Edition 2020.

<sup>7</sup> ICAO Aircraft Engine Emissions Databank | EASA (europa.eu).

Hintergrundbelastung. Im Sinne einer konservativen Auslegung werden jedoch die Emissionen bis 600 m ü.G. für die Immissionsausbreitung berücksichtigt, um allfällige Rest-Immissionen mit zu berücksichtigen. Da für das Jahr 2035 keine meteorologischen Informationen vorliegen, wird für alle drei Zustände die Zeitreihe 2023 verwendet. Die Immissionsbelastung wird anhand des Schadstoffs NO<sub>2</sub> charakterisiert.

Genauigkeit der Emissionsberechnungen

Die Genauigkeit der Emissionsberechnungen ist abhängig von den Verkehrsprognosen und den getroffenen Annahmen zu Flottenentwicklung (Flugzeuge und Fahrzeuge) und Emissionsfaktoren. Innerhalb dieser Unsicherheit liegt die Genauigkeit bei über 95%. Bei den Immissionen sind nicht nur die Eingabeparameter, sondern auch die Art des Ausbreitungsmodells von Bedeutung. Dabei ist das Modell LASPORT so ausgelegt, dass es eher konservativ rechnet und die effektiven Belastungen um 20–30% überschätzt.

## 6.2 Ist-/Ausgangszustand

### 6.2.1 Emissionen

Emissionen Ist-Zustand (2023)

Für den Ist-Zustand (2023) ergeben sich Emissionen aus Flugbetrieb, Abfertigung/Infrastruktur und landseitigem Verkehr von rund 1'184 t NOx und 16.1 t PM10. Diese Emissionen sind nicht in diesem Umfang auch immissionswirksam, sondern nur die Emissionen bis rund 300 m ü.G.

Emissionen Ausgangszustand (2035)

Bis zum Ausgangszustand (2035) nehmen die Emissionen auf rund 1'816 t NOx und 21.3 t PM10 zu. Die Zunahmen sind auf das allgemeine Verkehrswachstum gemäss Flugverkehrsprognose zurückzuführen (vgl. Kapitel 3.1).

### 6.2.2 Immissionen

Immissionssituation

Gemäss dem OSTLUFT-Jahresbericht 2023 hat sich die bisherige Verbesserung der Luftqualität in der Ostschweiz 2023 auch nach den Corona-Jahren bestätigt. Beim Leitschadstoff NO<sub>2</sub> wurde der Jahresmittel-Grenzwert überall, ausser an stark befahrenen Strassen, eingehalten. Der Rückgang der Belastung in den vergangenen Jahrzehnten ist hauptsächlich auf den technischen Fortschritt bei Verbrennungsprozessen zurückzuführen. Der Jahresmittel-Grenzwert für PM10 und für PM2.5 wurde an allen Standorten eingehalten. Weiterhin grossflächige Überschreitungen der Grenz- bzw. Richtwerte treten bei Ozon sowie beim krebserregenden Russ aus Dieselmotoren und Holzfeuerungen auf.

Immissionen NO<sub>2</sub> Flughafenregion

Die Ausbreitungsrechnung für das Jahr 2023 ergibt die in Abbildung 6-1 dargestellten NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastungen aus den Emissionen des Flugbetriebs, der Abfertigung/Infrastruktur und des flughafeninduzierten landseitigen Strassenverkehrs im Flughafennahmbereich (farbige Flächen). Darübergelegt sind die Resultate der NO<sub>2</sub>-Messstationen in der Region mit den gemessenen NO<sub>2</sub>-Gesamtbelaestungen (alle wirksamen Emissionsquellen, auch aus flughafenfremden Quellen).

In der Umgebung des Flughafens Zürich wurde 2023 der NO<sub>2</sub>-Jahresmittel-Grenzwert der LRV von 30 µg/m<sup>3</sup> an allen Standorten eingehalten. An der strassennahen Station "Opfikon, Balsberg" (OSTLUFT-Messstation, direkt an der Autobahn A51) lag der NO<sub>2</sub>-

Jahresmittelwert 2023 bei  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . An der Station "Kloten, Feld" wurde der Grenzwert mit  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich unterschritten.

Die höchste flughafenbedingte  $\text{NO}_2$ -Zusatzbelastung ausserhalb des Flughafenareals betrug 2023 rund  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel entlang der Autobahn im Nahbereich des Flughafens. Die Belastung in den angrenzenden Wohngebieten in Kloten, Opfikon und Oberglatt lag bei  $1\text{--}3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Prognose 2030

Bis 2030 gehen die Prognosen des AWEL von einer weiteren Verbesserung der Immissionssituation aus. Überschreitungen des  $\text{NO}_2$ -Jahresmittel-Grenzwertes sind nur noch auf Teilen des Flughafenareals sowie im Bereich der A51 zu erwarten. Im weiteren Einflussbereich ergeben sich noch Werte zwischen  $15$  und  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mit zunehmender Entfernung auf unter  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sinkend. Darin sind die Immissionen des Flugbetriebs berücksichtigt.

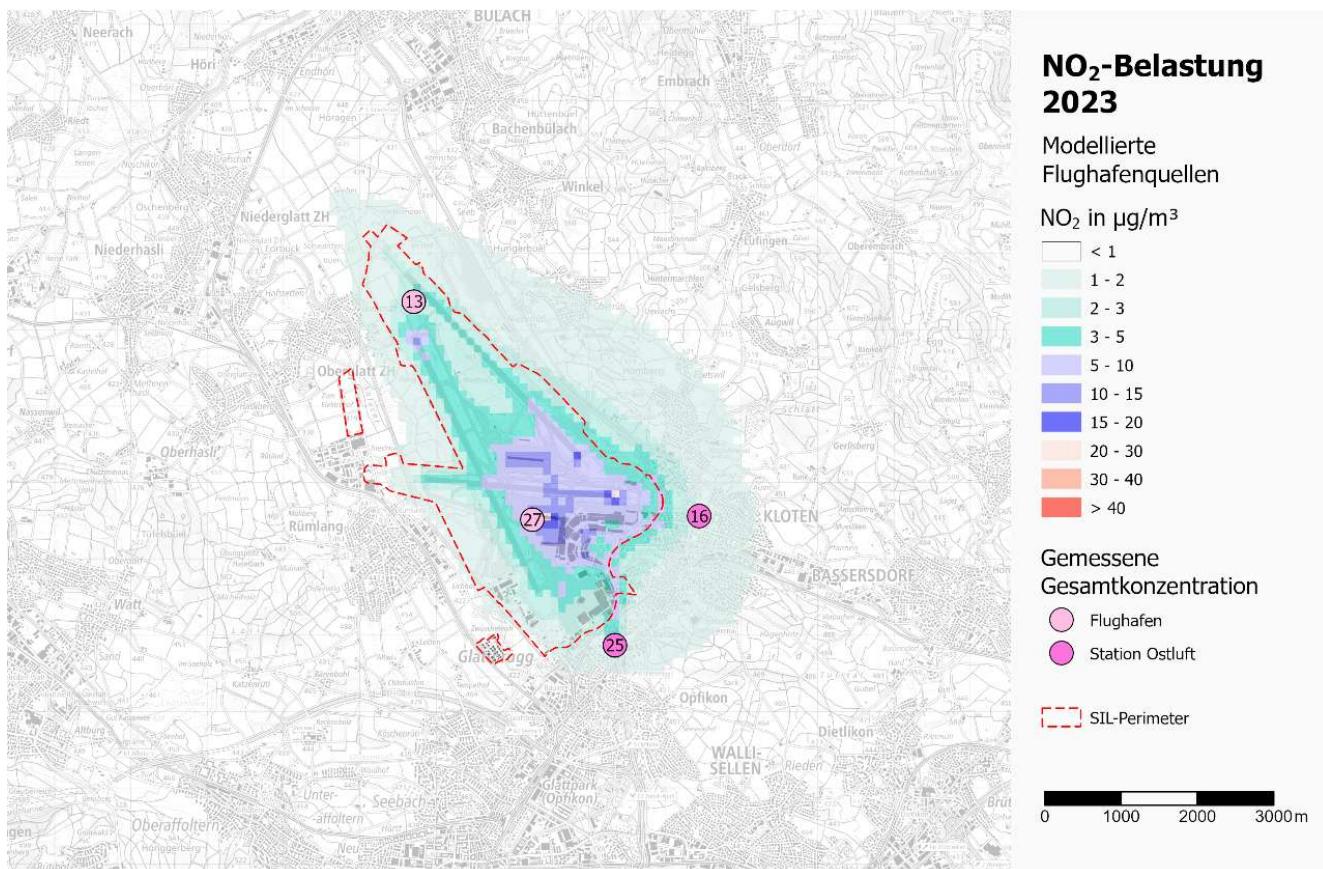


Abbildung 6-1: Gemessene NO<sub>2</sub>-Gesamtbelaistung (Jahresmittelwerte, violette Punkte) und modellierte Flughafen-Zusatzbelastung (farbige Flächen) im Ist-Zustand Z0 (alle Flughafenquellen, 2023) in µg/m<sup>3</sup> (Quelle: FZAG)

Immissionen NO<sub>2</sub> Flughafenperimeter

Innerhalb des Flughafenperimeters lag die Belastung 2023 unterhalb des NO<sub>2</sub>-Jahresmittel-Grenzwertes der LRV bei maximal  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Immissionen PM10 und PM2.5 Flughafenregion

Der PM10-Jahresmittel-Grenzwert der LRV von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde 2023 sowohl auf dem Dach des Terminals A ( $10.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) als auch in Opfikon Balsberg ( $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

eingehalten. Der Jahresmittel-Grenzwert wurde an allen Messstationen in der Ostschweiz eingehalten. Die deutliche Abnahme der Jahresmittelwerte bei PM10 seit Messbeginn hat sich 2023 fortgesetzt.

Seit 2018 wird PM2.5 in Opfikon Balsberg und seit 2020 auch in Kloten Feld gemessen. Der Jahresmittel-Grenzwert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde 2023 an beiden Standorten eingehalten ( $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ebenso auf dem Dach des Terminals A ( $6.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Der Jahresmittel-Grenzwert wurde an allen Messstationen in der Ostschweiz eingehalten.

### 6.3 Auswirkungen im Betriebszustand

Flugbetrieb inkl. Rollverkehr

Die Auswirkungen des veränderten Flugbetriebs inklusive Rollverkehr auf die Luftbelastung wurden durch die FZAG, Abteilung Umweltschutz, ermittelt. Die Untersuchungen sind im Fachbericht Lufthygiene dokumentiert (Beilage 3a zum Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017).

#### 6.3.1 Emissionen

Emissionen Betriebszustand (2035)

Für den Betriebszustand (2035) ergeben sich Emissionen aus Flugbetrieb, Abfertigung/Infrastruktur und landseitigem Verkehr von rund 1'816 t NOx und 21.3 t PM10.

Veränderung Ausgangs- zu Betriebszustand

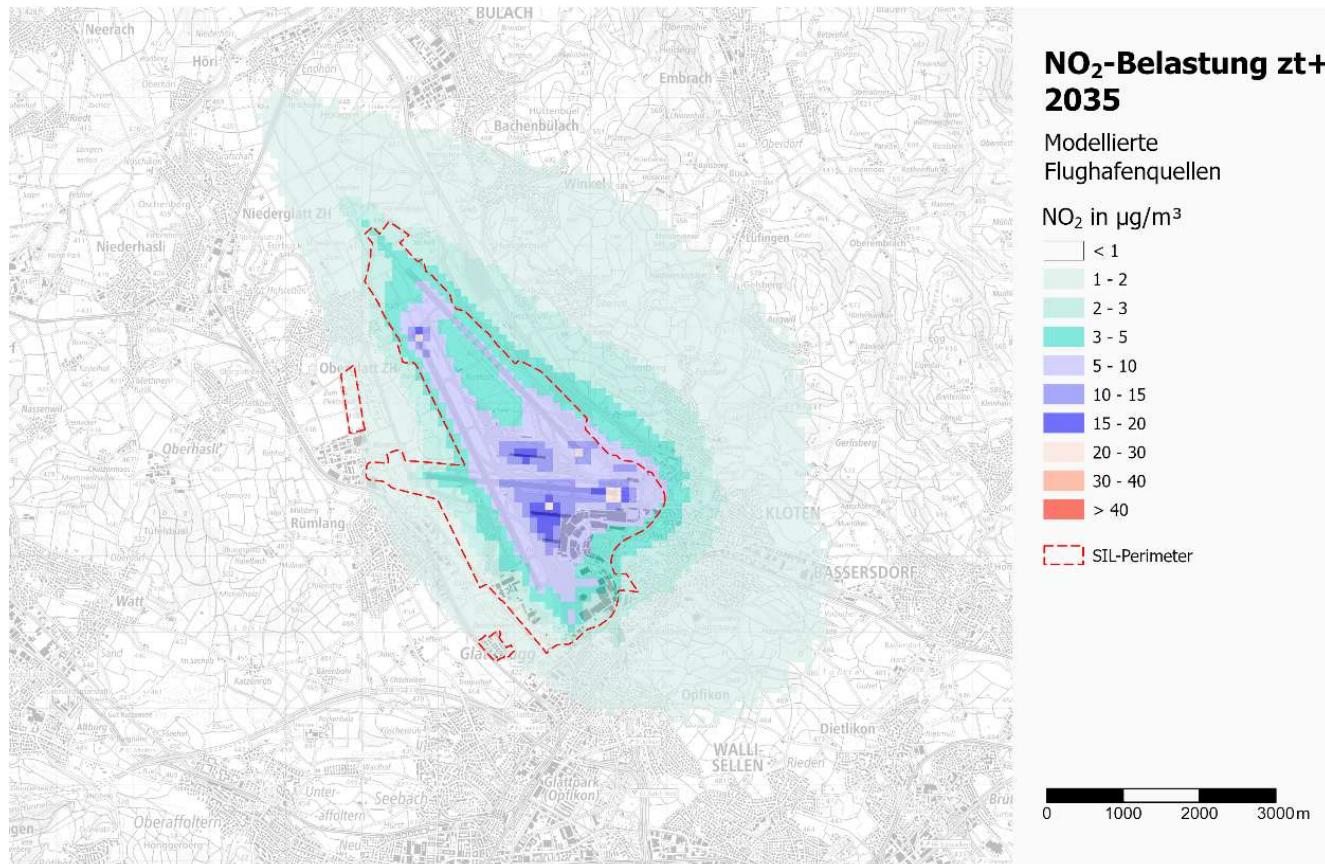
Die Betriebsreglementsänderung führt zu keiner Veränderung der Flughafen-Emissionen. Die Differenz zum Ausgangszustand beträgt für NOx und für Feinstaub (PM10) 0 t.

Die NOx-Emissionen liegen mit 1'810 t/a aus Flugbetrieb und Abfertigung/Infrastruktur weiterhin deutlich unter dem Schwellenwert von 2'400 t/a, der im Betriebsreglement Flughafen Zürich festgelegt wurde und bei dessen Überschreitung vertiefte Analysen und ein zusätzlicher Massnahmenplan erstellt werden müssen (Art. 21 Betriebsreglement). Die behördlichen Vorgaben werden somit eingehalten.

#### 6.3.2 Immissionen

Immissionen NO<sub>2</sub> Flughafen-region

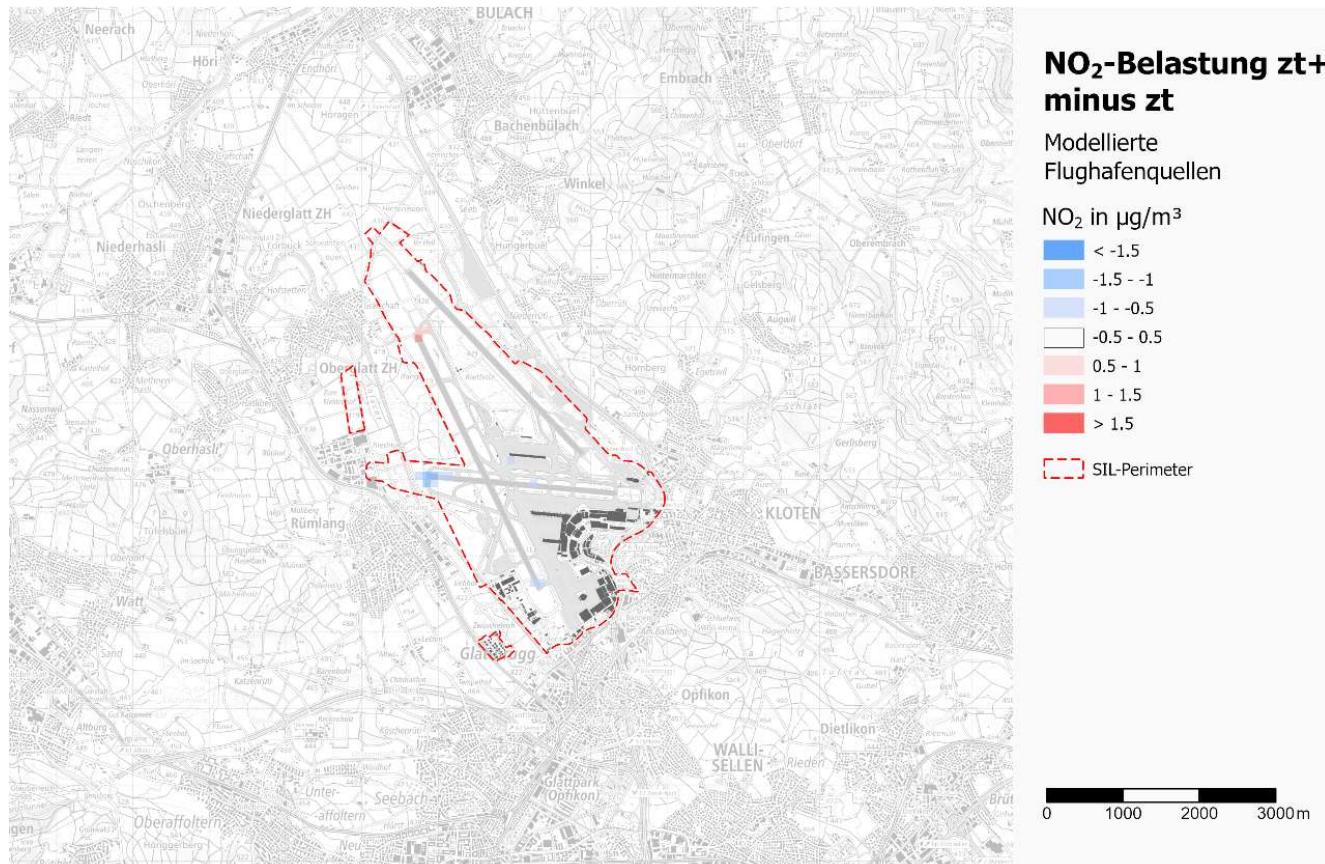
Die flughafenbedingten NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastungen im Betriebszustand (2035) sind in Abbildung 6-2 dargestellt. Die Konzentrationen verändern sich gegenüber dem Ist-Zustand (2023) vor allem auf dem Flughafenareal. Die Zusatzbelastung durch den Flughafen liegt bei  $2\text{--}25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel und maximal  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei der Pisten schwelle 28. In der Umgebung des Flughafens erreicht die Zusatzbelastung maximal  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , wobei sie mit zunehmender Entfernung rasch abnimmt und in 1 km vom SIL-Perimeter unter  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt.



**Abbildung 6-2: Modellierte NO<sub>2</sub>-Flughafen-Zusatzbelastung im Betriebszustand Zt+ (alle Flughafenquellen, 2035) in µg/m<sup>3</sup> (Quelle: FZAG)**

Veränderung Ausgangs- zu Betriebszustand

Die immissionsseitige Veränderung vom Ausgangs- zum Betriebszustand ist marginal und lediglich kleinräumig innerhalb des Flughafenareals ersichtlich (Abbildung 6-3). So ergeben sich geringe Abnahmen bei den Pistenschwellen 10 und 34 und eine geringe Zunahme bei der Pistenschwelle 16. Alle Werte liegen deutlich unterhalb der Signifikanzschwelle von 3 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel.



**Abbildung 6-3: Veränderung der NO<sub>2</sub>-Flughafen-Zusatzbelastung vom Ausgangszustand Zt zum Betriebszustand Zt+ (alle Flughafenquellen, 2035) in µg/m<sup>3</sup> (Quelle: FZAG)**

Gesamtbelaustung Flughafenregion

Für die Beurteilung der regionalen Luftbelastung werden die Immissionsprognosedaten des AWEL für 2030 (letzte verfügbare Daten) mit den Flughafendaten für 2035 zusammengeführt und eine Gesamtbelaustung modelliert (Abbildung 6-4).

Die Immissionskarte zeigt, dass die signifikanten NO<sub>2</sub>-Belastungen vor allem auf dem Flughafenareal und entlang der stark befahrenen Autobahn vorhanden sind. Der Beitrag des Flughafens in der Region (ausserhalb des SIL-Perimeters) liegt bei 1–5 µg/m<sup>3</sup>. Damit ergibt sich für das Jahr 2035 eine regionale NO<sub>2</sub>-Gesamtbelaustung, welche im Einflussbereich des Flughafens weiterhin unterhalb des Jahresmittel-Grenzwertes der LRV von 30 µg/m<sup>3</sup> liegt.

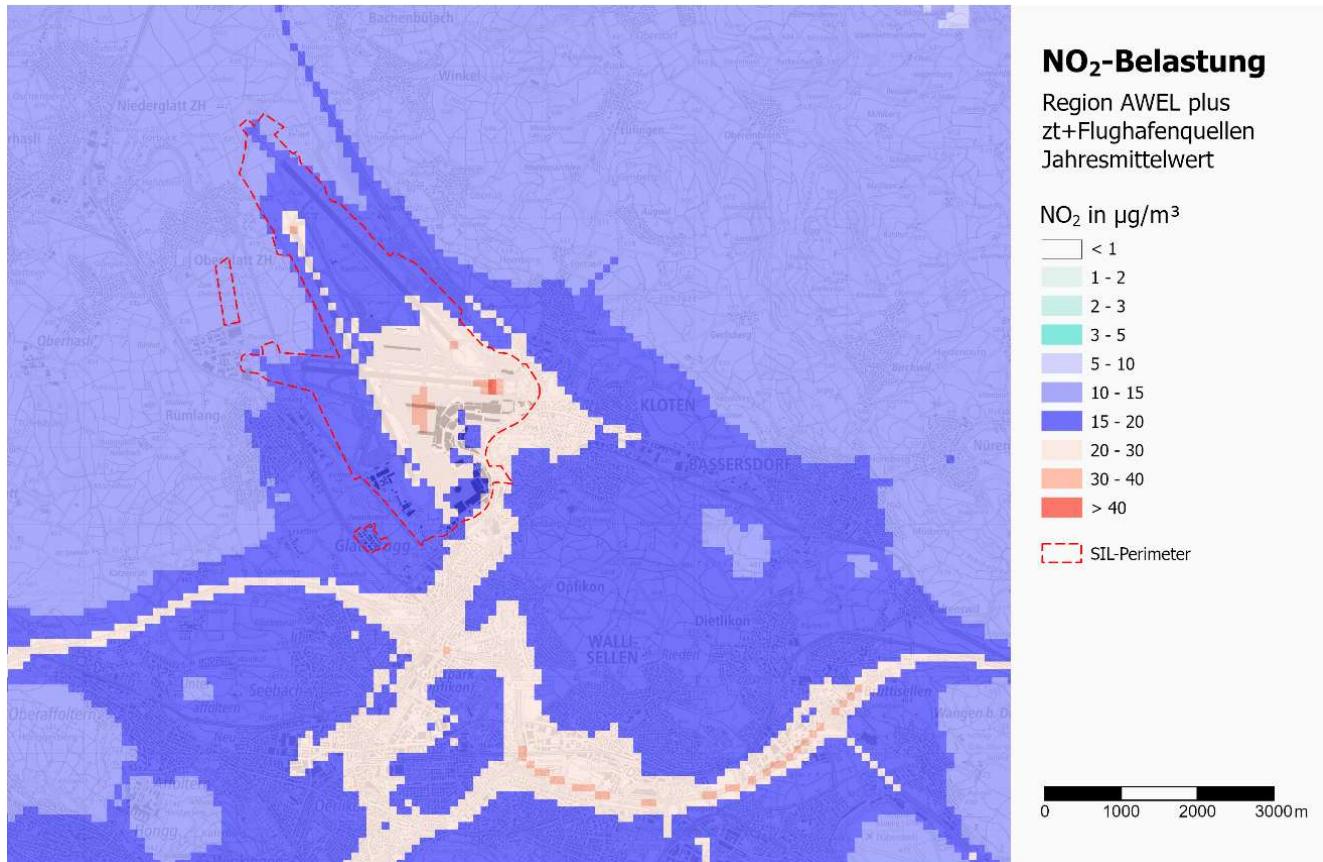


Abbildung 6-4: Modellierte regionale NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung im Jahr 2030/2035 in µg/m<sup>3</sup> (Quelle: FZAG)

## 6.4 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

### 6.4.1 Bestehende Massnahmen

Art. 21 Betriebsreglement

Art. 21 des Betriebsreglements verlangt, dass die FZAG sämtliche technisch und betrieblich möglichen sowie wirtschaftlich tragbaren Massnahmen trifft, die den Ausstoss von NOx in den Bereichen Flugbetrieb und Abfertigung reduzieren. Bereits heute besteht ein umfangreiches Massnahmenpaket zur Reduktion der lokal wirksamen Emissionen. Dessen Umsetzung vermeidet Emissionen in der Grössenordnung von jährlich rund 300 t NOx. Die bestehenden emissionsbegrenzenden Massnahmen in den Bereichen Flugbetrieb, Abfertigung und Infrastruktur werden weitergeführt. Die FZAG trifft laufend alle technisch und betrieblich möglichen sowie wirtschaftlich tragbaren Massnahmen, um den Ausstoss von NOx in den Bereichen Flugbetrieb und Abfertigung zu reduzieren.

Massnahmen Flugbetrieb

- Erhebung schadstoffabhängiger Landegebühren auf der Basis der NOx-Emissionen der effektiv verwendeten Triebwerke nach dem Verursacherprinzip.
- Einsatz von Planungssoftware zur effizienten Sequenzierung von Roll- und Startereignissen zur Reduktion von Roll- und Wartezeiten.

Massnahmen Abfertigung

- Ausrüsten der Flugzeugstandplätze mit stationären Stromanlagen.
- Anschlusspflicht der Flugzeuge an stationäre Energieversorgungssysteme und Beschränkung der Laufzeit flugzeuginterner Aggregate (APU).

- Beschaffung und Einsatz abgasarmer Fahrzeuge, Maschinen und Geräte (Elektroantrieb).
- Bereitstellen alternativer Treibstoffinfrastrukturen (land- und luftseitig): Erdgastankstelle, Elektroladestationen.

Massnahmen Infrastruktur

- Einsatz von Erdsonden/Energiepfählen und elektrischen Wärmepumpen.

Massnahmen landseitiger Verkehr

- Massnahmen und Programme zur Erhöhung des Modalsplit.
- Elektrifizierte Buslinien, Elektroladestationen in den Parkhäusern und eine öffentliche Schnellladestation.

#### 6.4.2 Weitergehende Massnahmen

Flugzeuggrenzwerte

Die FZAG engagiert sich im Rahmen der internationalen Aktivitäten von CAEP (Umweltkomitee der ICAO) dafür, dass die Emissionsgrenzwerte für Flugzeuge entsprechend der neuen Technologien regelmäßig reduziert werden. Dies war letztmals im Jahr 2007 der Fall. Im Jahr 2019 wurden Emissionsgrenzwerte für Feinstaubpartikel eingeführt. Für 2028 wird eine erneute Absenkung der NOx-Grenzwerte durch die ICAO geplant (mögliche Inkraftsetzung 2032).

Vollzug und Controlling

Im Rahmen der Umweltberichterstattung veröffentlicht der Flughafenhalter seit 1994 regelmäßig die Daten zu den Emissionen und zur Immissionssituation am Flughafen Zürich. Die Behörden werden dabei zusätzlich gemäss Art. 20 des Betriebsreglements über die aktuelle Situation orientiert.

Das Controlling über Vollzug und Berichterstattung der Massnahmen Lufthygiene wird durch den Flughafenhalter wahrgenommen und ist in das nach ISO 14001 zertifizierte Umweltmanagementsystem eingebunden.

#### 6.5 Beurteilung

Die beantragte Änderung des Betriebsreglements führt zu keiner Veränderung der lokal wirksamen Flughafen-Emissionen. Die Differenz zum Ausgangszustand beträgt für NOx und für Feinstaub (PM10) 0 t.

Die Luftschatzstoffberechnungen zeigen, dass die Gesamtmissionen den Jahresmittel-Grenzwert der LRV für den kritischen Schadstoff NO<sub>2</sub> in der Region des Flughafens Zürich einhalten. Die bereits festgelegten und weiterzuführenden Massnahmen zur Reduktion der Luftbelastung zeigen eine gute Wirkung.

Das Vorhaben wird als vereinbar mit der Lufthygienegesetzgebung beurteilt und entspricht auch dem Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes.

## 7. Fluglärm

### 7.1 Grundlagen

#### 7.1.1 Gesetzliche Grundlagen

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983 (SR 814.01).
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (SR 814.41).
- Leitfaden Fluglärm, Vorgaben für die Lärmermittlung, Umwelt-Vollzug Nr. 1625, BAFU/BAZL/GS VBS, 2021.

#### 7.1.2 UVB-Fachbericht

- Betriebsreglementsänderung 2014/2017, Teilbericht 1: Fluglärmberechnungen nach Lärmschutz-Verordnung, Bericht-Nr. 5214.034642-1 (Version 2), Empa, Abteilung Akustik/Lärminderung, 3. Dezember 2025 (Beilage 3b).
- Betriebsreglementsänderung 2014/2017, Teilbericht 2: Lärmauswirkungen von zehn Massnahmen, Bericht-Nr. 5214.034642-2 (Version 2), Empa, Abteilung Akustik/Lärminderung, 3. Dezember 2025 (Beilage 3b).

#### 7.1.3 Beurteilungsgrundlagen

##### Belastungsgrenzwerte

Die Lärmschutz-Verordnung (LSV) legt für die verschiedenen Lärmarten Beurteilungs- und Berechnungsgrundlagen fest. Die berechneten Lärmelastungen müssen bezüglich ihrer Wirkung auf den Menschen sowie der Raum- und Zonenordnung beurteilt werden. Zur Beurteilung werden in der LSV folgende Grenzwerte festgelegt:

- Die *Planungswerte* (PW) liegen unter den Immissionsgrenzwerten. Sie sind massgebend für den Schutz vor neuen lärmigen Anlagen und für die Ausscheidung neuer Bauzonen (Neueinzonungen). Die PW dienen im Sinne des Umweltschutzgesetzes (USG) der Vorsorge.
- Die *Immissionsgrenzwerte* (IGW) bezeichnen die Schädlichkeits- oder Lästigkeitsgrenze. Sie sind massgebend für die Sanierung bestehender oder wesentlich geänderter Anlagen sowie für Baubewilligungen in lärmelasteten Gebieten. Die IGW sind die Zielgrössen des USG.
- Die *Alarmwerte* (AW) liegen über den IGW. Sie dienen zur Beurteilung der Dringlichkeit von Sanierungen. Sie sind massgebend für die Sanierung konzessionierter ortsfester Anlagen.

Für die gesamte Fluglärmelastung am Tag sowie der Grossflugzeuge in der Nacht (Anhang 5 LSV) gelten nachfolgende Belastungsgrenzwerte (Tabelle 7-1 und Tabelle 7-2). Am Tag gelten zusätzlich die Belastungsgrenzwerte für Kleinluftfahrzeuge. Die Gesamtbelastung am Tag ( $L_{T1}$ ) ergibt sich durch energetische Addition der Teilbeurteilungspegel für Kleinluftfahrzeuge und Grossflugzeuge. Der Beurteilungspegel der Nachtstunden ( $L_{N1}$ ) entspricht dem A-bewerteten Mittelungspegel mit einer Bezugsdauer von je einer Stunde.

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43 LSV)	Planungswert $L_{r_t}$ in dB(A)	Immissionsgrenzwert $L_{r_t}$ in dB(A)	Alarmwert $L_{r_t}$ in dB(A)
ES I	53	55	60
ES II	57	60	65
ES III	60	65	70
ES IV	65	70	75

Tabelle 7-1: Belastungsgrenzwerte in  $L_{r_t}$  für den Tag (06–22 Uhr)

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43 LSV)	Planungswert $L_{r_n}$ in dB(A)	Immissionsgrenzwert $L_{r_n}$ in dB(A)	Alarmwert $L_{r_n}$ in dB(A)
ES I	43	45	55
ES II	47/50*	50/55*	60/65*
ES III	50	55	65
ES IV	55	60	70

\* Die höheren Werte gelten für die erste Nachtstunde (22–23 Uhr).

Tabelle 7-2: Belastungsgrenzwerte in  $L_{r_n}$  für die erste (22–23 Uhr), die zweite (23–24 Uhr) und die letzte Nachtstunde (05–06 Uhr)

#### Erleichterungen

Können bei neuen oder wesentlich geänderten öffentlichen oder konzessionierten ortsfesten Anlagen die massgebenden Belastungsgrenzwerte nicht eingehalten werden, so können für die betroffenen Liegenschaften gestützt auf Art. 25 USG Erleichterungen gewährt werden. Zudem ist der Anlagehalter gemäss Art. 25 Abs. 3 USG verpflichtet, die betroffenen Gebäude durch Schallschutzfenster oder ähnliche bauliche Massnahmen vor Lärm zu schützen.

#### Zeitliche Abgrenzung

Die Lärmbelastungen werden nach den Tageszeiten gemäss Anhang 5 LSV berechnet. Die zu berechnenden Zustände  $Z_t$  und  $Z_{t+}$  basieren auf Bewegungszahlen gemäss dem Prognosezustand 2035 des SIL. Es wird die Fluglärmelastung am Tag von 06 bis 22 Uhr, in der ersten Nachtstunde von 22 bis 23 Uhr und in der zweiten Nachtstunde von 23 bis 24 Uhr berechnet. Die letzte Nachtstunde von 05 bis 06 Uhr wird aufgrund der Nachtflugsperre (vernachlässigbare Anzahl Flugbewegungen) nicht berechnet. Ausserdem werden für den Tag gemäss Grenzwertvorschlag der Eidgenössischen Kommission für Lärmbekämpfung (EKLB) die Beurteilungszeiten 06 bis 07 Uhr und 07 bis 22 Uhr berechnet.

Die Fluglärmelastungen werden in Form von Lärmkonturen und als Grenzwertkurven dargestellt.

#### 7.1.4 Berechnungsgrundlagen

##### Empfindlichkeitsstufen

Unterschiedliche Nutzungszonen, z.B. Wohngebiete oder Industriegebiete, werden in vier Empfindlichkeitsstufen (ES) eingeteilt. Die ES sind in den Bau- und Zonenordnungen der Gemeinden festgelegt. Da Zonen der ES I in keinem der betrachteten Zustände betroffen sind, wird auf deren Darstellung verzichtet.

Bevölkerungszahlen	Den Quantifizierungen der Anzahl von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Personen liegen die Bevölkerungszahlen des Jahres 2023 im Hektarraster sowie die entsprechenden ES zugrunde. Die vom Statistischen Amt des Kantons Zürich gelieferten Daten des Kantons Zürich liegen als geokodierte Hektardaten vor und umfassen die wirtschaftliche Bevölkerung zum Jahresendstand 2023. Die vom Bundesamt für Statistik (BFS) bezogenen Bevölkerungsdaten der Kantone Aargau und Schaffhausen liegen ebenfalls als geokodierte Hektardaten vor. Sie beruhen auf den STATPOP-Daten des BFS und liegen für den Jahresendstand 2022 vor.
Perimeter Fluglärm	<h3>7.1.5 Untersuchungsperimeter</h3> <p>Die Berechnungen werden innerhalb eines rechteckigen Gebietes mit einer West-Ost-Ausdehnung von 93 km und einer Nord-Süd-Ausdehnung von 84 km durchgeführt. Für die Simulation mit dem Programm FLULA2 wird das Gebiet in ein Gitter mit einer Maschenweite von 150 m x 150 m unterteilt.</p>
Vorgehensweise	<h3>7.1.6 Methodik</h3> <p>Als Ist-Zustand Z0 wird die Fluglärmbelastung des Jahres 2023 definiert, welche bereits vorgängig von der Empa berechnet wurde. Der Ausgangszustand Zt entspricht dem heutigen (auf das Jahr 2035 skalierten) Flugbetrieb inklusive den prognostizierten Bewegungszahlen sowie einem prognostizierten Flottenmix für 2035. Der Betriebszustand Zt+ beinhaltet gegenüber Zt geänderte und zusätzliche Routen ab den Pisten 16, 28, 32 und 34, den Verzicht auf Starts ab Piste 10 sowie weitere für den Tag und die Nacht relevante flugbetriebliche Komponenten (Entflechtung Ostkonzept, lärmoptimierte Abflugrouten ab Pisten 32 und 34, Entflechtung Abflugrouten ab Piste 28, langgezogene Linkskurve nach Start Piste 16, Starts 16 geradeaus und mit Rechtskurve bei Bise, Anpassung der FL80-Regel im Nachtbetrieb, Absenkung Minimumhöhe für A340 im Abflug Piste 32, Öffnung der Piste 28 von 21 bis 22 Uhr als 2. Startpiste, Aufhebung gegenläufiger Betrieb von 6 bis 7 Uhr bei Nebel und Öffnung der Startpiste 28 nach 22 Uhr bei Nebel). Die Mengengerüste für die erste und zweite Nachtstunde basieren auf der Neuberechnung der Nachtstunden im Rahmen des revidierten SIL.</p>
Datengrundlage	In den Berechnungen wurde auf unterschiedliche Datengrundlagen zurückgegriffen, um für jede typen- und routen-spezifische Bewegung einen realistischen Footprint <sup>8</sup> zu erhalten. Als Flugrouten gelten An- und Abflugkorridore, die sowohl durch Radardaten als auch – falls letztere nicht verfügbar – durch idealisierte Flugbahnen repräsentiert werden.
Eingabedaten	Tabelle 7-3 zeigt die Flugbewegungszahlen von Grossflugzeugen für die betrachteten Zustände. Die Bewegungszahlen von Zt+ wurden unter Berücksichtigung meteorologischer Schwankungen der Jahre 2006 bis 2014 korrigiert, um die maximal zu erwartenden Belastungs- und Grenzwertkurven ermitteln zu können. Für Zt wurde die gleiche Anzahl An- und Abflüge verwendet wie für Zt+. Die Gesamtzahlen liegen daher am Tag um 5–14% und in der Nacht um knapp 14% über den Prognosewerten. Die Zahlen wurden wie bereits in früheren Berechnungen mit 80 Bewegungen des Helikopters Superpuma AS332 ergänzt.

<sup>8</sup> Footprint: flugzeugtyp- und flugbahn- bzw. flugrouten-spezifischer mittlerer Ereignispegel, normiert auf eine Bewegung und bezogen auf eine Sekunde.

Der Vergleich der Bewegungszahlen für Zt und Zt+ zeigt, dass sich die Bewegungszahlen am Tag sowie in den Nachtstunden unterscheiden. Für Zt+ ist am Tag eine Zunahme und während der Nachtstunden eine Abnahme zu erkennen. Die unterschiedlichen Bewegungszahlen ergeben sich aus der Wirkung der beantragten Massnahmen auf die Pünktlichkeit und damit deutlich weniger Nachflügen in der 1. und 2. Nachtstunde bei Zt+ im Vergleich mit Zt. Die Zustände unterscheiden sich zudem am Tag wie auch in der Nacht bezüglich der Routenverteilung der Bewegungen, während der Flottenmix identisch ist.

Zeiten nach LSV	Ist-Zustand Z0			Ausgangszustand Zt			Betriebszustand Zt+		
	Starts	Landungen	Total	Start	Landungen	Total	Starts	Landungen	Total
Tag	110'898	106'767	217'665	166'606	165'636	332'242	168'646	170'926	339'572
1. Nachtstunde	2'627	7'372	9'999	8'091	9'110	17'201	7'180	5'700	12'880
2. Nachtstunde	2'049	1'430	3'479	3'130	3'080	6'210	2'000	1'200	3'200
<b>Total</b>	<b>115'574</b>	<b>115'569</b>	<b>231'143</b>	<b>177'827</b>	<b>177'826</b>	<b>355'653</b>	<b>177'826</b>	<b>177'826</b>	<b>355'652</b>

Tabelle 7-3: Jährliche Flugbewegungszahlen von Grossflugzeugen, Ist-Zustand Z0 und Prognose 2035 Zt und Zt+

#### Fluglärm simulationsprogramm

Für die Fluglärm simulation wird das an der Empa entwickelte Fluglärm simulationsprogramm FLULA2 Version 004 verwendet. Für die detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise, der Datengrundlagen und Berechnungen wird auf den Fachbericht Fluglärm, Teilbericht 1, verwiesen (Beilage 3b zum Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017).

#### Genauigkeit der Fluglärm berechnung

Die Genauigkeit von Fluglärm berechnungen wurde detailliert in einer an der Empa, Abteilung Akustik/Lärm minderung, durch geführten Dissertation untersucht. Die verschiedenen Unsicherheitskomponenten führen im Mittel zu Standardunsicherheiten in den berechneten Fluglärm prognosen von  $\pm 1.0$  dB am Tag und  $\pm 1.5$  dB in der Nacht. Diese Unsicherheiten wirken sich auf die Quantifizierung der Personen je dB-Klasse bzw. der Personen über den Belastungsgrenzwerten sowie der Flächen von Isolinien von Lärm belastungen aus. Bei der Quantifizierung der Personen über den Belastungsgrenzwerten ergeben sich Standardunsicherheiten von  $\pm 30\%$  (Tag) und  $\pm 50\%$  (Nacht) und bei der Quantifizierung der Flächen solche von  $\pm 20\%$  (Tag) und  $\pm 30\%$  (Nacht). Werden einzelne Zustände miteinander verglichen, dann hebt sich ein Teil der Unsicherheiten gegenseitig auf. Für den Vergleich von Zuständen wird angenommen, dass sich die massgebenden Standardunsicherheiten halbieren. Abweichungen bei den Personen auswertungen über 15% am Tag bzw. 25% in der Nacht werden somit als signifikant angesehen, ebenso wie Abweichungen bei den Flächen auswertungen über 10% am Tag bzw. 15% in der Nacht. Bei den Umhüllenden der Belastungen Tag und Nacht liegt die Standardunsicherheit für die Anzahl Personen innerhalb der Grenzwertkurven bei 20% und für die Flächen der Grenzwertkurven bei 15%.

#### Darstellung der Grenzwert überschreitungen

Für jeden Belastungsgrenzwert (PW, IGW und AW) wird pro ES eine Grenzwertkurve berechnet. Massgebend ist dabei dasjenige Gebiet, in welchem während mindestens einer Zeitperiode der Belastungsgrenzwert überschritten ist. Die Grenzwertkurve entspricht somit der *Umhüllenden der Grenzbelastungen* der Beurteilungspegel aller vier

LSV-relevanten Zeitabschnitte<sup>9</sup>, wobei die letzte Nachtstunde aufgrund der Nachtflugsperre nicht relevant ist.

#### Kartendarstellung

Da die Grenzwertkurven nur für Nutzungszenen einer bestimmten ES gelten, werden auf den entsprechenden Karten zusätzlich die Gebiete der jeweiligen ES farblich hervorgehoben. Bei denjenigen Nutzungszenen, die innerhalb der entsprechenden Grenzwertkurven liegen, ist der Belastungsgrenzwert überschritten.

#### Flächenquantifizierung

Zur Quantifizierung der Grenzwertüberschreitungen wurden durch die Empa die Flächen innerhalb der Grenzwertkurven von Z0, Zt und Zt+ bestimmt. Die GIS-Fachstelle der FZAG ermittelt aus den von der Empa gelieferten Grenzwertkurven und den Bevölkerungsdaten die Anzahl Personen über den Belastungsgrenzwerten der LSV.

## 7.2 Resultate

Die Berechnungsergebnisse für die Zustände Z0, Zt und Zt+ sind im Fachbericht Fluglärm, Teilbericht 1, und den zugehörigen Karten 21 bis 36 als Lärmkonturen gemäss LSV dargestellt. Der folgende Text ist eine Zusammenfassung dieser Resultate.

### 7.2.1 Lärmbelastung am Tag

Bei der Tagesbelastung ES II zeigt der Vergleich von Zt mit Zt+ (Abbildung 7-1 und Karte 26 im Teilbericht 1) eine Verschiebung der Belastung im Westen (Reduktion in der Region Regensdorf bis Dietikon und Mehrbelastung der Region Buchs/Otelfingen/Würenlos) infolge Entflechtung der Abflugrouten ab Piste 28. Im näheren Osten (nahe Kloten) und Südosten (Wallisellen) ergibt sich eine leichte Belastungsreduktion durch die Änderungen der Starts 16 und durch die Aufhebung der Starts 10 im Zustand Zt+. Im ferner Osten (Region Tagelswangen/Kemptthal) ergibt sich eine Verlagerung in südlicher Richtung infolge Anpassung der Startrouten ab Piste 16 in Richtung Osten.

Aufgrund des starken Anstiegs an Bewegungen von 217'665 auf 339'572 ist die Belastung von Zt+ im Vergleich zu Z0 grossflächig um den Flughafen grösser, mit Ausnahme begrenzter Gebiete im Osten und Westen des Flughafens (Karte 25 im Teilbericht 1).

<sup>9</sup> Beispiel: Die IGW-Grenzwertkurve der ES II entspricht der Umhüllenden folgender Belastungskurven: 60 dB (Gesamtbelastung Tag von 06–22 Uhr), 55 dB (Grossflugzeuge Nacht von 22–23 Uhr), 50 dB (Grossflugzeuge Nacht von 23–24 Uhr), 50 dB (Grossflugzeuge Nacht von 05–06 Uhr) und 60 dB (Kleinluftfahrzeuge).

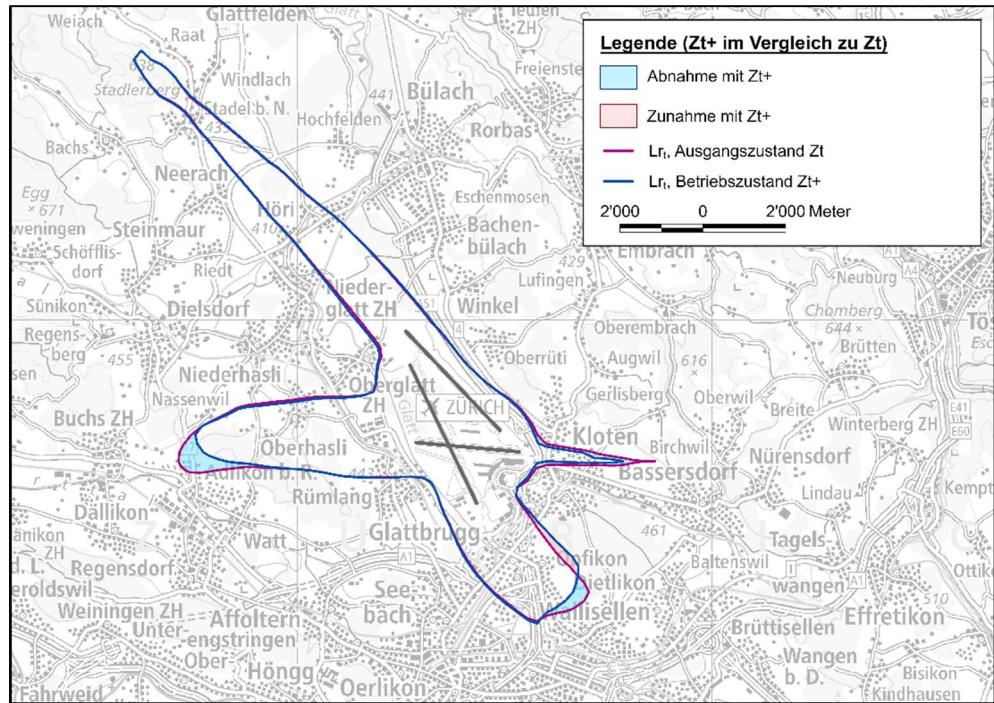


Abbildung 7-1: Beurteilungspegel Lr, dargestellt ist die 60-dB-Kontur (IGW ES II) des Betriebszustandes Zt+ (blau) im Vergleich zum Ausgangszustand Zt (violet): Abnahmen (blaue Flächen) und Zunahmen (rote Flächen) mit Betriebszustand Zt+. Karte: Swiss Map Raster 200, Bundesamt für Landestopografie. (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

### 7.2.2 Lärmbelastung der ersten Nachtstunde

In der ersten Nachtstunde zeigt der Vergleich von Zt+ mit Zt eine deutliche Verlagerung der Lärmbelastung im Norden (Abbildung 7-2 und Karte 31 im Teilbericht 1). Während im Nordwesten (Region Niederweningen) eine Reduktion zu erkennen ist, zeigt sich im Nordosten (Region Glattfelden) eine Mehrbelastung. Diese Veränderung ist auf die angepasste FL80-Regelung im Nachtbetrieb zurückzuführen. Dabei werden Flugbewegungen, die in Zt über die westlichen Startrouten geführt wurden, in Zt+ verstärkt über die östlichen Startrouten abgewickelt. Daneben sind infolge der Abnahme an Bewegungen (verbesserte Pünktlichkeit) Belastungsreduktionen im Süden bei Wallisellen sowie im Osten (bei Kemptthal) zu sehen.

Die Belastung von Zt+ im Vergleich zu Z0 ist erheblich grösser, infolge des Anstiegs der Bewegungen von 9'999 auf 12'880 (Karte 30 im Teilbericht 1).

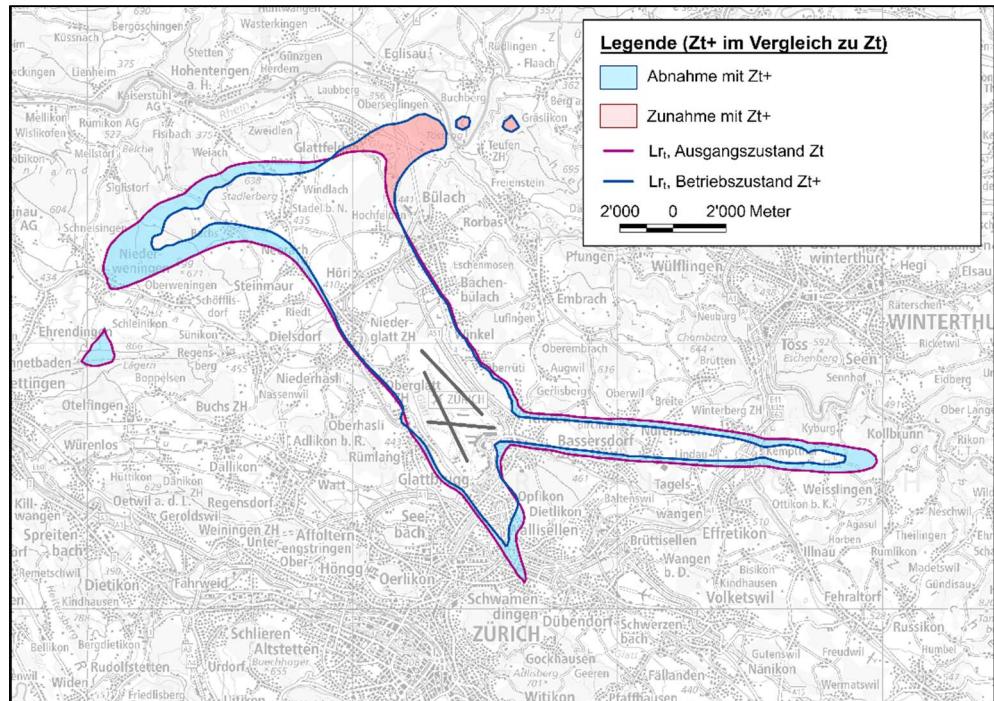


Abbildung 7-2: Beurteilungspegel  $Lr_{n1}$ , dargestellt ist die 55-dB-Kontur (IGW ES II) des Betriebszustandes Zt+ (blau) im Vergleich zum Ausgangszustand Zt (violett); Abnahmen (blaue Flächen) und Zunahmen (rote Flächen) mit Betriebszustand Zt+. Karte: Swiss Map Raster 200, Bundesamt für Landestopografie. (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

### 7.2.3 Lärmbelastung der zweiten Nachtstunde

In der zweiten Nachtstunde sind beim Vergleich von Zt+ mit Zt ausgeprägte Belastungsreduktionen in alle Richtungen zu erkennen (Abbildung 7-3 und Karte 36 im Teilbericht 1), mit Ausnahme des Gebietes im Nordosten (nahe Eglisau), wo eine kaum erkennbare Mehrbelastung zu verzeichnen ist. Diese Reduktionen können durch die bei nahe Halbierung der Bewegungen von rund 6'210 auf 3'200 aufgrund höherer Punktlichkeit erklärt werden. Ähnliche Unterschiede zeigen sich auch zwischen Zt+ und Z0 (Karte 35 im Teilbericht 1), wobei die Belastungsabnahmen je nach Route unterschiedlich stark sind.

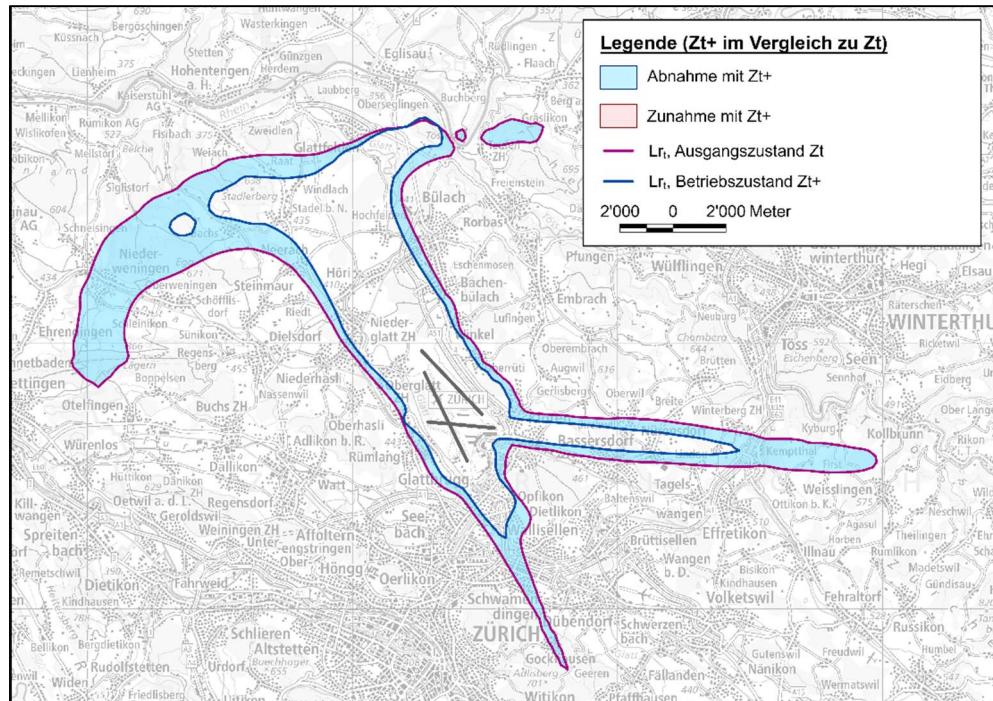


Abbildung 7-3: Beurteilungspegel  $Lr_{n2}$ , dargestellt ist die 50-dB-Kontur (IGW ES II) des Betriebszustandes Zt+ (blau) im Vergleich zum Ausgangszustand Zt (violet): Abnahmen (blaue Flächen) und Zunahmen (rote Flächen) mit Betriebszustand Zt+. Karte: Swiss Map Raster 200, Bundesamt für Landestopografie. (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

#### 7.2.4 Grenzwertkurven

Im Fachbericht Fluglärm, Teilbericht 1, und den zugehörigen Karten 37 bis 45 sind die Grenzwertkurven der Zustände Z0, Zt und Zt+ für die ES II bis IV dokumentiert. Für den Vergleich der Grenzwertkurven des Betriebszustandes Zt+ mit dem Ist-Zustand Z0 und dem Ausgangszustand Zt werden die IGW-Kurven der ES II nachfolgend im Detail diskutiert.

Im Vergleich zu Z0 (Abbildung 7-4 und Karte 46 im Teilbericht 1) ist die Belastung in der zweiten Nachtstunde durch Zt+ im Einflussbereich der Starts 32 und 34 grossenteils deutlich geringer (vgl. Kapitel 7.2.3). Bei den Planungswertkurven zeigt sich aufgrund der im Nachtbetrieb angepassten FL80-Regelung die Verlagerung vom Nordwesten in den Nordosten. Während die Grenzwertkurve in Z0 im Norden durch die zweite Nachtstunde dominiert wird, ist für Zt+ die erste Nachtstunde massgebend. Im Osten, im Einflussbereich der Landungen 28, fällt die Belastung unter Zt+ ebenfalls geringer aus als unter Z0. Im Süden zeigt sich ein gemischtes Bild: Die Lärmelastung durch Landungen 34 nimmt unter Zt+ ab, während sie im Bereich der Starts 16 zunimmt. Im Westen, im Einflussbereich der Starts 28, ist die Belastung unter Zt+ ebenfalls höher als unter Z0.

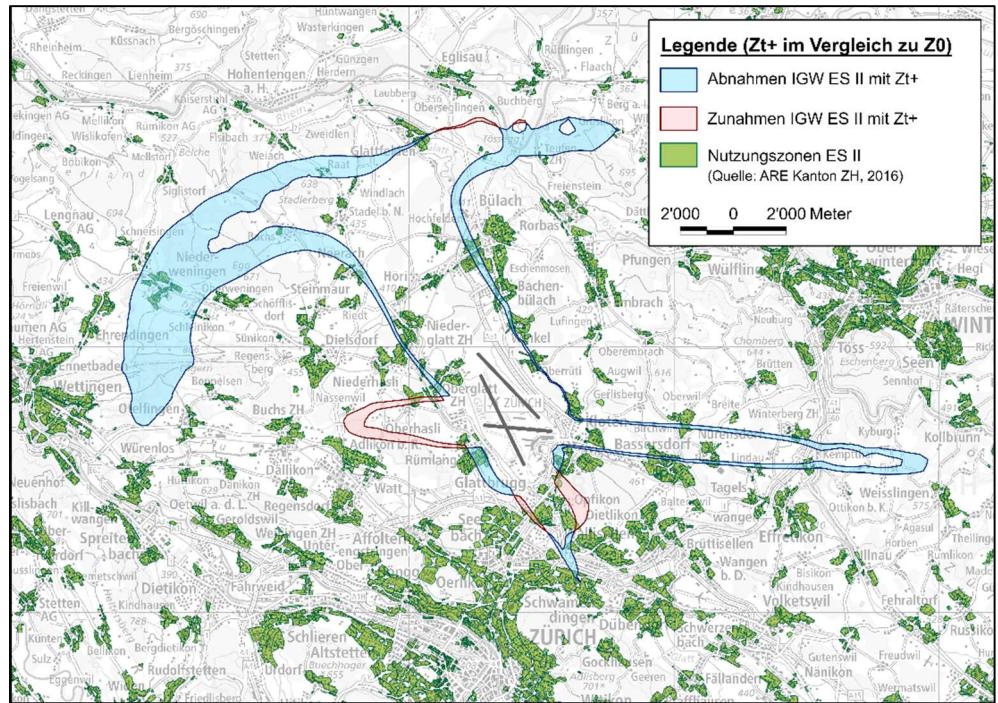


Abbildung 7-4: Zusätzliche und wegfallende Gebiete der Grenzwertkurven IGW ES II zwischen Zt+ und Z0. Karte: Swiss Map Raster 200, Bundesamt für Landestopografie. (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

Zt+ und Zt (Abbildung 7-5 und Karte 47 im Teilbericht 1) weisen grossenteils sehr ähnliche Unterschiede in den Grenzwertflächen wie Zt+ und Z0 auf. Im Nordwesten (Starts ab Pisten 32 und 34 mit Linkskurve), Osten (Landungen auf Piste 28), Süden (Landungen auf Piste 34) sowie Südwesten im Fernbereich des Flughafens (Starts auf Piste 28) nehmen die Belastungen aufgrund der Reduktion von Verspätungen und aufgrund von Routenänderungen deutlich ab. Zusätzliche Belastungen gibt es dagegen aufgrund der angepassten FL80-Regelung im Nachtbetrieb im Nordosten, aufgrund der geänderten Startroute ab Piste 16 zum Teil im Süden sowie aufgrund der Entflechtung der Abflugrouten Piste 28 im Westen des Flughafens.

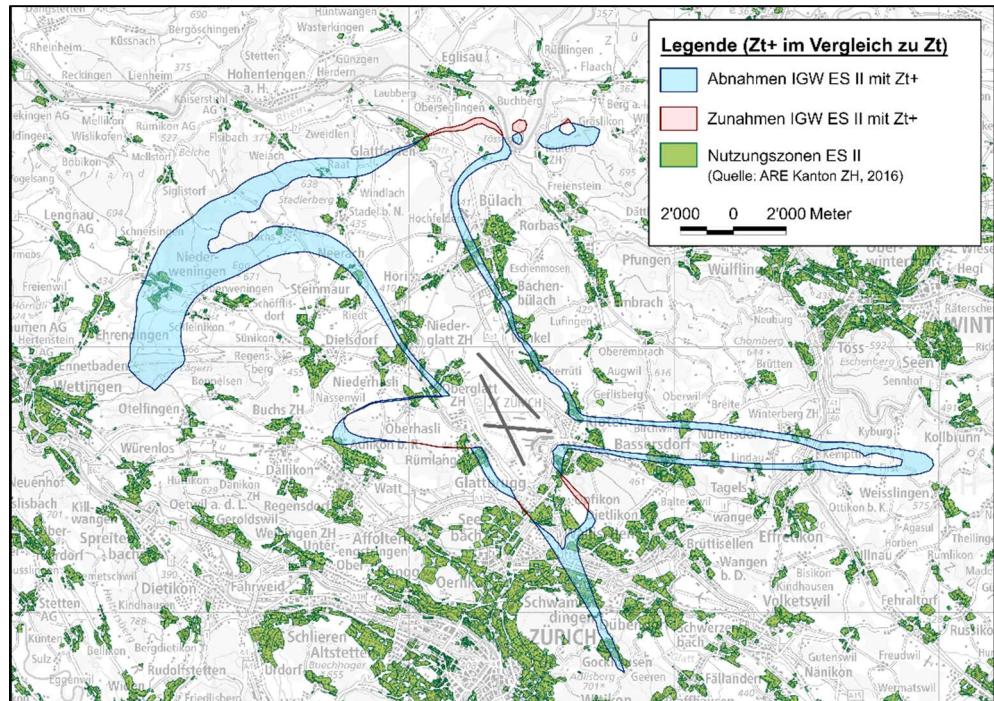


Abbildung 7-5: Zusätzliche und wegfallende Gebiete der Grenzwertkurven IGW ES II zwischen Zt+ und Zt. Karte: Swiss Map Raster 200, Bundesamt für Landestopografie. (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

### 7.2.5 Quantifizierungen

Anzahl Personen über den Grenzwerten

Anhand der berechneten Fluglärmbelastungen bestimmt die GIS-Fachstelle der FZAG für jeden Zustand, wie viele Personen von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind (Tabelle 7-4). Massgebend sind die Belastungsgrenzwerte nach LSV, d.h. AW, IGW und PW für die ES II bis IV.

	Z0	Zt	Zt+
AW	5'652	9'544	5'495
IGW	59'851	86'115	53'413
PW	154'486	195'778	161'033

Tabelle 7-4: Anzahl Personen aller ES über den Grenzwerten nach LSV, Umhüllende aus Tag, erster und zweiter Nachtstunde

In Abbildung 7-6 bis Abbildung 7-9 wird pro Zustand die Anzahl Personen über den entsprechenden Belastungsgrenzwerten – separat für die drei LSV-Zeiten sowie insgesamt – ausgewiesen. Die Fehlerbalken zeigen die Standardunsicherheitsbereiche (15% am Tag, 25% in der Nacht, 20% bei den Umhüllenden). Die blaue Linie markiert die Obergrenze des Unsicherheitsbereichs des bezüglich Anzahl Personen günstigsten Zustandes. Liegt die untere Begrenzung des Standardunsicherheitsbereichs eines anderen Zustandes über der Obergrenze des Standardunsicherheitsbereichs des günstigsten Zustandes, so wird der Unterschied zwischen diesen beiden Zuständen als signifikant erachtet.

In Abbildung 7-6 ist die Anzahl Personen über den Grenzwerten (Umhüllende über alle Tageszeiten) als Summe über alle ES dargestellt (vgl. Tabelle 7-4). Bei der Anzahl Personen über AW, IGW und PW zeigen sich teilweise deutliche Unterschiede. Die Anzahl Personen in Zt+ liegt für alle Grenzwerte deutlich tiefer als in Zt, für den AW und den IGW ist der Unterschied signifikant. Zt+ weist für den AW und den IGW die kleinere und für den PW die grössere Anzahl betroffener Personen auf als Z0 (nicht-signifikante Differenzen).

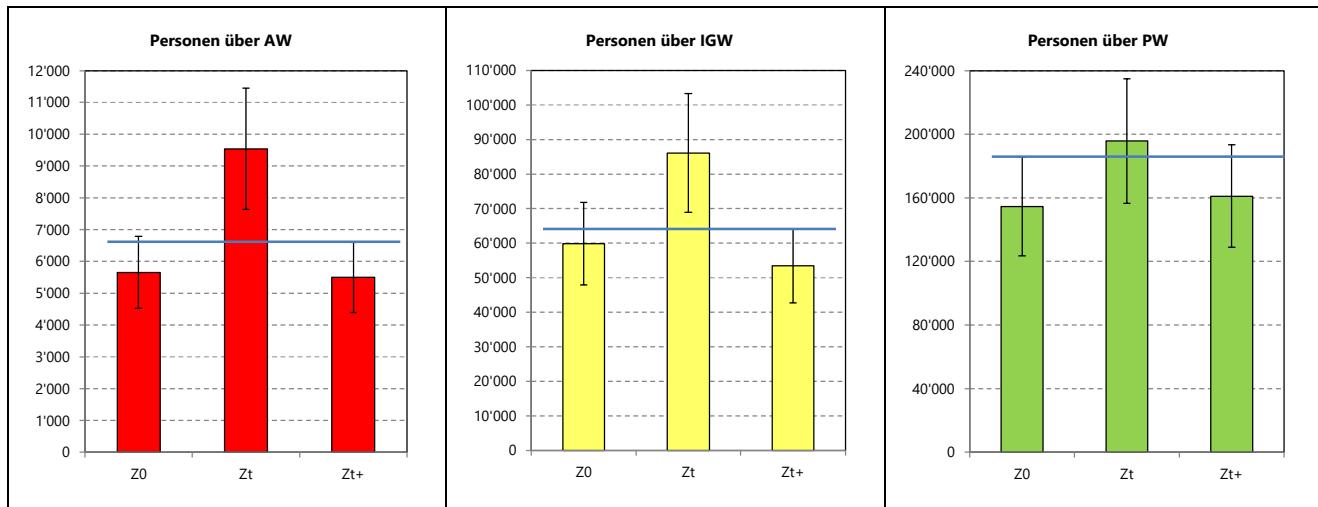


Abbildung 7-6: Anzahl Personen über den Grenzwerten nach LSV, Umhüllende der Belastungen aus Tag, erster und zweiter Nachtstunde (Summe aller ES) (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

Bei isolierter Betrachtung der Personen über den Grenzwerten der Gesamtbelaistung am Tag ( $L_{R1}$ ) ergibt sich für alle Grenzwerte folgendes Bild (Abbildung 7-7): Beim PW und IGW ist die Reihenfolge bezüglich der Anzahl Personen über den Grenzwerten  $Zt > Zt+ > Z0$ , wobei die Unterschiede teilweise signifikant sind. Beim AW ist die Reihenfolge  $Zt+ > Zt > Z0$ , wobei Z0 signifikant unter den anderen beiden Zuständen liegt.

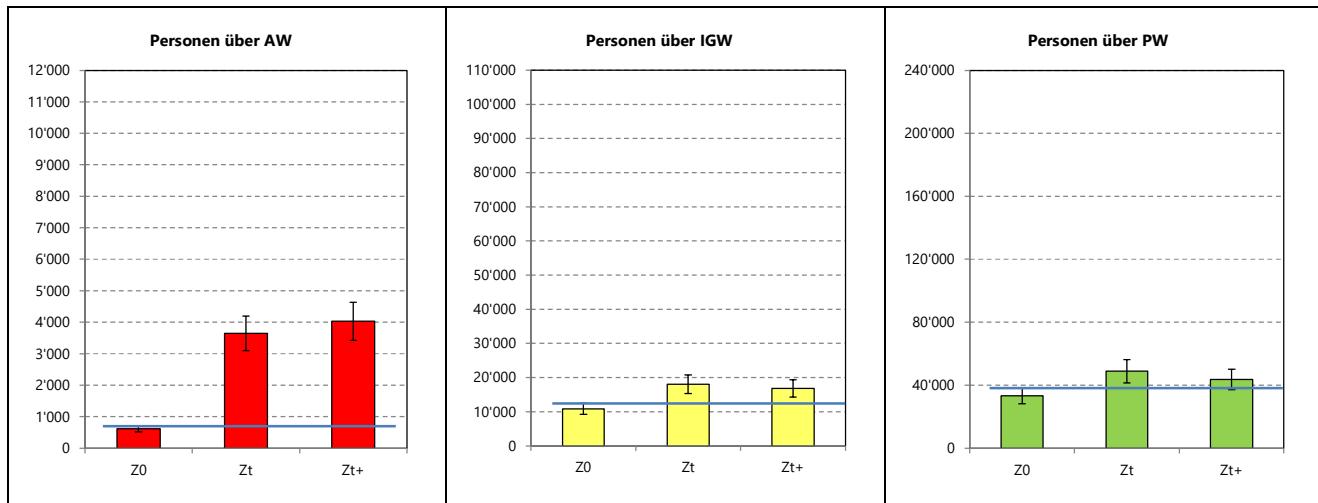


Abbildung 7-7: Anzahl Personen über den Grenzwerten nach LSV, Tagesbelastung (Summe aller ES) (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

In der ersten Nachtstunde (Abbildung 7-8) liegt die Anzahl betroffener Personen für Zt+ über alle Grenzwerte zum Teil deutlich unter Zt. Beim PW und IGW liegt Z0 bezüglich der Anzahl Personen unter Zt und Zt+, wobei die Unterschiede signifikant sind. Beim AW liegt Z0 zwischen Zt und Zt+. In der zweiten Nachtstunde (Abbildung 7-9) liegt Zt bei allen Grenzwerten deutlich und signifikant über Zt+ und Z0, und Z0 über Zt+.

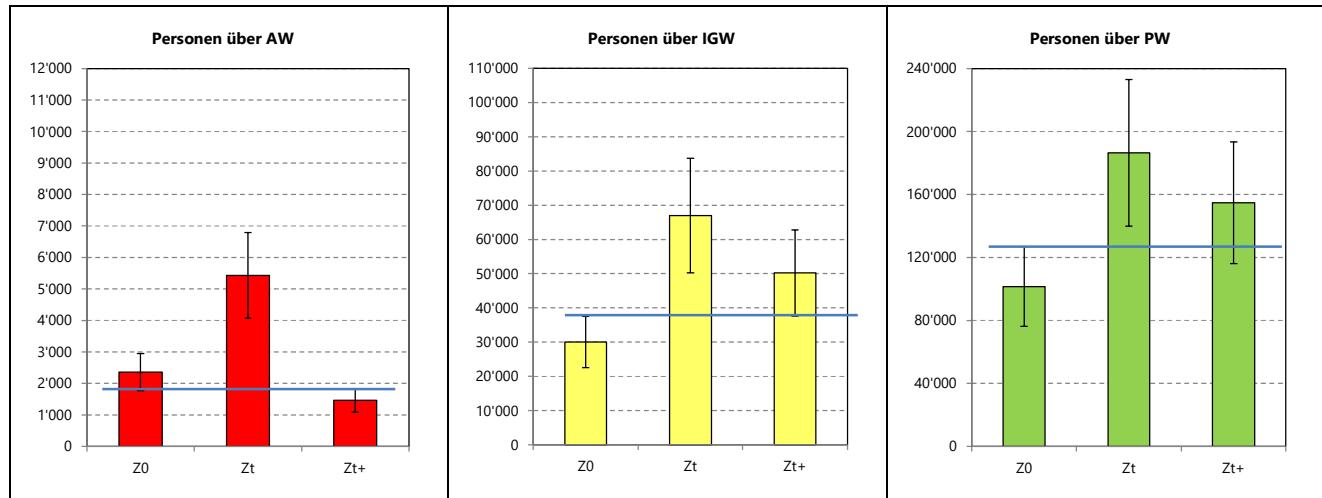


Abbildung 7-8: Anzahl Personen über den Grenzwerten nach LSV, Belastung erste Nachtstunde (Summe aller ES) (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

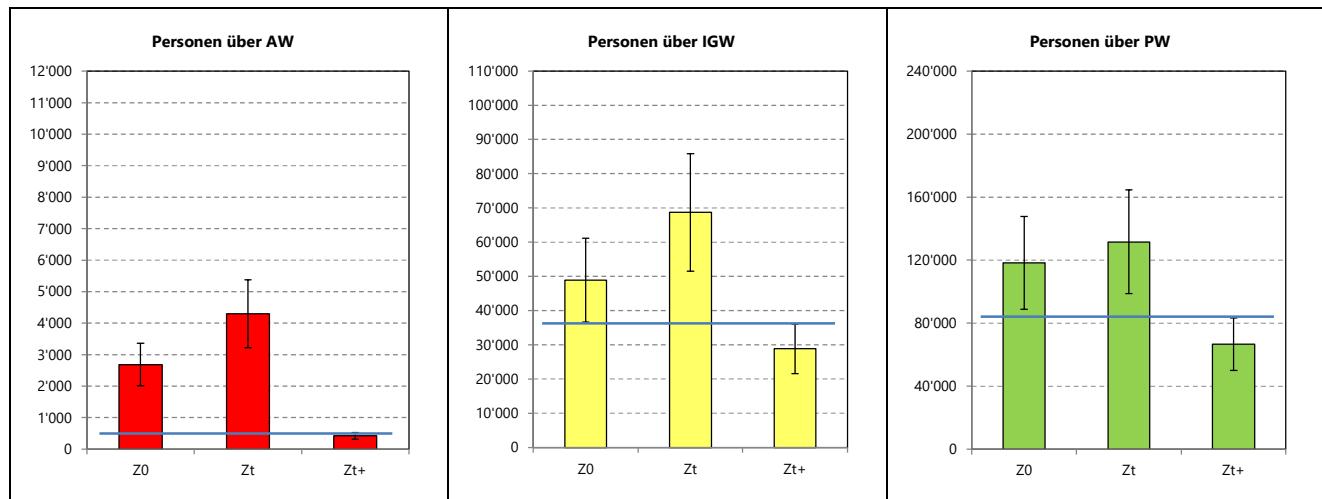


Abbildung 7-9: Anzahl Personen über den Grenzwerten nach LSV, Belastung zweite Nachtstunde (Summe aller ES) (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

Betroffene Flächen über den Grenzwerten

Zusätzlich zur Anzahl Personen wurden von der Empa die Flächen der Grenzwertkurven (Umhüllende) für die ES II bis IV bestimmt. In Abbildung 7-10 und Abbildung 7-11 sind die Flächen der Grenzwertkurven für die ES II und III als Balkendiagramme dargestellt. Die Fehlerbalken zeigen die Standardunsicherheitsbereiche (10% am Tag, 15% in der Nacht, 15% bei den Umhüllenden). Die Flächen der ES II von Z0 und Zt sind für alle Grenzwerte sehr ähnlich und grösser als für Zt+. Bei der ES III (Abbildung 7-11) weisen die Grenzwertkurven von Zt über alle Grenzwerte die grössten Flächen und Z0 die kleinsten Flächen auf.

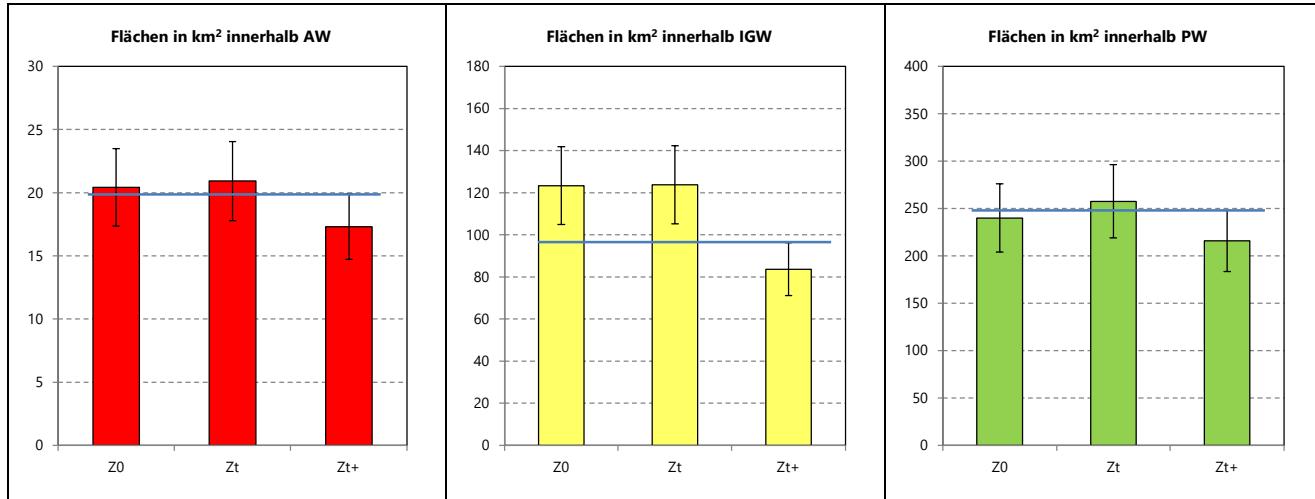


Abbildung 7-10: Flächen in km<sup>2</sup> innerhalb der Grenzwerte nach LSV, Umhüllende ES II (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

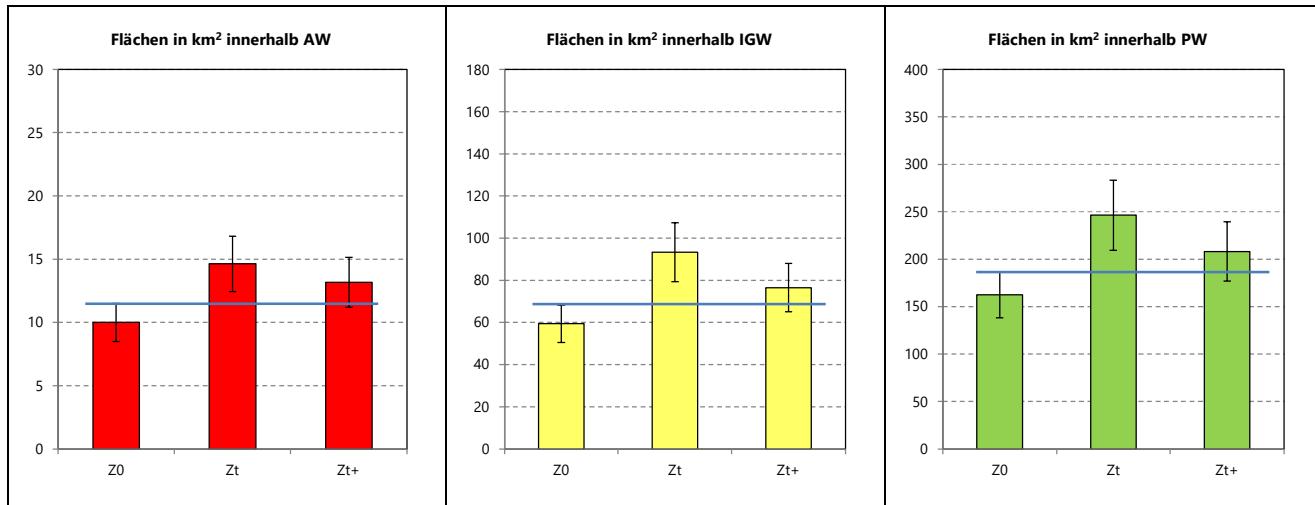


Abbildung 7-11: Flächen in km<sup>2</sup> innerhalb der Grenzwerte nach LSV, Umhüllende ES III (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

### 7.3 Vergleich mit dem genehmigten Lärm

Am 27. Januar 2015 legte das BAZL gestützt auf die Berechnungen der Empa zum vBR die zulässigen Fluglärmmissionen für den Flughafen Zürich fest. Die nachfolgende Abbildung 7-12 sowie die Karte 51 im Fachbericht Fluglärm, Teilbericht 1, zeigen die zusätzlichen und wegfallenden Gebiete der Grenzwertkurven IGW ES II zwischen Zt+ und dem genehmigten Lärm (gLä). Im Osten, Süden und Westen nehmen die betroffenen Flächen in Zt+ ab, im Nordosten und -westen dagegen zu.

Auf den Karten 52 bis 54 im Teilbericht 1 wird Zt+ in Ergänzung zu den Grenzwertkurven separat für den Tag (L<sub>rt</sub>) sowie die erste und zweite Nachtstunde (L<sub>rn1</sub>, L<sub>rn2</sub>) mit dem genehmigten Lärm verglichen.

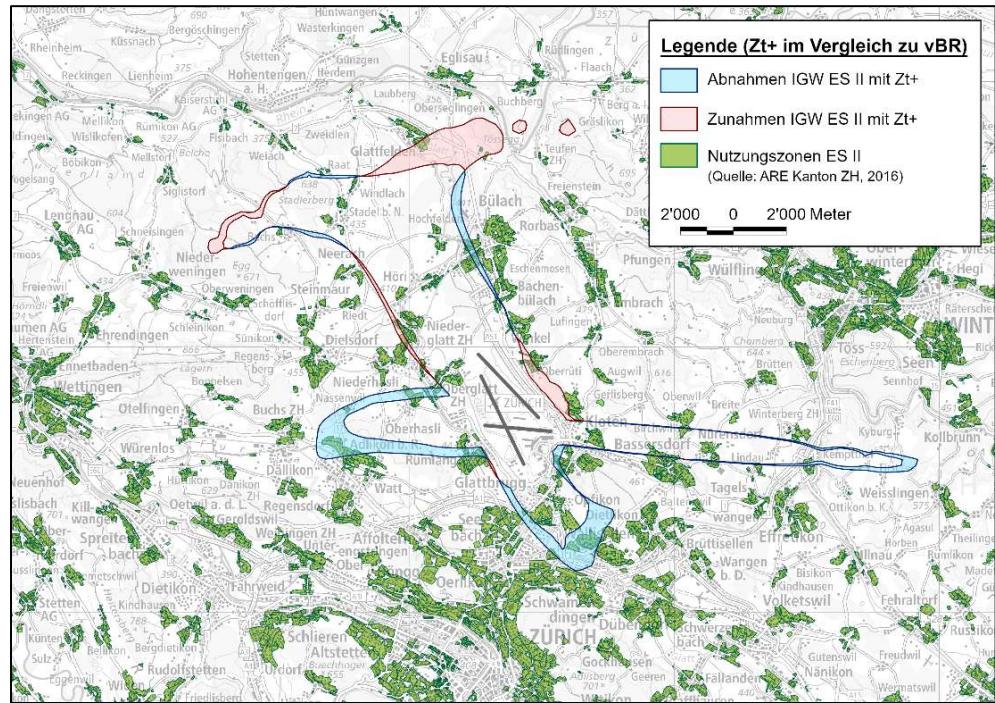


Abbildung 7-12: Lärmbelastung IGW ES II, Umhüllende über alle Tageszeiten, Vergleich Zt+ mit gLä vBR. Karte: Swiss Map Raster 200, Bundesamt für Landestopografie. (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

Die Anzahl Personen über den Grenzwerten (Umhüllende über alle Tageszeiten) als Summe über alle ES liegt beim vBR für alle Grenzwerte (PW, IGW, AW) höher als bei Zt+ (Tabelle 7-5 und Abbildung 7-13).

	gLä vBR	Zt+
AW	7'504	5'495
IGW	64'119	53'413
PW	174'344	161'033

Tabelle 7-5: Anzahl Personen aller ES über den Grenzwerten nach LSV, Umhüllende aus Tag, erster und zweiter Nachtstunde

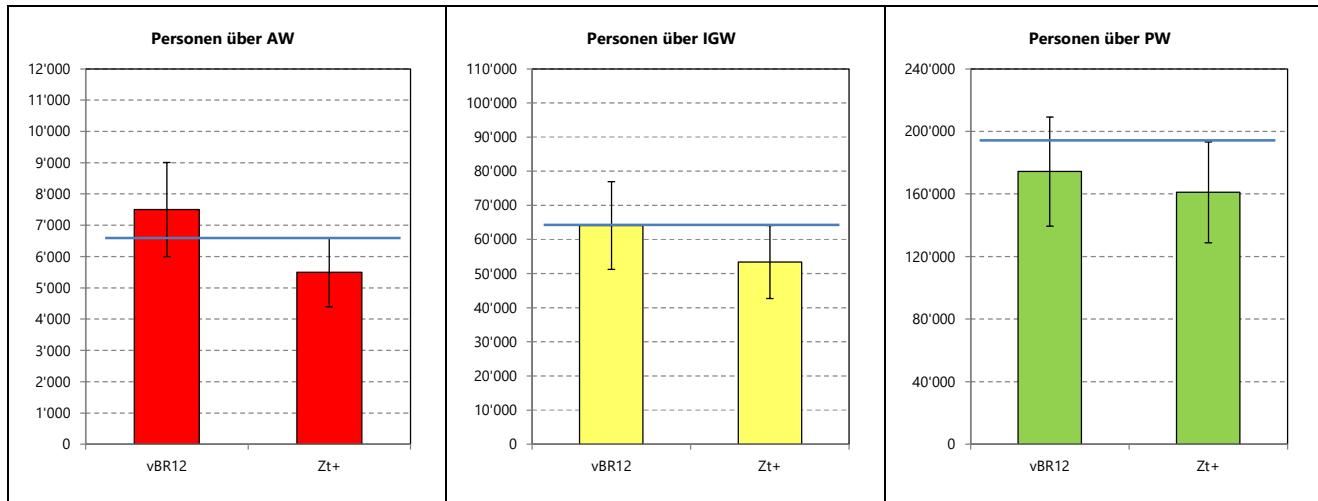


Abbildung 7-13: Anzahl Personen über den Grenzwerten nach LSV, Umhüllende der Belastungen aus Tag, erster und zweiter Nachtstunde (Summe aller ES), Vergleich Zt+ mit gLÄ vBR (Quelle: Empa, Teilbericht 1)

#### 7.4 Vergleich mit dem Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt

Im Zusammenhang mit der Raumplanung ist insbesondere der Vergleich der Grenzwertkurven von Zt+ (IGW ES II) mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen gemäss SIL vom 19. September 2025 von Interesse. Auf Karte 55 im Fachbericht Fluglärm, Teilbericht 1, wird daher die Grenzwertkurve (IGW ES II) des Betriebszustandes Zt+ der Abgrenzungslinie SIL gegenübergestellt.

Zusätzlich werden die Grenzwertkurven von Zt+ mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen Tag und Nacht (Karten 56 bis 58 im Teilbericht 1) verglichen. Es ist ersichtlich, dass die LSV-relevanten Konturen von Zt+ über alle Tageszeiten zum Teil deutlich kleinere Gebiete überstreichen als das Gebiet mit Lärmauswirkungen gemäss SIL. Im Nahbereich des Flughafens (Gebiete Oberglatt, Kloten und Winkel) sind die IGW- (und zum Teil auch PW-) Kurven von Zt+ annähernd deckungsgleich mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen gemäss SIL, liegen aber immer innerhalb desselben.

#### 7.5 Lärmauswirkungen von zehn Massnahmen

Das BR2014/2017 beinhaltet zehn Massnahmen, welche im SIL-Objektblatt festgesetzt sind. Die Lärmauswirkungen dieser Massnahmen sind im Fachbericht Fluglärm, Teilbericht 2, dokumentiert (Beilage 3b zum Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017). Ausgehend vom Betriebszustand Zt+ als Referenz-Szenario (Prognose 2035) werden zehn Szenarien berechnet, in denen jeweils eine Massnahme isoliert betrachtet und deren Lärmauswirkung quantifiziert wird. Dabei werden alle operationellen Grundlagen von Zt+ belassen und nur die Grundlagen der interessierenden Massnahme verändert, d.h. auf den Zustand ohne Massnahme gesetzt (sog. Ceteris Paribus-Methode). Es handelt sich um folgende Einzelmassnahmen:

- Massnahme A: Entflechtung Ostkonzept
- Massnahme B: Lärmoptimierte Abflugrouten ab Pisten 32 und 34
- Massnahme C: Entflechtung Abflugrouten Piste 28
- Massnahme D: Langgezogene Linkskurve Starts Piste 16
- Massnahme E: Neues Bisenkonzept

- Massnahme F: Lockerung der FL80-Regelung
- Massnahme G: Aufhebung der Minimumhöhe für den A340
- Massnahme H: Öffnung der Startpiste 28 von 21 bis 22 Uhr als 2. Startpiste
- Massnahme I: Aufhebung gegenläufiger Betrieb von 06 bis 07 Uhr bei Nebel
- Massnahme K: Öffnung der Startpiste 28 nach 22 Uhr bei Nebel

Die Fluglärmelastungen der zehn Einzelmaßnahmen werden in Form von Karten und durch Quantifizierung der betroffenen Personen und Flächen dargestellt (Beilage 3b).

Die von der GIS-Fachstelle der FZAG ermittelten Zahlen zeigen, wie viele Personen im Prognosejahr 2035 von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind – jeweils im Vergleich zwischen dem Betriebszustand Zt+ ohne und mit Massnahme (Tabelle 7-6). Insgesamt zeigt sich, dass durch die Umsetzung der Einzelmaßnahmen im Betriebszustand Zt+ in der 2. Nachtstunde deutlich weniger Personen von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind als ohne die Massnahmen, während am Tag und in der 1. Nachtstunde zum Teil weniger und zum Teil etwas mehr Personen betroffen sind. Die Abnahmen in der 2. Nachtstunde sind zum einen auf kleinere Flächen der Grenzwertkurven, zum anderen auf deren günstigere Lage in Bezug auf besiedelte Gebiete zurückzuführen. Insgesamt tragen die Einzelmaßnahmen dazu bei, die Lärmelastung für die Bevölkerung, insbesondere in der zweiten Nachtstunde, zu reduzieren.

Massnahme	Summe ES II bis IV					
	Tag		1. Nachtstunde		2. Nachtstunde	
	PW	IGW	PW	IGW	PW	IGW
Massnahme A: Entflechtung Ostkonzept	+90	+43	-7'208	-2'357	-7'038	-1'855
Massnahme B: Lärmoptimierte Abflugrouten ab Pisten 32 und 34	+120	+25	+3'072	+1'599	-965	-347
Massnahme C: Entflechtung Abflugrouten Piste 28	-2'900	+106	-20'899	-7'724	-34'950	-14'213
Massnahme D: Langgezogene Linkskurve Starts Piste 16	-731	-525	-5'665	-1'641	-13'006	-3'881
Massnahme E: Neues Bisenkonzept	-215	-518	-2'869	-817	-13'935	-3'461
Massnahme F: Lockerung der FL80-Regelung	-	-	+1'713	-244	-3'688	-34
Massnahme G: Aufhebung der Minimumhöhe für den A340	-3	-73	+1'637	+533	-5'918	-3'287
Massnahme H: Öffnung der Startpiste 28 von 21 bis 22 Uhr als 2. Startpiste	+74	+103	-4'056	-1'844	-672	-922
Massnahme I: Aufhebung gegenläufiger Betrieb von 06 bis 07 Uhr bei Nebel	-	-	+140	+22	-3'654	-1'200
Massnahme K: Öffnung der Startpiste 28 nach 22 Uhr bei Nebel	-	-	+1'441	+90	-1'694	-1'802

**Tabelle 7-6: Anzahl Personen über dem PW und IGW ES II bis IV, Differenz im Betriebszustand Zt+ mit Massnahme minus Zt+ ohne Massnahme für den Tag (06–22 Uhr), 1. Nachtstunde (22–23 Uhr) und 2. Nachtstunde (23–24 Uhr): Abnahmen (grüne Schrift) und Zunahmen (rote Schrift) (Quelle: Empa, Teilbericht 2)**

## 7.6 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

### 7.6.1 Bestehende Massnahmen

Am Flughafen Zürich bestehen seit langem verschiedene Massnahmen im Zusammenhang mit dem Fluglärm. Die bestehenden emissionsbegrenzenden Massnahmen werden weitergeführt. Die FZAG trifft laufend alle technisch und betrieblich möglichen sowie wirtschaftlich tragbaren Massnahmen, um die Fluglärmbelastung zu reduzieren.

#### Lärmreduktion an der Quelle

- Ersatz von vierstrahligen Jets durch zweistrahlig Flugzeuge mit besseren Steigleistungen. Diese Massnahme bewirkt vor allem in der entfernter Umgebung des Flughafens eine Verbesserung.
- Weiterführung des Lärmgebührenmodells mit erhöhten Tagesrand- und Nachtzuschlägen für Flüge zwischen 21.00 und 07.00 Uhr (Erhöhung seit 11. September 2019 in Kraft).
- Beschränkung der Slotvergabe im Nachtflugbetrieb mit Verfügung vom 23. Juli 2018 (Slotfreeze seit 1. Januar 2019 in Kraft).

#### Lärmindernde Flugverfahren

- Starts und Landungen am Morgen erst ab 06.00 Uhr zulässig. Einschränkung der Betriebszeit auf 23.30 Uhr.
- Einhaltung der Abflugverfahren gemäss ICAO NADP 1 (Noise Abatement Departure Procedure 1).
- Einhaltung der Abflugrouten bis 5'000 ft am Tag und – gemäss vorliegendem Gesuch in modifizierter Form – Flight Level 80 (8'000 ft) in der Nacht.
- Landeanflug als Continuous Descent Approach (kontinuierlicher Sinkflug), was eine reduzierte Triebwerkleistung ermöglicht.
- Vermeidung von Schubumkehr mit voller Leistung ausser bei Vorliegen von Sicherheitsgründen.
- Flugwegüberwachung zur Erkennung von systematischen Abweichungen von vorgegebenen Routen.

#### Sanierungsmassnahmen

- Weiterführung des laufenden Schallschutzprogramms (Einbau von Schallschutzfenstern, Schalldämmlüftern oder automatischen Fensterschliessmechanismen bei Nachtlärm, Beiträge für Dach- und Fassadendämmungen) im Bereich der IGW-Überschreitungen.
- Einbau von Schalldämmlüftern oder automatischen Fensterschliessmechanismen im Bereich des Schutzkonzeptes Süd.

### 7.6.2 Vorgesehene Massnahme

#### Anpassung Lärmgebühren

Neu vorgesehen ist die mit Verfügung des BAZL vom 31. März 2025 genehmigte Anpassung des Lärmgebührenmodells (spätestens per 1. Januar 2027 in Kraft):

- Neueinteilung der Lärmklassen
- Erhöhung der Tageslärmgebühren
- Erhöhung der Tagesrand- und Nachtzuschläge für Starts zwischen 23.00 und 23.15 Uhr und zwischen 23.15 und 23.30 Uhr sowie für Landungen zwischen 23.15 und 23.30 Uhr

Als zweiter Schritt sieht das SIL-Objektblatt vor, die Lärmzuschläge ab 23.00 Uhr für Starts von Flugzeugen der Lärmklasse 2 (gemäß Lärmklasseneinteilung 2024) bis 2033 um den Faktor drei zu erhöhen.

Erweiterung Schallschutz-  
programm

– Erweiterung des Schallschutzprogramms im Bereich der IGW-Überschreitungen auf die neuen Gebiete.

### 7.6.3 Weitergehende Massnahmen

Flugzeuggrenzwerte

Die FZAG engagiert sich im Rahmen der internationalen Aktivitäten von CAEP (Umweltkomitee der ICAO) dafür, dass die Zertifizierungswerte für Flugzeuge entsprechend der neuen Technologien regelmässig reduziert werden. Der neuste Standard (Chapter 14) wurde 2014 beschlossen und ist seit 2017 wirksam.

Vollzug und Controlling

Das aktuelle Flugweg- und Fluglärmüberwachungssystem ist seit Anfang 2025 in Betrieb. Dieses System verknüpft die Lärm- und Wetterdaten der 14 permanenten Messstellen mit Positionsdaten der Flugzeuge und den flughafeninternen Flugplandaten. Gleichzeitig werden die Messstellen ständig überwacht. Die Resultate der Messungen werden monatlich im Lärmbulletin publiziert. Weiter werden für jede Messstelle durchschnittliche Spitzenpegel pro Flugzeugtyp ermittelt. Diese bilden die Basis für die Berechnungen des Lärmgebührenmodells, welches die Fluggesellschaften dazu anhalten soll, mit möglichst lärmgünstigen Flugzeugtypen nach Zürich zu fliegen.

## 7.7 Erleichterungsanträge

Die FZAG beantragt beim BAZL gestützt auf die Fluglärmberechnungen gemäss Fachbericht Fluglärm der EMPA (siehe Beilage 3b zum Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017), die zulässigen Lärmimmissionen (und den Schallschutzperimeter) festzulegen und basierend auf den Karten in Beilage 4 die Anpassung der gewährten Erleichterungen für die Überschreitung des IGW und des AW der ES II bis IV sowohl für den Lärm am Tag als auch den Lärm in der 1. und 2. Nachtstunde zu genehmigen. Die roten Gebiete betreffen die neu von IGW- bzw. AW-Überschreitungen betroffenen Gebiete, die grünen Flächen können aus den Gebieten mit Erleichterungen entlassen werden.

In Beilage 5 sind die Karten im Massstab 1: 5'000 für diejenigen Gemeinden enthalten, die in Bauzonen von neuen IGW-Überschreitungen betroffen sind. Basierend auf dem rechtskräftig genehmigten Lärm müssen ebenfalls der Lärmelastungskataster und der Perimeter des Schallschutzprogramms 2015 angepasst werden.

## 7.8 Beurteilung

Die Auswertungen der Anzahl der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Personen zeigen, dass diese von Z0 zu Zt aufgrund des prognostizierten Verkehrswachstums und der sich zuspitzenden Verspätungssituation zunimmt. Dagegen zeigt der Vergleich von Zt+ mit Zt, dass durch die mit dem BR2014/2017 beantragten betrieblichen Änderungen die Anzahl der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Personen insgesamt abnimmt, namentlich durch die neuen Routenführungen und die daraus resultierende verbesserte Pünktlichkeit.

Der Vergleich der Grenzwertkurven von Zt+ mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen gemäss SIL vom 19. September 2025 zeigt, dass der Sachplan eingehalten wird, indem die LSV-relevanten Konturen von Zt+ über alle Tageszeiten zum Teil deutlich kleinere Gebiete überstreichen als das Gebiet mit Lärmauswirkungen gemäss SIL. Im Nahbereich des Flughafens (Gebiete Oberglatt, Kloten und Winkel) sind die IGW- (und zum Teil auch PW-) Kurven von Zt+ annähernd deckungsgleich mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen gemäss SIL, liegen aber immer innerhalb desselben.

Das BR2014/2017 beinhaltet zehn Massnahmen, welche im SIL-Objektblatt festgesetzt sind. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch die Umsetzung der Einzelmassnahmen insbesondere in der zweiten Nachtstunde deutlich weniger Personen von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind als ohne die Massnahmen. Diese Reduktion ist zum einen auf kleinere Flächen der Grenzwertkurven, zum anderen auf deren günstigere Lage in Bezug auf besiedelte Gebiete zurückzuführen. Dabei kann es zwar lokal zu einer Verschiebung der Belastung und zu neuen Betroffenen kommen – insgesamt zeigen die Ergebnisse jedoch das Potenzial der Einzelmassnahmen zur Verbesserung der Lärmsituation, insbesondere in der Nacht.

Mit den vorgesehenen Massnahmen inklusive der beantragten Erleichterungen können die Vorschriften zum Schutz der Umwelt eingehalten werden.

## 8. Betriebslärm

### 8.1 Grundlagen

#### 8.1.1 Gesetzliche Grundlagen

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983 (SR 814.01).
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (SR 814.41).
- Vollzugshilfe "Ermittlung und Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm", Umwelt-Vollzug, BAFU, Stand 2024.
- Leitfaden Fluglärm, Vorgaben für die Lärmermittlung, Umwelt-Vollzug Nr. 1625, BAFU/BAZL/GS VBS, 2021.

#### 8.1.2 UVB-Fachbericht

- Betriebsreglementsänderung 2014/2017, Ergänztes Gesuch, Fachbericht Betriebslärm zum UVB, FZAG, 26. September 2025 (Beilage 3c).

#### 8.1.3 Beurteilungsgrundlagen

Belastungsgrenzwerte

Die Lärmschutz-Verordnung (LSV) legt für Industrie- und Gewerbelärm (Anhang 6 LSV) – nachfolgend als Betriebslärm bezeichnet – folgende Belastungsgrenzwerte fest (Tabelle 8-1).

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43 LSV)	Planungswert L <sub>r</sub> in dB(A)		Immissionsgrenzwert L <sub>r</sub> in dB(A)		Alarmwert L <sub>r</sub> in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
ES II*	55	45	60	50	70	65
ES III*	60	50	65	55	70	65
ES IV	65	55	70	60	75	70

\* Bei Räumen in Betrieben (z.B. Büros) gelten um 5 dB(A) höhere Planungs- und Immissionsgrenzwerte.

**Tabelle 8-1: Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm**

Als Betriebslärm gilt neben dem Lärm des Güterumschlags (Anhang 6 Ziff. 1 Abs. 1 Bst. b LSV) auch der Lärm von Reparaturwerkstätten, Unterhaltsbetrieben und ähnlichen Betriebsanlagen auf zivilen Flugplätzen (Anhang 5 Ziff. 1 Abs. 5 LSV) wie auch des Rollverkehrs<sup>10</sup> der Flugzeuge zu und von der Startbahn (Taxiing) und von Hilfs-triebwerken (APU).

#### Lärmrechtliche Einordnung

Wird eine bestehende ortsfeste Anlage geändert, so müssen die Lärmemissionen der neuen oder geänderten Anlageteile so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist (Art. 8 Abs. 1 LSV). Wird die Anlage wesentlich geändert, so müssen die Lärmemissionen der gesamten Anlage mindestens so weit begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte (IGW) nicht überschritten werden (Art. 8 Abs. 2 LSV). Als wesentliche Änderungen ortsfester Anlagen gelten Umbauten, Erweiterungen und Änderungen des Betriebs, wenn zu erwarten ist, dass die Anlage selbst oder die Mehrbeanspruchung bestehender Verkehrsanlagen wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugen (Art. 8 Abs. 3 LSV).<sup>11</sup>

#### Erleichterungen

Können bei neuen oder wesentlich geänderten öffentlichen oder konzessionierten ortsfesten Anlagen die massgebenden Belastungsgrenzwerte nicht eingehalten werden, so können für die betroffenen Liegenschaften gestützt auf Art. 25 USG Erleichterungen gewährt werden. Zudem ist der Anlagehalter gemäss Art. 25 Abs. 3 USG verpflichtet, die betroffenen Gebäude durch Schallschutzfenster oder ähnliche bauliche Massnahmen vor Lärm zu schützen.

#### Zeitliche Abgrenzung

Die Beurteilungspegel werden getrennt für den Tag (07.00–19.00 Uhr) und die Nacht (19.00–07.00 Uhr) ermittelt.

#### 8.1.4 Berechnungsgrundlagen

##### Lärmquellen

Für die Ermittlung und Beurteilung der Betriebslärmbelastung werden folgende Emissionsquellen nach Anhang 6 Ziff. 1 LSV berücksichtigt:

- Anlage der Industrie: GPU, Triebwerkprobeläufe
- Güterumschlag: Abfertigungsgeräte
- Verkehr auf dem Betriebsareal: Roll- und Werkverkehr, APU, Ein- und Ausfahrten der Parkierungsanlagen
- Parkhäuser und Parkplätze: Parkierungsanlagen

<sup>10</sup> Vgl. Leitfaden Fluglärm, Vorgaben für die Lärmermittlung, Umwelt-Vollzug Nr. 1625, BAFU/BAZL/GS VBS, 2021.

<sup>11</sup> Als wahrnehmbar stärker gilt eine projektbedingte Zunahme des Beurteilungspegels von mehr als 1 dB(A).

Die Berechnungskonfiguration, das detaillierte Mengengerüst und die Beschreibung der Emissionsquellen können dem Fachbericht Betriebslärmberechnung entnommen werden (Beilage 3c zum Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017).

#### Empfindlichkeitsstufen

Unterschiedliche Nutzungszonen, z.B. Wohngebiete oder Industriegebiete, werden in vier Empfindlichkeitsstufen (ES) eingeteilt. Die ES sind in den Bau- und Zonenordnungen der Gemeinden festgelegt. Die Immissionsorte im Untersuchungsperimeter liegen in Wohnzonen bzw. Zonen für öffentliche Bauten der ES II oder in Wohn- und Gewerbezonen der ES III. Einzig das Flughafengefängnis befindet sich in der Industriezone (ES IV), in der stark störende Betriebe zugelassen sind.

#### 8.1.5 Untersuchungsperimeter

##### Perimeter Betriebslärmberechnung

Der Untersuchungsperimeter umfasst ein Rechteck von 42 km<sup>2</sup> (vgl. Abbildung 8-1). Für die topografische Modellierung werden Höhenlinien mit 5 m Äquidistanz aus dem Geländemodell von swisstopo verwendet. Das Flughafenareal befindet sich grösstenteils auf 420 m ü.M.

##### Immissionsorte

Die Lage der Immissionspunkte (IP 01–IP 21) ist aus Abbildung 8-1 und Anhang A im Fachbericht Betriebslärmberechnung (Beilage 3c) ersichtlich.

#### 8.1.6 Methodik

##### Emissionen

Die Angaben zum Quellenmodell der luftfahrzeuggebundenen Emissionsquellen stammen aus der deutschen Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (2008) sowie der Methodik zur Ermittlung der Geräuschimmissionen bei Triebwerkprobeläufen (2009). Bei den nicht-luftfahrzeuggebundenen Emissionsquellen werden die Angaben aus dem Berechnungsmodell für Strassenlärmberechnung (SonRoad) verwendet (BAFU, 2004). Die Emissionen von Parkierungsanlagen werden anhand der Parkplatzlärmberechnung des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz (2007) beschrieben.

Die Lärmemissionen werden als bewegte oder stationäre Punktschallquellen modelliert und teilweise als Flächenquellen zusammengefasst.

##### Pegelkorrekturen

Für GPU, Standläufe und Abfertigungsgeräte wird eine Pegelkorrektur K1 von 5 dB angenommen, für Parkierungsanlagen wird in der Nacht ein Wert von 5 und am Tag wie auch für alle anderen Quellen ein Wert von 0 verwendet. An den Immissionspunkten sind weder ton- (K2) noch impulshaltige (K3) Geräusche des Betriebs hörbar, ausser bei den Standorten, welche nahe an einer ungedeckten Parkierungsanlage liegen. Hier ist der Impulsgehalt durch das Ein- und Ausparkieren sowie das Türenschliessen deutlich wahrnehmbar. Deshalb wird bei den Parkierungsanlagen eine Pegelkorrektur K3 von 4 dB vorgenommen.

##### Immissionen

Die Betriebslärmberechnung erfolgt mit dem Programm CadnaA Version 2023. Anstelle der im Programm standardmäßig verwendeten Höhe der Immissionspunkte von 4 m über Grund wird die Betriebslärmbelastung auf 12 m Höhe berechnet. Dies entspricht der maximal zulässigen Gebäudehöhe in den Bau- und Zonenordnungen der meisten Anliegergemeinden.

Genauigkeit der Betriebslärm-berechnung

Die Genauigkeit der Betriebslärmberechnungen ist abhängig von den Verkehrsprognosen und den getroffenen Annahmen zu Flottenentwicklung (Flugzeuge und Fahrzeuge), Quellenmodell und Schallausbreitung. Diese wurden so gewählt, dass die Lärmbelastung tendenziell überschätzt wird, je nach Immissionspunkt um bis zu 2.3 dB.

## 8.2 Ist-/Ausgangszustand

Lärmimmissionen Ist-Zustand (2023)

Im Ist-Zustand Z0 (2023) sind die IGW an sämtlichen Immissionspunkten eingehalten. Die höchste Betriebslärmbelastung in der Wohnzone besteht in Kloten an der Neubrunnenstrasse 57 (IP 10) mit 54 dB(A) am Tag und 50 dB(A) in der Nacht. Der IGW am Tag wird um 6 dB unterschritten, der IGW in der Nacht wird gerade eingehalten. In der Gewerbezone wird die höchste Belastung tagsüber in Kloten an der Schaffhauserstrasse 176 (IP 06) und am Gärtnerweg 9 (IP 08) mit 55 dB(A) sowie nachts in Glattbrugg an der Flughofstrasse 37 (IP 13) mit 50 dB(A) erreicht. Die höchste Belastung tags besteht beim Flughafengefängnis (IP 14) mit 56 dB(A).

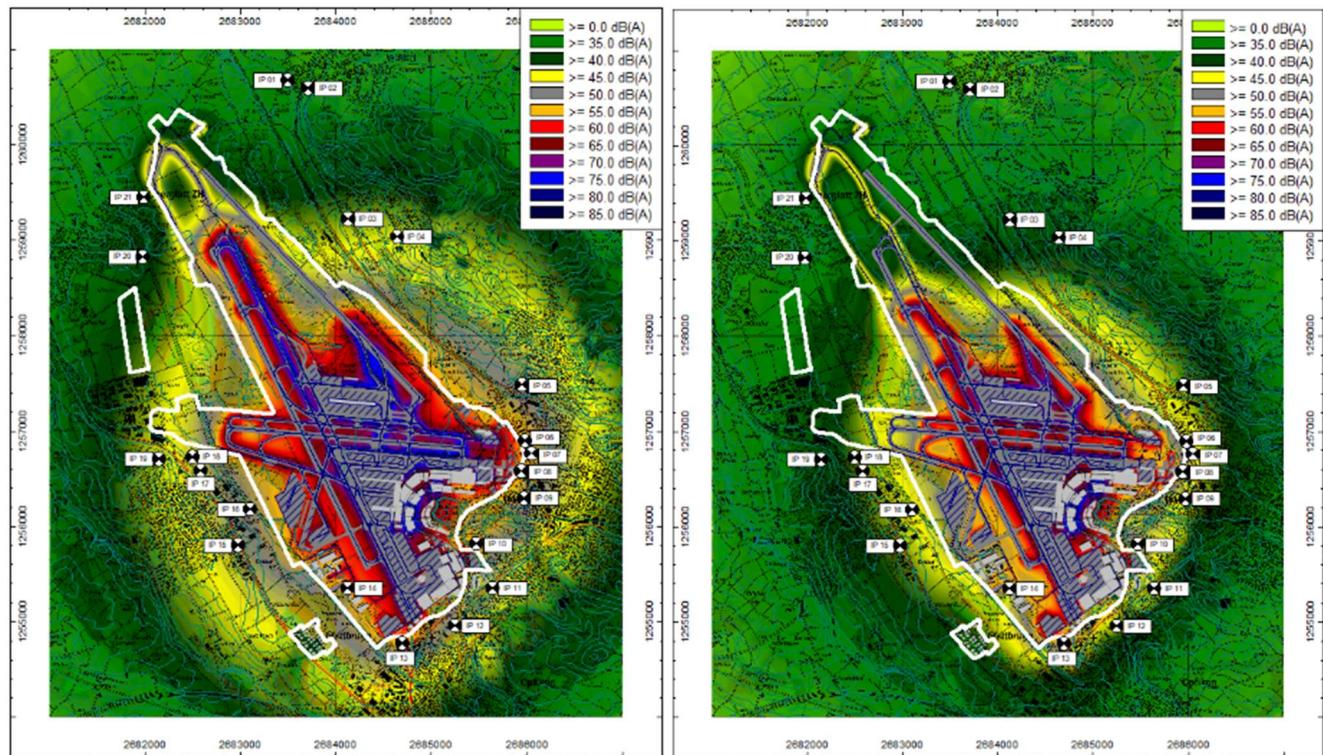


Abbildung 8-1: Beurteilungspegel Lr im Ist-Zustand Z0, Tag (links) und Nacht (rechts) (Quelle: FZAG)

Lärmimmissionen Ausgangs-zustand (2035)

Im Ausgangszustand Zt (2035) werden die IGW in der Nacht an den IP 06, 07, 08 und 10 überschritten. Am Tag werden die IGW überall eingehalten. Die höchste Betriebslärmbelastung tagsüber wird in Kloten (IP 06–IP 08) mit über 60 dB(A) verzeichnet. Die höchste Belastung tagsüber in der Wohnzone findet sich an der Neubrunnenstrasse 57 in Kloten (IP 10) mit 54 dB(A) und in der Gewerbezone an der Schaffhauserstrasse 176 (IP 06) mit 64 dB(A). Nachts erreicht die Belastung an der Schaffhauserstrasse 176 (IP 06) 60 dB(A). In der Wohnzone wird die höchste Belastung nachts an der Neubrunnenstrasse 57 (IP 10) mit 51 dB(A) verzeichnet.

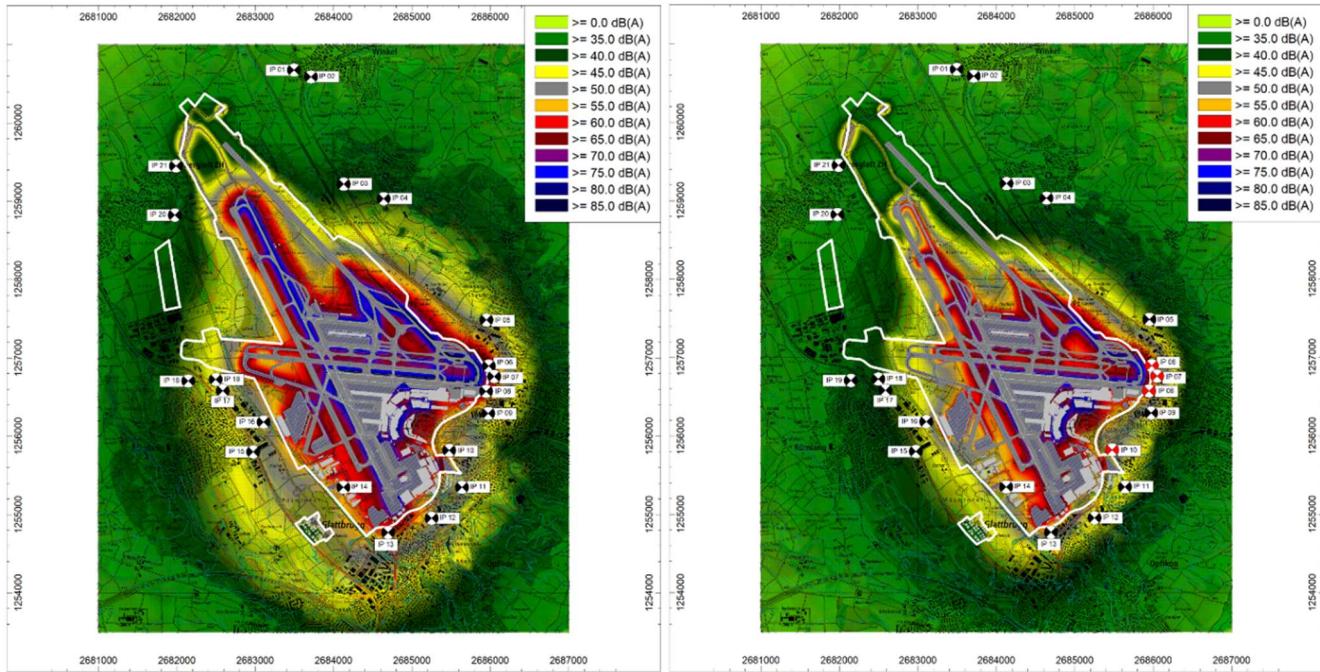


Abbildung 8-2: Beurteilungspegel Lr im Ausgangszustand Zt, Tag (links) und Nacht (rechts) (Quelle: FZAG)

### 8.3 Auswirkungen im Betriebszustand

Flugbetrieb inkl. Rollverkehr

Die Auswirkungen des veränderten Rollverkehrs auf die Betriebslärmbelastung wurden durch die FZAG, Abteilung Lärmmanagement, ermittelt. Die Untersuchungen sind im Fachbericht Betriebslärm dokumentiert (Beilage 3c zum Gesuch Betriebsreglementsänderung 2014/2017).

Lärmimmissionen Betriebszustand (2035)

Im Betriebszustand Zt+ (2035) wird die höchste Betriebslärmbelastung weiterhin in Kloten in der Gewerbezone an der Schaffhauserstrasse 176 (IP 06) mit 64 dB(A) am Tag und 60 dB(A) in der Nacht verzeichnet. In der Wohnzone wird die höchste Belastung an der Neubrunnenstrasse 57 (IP 10) mit 54 dB(A) tags und 51 dB(A) nachts erreicht.

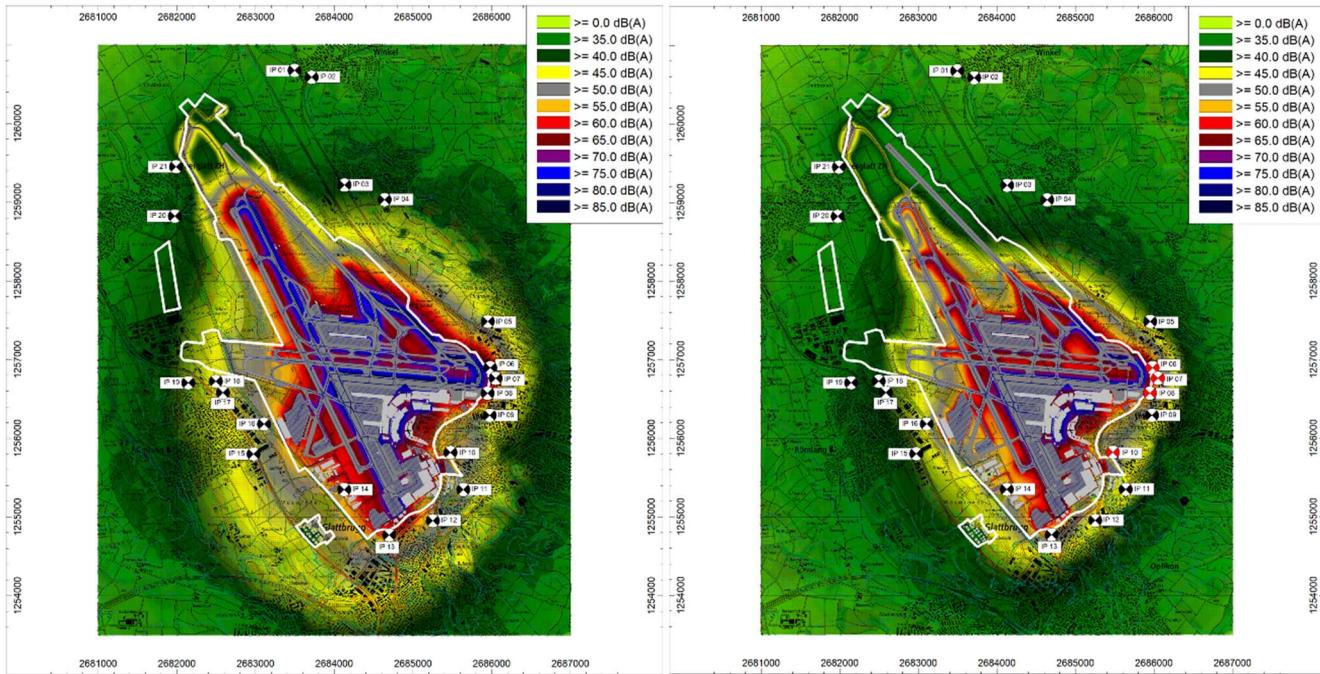


Abbildung 8-3: Beurteilungspegel Lr im Betriebszustand Zt+, Tag (links) und Nacht (rechts) (Quelle: FZAG)

Veränderung Ausgangs- zu Betriebszustand

Durch die Betriebsreglementsänderung bleibt die Betriebslärmbelastung im Vergleich zum Ausgangszustand am Tag bei der Mehrzahl der Immissionspunkte gleich oder nimmt um maximal 0.2 dB zu. In der Nacht bleiben die Immissionen gleich oder nehmen um bis zu 0.4 dB ab.

IGW-Überschreitungen

Die im Ausgangszustand vorhandenen IGW-Überschreitungen in der Nacht an den IP 06 bis 08 und 10 bleiben im Betriebszustand bestehen (Tabelle 8-2). Es ergeben sich keine zusätzlichen IGW-Überschreitungen. Die IGW am Tag bleiben überall eingehalten.

IP	Gemeinde	Strasse	ES	Lr in dB(A)				IGW	
				Tag		Nacht		Tag	Nacht
				Zt	Zt+	Zt	Zt+		
IP 06	Kloten	Schaffhauserstr. 176	III	64.2	64.1	60.1	59.9	65	55
IP 07	Kloten	Lufingerstr. 2	III	60.1	60.1	56.1	55.9	65	55
IP 08	Kloten	Gärtnerweg 9	III	61.6	61.6	57.6	57.4	65	55
IP 10	Kloten	Neubrunnenstr. 57	II	54.1	54.1	50.9	50.8	60	50

Tabelle 8-2: Beurteilungspegel Lr im Ausgangszustand Zt und Betriebszustand Zt+, Immissionspunkte mit IGW-Überschreitungen (Quelle: FZAG)

Anhand der Berechnungen werden die Beurteilungspegel 60, 65 und 70 dB(A) am Tag und 50, 55 und 60 dB(A) in der Nacht als Isolinien dargestellt (Abbildung 8-4 und Anhang A im Fachbericht Betriebslärm). Diese entsprechen den IGW der ES II, III und IV. Der Vergleich der IGW-Kurven zeigt eine deutliche Ausweitung der Lärmbelastung in

Kloten und Glattbrugg vom Ist- zum Ausgangszustand. Die Veränderungen vom Ausgangs- zum Betriebszustand sind dagegen marginal.

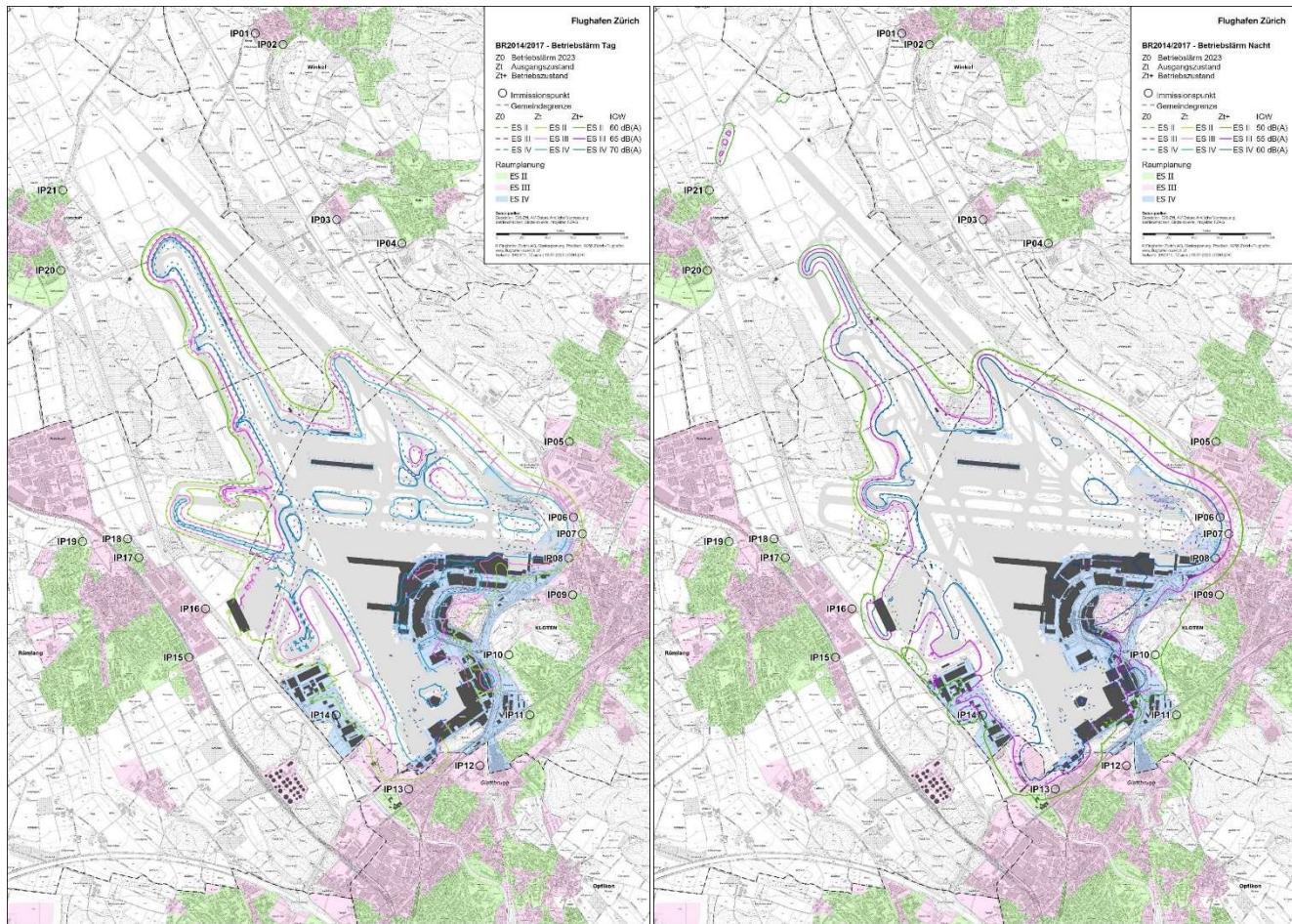


Abbildung 8-4: Vergleich der Isolinien ES II bis IV im Ist-Zustand Z0, Ausgangszustand Zt und Betriebszustand Zt+, Tag (links) und Nacht (rechts) (Quelle: FZAG)

Die IGW-Überschreitungen in der Nacht an den IP 06 bis 08 sind auf die Umrollung Piste 28 zurückzuführen. Für die Gebiete, die durch die Umrollung von IGW-Überschreitungen betroffen sind, hat die FZAG im Plangenehmigungsgesuch Umrollung Piste 28 Erleichterungen beantragt. Das Verfahren ist hängig. Die entsprechenden Überschreitungen sind nicht Gegenstand des vorliegenden Verfahrens.

Die IGW-Überschreitungen in der Nacht am IP 10 sind auf die Verlagerung von Flugzeugen von den Standplätzen der Sektoren 1 bis 9 (welche mit der Umrollung wegfallen) auf die Standplätze Tango zurückzuführen. Sie sind ebenfalls nicht Gegenstand des vorliegenden Verfahrens.

#### 8.4 Vergleich mit dem genehmigten Lärm und dem Lärm Umrollung 28

Der Betriebslärm in den Zuständen Zt und Zt+ basiert auf infrastruktureller Ebene auf allen bis 31. August 2025 genehmigten oder beantragten Gebäuden und Nutzungsänderungen. Mit der Plangenehmigung zur Nutzungsänderung der Zone West vom 9. November 2023 hat das UVEK die zulässigen Betriebslärmmissionen für den

Flughafen Zürich festgelegt. Die Beurteilungspegel im Betriebszustand Zt+ an den Immissionspunkten mit IGW-Überschreitungen werden mit diesem Zustand verglichen. Da der rechtskräftig genehmigte Lärm (gLä) die Umrollung Piste 28 nicht umfasst (Stand 31. August 2025), wird zum Vergleich der noch nicht rechtskräftig genehmigte Lärm (U28) herangezogen (Tabelle 8-3).

IP	Gemeinde	Strasse	ES	Lr Nacht in dB(A)			
				gLä	U28	Zt+	IGW
IP 06	Kloten	Schaffhauserstr. 176	III	44.3	58.3	59.9	55
IP 07	Kloten	Lufingerstr. 2	III	44.3	54.4	55.9	55
IP 08	Kloten	Gärtnerweg 9	III	48.4	56.3	57.4	55
IP 10	Kloten	Neubrunnenstr. 57	II	50.4*	49.3	50.8	50

\* IGW-Überschreitung mit rechtskräftiger Plangenehmigung zur Nutzungsänderung der Zone West vom 9. November 2023 genehmigt.

**Tabelle 8-3: Vergleich Beurteilungspegel Lr Nacht im Betriebszustand Zt+ mit dem genehmigten Lärm (gLä) und dem noch nicht rechtskräftig genehmigten Lärm (U28), IGW-Überschreitungen grau hinterlegt (Quelle: FZAG)**

In Kloten nimmt die Betriebslärmbelastung in Zt+ in der Nacht im Vergleich zum genehmigten Lärm (gLä) und in geringerem Mass auch zum Lärm U28 zu. Die Lärmerhöhung an den IP 06 bis 08 gegenüber dem genehmigten Lärm ist auf den veränderten Flottenmix und die Umrollung Piste 28 zurückzuführen. Der IGW der ES III wird am IP 06 um 4.9 dB, am IP 07 um 0.9 dB und am IP 08 um 2.4 dB überschritten.

Am IP 10 ist die Lärmerhöhung in Zt+ auf die höhere Auslastung der Standplatzgruppe Tango zurückzuführen. Im Verfahren "Projektänderung Standplätze Tango, Nutzungsänderung Stands 52-55" wurden für das betroffene Siedlungsgebiet in Kloten bereits Erleichterungen von rund 1 dB beantragt. Der IGW der ES II am IP 10 wird um 0.8 dB überschritten.

Abbildung 8-5 und Anhang A im Fachbericht Betriebslärm (Beilage 3c) vergleichen den Lärm im Betriebszustand Zt+ mit dem rechtskräftig genehmigten Lärm (gLä) und dem noch nicht rechtskräftig genehmigten Lärm (U28).

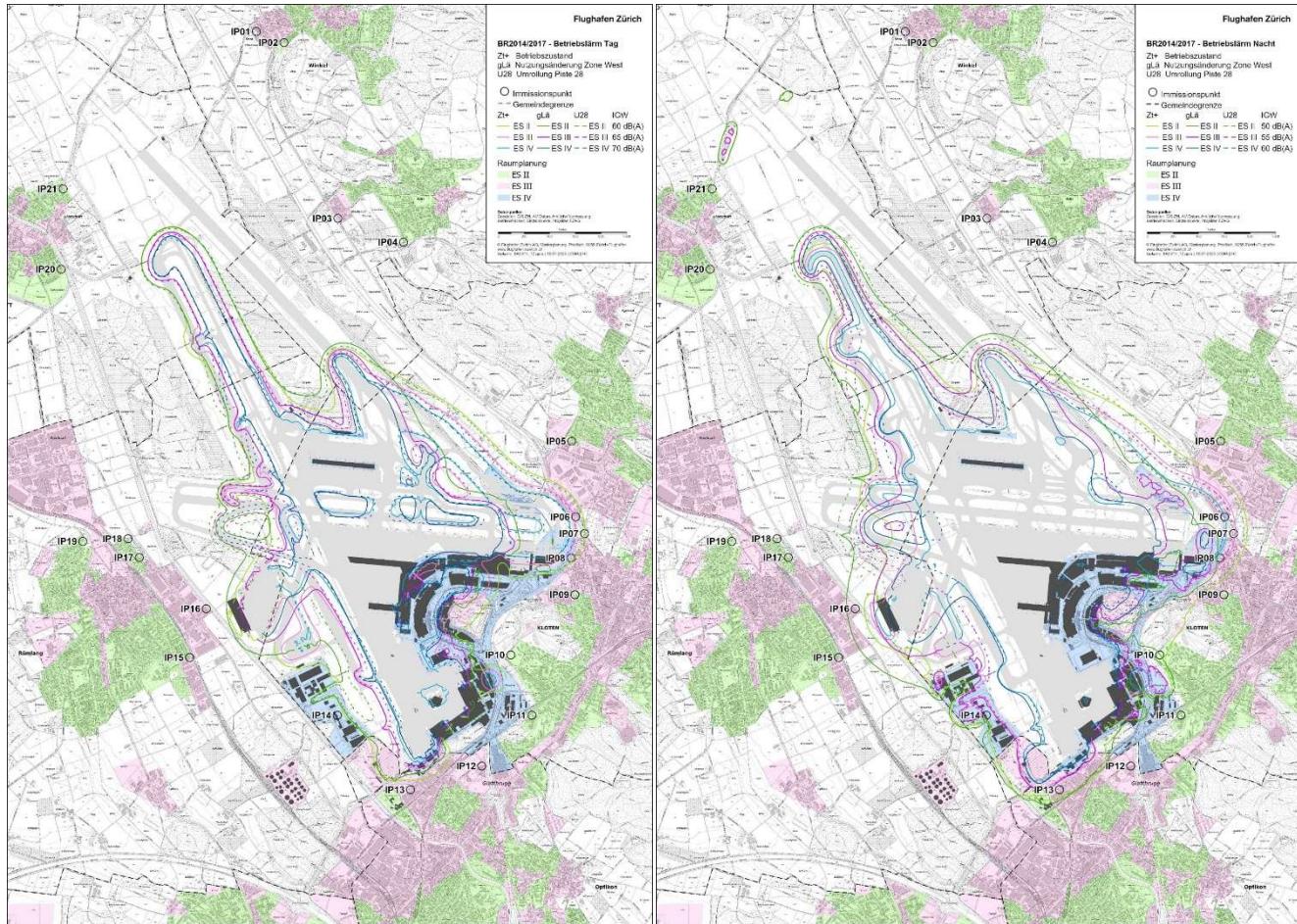


Abbildung 8-5: Vergleich der Isolinien ES II bis IV im Betriebszustand Zt+ mit dem genehmigten Lärm (gLä) und dem noch nicht rechtskräftig genehmigten Lärm (U28), Tag (links) und Nacht (rechts) (Quelle: FZAG)

### 8.5 Erleichterungsanträge

Für das Gebiet der ES II (IP 10) bzw. III (IP 06–IP 08) in Kloten, das neu von IGW-Überschreitungen in der Nacht betroffen ist, werden basierend auf den Karten in Abbildung 8-6 und Anhang A im Fachbericht Betriebslärm (Beilage 3c) Erleichterungen beantragt. Im Hauptantrag wird die Differenz zu den bereits in anderen Verfahren gestellten Erleichterungsanträgen beantragt. Eventualiter, d.h. für den Fall, dass die bereits beantragten Erleichterungen nicht in Rechtskraft erwachsen, werden für die zusätzlichen IGW-Überschreitungen Erleichterungen beantragt.

Die von IGW-Überschreitungen in der Nacht betroffenen Gebäude sind auch von IGW-Überschreitungen durch den Fluglärm betroffen. Sie liegen im Perimeter des Schallschutzprogramms 2015 (vgl. Kapitel 7.7). Daher ist keine Erweiterung des Schallschutzprogramms aufgrund des Betriebslärms erforderlich.

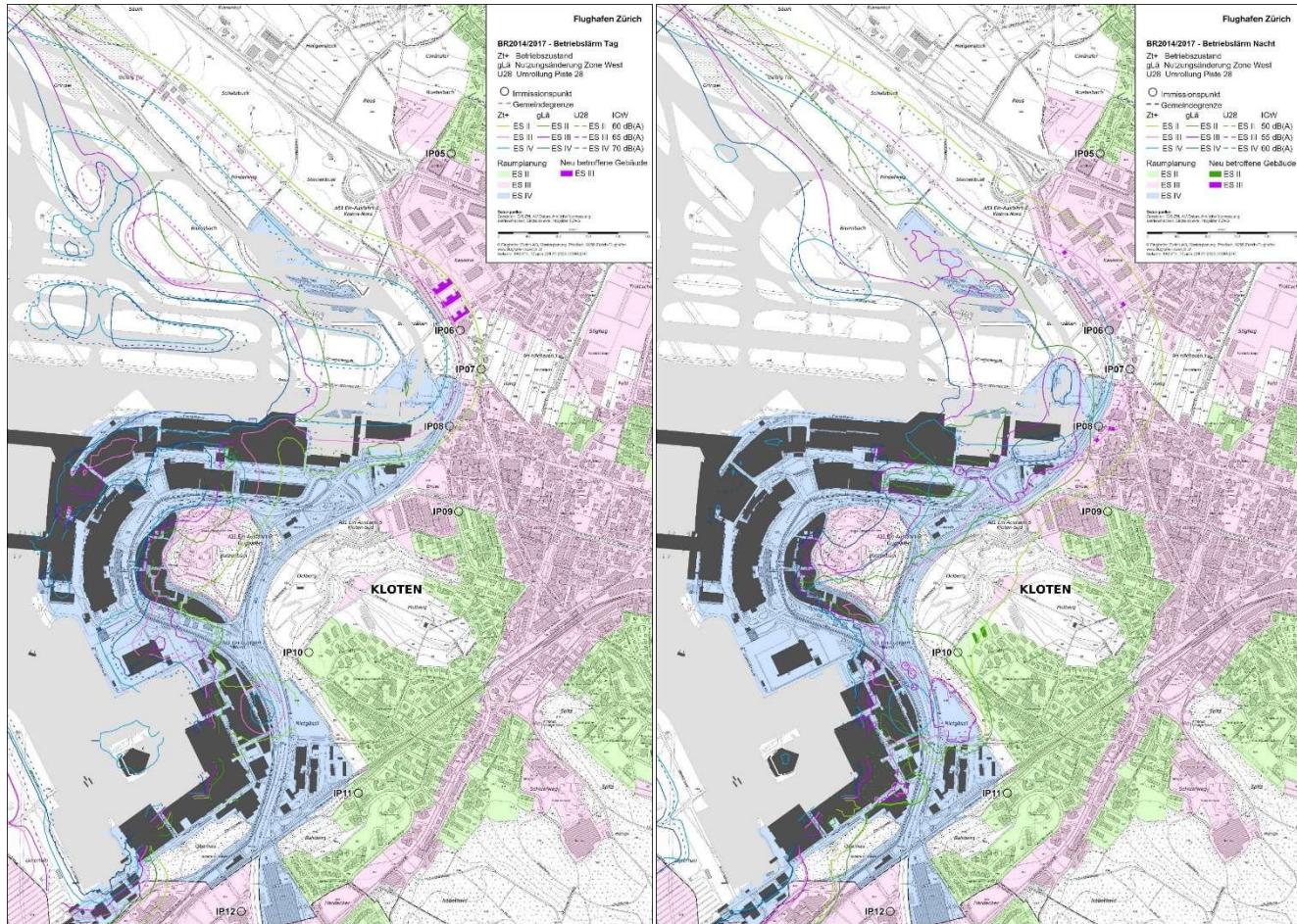


Abbildung 8-6: Neu vom Betriebslärm betroffene Gebäude mit IGW-Überschreitungen der ES II und III, für die Erleichterungen beantragt werden, Tag (links) und Nacht (rechts) (Quelle: FZAG)

## 8.6 Massnahmen zum Schutz der Umwelt

### 8.6.1 Bestehende Massnahmen

Am Flughafen Zürich bestehen seit langem verschiedene Massnahmen im Zusammenhang mit Luftreinhaltung (vgl. Kapitel 6.4.1) und Fluglärm (Kapitel 7.6.1). Diese wirken sich auch positiv auf die Betriebslärmbelastung aus, indem diese entweder reduziert oder in weniger sensible Tageszeiten verschoben wird. Die bestehenden emissionsbegrenzenden Massnahmen in den Bereichen Rollverkehr, Abfertigung, Werkverkehr und Triebwerkprobelaufe werden weitergeführt. Die FZAG trifft laufend alle technisch und betrieblich möglichen sowie wirtschaftlich tragbaren Massnahmen, um die Betriebslärmbelastung zu reduzieren.

#### Massnahmen Rollverkehr

- Nachtflugverbot von 23.30 bis 06.00 Uhr; damit deutlich weniger Betriebslärm durch Rollverkehr und Abfertigung während dieser Zeit.
- Zeitliche Betriebseinschränkungen oder Flugverbote für bestimmte Flugzeugtypen, welche die Vorschriften der ICAO nicht erfüllen oder die Lärmindizes nach Art. 39a Abs. 1 Bst. a VIL übersteigen.
- Entwicklung zu lärmgünstigeren Flugzeugen dank Lärmgebührenmodell (vgl. Kapitel 7.6.1).
- Anrollen und Rollvorgang mit eigener Kraft mit geringstmöglicher Triebwerkleistung.

Massnahmen Abfertigung	<ul style="list-style-type: none"><li>– Anschlusspflicht der Flugzeuge an stationäre oder mobile Druckluft- und Energieversorgungssysteme.</li><li>– Verwendung von APU nur zum Anlassen der Triebwerke (frühestens 10 Minuten vor off-block time).</li><li>– Minimierung der Triebwerkträume von Flugzeugen, die nicht wegrollen (Bewilligung Apron Control/Airport Authority, Leerlaufdrehzahl nicht überschritten, höchstens 5 Minuten).</li><li>– Verbot von unnötigem Laufenlassen des Motors von Fahrzeugen und Abfertigungsgeräten.</li><li>– Beschaffung und Einsatz lärmärmer Fahrzeuge, Maschinen und Geräte (Elektroantrieb).</li></ul>
Massnahmen Werkverkehr	<ul style="list-style-type: none"><li>– Grenzwerte für Fahrzeuge zur Personen- und Güterbeförderung; Übernahme stärkerer Grenzwerte ab 2026 gemäss EU-Verordnung über den Geräuschpegel von Kraftfahrzeugen.</li></ul>
Massnahmen Triebwerkprobelaufe	<ul style="list-style-type: none"><li>– Durchführung von Triebwerkprobelaufen in der Schallschutzhalle der FZAG oder in der Schallschutzanlage des GAC (Nutzungspflicht); Einhaltung der behördlich bewilligten Lärmengen.</li><li>– Minimierung der Triebwerkprobelaufe ausserhalb der Schallschutzanlagen (Bewilligung Airport Authority; Begrenzung der Anzahl Standläufe am Tag (07.00–19.00 Uhr) maximal 180 pro Jahr, in der Nacht (19.00–07.00 Uhr) maximal 35 pro Jahr; Beschränkung der Dauer und Drehzahl).</li><li>– Triebwerkprobelaufe während der Nacht (22.00–06.00 Uhr) nur östlich der Piste 16/34.</li></ul>
Anpassung Lärmgebühren	<h4>8.6.2 Vorgesehene Massnahme</h4> <ul style="list-style-type: none"><li>– Anpassung des Lärmgebührenmodells (vgl. Kapitel 7.6.2).</li></ul>
Flugzeuggrenzwerte	<h4>8.6.3 Weitergehende Massnahmen</h4> <p>Die FZAG engagiert sich im Rahmen der internationalen Aktivitäten von CAEP (Umweltkomitee der ICAO) dafür, dass die Zertifizierungswerte für Flugzeuge entsprechend der neuen Technologien regelmässig reduziert werden. Der neuste Standard (Chapter 14) wurde 2014 beschlossen und ist seit 2017 wirksam.</p>
Passive Lärmschutzmassnahmen	<p>Im Rahmen der Nutzungsänderung der Zone West (und bereits in früheren Untersuchungen) wurde die Wirkung von Schallschutzwänden rund um die Abfertigungsplätze untersucht. Damit die Nutzungsänderung in Rümlang nicht zu wahrnehmbar stärkeren Lärmimmissionen führen würde, müsste die Schallschutzwand mindestens 20 m hoch sein. Bei einer Höhe von 10 m wäre der Einfluss kaum wahrnehmbar und auf wenige Liegenschaften beschränkt. Zudem sind die Auflagen bezüglich der Errichtung von Objekten innerhalb der Sicherheitszone sowie die Störwirkung auf die Flugsicherungsanlagen kritische Faktoren für die Realisierung einer so hohen Lärmschutzwand. Das BAFU stimmte der FZAG darin zu, dass die Errichtung von Schallschutzwänden aufgrund der nötigen Höhe und der zu erwartenden Wirkung unverhältnismässig wäre.</p>

## 8.7 Beurteilung

Die Betriebslärmberechnungen zeigen, dass die massgebenden IGW am Tag eingehalten werden. Im Vergleich zum Ausgangszustand bleibt die Betriebslärmbelastung am Tag bei der Mehrzahl der Immissionspunkte gleich oder nimmt um maximal 0.2 dB zu. In der Nacht bleiben die Immissionen gleich oder nehmen um bis zu 0.4 dB ab. Für das Siedlungsgebiet in Kloten, das neu von IGW-Überschreitungen in der Nacht betroffen ist, werden Erleichterungen beantragt.

Das Vorhaben wird als vereinbar mit der Lärmschutzgesetzgebung beurteilt und entspricht auch dem Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes.

# 9. Massnahmenübersicht

## 9.1 Bestehende Massnahmen

### 9.1.1 Luftreinhaltung

Massnahmen Flugbetrieb

- Erhebung schadstoffabhängiger Landegebühren auf der Basis der NOx-Emissionen der effektiv verwendeten Triebwerke nach dem Verursacherprinzip.
- Einsatz von Planungssoftware zur effizienten Sequenzierung von Roll- und Startereignissen zur Reduktion von Roll- und Wartezeiten.

Massnahmen Abfertigung

- Ausrüsten der Flugzeugstandplätze mit stationären Stromanlagen.
- Anschlusspflicht der Flugzeuge an stationäre Energieversorgungssysteme und Beschränkung der Laufzeit flugzeuginterner Aggregate (APU).
- Beschaffung und Einsatz abgasarmer Fahrzeuge, Maschinen und Geräte (Elektroantrieb).
- Bereitstellen alternativer Treibstoffinfrastrukturen (land- und luftseitig): Erdgastankstelle, Elektroladestationen.

Massnahmen Infrastruktur

- Einsatz von Erdsonden/Energiepfählen und elektrischen Wärmepumpen.

Massnahmen landseitiger Verkehr

- Massnahmen und Programme zur Erhöhung des Modalsplit.
- Elektrifizierte Buslinien, Elektroladestationen in den Parkhäusern und eine öffentliche Schnellladestation.

### 9.1.2 Fluglärm

Lärmreduktion an der Quelle

- Ersatz von vierstrahligen Jets durch zweistrahlig Flugzeuge mit besseren Steigleistungen. Diese Massnahme bewirkt vor allem in der entfernter Umgebung des Flughafens eine Verbesserung.
- Weiterführung des Lärmgebührenmodells mit erhöhten Tagesrand- und Nachzuschlägen für Flüge zwischen 21.00 und 07.00 Uhr (Erhöhung seit 11. September 2019 in Kraft).
- Beschränkung der Slotvergabe im Nachtflugbetrieb mit Verfügung vom 23. Juli 2018 (Slotfreeze seit 1. Januar 2019 in Kraft).

Lärmindernde Flugverfahren

- Starts und Landungen am Morgen erst ab 06.00 Uhr zulässig. Einschränkung der Betriebszeit auf 23.30 Uhr.

- Einhaltung der Abflugverfahren gemäss ICAO NADP 1 (Noise Abatement Departure Procedure 1).
- Einhaltung der Abflugrouten bis 5'000 ft am Tag und – gemäss vorliegendem Gesuch in modifizierter Form – Flight Level 80 (8'000 ft) in der Nacht.
- Landeanflug als Continuous Descent Approach (kontinuierlicher Sinkflug), was eine reduzierte Triebwerkleistung ermöglicht.
- Vermeidung von Schubumkehr mit voller Leistung ausser bei Vorliegen von Sicherheitsgründen.
- Flugwegüberwachung zur Erkennung von systematischen Abweichungen von vorgegebenen Routen.

**Sanierungsmassnahmen**

- Weiterführung des laufenden Schallschutzprogramms (Einbau von Schallschutzfenstern, Schalldämmlüftern oder automatischen Fensterschliessmechanismen bei Nachtlärm, Beiträge für Dach- und Fassadendämmungen) im Bereich der IGW-Überschreitungen.
- Einbau von Schalldämmlüftern oder automatischen Fensterschliessmechanismen im Bereich des Schutzkonzeptes Süd.

**9.1.3 Betriebslärm****Massnahmen Rollverkehr**

- Nachtflugverbot von 23.30 bis 06.00 Uhr; damit deutlich weniger Betriebslärm durch Rollverkehr und Abfertigung während dieser Zeit.
- Zeitliche Betriebseinschränkungen oder Flugverbote für bestimmte Flugzeugtypen, welche die Vorschriften der ICAO nicht erfüllen oder die Lärmindizes nach Art. 39a Abs. 1 Bst. a VIL übersteigen.
- Entwicklung zu lärmgünstigeren Flugzeugen dank Lärmgebührenmodell.
- Anrollen und Rollvorgang mit eigener Kraft mit geringstmöglicher Triebwerkleistung.

**Massnahmen Abfertigung**

- Anschlusspflicht der Flugzeuge an stationäre oder mobile Druckluft- und Energieversorgungssysteme.
- Verwendung von APU nur zum Anlassen der Triebwerke (frühestens 10 Minuten vor off-block time).
- Minimierung der Triebwerkläufe von Flugzeugen, die nicht wegrollen (Bewilligung Apron Control/Airport Authority, Leerlaufdrehzahl nicht überschritten, höchstens 5 Minuten).
- Verbot von unnötigem Laufenlassen des Motors von Fahrzeugen und Abfertigungsgeräten.
- Beschaffung und Einsatz lärmärmer Fahrzeuge, Maschinen und Geräte (Elektroantrieb).

**Massnahmen Werkverkehr**

- Grenzwerte für Fahrzeuge zur Personen- und Güterbeförderung; Übernahme strengerer Grenzwerte ab 2026 gemäss EU-Verordnung über den Geräuschpegel von Kraftfahrzeugen.

**Massnahmen Triebwerkprobelaufe**

- Durchführung von Triebwerkprobelaufen in der Schallschutzhalle der FZAG oder in der Schallschutzanlage des GAC (Nutzungspflicht); Einhaltung der behördlich bewilligten Lärmengen.

- Minimierung der Triebwerkprobeläufe ausserhalb der Schallschutzanlagen (Bewilligung Airport Authority; Begrenzung der Anzahl Standläufe am Tag (07.00–19.00 Uhr) maximal 180 pro Jahr, in der Nacht (19.00–07.00 Uhr) maximal 35 pro Jahr; Beschränkung der Dauer und Drehzahl).
- Triebwerkprobeläufe während der Nacht (22.00–06.00 Uhr) nur östlich der Piste 16/34.

## 9.2 Vorgesehene Massnahmen

Anpassung Lärmgebühren

Neu vorgesehen ist die mit Verfügung des BAZL vom 31. März 2025 genehmigte Anpassung des Lärmgebührenmodells (spätestens per 1. Januar 2027 in Kraft):

- Neueinteilung der Lärmklassen
- Erhöhung der Tageslärmgebühren
- Erhöhung der Tagesrand- und Nachtzuschläge für Starts zwischen 23.00 und 23.15 Uhr und zwischen 23.15 und 23.30 Uhr sowie für Landungen zwischen 23.15 und 23.30 Uhr

Als zweiter Schritt sieht das SIL-Objektblatt vor, die Lärmzuschläge ab 23.00 Uhr für Starts von Flugzeugen der Lärmklasse 2 (gemäss Lärmklasseneinteilung 2024) bis 2033 um den Faktor drei zu erhöhen.

Erweiterung Schallschutzprogramm

- Erweiterung des Schallschutzprogramms im Bereich der IGW-Überschreitungen (Fluglärm) auf die neuen Gebiete.

## 10. Gesamtabwägung

Neben den Massnahmen in den Bereichen Luftreinhaltung, Fluglärm und Betriebslärm (vgl. Kapitel 9 "Massnahmenübersicht") tragen die Massnahmen des Betriebsreglements selbst zur Verbesserung der Lärmsituation bei. Vordringliche Ziele der Betriebsreglementsänderung sind die Stabilisierung des Flugbetriebs, die Verbesserung der Pünktlichkeit sowie die Umsetzung der Massnahmen aus der Sicherheitsüberprüfung. Darüber hinaus haben die Massnahmen einen positiven Effekt auf die Lärmbelastung (vgl. dazu Kapitel 7.5, Tabelle 7-6, Massnahmen A bis K):

- Mit der *Entflechtung Ostkonzept* (Massnahme A) sollen die Verkehrsströme von an- und abfliegenden Flugzeugen entflochten werden. Die Startrouten ab den Pisten 32 und 34 in Richtung Osten wurden so konstruiert, dass u.a. die dicht besiedelte Region Winterthur insbesondere in der Nacht vom Fluglärm entlastet wird. Zudem wurde ab allen Startrouten ab den Pisten 32 und 34 in der ersten Kurve ein RF-Abschnitt konstruiert, damit alle Flugzeuge, welche über die entsprechende Ausrüstung verfügen, konzentriert auf einem konstanten Radius ("Radius to Fix") fliegen. Dabei wurde das Verfahren so gelegt, dass Siedlungsgebiete möglichst umflogen werden. Diese Startrouten kommen im Ost- und Südkonzept zur Anwendung. Insgesamt führt die Verlegung und Lärmoptimierung der An- und Abflugrouten sowohl mit der Vollgenehmigung als auch mit der Teilgenehmigung ohne Entflechtung zu einer Entlastung der Bevölkerung von Fluglärm.

- Mit *lärmoptimierten Abflugrouten ab den Pisten 32 und 34* (Massnahme B) in Richtung Osten soll die dicht besiedelte Region Winterthur insbesondere in der Nacht von Fluglärm entlastet werden. Die lärmoptimierten Abflugrouten ab den Pisten 32 und 34 sind im geltenden SIL-Objektblatt bereits enthalten. Die Verlegung der Abflugroute erhöht die Anzahl betroffener Personen in der ersten Nachtstunde – wobei ein Teil davon auf die Methodik der Lärmberechnungen zurückzuführen ist –, trägt in der zweiten Nachtstunde dagegen zu einer Entlastung der Bevölkerung von Fluglärm bei. Die Massnahme wurde deshalb mit Fokus auf die Lärmsanierung in der zweiten Nachtstunde von der Sachplanbehörde als geeignet und verhältnismässig erachtet.
- Die *Entflechtung der Abflugrouten ab Piste 28* (Massnahme C) dient der Stabilisierung des Flugbetriebs in den Hauptverkehrszeiten. Da die Kapazitätsgewinne zu Gunsten der Vermeidung von Verspätungen im Nachtbetrieb einzusetzen sind, kann die angestrebte Reduktion der Lärmelastung erreicht werden. Durch die lärmoptimierte Abflugroute mit neuem Navigationsstandards kann eine Konzentration der Abflüge auf der vorgegebenen Flugroute und damit eine lokale Verbesserung der Lärm situation erreicht werden.
- Durch die *langezogene Linkskurve nach dem Start auf Piste 16* (Massnahme D) kann die Sicherheitsmarge erhöht und die Empfehlung aus der Sicherheitsüberprüfung umgesetzt werden. Sie trägt zur Stabilisierung des Flugbetriebs und zur Vermeidung von Rotationsverspätungen bei. Die Lärmelastung verschiebt sich vom Nahbereich um Kloten mit tiefen Überflügen in die Region Bassersdorf – Winterthur – Embrach mit deutlich höheren Überflügen. Insgesamt kann damit die Lärmelastung deutlich gesenkt werden.
- Durch das *neue Bisenkonzept* (Massnahme E) können die An- und Abflugrouten vollständig voneinander entflochten und die Kreuzungspunkte eliminiert werden. Damit kann der Flugbetrieb hinsichtlich Sicherheit erheblich verbessert werden. Mit dem neuen Bisenkonzept kann die Kapazität deutlich verbessert werden, womit sich der Flugbetrieb am Tag stabilisiert und die Rotationsverspätungen abnehmen. Damit trägt diese Massnahme auch erheblich zur Senkung des Lärms in der zweiten Nachtstunde und damit der Aufwachreaktionen bei. Der Neubelastung der Nordquartiere der Stadt Zürich, Gockhausen, Zumikon und Uster während kurzer Phasen mit Bise steht die Entlastung von Kloten, Dietlikon und Bassersdorf gegenüber. Insgesamt überwiegen die Vorteile des neuen Bisenkonzepts deutlich.
- Die *Anpassung der FL80-Regel* (Massnahme F) führt zu einer Verlagerung der Lärmelastung im Nachtbetrieb aus den dichter besiedelten Gebieten westlich des Flughafens (Wehntal, Limmattal) in die etwas weniger dicht besiedelten Gebiete östlich davon (Irchel, Weinland). Die Gesamtzahl der vom Fluglärm betroffenen Personen nimmt mit der Anpassung der FL80-Regel ab. Zudem kann durch die kürzeren Flugwege der Energieverbrauch resp. der CO<sub>2</sub>-Ausstoss reduziert werden. Die Massnahme wurde daher von der Sachplanbehörde als geeignet und verhältnismässig erachtet. Die detaillierten Berechnungen belegen diese Erkenntnis.
- Mit der *Absenkung der Mindesthöhe für vierstrahlige Flugzeuge beim Start auf Piste 32* (Massnahme G) können die Rolldistanzen verkürzt und die Zahl der Pistenkreuzungen gesenkt werden. Damit wird der Flugbetrieb stabilisiert und die Sicherheitsmarge erhöht. Zudem kann die Zahl der Starts nach 23.00 Uhr und damit die Lärmelastung in der zweiten Nachtstunde leicht reduziert werden. Die Anzahl der von

Grenzwertüberschreitungen betroffenen Personen kann leicht gesenkt werden. Dem steht die etwas höhere Fluglärmbelastung unter der Startroute der Piste 32 im nördlichen Nahbereich des Flughafens gegenüber. Insgesamt überwiegen die ausgewiesenen Vorteile. Weil sich die Massnahme bewährt hat, wird mit dem vorliegenden Gesuch der Antrag auf definitive Einführung gestellt.

- Mit der *Öffnung der Piste 28 von 21.00 bis 22.00 Uhr als 2. Startpiste* (Massnahme H) sollen insbesondere im weniger leistungsstarken Südkonzept, das keinen unabhängigen Start- und Landebetrieb erlaubt, Verspätungen in die Nachtzeit vermieden werden.
- Durch die *Aufhebung des gegenläufigen Betriebs von 06.00 bis 07.00 Uhr bei Nebel* (Massnahme I) sollen zukünftig von 06.00 bis 07.00 Uhr die Starts grundsätzlich auf Piste 28 gegen Westen und die Starts der schweren Flugzeuge auf der Piste 16 gegen Süden (mit Linkskurve) abgewickelt werden. Damit soll am Morgen in diesen Fällen das normale Nordkonzept zum Einsatz kommen, das betreffend Safetymarge und Pünktlichkeit wesentlich besser abschneidet und sich positiv auf die Lärmbelastung in der zweiten Nachtstunde auswirkt.
- Die *Öffnung der Startpiste 28 nach 22.00 Uhr bei Nebel* (Massnahme K) hat zum Ziel, die Lärmbelastung in der zweiten Nachtstunde zu reduzieren und Flugannulationen nach 23.30 Uhr, insbesondere bei Nebel, zu vermeiden.

### **Gesamtbeurteilung**

Insgesamt führen die Massnahmen des Betriebsreglements 2014/2017 zu einer Entlastung der Bevölkerung von Fluglärm, insbesondere auch in der zweiten Nachtstunde. Die optimierte Pisten- und damit Rollwegbenutzung hat auch einen positiven Effekt auf die Betriebslärmbelastung, indem Rollverkehr und Abfertigungsvorgänge verstärkt von den Nacht- in die Tagesstunden verlagert werden. Aus lufthygienischer Sicht führt die beantragte Änderung zu keiner relevanten Veränderung gegenüber dem Ausgangszustand, weder emissions- noch immissionsseitig.

**Die durchgeführten Untersuchungen führen zum Schluss, dass die Betriebsreglementsänderung 2014/2017 mit den vorgesehenen Umweltschutzmassnahmen inklusive der beantragten Erleichterungen den gesetzlichen Anforderungen zum Schutz der Umwelt entspricht.**

