

Flughafen Zürich AG
Aviation
Postfach
8058 Zürich Flughafen

Flughafen Zürich

Fluglärmrechnungen SIL gemäss Auftrag BVGer (SIL24_ZRH)

Teilbericht 2:

SIL-Berechnungen für die erste und zweite Nachtstunde

Auftrags-Nr.:	5214.032187
Bericht-Nr.:	5214.032187-2
Auftraggeber:	Bundesamt für Zivilluftfahrt und Flughafen Zürich AG
Anzahl Seiten:	21
Beilagen:	10 Tabellen 25 Karten (Format A4)
Die Verfasser:	B. Schäffer S. Schalcher

Die vorliegende Version V2 ersetzt die Version V1 vom 21. Februar 2024. Sie enthält den korrigierten Zustand 4 (Tabellen 4-1, 7b, und 9b, Karten 6 bis 12 und Datenlieferung [C] in Kap. 5.1).

Status: genehmigter Bericht (aktualisierte Version 2 vom 25. November 2024)

Dübendorf, 21. Februar 2024
Projektleiter:

Abteilung Akustik / Lärminderung
Abteilungsleiter:

Dr. Beat Schäffer

Dr. Jean Marc Wunderli

Zusammenfassung

Das Bundesverwaltungsgericht hiess mit Entscheid A-3484/2018 vom 07.09.2021 die Beschwerden gegen das Betriebsreglement BR2014_{TG} überwiegend gut. In Bezug auf den Betrieb während der Nachtstunden wurde die Bindungswirkung der Festsetzung zum Gebiet mit Lärmauswirkungen aufgehoben und die Sachplanbehörde angewiesen, in Bezug auf die Nutzung der zweiten Nachtstunde für den Verspätungsabbau eine eigenständige behördenverbindliche Begrenzung der zulässigen Lärmimmissionen festzulegen. Bezüglich Massnahmen sind aufgrund der mangelhaft erfolgten Interessenabwägung neu die Entlastungen und (Neu-)Belastungen mittels Lärmberechnungen zu ermitteln und darzustellen. Dies gilt sowohl für die mit dem BR2014_{TG} als auch mit dem BR2017 eingereichten Massnahmen.

In einem ersten Schritt (Gegenstand der vorliegenden Berechnungen) soll der Grundlagenbericht des SIL basierend auf Lärmberechnungen erarbeitet werden. Die Überarbeitung des Betriebsreglements mit entsprechenden Lärmberechnungen erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt. Im ersten Teilbericht (Bericht-Nr. 5214.032187-1) werden die Lärmauswirkungen verschiedener Massnahmen dokumentiert. Der vorliegende zweite Teilbericht dokumentiert die SIL-Berechnungen für die erste und zweite Nachtstunde.

Es wurde die Lärmbelastung des SIL für die erste Nachtstunde teilweise ("Zwischenzustand 1 neu" als Neuberechnung des Zwischenzustands 1 bisher) sowie für die zweite Nachtstunde vollständig neu berechnet. Für die zweite Nachtstunde werden vier Zwischenzustände berechnet (mit bzw. ohne Entflechtung Ostkonzept und/oder mit bzw. ohne Pistenverlängerungen). Diese Berechnungen beruhen auf bisherigen Belastungszuständen im SIL2.

Die Gebiete mit Planungswert- und Immissionsgrenzwertüberschreitungen sind sowohl für den Zwischenzustand 1 neu als auch für die vier Zustände der zweiten Nachtstunde kleiner als das entsprechende Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2 (SIL-Objektblatt vom 23. August 2017 bzw. vom 21. August 2021), wobei die Unterschiede in der zweiten Nachtstunde deutlich ausgeprägter sind. Entsprechend ändern sich die Grenzwertkurven der ersten Nachtstunde kaum, während in der zweiten Nachtstunde neu deutlich weniger Personen innerhalb der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Fläche wohnen als im SIL2. Bei der Umhüllenden Tag und Nacht sind die Unterschiede zwischen dem neuen Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH und dem Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2 nur gering.

Inhalt

1.	Orientierung	4
1.1.	Grundlagen für die bestehende Abgrenzungslinie und das Gebiet mit Lärmauswirkungen.....	4
1.2.	Ausgangslage	4
1.3.	Auftrag.....	5
1.4.	Auftrag im Detail	5
2.	Fluglärmrechnungen: Grundlagen und Methodik	7
2.1.	Systemabgrenzung.....	7
2.2.	Berechnungseinstellungen – <i>Leitfaden Fluglärm</i>	7
2.3.	Genauigkeit der Fluglärmrechnungen.....	8
3.	Übersicht der SIL-Berechnungen Nacht.....	9
3.1.	Erste Nachtstunde SIL, Zwischenzustand 1 neu	10
3.2.	Zweite Nachtstunde SIL Zwischenzustand 1	11
3.3.	Zweite Nachtstunde SIL Zwischenzustand 2	11
3.4.	Zweite Nachtstunde SIL Zwischenzustand 3	11
3.5.	Zweite Nachtstunde SIL Zustand 4.....	12
3.6.	Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH	12
3.7.	Quantifizierung Grenzwertüberschreitungen, Bevölkerungsdaten	13
4.	Untersuchungsergebnisse	14
4.1.	Fluglärmbelastungen	14
4.2.	Quantifizierungen	14
5.	Datengrundlagen, Literatur, Begriffe und Abkürzungen.....	16
5.1.	Datengrundlagen	16
5.2.	Literatur	16
5.3.	Begriffe und Abkürzungen	18
6.	Beilagen.....	20
6.1.	Bewegungsstatistiken	20
6.2.	Kartensatz.....	20

1. Orientierung

1.1. Grundlagen für die bestehende Abgrenzungslinie und das Gebiet mit Lärmauswirkungen

Im SIL-Objektblatt des Flughafens Zürich [4, 5] ist auf Karte 1 die Abgrenzungslinie (AGL, Umhüllende Tag- und Nachtbetrieb IGW ES II) und auf Karte 2 das Gebiet mit Lärmauswirkungen (Tagbetrieb und Nachtbetrieb separat jeweils für PW und IGW ESII) festgesetzt. Die AGL umfasst sowohl den heute genehmigten als auch den künftigen Flugbetrieb sowie die voraussichtlichen Zwischenetappen auf dem Weg zu diesem künftigen Flugbetrieb. Die bisherige AGL setzt sich aus den Lärmbelastungskurven folgender Betriebszustände zusammen [3]:

- Flugbetrieb gemäss geltendem Betriebsreglement vom Juni 2011 (vBR (gLä) [10]), basierend auf einer Nachfrageprognose für 2010;
- Zwischenzustand 1 gemäss dem Gesuch zur Änderung des Betriebsreglements 2014 (BR2014) [11] mit Entflechtung des Ostkonzepts, geänderten Startroute 10, modifizierter FL80-Regelung und reduzierter Minimumhöhe A340 im Abflug 32, basierend auf einer Nachfrageprognose für 2020;
- Zwischenzustand 2 gemäss dem Gesuch zur Änderung des Betriebsreglements 2017 (BR2017) [22] mit Entflechtung der Abflugrouten ab Piste 28, langgezogener Linkskurve nach dem Start auf Piste 16 und Südstarts geradeaus bei Bise und Nebel, basierend auf einer Nachfrageprognose für 2030 (Spuren Starts: Karten 14–16 und 18; Landungen: Karten 19–22);
- Langfristiger Flugbetrieb gemäss Variante 4-LVP* [16] basierend auf dem Gesuch zur Änderung des Betriebsreglements 2017 und mit verlängerten Pisten 28 und 32, basierend auf einer Nachfrageprognose für 2030 (Spuren Starts: Karten 14–15 und 17–18; Landungen: Karten 19–22)

Die Festlegung der Lärmbelastungskurve geht davon aus, dass die Lärmbelastung in der zweiten Nachtstunde überall geringer ist als diejenige in der ersten Nachtstunde. Eine separate Lärmbelastungskurve je für die erste und zweite Nachtstunde ist entsprechend im bestehenden SIL-Objektblatt nicht enthalten, muss aber gemäss Entscheid Bundesverwaltungsgericht nun explizit ausgewiesen werden.

1.2. Ausgangslage

Der Flughafen Zürich AG (FZAG) reichte am 25. Oktober 2013 beim BAZL das BR2014 ein. Ein wesentliches Element davon war die Entflechtung der An- und Abflugrouten im Ostkonzept. Diese Entflechtung beinhaltete auch Änderungen der Flugverfahren im deutschen Luftraum mit einer Anpassung der 220. Durchführungsverordnung (DVO). Weil das deutsche Verkehrsministerium diese Anpassung bisher nicht vorgenommen hat, passte die FZAG das Gesuch auf eine Teilgenehmigung BR2014_{TG} [17] an. Mit Verfügung vom 14. Mai 2018 erteilte das BAZL die Teilgenehmigung, wobei es die Entflechtung des Ostkonzepts aufgrund der mangelnden Zustimmung Deutschlands zurückstellte.

Im Entscheid A-3484/2018 vom 07.09.2021 [6] hiess das Bundesverwaltungsgericht (BVGer) die Beschwerden gegen das BR2014_{TG} vorwiegend gut. Der Sachverhalt im Sachplan Infrastruktur Luftfahrt (SIL2) erwies sich in Bezug auf die effektive Fluglärmbelastung als unvollständig und unzutreffend festgestellt. Die Festlegung der zulässigen Lärmimmissionen und die gestützt darauf gewährten Erleichterungen wurden daher aufgehoben. Im Weiteren ergab eine akzessorische Überprüfung des Objektblatts für den Flughafen Zürich im SIL, dass in Bezug auf den Betrieb während der Nachtstunden die Bindungswirkung der Festsetzung zum Gebiet mit Lärmauswirkungen entfällt und die Sachplanbehörde in Bezug auf die Nutzung der zwei-

ten Nachtstunde für den Verspätungsabbau den Abstimmungsbedarf nicht in hinreichendem Mass aufgenommen hat. Das Gericht wies das BR2014_{TG} zur Neubeurteilung an die Vorinstanz zurück. Das BAZL sistierte daraufhin das Verfahren zur BR2017 ([22]; siehe oben Zwischenzustand 2). Es braucht nun im SIL nochmals einen expliziten Entscheid des Bundesrats zu den einzelnen Änderungen gegenüber des heutigen Betriebs, die Überprüfung des Nachtbetriebs, die Festsetzung der zweiten Nachtstunde beim Gebiet mit Lärmauswirkungen, sowie auch Nachbesserungen im Betriebsreglementsverfahren. Es ist entsprechend auch für die zweite Nachtstunde eine eigenständige behördenverbindliche Begrenzung der zulässigen Lärmimmissionen festzulegen. Die vom BVGer vermisste Interessenabwägung muss auf der Stufe des SIL-Objektblatts aufgrund der Veränderungen der Fluglärmbelastung nachgeholt werden. Es sind die Entlastungen und (Neu-)Belastungen mittels Lärmberechnungen zu ermitteln und darzustellen. Dies gilt sowohl für die mit dem BR2014_{TG} als auch mit dem BR2017 eingereichten Massnahmen.

In einem ersten Schritt (Gegenstand der vorliegenden Berechnungen) soll der Grundlagenbericht des SIL basierend auf Lärmberechnungen erarbeitet werden. Die Überarbeitung des Betriebsreglements mit entsprechenden Lärmberechnungen erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

Im ersten Teilbericht [28] werden die Lärmauswirkungen verschiedener Massnahmen (FL80-Regelung, Minimumhöhe A340 im Abflug 32, Entflechtung Abflugrouten ab Piste 28 und langgezogene Linkskurve nach Start Piste 16) dokumentiert. Der vorliegende zweite Teilbericht dokumentiert die SIL-Berechnungen für die erste und zweite Nachtstunde. Er ergänzt die bereits bestehenden Berechnungen zum (SIL) aus dem Jahr 2015 [13, 14] sowie 2017 [16].

1.3. Auftrag

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), vertreten durch Max Schulthess, und die Flughafen Zürich AG (FZAG), vertreten durch Felix Keller, erteilten der Empa, Abteilung Akustik/Lärminderung, im Mai 2023 basierend auf deren Angebot und Projektbeschrieb [A] den Auftrag, die Fluglärmberechnungen SIL gemäss Auftrag BVGer [6] (SIL24_ZRH) durchzuführen.

1.4. Auftrag im Detail

Es werden Fluglärmbelastungen durch Grossflugzeuge, namentlich die Beurteilungspegel für den Tag L_{r_g} (nur für die Massnahmen, vgl. Teilbericht 1 [28]) sowie für die erste und zweite Nachtstunde $L_{r_{n1}}$ und $L_{r_{n2}}$, neu berechnet. Eine allfällig relevante Lärmbelastung durch Kleinluftfahrzeuge (Beurteilungspegel L_{r_k}) zur Ermittlung des L_{r_t} (kommt bei den Lärmauswirkungen der Massnahmen zur Anwendung, vgl. Teilbericht 1 [28]) wird aus bestehenden Berechnungen übernommen. Alle Berechnungen basieren auf einem Konzept des BAZL und der FZAG, welches durch die Empa für die Fluglärmberechnungen mit dem Programm FLULA2 [9] entsprechend konkretisiert wurde.

Es werden die **Lärmauswirkungen von vier Einzelmassnahmen** (FL80-Regelung, Minimumhöhe A340 im Abflug 32, Entflechtung Abflugrouten ab Piste 28 und langgezogene Linkskurve nach Start Piste 16) ermittelt und ausgewiesen; sie werden im Teilbericht 1 dokumentiert [28].

Des Weiteren wird die **Lärmbelastung des SIL in der ersten Nachtstunde teilweise** (Neuberechnung des "Zwischenzustand 1 neu"; vgl. Kap. 1.1) **sowie in der zweiten Nachtstunde vollständig** neu berechnet. Die Tagesbelastung des SIL wurde vom BVGer nicht beanstandet und muss deshalb nicht neu berechnet werden. Die Empa stellt die Resultate der vorliegenden Berechnungen (Isophonen, Grenzwertkurven) der FZAG zur Verfügung. Die von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Personen sowie die Flächen der Grenzwertkurven werden anhand dieser Daten von der GIS-Fachstelle der FZAG ausgewertet und der

Empa für die Dokumentation elektronisch zur Verfügung gestellt, analog zu früheren SIL-Auswertungen (z.B. [16]). Diese Auswertungen werden im vorliegenden Teilbericht 2 dokumentiert.

Die vorliegende Belastungsrechnung für die **erste Nachtstunde** ("Zwischenzustand 1 neu") basiert auf dem Zwischenzustand 2 (BR2017 [22]), wobei die Bewegungen von gewissen Flugrouten auf die entsprechenden Flugrouten aus BR2014_{TG} [17] umgelegt werden (siehe Karten 23–25). Dieser neue Zwischenzustand 1 wird den bisherigen Zwischenzustand 1 (BR2014 [11]) ersetzen, welcher ebenfalls keine Entflechtung und keine Pistenverlängerung enthält.

Für die **zweite Nachtstunde** werden vier verschiedene mögliche Zustände berechnet, welche auf unterschiedlichen früheren Belastungsrechnungen beruhen: (1) **Zwischenzustand 1**: ohne Entflechtung Ostkonzept und ohne Pistenverlängerungen; (2) **Zwischenzustand 2**: mit Entflechtung Ostkonzept und ohne Pistenverlängerungen; (3) **Zwischenzustand 3**: ohne Entflechtung Ostkonzept und mit Pistenverlängerungen; (4) **Zustand 4**: mit Entflechtung Ostkonzept und mit Pistenverlängerungen.

2. Fluglärmrechnungen: Grundlagen und Methodik

2.1. Systemabgrenzung

Die räumliche, zeitliche und inhaltliche Systemabgrenzung der vorliegenden Lärmbelastungsrechnungen des SIL in der ersten und zweiten Nachtstunde entspricht den zugrunde liegenden Belastungsrechnungen und kann im Detail in den entsprechenden Berichten nachgeschlagen werden: BR2014_{TG} Betriebszustand Zt+_T [17], BR2017 Betriebszustand Zt+ [22] und SIL2-Variante 4-LVP* (bzw. 4-LVP): [13, 14]. Im Überblick:

Räumlich: Die Berechnungen werden in allen zugrunde liegenden Szenarien innerhalb desselben rechteckigen Gebiets mit einer West-Ost Ausdehnung von 88 km und einer Nord-Süd Ausdehnung von 84 km durchgeführt (Planviereck mit folgenden Schweizer Landeskoordinaten (CH1903 / LV03): südwestliche Ecke: 644'000 / 216'000; nordöstliche Ecke: 732'000 / 300'000). Für die Simulation mit FLULA2 [9] wird das Gebiet in ein Gitter mit einer Maschenweite von 250 m × 250 m unterteilt.

Zeitlich: Die den vorliegenden Fluglärmrechnungen zugrunde liegenden Belastungsrechnungen bilden den Prognosezustand 2030 (BR2017 und 4-LVP*) ab. Der neue Zwischenzustand 1 in der ersten Nachtstunde, der ebenfalls auf dem Prognosezustand 2030 basiert, ersetzt den bisherigen Zwischenzustand 1, der auf dem Prognosezustand 2020 (BR2014) basierte.

Inhaltlich: Details zu den Betriebsszenarien der drei zugrunde liegenden Zustände finden sich in den oben genannten Berichten, ebenso wie der detaillierte Flottenmix. Alle Berechnungen basieren auf dem dannzumal aktuellen FLULA2-Quellendatensatz RC2012_01. Da für die SIL-Berechnungen ausschliesslich Nachtbelastungen neu ermittelt wurden, berücksichtigen die Berechnungen gemäss Anforderungen der Lärmschutz-Verordnung (LSV [29]) nur Grossflugzeuge, aber keine Kleinluftfahrzeuge.

2.2. Berechnungseinstellungen – *Leitfaden Fluglärm*

Der seit 2014 verfügbare *Leitfaden Fluglärm* wurde zuerst als Fassung für die Vernehmlassung [1] publiziert und danach im Jahr 2016 als finale Version [2]. Die beiden Versionen unterscheiden sich teilweise voneinander. Unter anderem wurden gemäss der ersten Fassung alle Helikopter unabhängig von deren maximalem Abfluggewicht (MTOW) den Kleinluftfahrzeugen zugeordnet, während in der aktuellen Version die Zuordnung zu Grossflugzeugen und Kleinluftfahrzeugen (wieder) auf dem MTOW beruht.

Für alle drei zugrunde liegenden Berechnungen (BR2014_{TG}, BR2017 und SIL2-Variante 4-LVP*) war bereits die neue Fassung massgebend. Da diese Berechnungen jedoch ihrerseits auf früheren Berechnungen basieren, ist der Leitfaden nicht vollumfänglich erfüllt. So beruht BR2014_{TG} auf BR2014, welcher vor Publikation des Leitfadens Fluglärm erstellt wurde und somit gewisse Vorgaben nicht erfüllt, so dass auch BR2014_{TG} nicht alle Vorgaben erfüllt [17]. Dasselbe gilt für die SIL2-Variante 4-LVP*, welche ebenfalls auf Datengrundlagen von Projekten aus der Zeit vor dem Leitfaden Fluglärm beruht [16]. Die neueste Berechnung BR2017 berücksichtigt die meisten Elemente des Leitfadens Fluglärm, enthält aber dennoch Elemente, welche nicht Leitfaden-konform sind [22]. Details hierzu finden sich in den entsprechenden Berichten. Mit Ausnahme des neuen Beschleunigungsmodells, welches die Lärmbelastung in Pistennähe beeinflusst [12], sind die Auswirkungen der übrigen Anpassungen in den Berechnungen gering [18]. Aus Gründen der Konsistenz beruhen die vorliegenden Berechnungen auf demselben Stand der Inputdaten für die Berechnungen.

2.3. Genauigkeit der Fluglärmrechnungen

Die Überlegungen zur Genauigkeit der Fluglärmrechnungen entsprechen denjenigen der zugrunde liegenden Berechnungen [16, 17, 22]: Für die Berechnungen werden die Standardunsicherheiten zu ± 1.0 dB am Tag und ± 1.5 dB in der Nacht abgeschätzt. Bezüglich der Quantifizierung der Personen über den Belastungsgrenzwerten folgen daraus Unsicherheiten von $\pm 30\%$ am Tag und $\pm 50\%$ in der Nacht.

Werden einzelne Zustände miteinander verglichen, dann hebt sich ein Teil der erwähnten Unsicherheiten gegenseitig auf. Die für den Vergleich von Zuständen massgebenden Standardunsicherheiten werden abgeschätzt zu ± 0.5 dB am Tag und ± 1.0 dB in der Nacht, bzw. für die Quantifizierung der Personen über den Belastungsgrenzwerten der LSV [29] zu $\pm 15\%$ am Tag und $\pm 25\%$ in der Nacht. Bei den Umhüllenden der Belastungen Tag und Nacht liegt die Standardunsicherheit für die Quantifizierung der betroffenen Personen zwischen denjenigen des Tages und der Nacht und wird auf $\pm 20\%$ geschätzt. Unterschiede zwischen verschiedenen Zuständen, die geringer sind, haben nur eine geringe Aussagekraft und sollten für eine Beurteilung nicht herangezogen werden.

3. Übersicht der SIL-Berechnungen Nacht

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die in den nachfolgenden Kapiteln 3.1 bis 3.5 im Detail dokumentierten SIL-Berechnungen für die erste Nachtstunde ("Zwischenzustand 1 neu") sowie die zweite Nachtstunde (Zustände 1–4). Tabelle 3-1 zeigt die Datengrundlagen zur Festsetzung des Mengengerüsts (2'000 Starts und 1'200 Landungen) für die zweite Nachtstunde, und Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3 zeigen die Datengrundlagen zur Festsetzung der Pistenverteilung der Starts und Landungen der zweiten Nachtstunde.

Tabelle 3-1: SIL-Berechnungen Starts und Landungen der zweiten Nachtstunde: Mengengerüste

Projekt/Szenario	Quelle	Starts	Landungen
2015	[15]	1'759	626
2016	[19]	1'896	590
2017	[20]	1'833	790
2018	[21]	1'931	1'096
2019	[23]	1'682	883
2020	[24]	236	117
2021	[25]	419	235
2022	[26]	1'438	907
vBR12 (gLä)	[10]	469	461
BR2014 und BR2014 _{TG}	[11, 17]	1'459	1'188
SIL2-Variante 4-LVP*	[16]	2'269	1'801
BR2017, 26.11.2020	[22]	2'269	1'000
SIL24_ZRH		2'000	1'200

Tabelle 3-2: SIL-Berechnungen Starts der zweiten Nachtstunde: Verteilung auf Startpisten ohne und mit Pistenverlängerung (PV)

Projekt/Szenario	Quelle	Starts	Piste 16	Piste 28	Piste 32	Piste 34
vBR(gLä)	[10]	469			11%	89%
BR2014 _{VG} und BR2014 _{TG}	[11, 17]	1'459	< 0.5%		61%	38%
BR2017, 26.11.2020	[22]	2'269	5%	2%	60%	34%
SIL24_ZRH ohne PV		2'000	5%	2%	60%	34%
SIL2-Variante 4-LVP*	[16]	2'261	5%	2%	74%	19%
SIL24_ZRH mit PV		2'000	5%	2%	74%	19%

Tabelle 3-3: SIL-Berechnungen Landungen der zweiten Nachtstunde: Verteilung auf Landepisten ohne und mit Pistenverlängerung (PV)

Projekt/Szenario	Quelle	Landungen	Piste 28	Piste 34	Piste 14/16
vBR(gLä)	[10]	461	92%	6%	2%
BR2014 _{VG} und BR2014 _{TG}	[11, 17]	1'188	71%	23%	5%
BR2017, 26.11.2020	[22]	1'000	71%	20%	9%
SIL24_ZRH ohne PV		1'200	70%	24%	6%
SIL2-Variante 4-LVP*	[16]	1'801	84%	6%	10%
SIL24_ZRH mit PV		1'200	84%	6%	10%

Tabelle 3-3 fasst die Datengrundlagen für die SIL-Berechnungen für die erste und zweite Nachtstunde zusammen und gibt eine Kurzbeschreibung der Zustände. Details zu den Berechnungen finden sich in den nachfolgenden Kapiteln 3.1 bis 3.5. Weitere Details finden sich in den entsprechenden Berichten (BR2014_{TG} [17], BR2017 [22], Variante 4-LVP* [16]), insbesondere zu Datengrundlagen (Herkunft), Flottenmix, Fluggeometrien, akustische Quelldaten sowie Leistungssetzung und Leistungsreduktion.

Tabelle 3-4: *Jährliche Flugbewegungszahlen und Datengrundlagen von Grossflugzeugen für die SIL-Zwischenzustand 1 der ersten Nachtstunde sowie der vier Zustände der zweiten Nachtstunde*

Zeiten nach LSV	Datengrundlagen, Kurzbeschreibung der Zustände	Bewegungszahlen		
		Starts	Landungen	Total
1. Nachtstunde	BR2017 (Flottenmix; Bewegungszahlen; Pisten- und Routenverteilung; Routen/Fluggeometrien); 3 Ersatzrouten BR2014 _{TG} . Zustand ohne Pistenverlängerung, ohne Entflechtung Ostkonzept	7'180	5'700	12'880
2. Nachtstunde, Zwischenzustand 1	BR2017 (Flottenmix; Pisten- und Routenverteilung Starts [Tabelle 3-2]; Routen/Fluggeometrien); 3 Ersatzrouten BR2014 _{TG} ; Landeroutenverteilung ohne Pistenverlängerung (Tabelle 3-3); Bewegungszahlen neu (Tabelle 3-1) Zustand ohne Pistenverlängerung, ohne Entflechtung Ostkonzept	2'000	1'200	3'200
2. Nachtstunde, Zwischenzustand 2	BR2017 (Flottenmix; Pisten- und Routenverteilung Starts [Tabelle 3-2], Routen/Fluggeometrien); Landeroutenverteilung ohne Pistenverlängerung (Tabelle 3-3); Bewegungszahlen neu (Tabelle 3-1) Zustand ohne Pistenverlängerung, mit Entflechtung Ostkonzept	2'000	1'200	3'200
2. Nachtstunde, Zwischenzustand 3	Variante 4-LVP* (Flottenmix; Pisten- und Routenverteilung mit Pistenverlängerung (Tabelle 3-2, Tabelle 3-3); Routen/Fluggeometrien); 3 Ersatzrouten BR2014 _{TG} (unter Berücksichtigung der Pistenverlängerung 32); Bewegungszahlen neu (Tabelle 3-1) Zustand mit Pistenverlängerung, ohne Entflechtung Ostkonzept	2'000	1'200	3'200
2. Nachtstunde, Zustand 4	Variante 4-LVP* (Flottenmix; Pisten- und Routenverteilung mit Pistenverlängerung (Tabelle 3-2, Tabelle 3-3); Routen/Fluggeometrien); Bewegungszahlen neu (Tabelle 3-1) Zustand mit Pistenverlängerung, mit Entflechtung Ostkonzept	2'000	1'200	3'200

3.1. Erste Nachtstunde SIL, Zwischenzustand 1 neu

Bewegungsstatistiken: Es wurden die Bewegungsstatistiken aus BR2017 (Tabellen 7-15 und 7-16 in Beilage 3 von [22]) modifiziert, indem die Bewegungen der Startrouten S32_7025N und S34_7018N sowie der Landeroute A28T12 (mit Entflechtung) auf die BR2014_{TG}-Routen D3L und D3F (Radardaten aus dem Jahr 2016 [19] bzw. für die Flugzeugtypen A3406 und B73S wegen unzureichender Anzahl an Flugbahnen aus dem Jahr 2015 [15]) sowie A28T09 (ohne Entflechtung) gelegt wurden. Somit wurden die entsprechenden Routen/Fluggeometrien bzw. *Footprints* vom BR2017 mit denjenigen vom BR2014_{TG} ersetzt (vgl. Karten 9, 11, 15 des Berichts zu BR2017 [22] und Karten 2, 4, 6 von BR2014_{TG} [17] bzw. Karten 16, 18, 21 und 23–25 am Ende des vorliegenden Berichts). Die modifizierten Bewegungsstatistiken wurden von der Empa in Absprache mit der FZAG erstellt. Sie finden sich in Beilage 1 zum vorliegenden Bericht.

Footprints: Für die Superposition wurden die *Footprints* von BR2017 [22] und BR2014_{TG} [17] verwendet.

Basissimulation: Für die SIL-Berechnung des "Zwischenzustands 1 neu" sind keine Neusimulationen nötig.

Belastungsrechnung: Durch Superposition der *Footprints* unter Berücksichtigung der Bewegungsstatistiken wird die Nachtbelastung (L_{n1}) bestimmt. Aus L_{n1} werden zusätzlich die Grenzwertkurven, d.h. die Planungswert- (PW) und Immissionsgrenzwert- (IGW) Kurven gemäss LSV [29], für die Empfindlichkeitsstufe ES II bis ES IV gebildet und mit dem Zwischenzustand bisher (BR2014 [11]) verglichen.

Die Ersatzrouten D3L und D3F basieren auf realen Fluggeometrien (Radardaten). Da für eine Prognose des Flugverkehrs sowohl eine andere Routenbelegung als auch ein anderer Flottenmix zu erwarten ist, werden *Footprints* fehlen oder mit einer ungenügenden Datengrundlage vorhanden sein. In diesem Fall wird eine zweite Stufe als Rückfallebene verwendet. Eine genügende Datengrundlage ist so definiert (vgl. BR2014_{TG} [17]), dass die Anzahl simulierter Flüge, auf die ein *Footprint* basiert, mindestens 20 betragen muss oder aber wenigstens 10% der Anzahl typen- und routenspezifischen Flugbewegungen übersteigt. Durch Anwendung des Kriteriums wird beispielsweise verhindert, dass ein auf einer einzigen Radarspur basierender *Footprint* des heutigen Betriebs mit einer hohen Anzahl prognostizierter Bewegungen belegt wird und somit der horizontale Verlauf und die horizontale Streuung nicht ausreichend berücksichtigt werden. Als Ersatzgeometrien werden konsistent zu BR2014_{TG} [17] bzw. BR2014 [11] alle Starts mit ungenügender Datengrundlage einer entsprechenden vBR-Route [10] zugeordnet (der Anteil der Ersatzzuordnungen ist gering). Für die Landerouten war dieses Vorgehen nicht nötig.

3.2. Zweite Nachtstunde SIL Zwischenzustand 1

Der **SIL Zwischenzustand 1 der zweiten Nachtstunde** und dessen Ermittlung entspricht dem "Zwischenzustand 1 neu" der ersten Nachtstunde (Kap. 3.1) mit geänderter Landeroutenverteilung (Tabelle 3-1) und verminderten Bewegungszahlen (Tabelle 3-2).

Die modifizierten Bewegungsstatistiken wurden von der Empa in Absprache mit der FZAG erstellt. Sie finden sich in Beilage 1 zum vorliegenden Bericht. Wie bereits beim Zwischenzustand 1 neu ist der Anteil der Ersatzzuordnungen bei der Superposition gering.

3.3. Zweite Nachtstunde SIL Zwischenzustand 2

Die ursprünglichen Bewegungsstatistiken, und damit auch der Flottenmix, die Pisten- und Routenverteilung sowie die Routen/Fluggeometrien bzw. *Footprints*, wurden aus BR2017 Variante Zt+ übernommen [22]; nur die Bewegungszahlen wurden skaliert (Tabelle 3-1).

Die modifizierten Bewegungsstatistiken wurden von der FZAG erstellt und der Empa in elektronischer Form zur Verfügung gestellt [B]. Sie finden sich in Beilage 1 zum vorliegenden Bericht. Bei der Superposition müssen keine Ersatzgeometrien verwendet werden; das Kriterium genügender Datengrundlage ist immer erfüllt (vgl. [22]).

3.4. Zweite Nachtstunde SIL Zwischenzustand 3

Bewegungsstatistiken: Es wurden die Bewegungsstatistiken der ersten Nachtstunde der Variante 4-LVP* (Tabellen 5-5 and 5-7 in [16]) modifiziert, indem die Bewegungen der Startrouten S32_8025N und S34_7018N sowie der Landeroute A28T12 (mit Entflechtung) auf die BR2014_{TG}-Routen D3L und D3F sowie A28T09 (ohne Entflechtung) gelegt wurden. Somit wurden die entsprechenden Routen/Fluggeometrien bzw. *Footprints* von Variante 4-LVP* mit denjenigen BR2014_{TG} von ersetzt (vgl. Karten 4, 6, 9 des Bericht zu 4-LVP* [16] und Karten 2, 4, 6 von BR2014_{TG} [17] bzw. Karten 17, 18, 21 und 23–25 am Ende des vorliegenden Berichts). Zudem wurden die Bewegungszahlen skaliert (Tabelle 3-1) und die Routenbelegung der Landungen modifiziert (Tabelle 3-2). Die modifizierten Bewegungsstatistiken wurden von der FZAG erstellt und der Empa in elektronischer Form zur Verfügung gestellt [B]. Sie finden sich in Beilage 1 zum vorliegenden Bericht.

Footprints: Für die Superposition wurden die *Footprints* von SIL-Variante 4-LVP* [16] und BR2014_{TG} [17] verwendet. Von letzterer konnten die Flugbahnen der Routen D3F und A28T09 unverändert übernommen

werden. Die Flugbahnen der Route D3L hingegen wurden neu erstellt, um die Pistenverlängerung zu berücksichtigen (verlängerte Piste 32V).

Neue Flugbahnen D3L: Wie in früheren Berechnungen wurden den Flugspuren der Starts Route D3L die typenspezifischen mittleren Höhen- und Geschwindigkeitsprofile der Flugzeuge für Starts auf Piste 34 zugewiesen. Die Profile wurden aus den Berechnungen zum SIL08 [7, 8] übernommen, welche auch in späteren SIL-Berechnungen verwendet worden waren. Die Profilzuordnungen für die Route D3L entsprechen den Profilzuordnungen für Route S32_8025N in Tabelle 7-12 von [14].

Basissimulation: Für die neuen Flugbahnen der Route D3L wurden die flugzeugtypen- und flugroutenspezifischen Lärmbelastungen (*Footprints*) berechnet. Die Simulation erfolgte dabei mit denselben FLULA2-Einstellungen wie bei der Variante 4-LVP* (bzw. 4-LVP), unter Verwendung der aktuellen FLULA2 Version 004 [9] und des damals aktuellen Quellendatensatzes RC2012_01. Für die Simulation wurde wie in früheren Berechnungen die Annahme getroffen, dass die Flugzeugtypen A3103, A3302, A3403 auf der verlängerten Piste 32V mit hoher Startleistung starten (sog. FT-Richtcharakteristik), die übrigen Typen mit reduzierter Leistung (VG-Richtcharakteristik).

Belastungsrechnung: Die Superposition erfolgt unter Verwendung der bestehenden und neu erstellten *Footprints*. Bei der Superposition müssen keine Ersatzgeometrien verwendet werden.

3.5. Zweite Nachtstunde SIL Zustand 4

Die Bewegungsstatistiken, und damit auch der Flottenmix, die Pisten- und Routenverteilung sowie die Routen/Fluggeometrien bzw. *Footprints*, wurden ausschliesslich aus 4-LVP* übernommen; nur die Bewegungszahlen wurden neu skaliert (vgl. Tabelle 3-1).

Die modifizierten Bewegungsstatistiken wurden von der FZAG erstellt und der Empa in elektronischer Form zur Verfügung gestellt [B]. Sie finden sich in Beilage 1 zum vorliegenden Bericht. Bei der Superposition müssen keine Ersatzgeometrien verwendet werden.

3.6. Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH

Aus dem hier ermittelten Zwischenzustand neu erstellt die GIS-Fachstelle der FZAG das neue Gebiet mit Lärmauswirkungen. Neu – und im Gegensatz zum aktuellen SIL2 – gibt es nicht mehr eine einzige Nachtkurve, sondern es wurde je eine separate Kurve für die erste und zweite Nachtstunde ermittelt. Jede dieser Kurven stellt (wie bisher) eine Umhüllende verschiedener Zustände dar.

Die Umhüllende SIL24_ZRH für die erste Nachtstunde umfasst folgende Zustände:

- Flugbetrieb gemäss geltendem Betriebsreglement vom Juni 2011
- Zwischenzustand 1 neu
- Zwischenzustand 2 gemäss BR2017
- langfristiger Flugbetrieb gemäss Variante 4-LVP*

Die Umhüllende für die zweite Nachtstunde umfasst folgende Zustände: vBR12 [10] sowie die vier hier ermittelten Zustände für die zweite Nachtstunde.

Aus diesen zwei Nacht-Umhüllenden und der Tages-Umhüllenden des SIL2-Gebiets (SIL-Objektblatt vom 23. August 2017 [4] bzw. – mit nicht lärmrelevanten Änderungen – vom 21. August 2021 [5]) wird schliesslich die neue Abgrenzungslinie (AGL) SIL24_ZRH (IGW ES II) ermittelt.

Die AGL SIL24_ZRH unterscheidet sich vom SIL2 einzig bezüglich eines massgebenden Zwischenzustands in der 1. Nachtstunde.

3.7. Quantifizierung Grenzwertüberschreitungen, Bevölkerungsdaten

Die GIS-Fachstelle der FZAG ermittelt aus den von der Empa gelieferten Fluglärmbelastungen und Grenzwertkurven (Kap. 3.1 bis 3.5) sowie aus den Bevölkerungsdaten um den Flughafen Zürich die Anzahl Personen über den Belastungsgrenzwerten sowie die Flächen der Grenzwertkurven für das neue Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH erste und zweite Nachtstunde (Kap. 3.6) im Vergleich zum SIL2-Gebiet [4, 5]. Für die Quantifizierungen werden die neuesten verfügbaren Bevölkerungsdaten des Jahres 2022 verwendet, welche bereits für die Berechnung des Zürcher Fluglärm-Index ZFI des Jahres 2022 [27] verwendet worden waren. Die Daten wurden der Empa von der FZAG elektronisch zur Verfügung gestellt [C][D].

4. Untersuchungsergebnisse

4.1. Fluglärmbelastungen

Die Karten mit den Fluglärmbelastungen der SIL-Berechnungen für die erste und zweite Nachtstunde befinden sich am Schluss des vorliegenden Berichtes (vgl. auch Kap. 6.1). Karte 1 zeigt den $L_{r_{n1}}$ der ersten Nachtstunde für den Zwischenzustand neu. Karte 2 vergleicht den Zwischenzustand neu mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2 (SIL-Objektblatt [4, 5]). Karten 3–6 zeigen den $L_{r_{n2}}$ der zweiten Nachtstunde (Zustände 1–4). Karten 7 und 8 vergleichen den PW und IGW ES II der vier Zustände, und Karten 9 und 10 vergleichen deren PW und IGW ES II mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2. Karten 11 bis 13 vergleichen schliesslich die AGL SIL24_ZRH mit Gebiet mit der AGL SIL2.

Die Karten liefern folgende Befunde: Der Beurteilungspegel $L_{r_{n1}}$ des SIL Zwischenzustands 1 neu (Karte 1) ist deutlich grösser als der Zwischenzustand 1 bisher (BR2014 [11]), liegt aber noch innerhalb des Gebiets mit Lärmauswirkungen SIL2 (SIL-Objektblatt vom [4, 5]) (Karte 2).

Die Beurteilungspegel $L_{r_{n2}}$ der vier Zustände der zweiten Nachtstunde (Karten 3–6) unterscheiden sich insgesamt nicht sehr stark (Karten 7 und 8). Es zeigen sich jedoch lokal Unterschiede in den Grenzwertkurven PW und IGW ES II im Einflussbereich der Startouten O32/O34 im Nordosten bzw. N32/N34 im Westen (Fernbereich), wo die Zustände 3 und 4 aufgrund der Pistenverlängerung 32V und entsprechend flacherer Flugprofile längere Grenzwertkurven aufweisen. Weiter zeigen sich Unterschiede im Bereich der Landerouten im Süden auf Piste 34 und Osten auf Piste P28, wo die Zustände 1 und 2 höhere (Q34) bzw. tiefere (P28) Lärmbelastung verursachen als Zustände 3 und 4. Dies ist auf die erhöhte Meteoverfügbarkeit (leichter Rückenwind, Nässe) der Landepiste 28 im Falle der Pistenverlängerung 28 zurückzuführen. Der Einfluss der Entflechtung (methodischer Berechnungsansatz: Verwendung idealisierter Flugbahnen [mit Entflechtung] statt Radardaten mit grösserer Streuung [ohne Entflechtung]) hat hingegen nur einen marginalen Einfluss auf die Lärmbelastung der Zustände (Karten 7 und 8). Keiner der Zustände weist nennenswerte Gebiete ausserhalb des Gebiets mit Lärmauswirkungen SIL2 auf (Karten 9 und 10).

Der Vergleich des neuen Gebiets mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH für die erste und zweite Nachtstunde mit dem Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2 Nacht (Karten 11 und 12) sowie der AGL SIL24_ZRH mit der AGL SIL2 (Karte 13) zeigt eine deutliche Abnahme des Gebiets mit Lärmauswirkungen im Nordwesten des Flughafens im Einflussbereich der Surbtalroute (S34_7006N) wegen derer tieferen Belegung.

4.2. Quantifizierungen

Die von der GIS-Fachstelle der FZAG gelieferten Ergebnisse (Tabelle 4-1) zeigen, wie viele Personen in der Nacht von Grenzwertüberschreitungen im neuen Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH im Vergleich zum SIL2-Gebiet (SIL-Objektblatt [4, 5]) betroffen sind. Es zeigt sich, dass sich die Auswirkungen der ersten Nachtstunde kaum ändern, in der zweiten Nachtstunde aber neu deutlich weniger Personen von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind als im SIL2-Gebiet, was auf die kleineren Flächen der Grenzwertkurven zurückzuführen ist (Tabelle 4-2). Unter Berücksichtigung der Berechnungsunsicherheiten (Kap. 2.3) könnend die Differenzen in der zweiten Nachtstunde als statistisch signifikant angesehen werden. Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4 zeigen die betroffenen Personen und Flächen für die Umhüllenden Tag und Nacht. Wie bei der ersten Nachtstunde sind auch die Unterschiede in der Umhüllenden Tag und Nacht zwischen SIL2 und SIL24_ZRH gering und statistisch nicht signifikant.

Bemerkung: Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2 zeigen die Grenzwertüberschreitungen der ES II (Wohnzonen) und ES III (Wohn- und Gewerbezone) nur für die erste Nachtstunde (gleiche LSV-Grenzwerte für ES II und

ES III), weil im SIL-Objektblatt im Gebiet mit Lärmauswirkungen nur die ES II enthalten ist. Für die zweite Nachtstunde sowie für die Umhüllende Tag und Nacht (Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4) wird nur ES II ausgewiesen.

Tabelle 4-1: Anzahl Personen innerhalb der PW- und IGW-Kurven ES II – sowie (in Klammern) Summe ES II + ES III – für das SIL2-Gebiet [4, 5] und das neue Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH für die 1. und 2. Nachtstunde, sowie Differenz zwischen den Gebieten. Daten: GIS-Fachstelle der FZAG [C].

SIL-Zustand	ES II bzw. Summe ES II + ES III (in Klammern)		ES II	
	1. Nachtstunde		2. Nachtstunde	
	PW	IGW	PW	IGW
SIL2	130'726 (207'557)	38'158 (67'029)	130'726 *	38'158 *
SIL24_ZRH	131'033 (207'624)	38'717 (67'623)	73'200	31'635
Differenz (SIL24_ZRH minus SIL2)	+307 (+67)	+559 (+594)	-57'526	-6'523

* Gleiche Werte zweite wie erste Nachtstunde, da zweite Nachtstunde nicht separat quantifiziert.

Tabelle 4-2: Flächen [ha] der PW- und IGW-Kurven ES II und ES III für das SIL2-Gebiet [4, 5] und das neue Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH für die 1. und 2. Nachtstunde, sowie Differenz zwischen den Gebieten. Daten: GIS-Fachstelle der FZAG [C].

SIL-Zustand	ES II = ES III		ES II	
	1. Nachtstunde		2. Nachtstunde	
	PW	IGW	PW	IGW
SIL2	30'571	11'446	30'571 *	11'446 *
SIL24_ZRH	29'987	11'353	18'174	9'780
Differenz (SIL24_ZRH minus SIL2)	-584	-93	-12'397	-1'666

* Gleiche Werte zweite wie erste Nachtstunde, da zweite Nachtstunde nicht separat quantifiziert.

Tabelle 4-3: Anzahl Personen innerhalb der PW- und IGW-Kurven ES II für das SIL2-Gebiet [4, 5] und das neue Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH Umhüllende Tag und Nacht, sowie Differenz zwischen den Gebieten. Daten: GIS-Fachstelle der FZAG [D].

SIL-Zustand	ES II	
	Umhüllende T & N	
	PW	IGW
SIL2	152'682	52'144
SIL24_ZRH	152'577	52'409
Differenz (SIL24_ZRH minus SIL2)	-105	+265

Tabelle 4-4: Flächen [ha] der PW- und IGW-Kurven ES II für das SIL2-Gebiet [4, 5] und das neue Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH Umhüllende Tag und Nacht, sowie Differenz zwischen den Gebieten. Daten: GIS-Fachstelle der FZAG [D].

SIL-Zustand	ES II	
	Umhüllende T & N	
	PW	IGW
SIL2	33'635	13'199
SIL24_ZRH	33'012	13'101
Differenz (SIL24_ZRH minus SIL2)	-624	-97

5. Datengrundlagen, Literatur, Begriffe und Abkürzungen

5.1. Datengrundlagen

- [A] Empa, 2023. *Flughafen Zürich, Fluglärmrechnungen SIL gemäss Auftrag BVGer (SIL24_ZRH)*, Angebot vom 16.05.2023.
- [B] FZAG 2023. *Bewegungszahlen SIL zweite Nachtstunde Zustände 2 bis 4*. Datenlieferung per E-Mail vom 29.06.2023 ("AW: ZRH_SIL24: Inputs FZAG") [Zwischenzustand 2: 3_6 2. NS BR2017.xlsx; Zwischenzustand 3: 3_6 2. NS Var 4 LVP ohne Entflechtung Landungen.xlsx, 3_6 2. NS Var 4 LVP ohne Entflechtung Starts.xlsx; Zustand 4: 3_6 2. NS Var 4 LVP Landungen.xlsx, 3_6 2. NS Var 4 LVP Starts.xlsx].
- [C] FZAG, 2024. *Quantifizierung betroffene Bevölkerung und Flächen SIL 1. Nachtstunde und 2. Nachtstunde*. Datenlieferung per E-Mail vom 25.11.2024 („AW SIL24 Übersicht zur Zusammensetzung“) [SIL24_BevoelkerungUndFlaechen_V5.xlsx].
- [D] FZAG, 2023. *Quantifizierung betroffene Bevölkerung und Flächen SIL Umhüllende Tag und Nacht*. Datenlieferung per E-Mail vom 01.11.2023 („SIL24: PW Umhüllende Tag & Nacht“) [SIL24_BevoelkerungUndFlaechen_Umhue.xlsx].

5.2. Literatur

- [1] BAFU, BAZL, and GS-VBS, 2014. *Leitfaden zur Fluglärmermittlung. Vorgaben für die Lärmermittlung, Fassung für die Vernehmlassung bis September 2014*. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), Generalsekretariat des Eidg. Departementes für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS (GS VBS), Bern.
- [2] BAFU, BAZL, and GS-VBS, 2016. *Leitfaden zur Fluglärmermittlung. Vorgaben für die Lärmermittlung. Umwelt-Vollzug Nr. 1625*. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), Generalsekretariat des Eidg. Departementes für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS (GS VBS), Bern. URL: <http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/publikationen-studien/publikationen/leitfaden-fluglaerm.html>.
- [3] BAZL, 2016. *Flughafen Zürich: Sachplan Infrastruktur Luftfahrt (SIL), Dokumentation zur Anpassung des SIL-Objektblatts, B. Abgrenzungslinie (AGL), 15. September 2016*. URL: <https://www.bazl.admin.ch>.
- [4] BAZL and ARE, 2017. *Flughafen Zürich: Objektblatt vom 23.08.2017 (Gesamtbericht)*. URL: <https://www.bazl.admin.ch>.
- [5] BAZL and ARE, 2021. *Flughafen Zürich: Objektblatt vom 21.08.2021 (Gesamtbericht)*. URL: <https://www.bazl.admin.ch>.
- [6] BVGer, 2021. *Bundesverwaltungsgericht, Urteil vom 7. September 2021, Gegenstand Änderung des Betriebsreglements (BR 2014), Teilgenehmigung. Verfahren A-3484/2018*
- [7] Empa, 2009. *Flughafen Zürich, Sachplan Infrastruktur Luftfahrt (SIL), Berechnungen 2008 / 2009. Teilbericht 1: Basissimulation Flugspuren*. Bericht Nr. 450'279 - 1. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [8] Empa, 2009. *Flughafen Zürich, Sachplan Infrastruktur Luftfahrt (SIL), Berechnungen 2008 / 2009. Teilbericht 2: Fluglärmrechnungen der Varianten*. Bericht Nr. 450'279 - 2. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.

- [9] Empa, 2010. *FLULA2, Ein Verfahren zur Berechnung und Darstellung der Fluglärmbelastung. Technische Programm-Dokumentation. Version 4*. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf. URL: <https://www.empa.ch/de/web/s509/flula2>.
- [10] Empa, 2013. *Flughafen Zürich, Vorläufiges Betriebsreglement, Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid*. Bericht Nr. 461'852. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf. URL: <https://www.bazl.admin.ch>.
- [11] Empa, 2013. *Flughafen Zürich, Betriebsreglementsänderung 2014, Fluglärmrechnungen nach Lärmschutz-Verordnung*. Bericht Nr. 5214.000994 - 1. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [12] Empa, 2014. *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2013*. Bericht Nr. 5214.004983. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [13] Empa, 2015. *Flughafen Zürich, Fluglärmrechnungen zum SIL-Koordinationsprozess (SIL2), Berechnungen 2015, Variante 4-LVP. Teilbericht 2: Fluglärmrechnungen der Variante*. Bericht Nr. 5214.009409 - 2. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf. URL: <https://www.bazl.admin.ch>.
- [14] Empa, 2015. *Flughafen Zürich, Fluglärmrechnungen zum SIL-Koordinationsprozess (SIL2), Berechnungen 2015, Variante 4-LVP. Teilbericht 1: Basissimulation Flugspuren*. Bericht Nr. 5214.009409 - 1. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf. URL: <https://www.bazl.admin.ch>.
- [15] Empa, 2016. *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2015*. Bericht Nr. 5214.011975. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [16] Empa, 2017. *Flughafen Zürich, Fluglärmrechnungen zum SIL-Koordinationsprozess (SIL2), Teilbericht 3: Ergänzender Bericht - Variante 4-LVP**. Bericht Nr. 5214.015797. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [17] Empa, 2017. *Betriebsreglementsänderung 2014, Teilgenehmigung, Fluglärmrechnungen nach Lärmschutz-Verordnung*. Bericht Nr. 5214.015778 - 1. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [18] Empa, 2017. *Modifications of aircraft noise calculations with FLULA2 responding to the specifications of the Aircraft Noise Guidelines. Effects on calculation results*. Bericht Nr. 5213.00094. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [19] Empa, 2017. *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2016*. Bericht Nr. 5214.014942. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [20] Empa, 2018. *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2017*. Bericht Nr. 5214.018332. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.

- [21] Empa, 2019. *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2018*. Bericht Nr. 5214.021462. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [22] Empa, 2020. *Flughafen Zürich, Betriebsreglementsänderung 2017, Fluglärmrechnungen nach Lärmschutz-Verordnung (ersetzt Bericht Nr. 5214.022041 vom 17. Juni 2019)*. Bericht Nr. 5214.025426 / 5214.022041. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [23] Empa, 2020. *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2019*. Bericht Nr. 5214.024057. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [24] Empa, 2021. *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2020*. Bericht Nr. 5214.026525. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [25] Empa, 2022. *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2021*. Bericht Nr. 5214.028919. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [26] Empa, 2023. *Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2022*. Bericht Nr. 5214.031386. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [27] Empa, 2023. *Flughafen Zürich, Zürcher Fluglärm-Index ZFI im Jahre 2022*. Bericht Nr. 5214.028868 - 1. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [28] Empa, 2024. *Flughafen Zürich, Fluglärmrechnungen SIL gemäss Auftrag BVGer (SIL24_ZRH). Teilbericht 1: Lärmauswirkung verschiedener Massnahmen*. Bericht Nr. 5214.032187-1. Bericht Nr. 5214.032187-1. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [29] LSV, 1986. *Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. November 2023)*. URL: https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1987/338_338_338/de.

5.3. Begriffe und Abkürzungen

4-LVP*	SIL-Variante, Berechnungen SIL2
AW	Alarmwert
Bewegungsstatistik	Kreuztabelle, welche in den Spaltenköpfen die An- oder Abflugrouten, in den Zeilenköpfen die verschiedenen Flugzeugtypen und in den Feldern die jährliche Anzahl Flugbewegungen je Flugzeugtyp und Flugroute enthält
BR2017	Betriebsreglementsänderung 2017
BR2014	Betriebsreglementsänderung 2014 Vollgenehmigung
BR2014 _{TG}	Betriebsreglementsänderung 2014 Teilgenehmigung
BVGer	Bundesverwaltungsgericht
dB	Dezibel

DVO	220. Durchführungsverordnung zur Luftverkehrsordnung
ES	Empfindlichkeitsstufe (ES I: Erholungszone; ES II: Wohnzone; ES III: Wohn- und Gewerbezone; ES IV: Industriezone)
FLULA2	Fluglärmsimulationsprogramm der Empa
<i>Footprint</i>	Flugzeugtyp- und flugbahn- resp. flugroutenspezifischer mittlerer Ereignispegel, normiert auf eine Bewegung und bezogen auf eine Sekunde
Grossflugzeuge	Flugzeuge mit einem höchstzulässigen Abfluggewicht von mehr als 8'618 kg (Definition gemäss Anhang 5 der LSV)
IGW	Immissionsgrenzwert
Kleinluftfahrzeuge	Flugzeuge mit einem höchstzulässigen Abfluggewicht von 8'618 kg oder weniger (Definition gemäss Anhang 5 der LSV)
L_r	Beurteilungspegel
L_{r_g}	Beurteilungspegel für den Lärm des Verkehrs von Grossflugzeugen für den Tag von 06 bis 22 Uhr
L_{r_k}	Beurteilungspegel für den Lärm des Verkehrs von Kleinluftfahrzeugen
$L_{r_{n1}}$	Beurteilungspegel für den Lärm des Verkehrs von Grossflugzeugen für die erste Nachtstunde von 22 bis 23 Uhr
$L_{r_{n2}}$	Beurteilungspegel für den Lärm des Verkehrs von Grossflugzeugen für die zweite Nachtstunde von 23 bis 24 Uhr
L_{r_t}	Beurteilungspegel für den Lärm des Gesamtverkehrs für den Tag
LSV	Lärmschutz-Verordnung
PW	Planungswert
SIL	Sachplan Infrastruktur Luftfahrt
SIL08	Projekt zur Berechnung der Fluglärmbelastung von Flugbetriebsvarianten des SIL, Berechnungen 2008 / 2009 (Auftrag Nr. 450'279)
Superposition	Energetische Addition verschiedener Belastung (z.B. <i>Footprints</i>) zu einer Teil- oder Gesamtbelastung

6. Beilagen

6.1. Bewegungsstatistiken

Die Tabellen befinden sich in Beilage 1 zum Bericht

Tabelle 1:	Jährliche Starts 2030, Grossflugzeuge, 22-23 Uhr, Zwischenzustand 1 neu
Tabelle 2:	Landungen Starts 2030, Grossflugzeuge, 22-23 Uhr, Zwischenzustand 1 neu
Tabelle 3:	Starts 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 1
Tabelle 4:	Landungen 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 1
Tabelle 5:	Starts 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 2
Tabelle 6:	Landungen 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 2
Tabelle 7:	Starts 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 3
Tabelle 8:	Landungen 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 3
Tabelle 9:	Starts 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zustand 4
Tabelle 10:	Landungen 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zustand 4

6.2. Kartensatz

Karte 1:	Zwischenzustand 1 neu, Fluglärmbelastung Grossflugzeuge 1. Nachtstunde (22 bis 23 Uhr), Beurteilungspegel L_{r_n}
Karte 2:	Vergleich PW- & IGW-Kurven (ES II) Zwischenzustand 1 neu mit Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2 (SIL-Objektblatt vom 23. August 2017)
Karte 3:	Zwischenzustand 1 ohne Entflechtung Ostkonzept, ohne Pistenverlängerung, Fluglärmbelastung Grossflugzeuge 2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr), Beurteilungspegel L_{r_n}
Karte 4:	Zwischenzustand 2 mit Entflechtung Ostkonzept, ohne Pistenverlängerung, Fluglärmbelastung Grossflugzeuge 2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr), Beurteilungspegel L_{r_n}
Karte 5:	Zwischenzustand 3 ohne Entflechtung Ostkonzept, mit Pistenverlängerung, Fluglärmbelastung Grossflugzeuge 2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr), Beurteilungspegel L_{r_n}
Karte 6:	Zustand 4 mit Entflechtung Ostkonzept, mit Pistenverlängerung, Fluglärmbelastung Grossflugzeuge 2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr), Beurteilungspegel L_{r_n}
Karte 7:	Vergleich PW-Kurven (ES II) Zustände 1 bis 4
Karte 8:	Vergleich IGW-Kurven (ES II) Zustände 1 bis 4
Karte 9:	Vergleich PW-Kurven (ES II) Zustände 1 bis 4 mit Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2 (SIL-Objektblatt vom 23. August 2017)
Karte 10:	Vergleich IGW-Kurven (ES II) Zustände 1 bis 4 mit Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2 (SIL-Objektblatt vom 23. August 2017)
Karte 11:	Vergleich PW-Kurven (ES II) neues Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH 1. und 2. Nachtstunde mit Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2 Nacht (SIL-Objektblatt vom 23. August 2017)

Karte 12	Vergleich IGW-Kurven (ES II) neues Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL24_ZRH 1. und 2. Nachtstunde mit Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2 Nacht (SIL-Objektblatt vom 23. August 2017)
Karte 13	Vergleich IGW-Kurven (ES II) neue Abgrenzungslinie (AGL) SIL24_ZRH mit AGL SIL2 (SIL-Objektblatt vom 23. August 2017)
Karte 14	Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*, Grossflugzeuge, Start Piste 16
Karte 15	Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*, Grossflugzeuge, Start Piste 28
Karte 16	Spuren BR2017 Zt+, Grossflugzeuge, Start Piste 32 Nacht
Karte 17	Spuren 4-LVP*, Grossflugzeuge, Start Piste 32V Nacht
Karte 18	Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*, Grossflugzeuge, Start Piste 34 Nacht
Karte 19	Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*, Grossflugzeuge, Landung Piste 14
Karte 20	Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*, Grossflugzeuge, Landung Piste 16
Karte 21	Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*, Grossflugzeuge, Landung Piste 28
Karte 22	Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*, Grossflugzeuge, Landung Piste 34
Karte 23	Spuren BR2014 _{TG} Zt+ _T , Grossflugzeuge, Start Piste 32 Nacht, D3L
Karte 24	Spuren BR2014 _{TG} Zt+ _T , Grossflugzeuge, Start Piste 34 Nacht, D3F
Karte 25	Spuren BR2014 _{TG} Zt+ _T Grossflugzeuge, Landung Piste 28, A28T09

Tabelle 1a: Jährliche Starts 2030, Grossflugzeuge, 22-23 Uhr, Zwischenzustand 1 neu

RC-Typ	RWY16				RWY28			RWY32					
	S16_3056	S16_3057E	S16_7061E	S16_7067E	S28_7001	S28_7012	S28_5059	S32_7023N	S32_7024N	D3L	S32_7026N	S32_7050N	S32_7091N
A3103	0	1	0	0	0	0	0	1	4	2	5	10	3
A319	0	12	0	4	3	0	10	11	43	20	4	106	32
A320	0	21	0	7	6	0	18	19	74	34	6	185	55
A321	0	13	0	4	4	0	11	11	46	21	4	114	34
A3302	1	16	5	5	1	1	2	13	53	23	68	132	39
A3403	0	4	1	1	0	0	0	3	12	5	15	29	9
A3406	0	4	1	1	0	0	0	3	12	5	15	30	9
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B73F	0	2	0	1	1	0	2	2	7	3	1	19	6
B73S	0	2	0	1	1	0	2	2	7	3	1	16	5
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7474	0	1	0	0	0	0	0	1	4	2	4	9	3
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7772	4	116	36	40	4	4	11	97	387	166	492	961	282
CL65	1	3	0	1	1	1	2	2	9	4	11	23	7
E145	0	4	0	1	1	0	4	4	15	7	1	36	11
FK10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	1
FK70	0	20	0	7	6	0	17	18	71	33	6	178	53
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	7	216	45	74	27	7	80	186	744	328	634	1853	545
Route	0%	3%	1%	1%	0%	0%	1%	3%	10%	5%	9%	26%	8%
Piste	5%				2%			60%					

N _{start}	12'881
d	365
n _{start}	35
z	1 h
n _{start}	35

Tabelle 1b: Fortsetzung Tabelle 1a

RC-Typ	RWY34						Total	Anteil:
	S34_7004N	S34_7006N	S34_7011N	D3F	S34_7051N	S34_7092N		
A3103	3	1	3	1	6	2	42	1%
A319	18	5	2	8	46	14	337	5%
A320	32	8	3	15	80	24	587	8%
A321	20	5	2	9	49	15	361	5%
A3302	34	8	43	15	83	25	565	8%
A3403	7	2	9	3	18	5	125	2%
A3406	8	2	10	3	19	6	127	2%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	3	1	0	1	8	2	59	1%
B73S	3	1	0	1	7	2	52	1%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	2	1	3	1	6	2	38	1%
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	1	0%
B7772	245	61	311	110	603	178	4'107	57%
CL65	4	1	5	2	10	3	89	1%
E145	6	2	1	3	16	5	115	2%
FK10	1	0	0	0	1	0	10	0%
FK70	31	8	3	14	77	23	564	8%
MD11	0	0	0	0	0	0	2	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total	416	104	394	189	1'028	304	7'180	
Route	6%	1%	5%	3%	14%	4%	100%	
Piste	34%						100%	

Tabelle 2: Jährliche Landungen 2030, Grossflugzeuge, 22-23 Uhr, Zwischenzustand 1 neu

RC-Typ	RWY14		RWY16	RWY28	RWY34		Total	Anteil:
	S14	A14T09	T16	A28T09	Q34W	Q34E		
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0%
A319	50	33	2	640	97	79	901	16%
A320	87	58	3	1'116	169	138	1'570	28%
A321	53	36	2	687	104	85	967	17%
A3302	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3403	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3406	0	0	0	0	0	0	0	0%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	9	6	0	112	17	14	158	3%
B73S	8	5	0	98	15	12	138	2%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7572	0	0	0	0	0	0	1	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7772	0	0	0	0	0	0	0	0%
CL65	7	5	0	88	13	11	124	2%
E145	17	11	1	220	33	27	309	5%
FK10	1	1	0	18	3	2	25	0%
FK70	83	55	3	1'072	162	133	1'508	26%
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	1	0%
Total	314	210	11	4'051	613	501	5'700	
Route	6%	4%	0%	71%	11%	9%	100%	
Piste	9%		0%	71%	20%		100%	

Tabelle 3a: Jährliche Starts 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 1

RC-Typ	RWY16				RWY28			RWY32					
	S16_3056	S16_3057E	S16_7061E	S16_7067E	S28_7001	S28_7012	S28_5059	S32_7023N	S32_7024N	D3L	S32_7026N	S32_7050N	S32_7091N
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	1
A319	0	3	0	1	1	0	3	3	12	5	1	30	9
A320	0	6	0	2	2	0	5	5	21	10	2	52	15
A321	0	4	0	1	1	0	3	3	13	6	1	32	9
A3302	0	4	1	2	0	0	0	4	15	6	19	37	11
A3403	0	1	0	0	0	0	0	1	3	1	4	8	2
A3406	0	1	0	0	0	0	0	1	3	1	4	8	2
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B73F	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	5	2
B73S	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	5	1
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7474	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7772	1	32	10	11	1	1	3	27	108	46	137	268	78
CL65	0	1	0	0	0	0	1	1	3	1	3	6	2
E145	0	1	0	0	0	0	1	1	4	2	0	10	3
FK10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
FK70	0	5	0	2	2	0	5	5	20	9	2	50	15
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	60	12	21	7	2	22	52	207	91	177	516	152
Route	0%	3%	1%	1%	0%	0%	1%	3%	10%	5%	9%	26%	8%
Piste	5%				2%			60%					

N _{start}	3'200
d	365
n _{start}	9
z	1 h
n _{start}	9

Tabelle 3b: Fortsetzung Tabelle 3a

RC-Typ	RWY34						Total	Anteil:
	S34_7004N	S34_7006N	S34_7011N	D3F	S34_7051N	S34_7092N		
A3103	1	0	1	0	2	1	12	1%
A319	5	1	0	2	13	4	94	5%
A320	9	2	1	4	22	7	163	8%
A321	5	1	0	3	14	4	101	5%
A3302	9	2	12	4	23	7	157	8%
A3403	2	1	3	1	5	2	35	2%
A3406	2	1	3	1	5	2	35	2%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	1	0	0	0	2	1	16	1%
B73S	1	0	0	0	2	1	14	1%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	1	0	1	0	2	0	10	1%
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7772	68	17	87	31	168	50	1'144	57%
CL65	1	0	1	1	3	1	25	1%
E145	2	0	0	1	4	1	32	2%
FK10	0	0	0	0	0	0	3	0%
FK70	9	2	1	4	21	6	157	8%
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total	116	29	110	53	286	85	2'000	
Route	6%	1%	5%	3%	14%	4%	100%	
Piste	34%						100%	

Tabelle 4: Jährliche Landungen 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 1

RC-Typ	RWY14		RWY16	RWY28	RWY34		Total	Anteil:
	S14	A14T09	T16	A28T09	Q34W	Q34E		
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0%
A319	7	4	0	133	20	25	190	16%
A320	12	8	0	231	36	44	330	28%
A321	7	5	0	143	22	27	204	17%
A3302	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3403	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3406	0	0	0	0	0	0	0	0%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	1	1	0	23	4	4	33	3%
B73S	1	1	0	20	3	4	29	2%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7772	0	0	0	0	0	0	0	0%
CL65	1	1	0	18	3	3	26	2%
E145	2	2	0	46	7	9	65	5%
FK10	0	0	0	4	1	1	5	0%
FK70	11	7	0	222	34	42	317	26%
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total	42	28	1	840	130	158	1'200	
Route	4%	2%	0%	70%	11%	13%	100%	
Piste	6%		0%	70%	24%		100%	

Tabelle 5a: Jährliche Starts 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 2

RC-Typ	RWY16				RWY28			RWY32					
	S16_3056	S16_3057E	S16_7061E	S16_7067E	S28_7001	S28_7012	S28_5059	S32_7023N	S32_7024N	S32_7025N	S32_7026N	S32_7050N	S32_7091N
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	1
A319	0	3	0	1	1	0	3	3	12	5	1	30	9
A320	0	6	0	2	2	0	5	5	21	10	2	52	15
A321	0	4	0	1	1	0	3	3	13	6	1	32	9
A3302	0	4	1	2	0	0	0	4	15	6	19	37	11
A3403	0	1	0	0	0	0	0	1	3	1	4	8	2
A3406	0	1	0	0	0	0	0	1	3	1	4	8	2
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B73F	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	5	2
B73S	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	5	1
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7474	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7772	1	32	10	11	1	1	3	27	108	46	137	268	78
CL65	0	1	0	0	0	0	1	1	3	1	3	6	2
E145	0	1	0	0	0	0	1	1	4	2	0	10	3
FK10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
FK70	0	5	0	2	2	0	5	5	20	9	2	50	15
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	60	12	21	7	2	22	52	207	91	177	516	152
Route	0%	3%	1%	1%	0%	0%	1%	3%	10%	5%	9%	26%	8%
Piste	5%				2%			60%					

N _{start}	3'200
d	365
n ^h _{start}	9
z	1 h
n _{start}	9

Tabelle 5b: Fortsetzung Tabelle 5a

RC-Typ	RWY34						Total	Anteil:
	S34_7004N	S34_7006N	S34_7011N	S34_7018N	S34_7051N	S34_7092N		
A3103	1	0	1	0	2	1	12	1%
A319	5	1	0	2	13	4	94	5%
A320	9	2	1	4	22	7	163	8%
A321	5	1	0	3	14	4	101	5%
A3302	9	2	12	4	23	7	157	8%
A3403	2	1	3	1	5	2	35	2%
A3406	2	1	3	1	5	2	35	2%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	1	0	0	0	2	1	16	1%
B73S	1	0	0	0	2	1	14	1%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	1	0	1	0	2	0	10	1%
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7772	68	17	87	31	168	50	1'144	57%
CL65	1	0	1	1	3	1	25	1%
E145	2	0	0	1	4	1	32	2%
FK10	0	0	0	0	0	0	3	0%
FK70	9	2	1	4	21	6	157	8%
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total	116	29	110	53	286	85	2'000	
Route	6%	1%	5%	3%	14%	4%	100%	
Piste	34%						100%	

Tabelle 6: Jährliche Landungen 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 2

RC-Typ	RWY14		RWY16	RWY28	RWY34		Total	Anteil:
	S14	A14T09	T16	A28T12	Q34W	Q34E		
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0%
A319	7	4	0	133	20	25	190	16%
A320	12	8	0	231	36	44	330	28%
A321	7	5	0	143	22	27	204	17%
A3302	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3403	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3406	0	0	0	0	0	0	0	0%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	1	1	0	23	4	4	33	3%
B73S	1	1	0	20	3	4	29	2%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7772	0	0	0	0	0	0	0	0%
CL65	1	1	0	18	3	3	26	2%
E145	2	2	0	46	7	9	65	5%
FK10	0	0	0	4	1	1	5	0%
FK70	11	7	0	222	34	42	317	26%
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total	42	28	1	840	130	158	1'200	
Route	4%	2%	0%	70%	11%	13%	100%	
Piste	6%		0%	70%	24%		100%	

Tabelle 7a: Jährliche Starts 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 3

RC-Typ	RWY16				RWY28				RWY32V					
	S16_3056	S16_3057E	S16_7061E	S16_7067E	S28_7001	S28_7012	S28_5059	S28_5079	S32_8023N	S32_8024N	D3L V*	S32_8026N	S32_8050N	S32_8091N
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	1
A319	0	3	0	1	1	0	3	0	3	13	7	1	32	10
A320	0	6	0	2	2	0	5	1	6	23	13	2	57	17
A321	0	4	0	1	1	0	3	0	4	14	8	1	35	11
A3302	0	5	1	2	0	0	0	0	5	19	10	24	46	14
A3403	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	2	5	10	3
A3406	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	2	5	10	3
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B73F	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	6	2
B73S	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	5	2
B73V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7474	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	1
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7672	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7772	1	34	11	12	1	1	3	0	34	139	73	176	332	99
CL65	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3	2	4	7	2
E145	0	1	0	0	0	0	1	0	1	5	3	0	11	3
FK10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
FK70	0	6	0	2	2	0	5	1	6	23	12	2	54	17
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MD80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MD83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MD87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	64	13	22	8	2	21	2	63	255	136	225	612	185
Route	0%	3%	1%	1%	0%	0%	1%	0%	3%	13%	7%	11%	31%	9%
Piste	5%				2%				74%					

N _{Land}	3'200
d	365
n ⁺ _{Land}	9
z	1 h
n _{Land}	9

Tabelle 7b: Fortsetzung Tabelle 7a

RC-Typ	RWY34						Total	Anteil
	S34_7004N	S34_7006N	S34_7011N	D3F	S34_7051N	S34_7092N		
A3103	0	0	0	0	1	0	12	1%
A319	3	1	0	2	8	3	94	5%
A320	6	1	1	3	14	4	163	8%
A321	4	1	0	2	9	3	101	5%
A3302	5	1	6	3	13	4	157	8%
A3403	1	0	1	1	3	1	35	2%
A3406	1	0	1	1	3	1	35	2%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	1	0	0	0	1	0	16	1%
B73S	1	0	0	0	1	0	14	1%
B73V	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	0	0	0	0	1	0	10	1%
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7672	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7772	38	9	47	18	91	26	1'144	57%
CL65	1	0	1	0	2	1	25	1%
E145	1	0	0	1	3	1	32	2%
FK10	0	0	0	0	0	0	3	0%
FK70	6	1	0	3	14	4	157	8%
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD80	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD83	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD87	0	0	0	0	0	0	0	0%
RJ100	0	0	0	0	0	0	0	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total	68	16	60	34	164	47	2'000	
Route	3%	1%	3%	2%	8%	2%	100%	
Piste	19%						100%	

Tabelle 8: Jährliche Landungen 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zwischenzustand 3

RC-Typ	RWY14		RWY16	RWY28	RWY34		Total	Anteil
	S14	A14_T09	T16	A28_T09	Q34W	Q34E		
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0%
A319	11	7	0	159	5	6	190	16%
A320	19	13	1	278	9	11	330	28%
A321	12	8	0	171	5	7	203	17%
A3302	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3403	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3406	0	0	0	0	0	0	0	0%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	2	1	0	28	1	1	33	3%
B73S	2	1	0	24	1	1	29	2%
B73V	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7672	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7772	0	0	0	0	0	0	0	0%
CL65	2	1	0	22	1	1	26	2%
E145	4	3	0	55	2	2	65	5%
FK10	0	0	0	4	0	0	5	0%
FK70	19	12	1	267	9	10	317	26%
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD80	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD83	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD87	0	0	0	0	0	0	0	0%
RJ100	0	0	0	0	0	0	0	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total	70	47	2	1008	32	39	1'200	
Route	6%	4%	0%	84%	3%	3%	100%	
Piste	10%		0%	84%	6%		100%	

Tabelle 9a: Jährliche Starts 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zustand 4

RC-Typ	RWY16				RWY28				RWY32V					
	S16_3056	S16_3057E	S16_7061E	S16_7067E	S28_7001	S28_7012	S28_5059	S28_5079	S32_8023N	S32_8024N	S32_8025N	S32_8026N	S32_8050N	S32_8091N
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	1
A319	0	3	0	1	1	0	3	0	3	13	7	1	32	10
A320	0	6	0	2	2	0	5	1	6	23	13	2	57	17
A321	0	4	0	1	1	0	3	0	4	14	8	1	35	11
A3302	0	5	1	2	0	0	0	0	5	19	10	24	46	14
A3403	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	2	5	10	3
A3406	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	2	5	10	3
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B73F	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	6	2
B73S	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	5	2
B73V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7474	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	1
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7672	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B7772	1	34	11	12	1	1	3	0	34	139	73	176	332	99
CL65	0	1	0	0	0	0	1	0	1	3	2	4	7	2
E145	0	1	0	0	0	0	1	0	1	5	3	0	11	3
FK10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
FK70	0	6	0	2	2	0	5	1	6	23	12	2	54	17
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MD80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MD83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MD87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RJ100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	64	13	22	8	2	21	2	63	255	136	225	612	185
Route	0%	3%	1%	1%	0%	0%	1%	0%	3%	13%	7%	11%	31%	9%
Piste	5%				2%				74%					

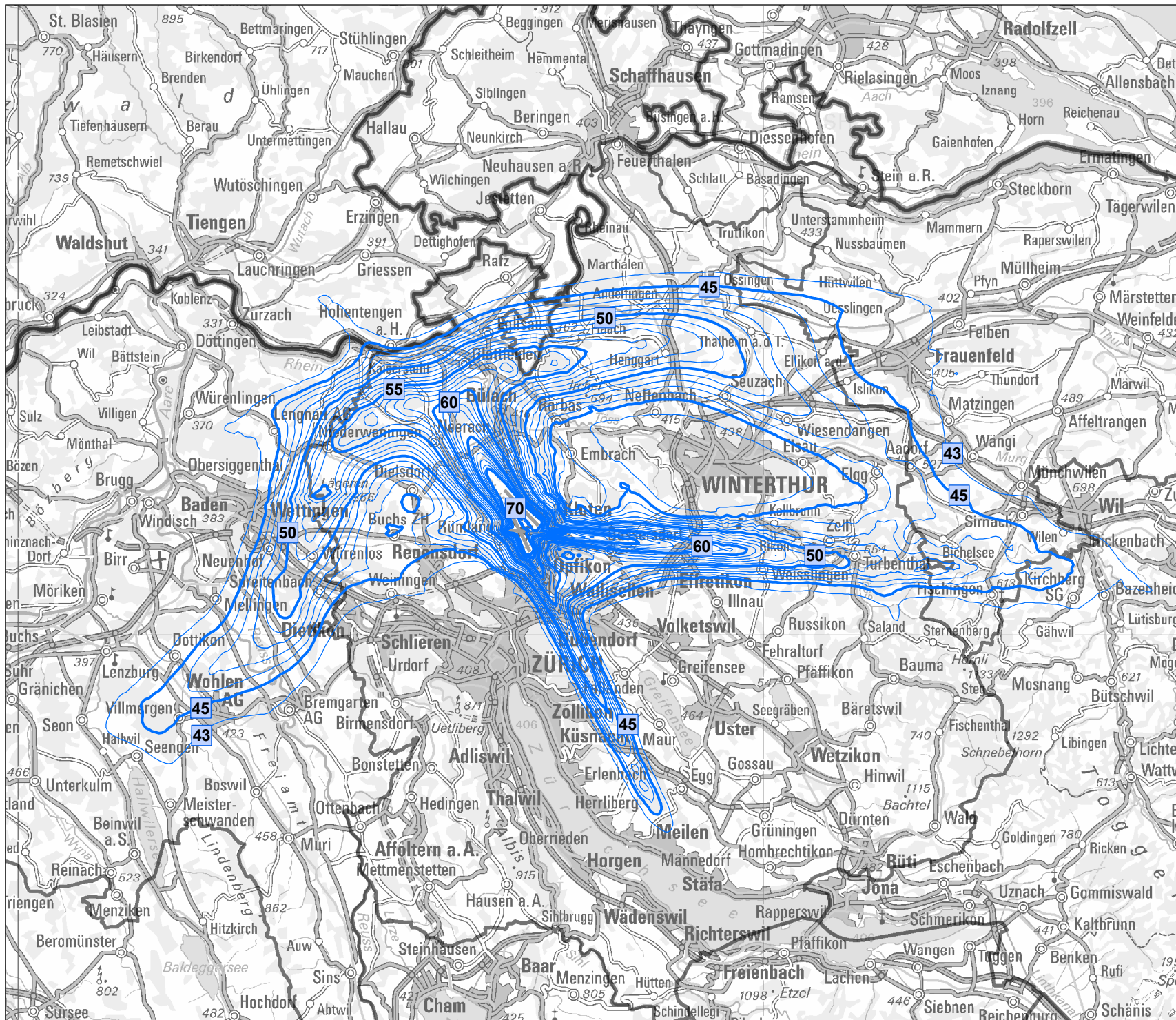
N_{Start}	3'200
d	365
$n_{\text{A,0.1}}^*$	9
z	1 h
$n_{\text{q,0.1}}$	9

Tabelle 9b: Fortsetzung Tabelle 9a

RC-Typ	RWY34						Total	Anteil
	S34_7004N	S34_7006N	S34_7011N	S34_7018N	S34_7051N	S34_7092N		
A3103	0	0	0	0	1	0	12	1%
A319	3	1	0	2	8	3	94	5%
A320	6	1	1	3	14	4	163	8%
A321	4	1	0	2	9	3	101	5%
A3302	5	1	6	3	13	4	157	8%
A3403	1	0	1	1	3	1	35	2%
A3406	1	0	1	1	3	1	35	2%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	1	0	0	0	1	0	16	1%
B73S	1	0	0	0	1	0	14	1%
B73V	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	0	0	0	0	1	0	10	1%
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7672	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7772	38	9	47	18	91	26	1'144	57%
CL65	1	0	1	0	2	1	25	1%
E145	1	0	0	1	3	1	32	2%
FK10	0	0	0	0	0	0	3	0%
FK70	6	1	0	3	14	4	157	8%
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD80	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD83	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD87	0	0	0	0	0	0	0	0%
RJ100	0	0	0	0	0	0	0	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total	68	16	60	34	164	47	2'000	
Route	3%	1%	3%	2%	8%	2%	100%	
Piste	19%						100%	

Tabelle 10: Jährliche Landungen 2030, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Zustand 4

RC-Typ	RWY14		RWY16	RWY28	RWY34		Total	Anteil
	S14	A14_T09	T16	A28_T12	Q34W	Q34E		
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0%
A319	11	7	0	159	5	6	190	16%
A320	19	13	1	278	9	11	330	28%
A321	12	8	0	171	5	7	203	17%
A3302	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3403	0	0	0	0	0	0	0	0%
A3406	0	0	0	0	0	0	0	0%
AS332	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	2	1	0	28	1	1	33	3%
B73S	2	1	0	24	1	1	29	2%
B73V	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7473	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7474	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7572	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7672	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7673	0	0	0	0	0	0	0	0%
B7772	0	0	0	0	0	0	0	0%
CL65	2	1	0	22	1	1	26	2%
E145	4	3	0	55	2	2	65	5%
FK10	0	0	0	4	0	0	5	0%
FK70	19	12	1	267	9	10	317	26%
MD11	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD80	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD83	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD87	0	0	0	0	0	0	0	0%
RJ100	0	0	0	0	0	0	0	0%
TU54M	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total	70	47	2	1008	32	39	1'200	
Route	6%	4%	0%	84%	3%	3%	100%	
Piste	10%		0%	84%	6%		100%	



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH


Karte 1

Zwischenzustand 1 neu

Fluglärmbelastung
Grossflugzeuge
1. Nachtstunde (22 bis 23 Uhr)
Beurteilungspegel L_n

Legende

Fluglärmbelastung
1. Nachtstunde (22 bis 23 Uhr)

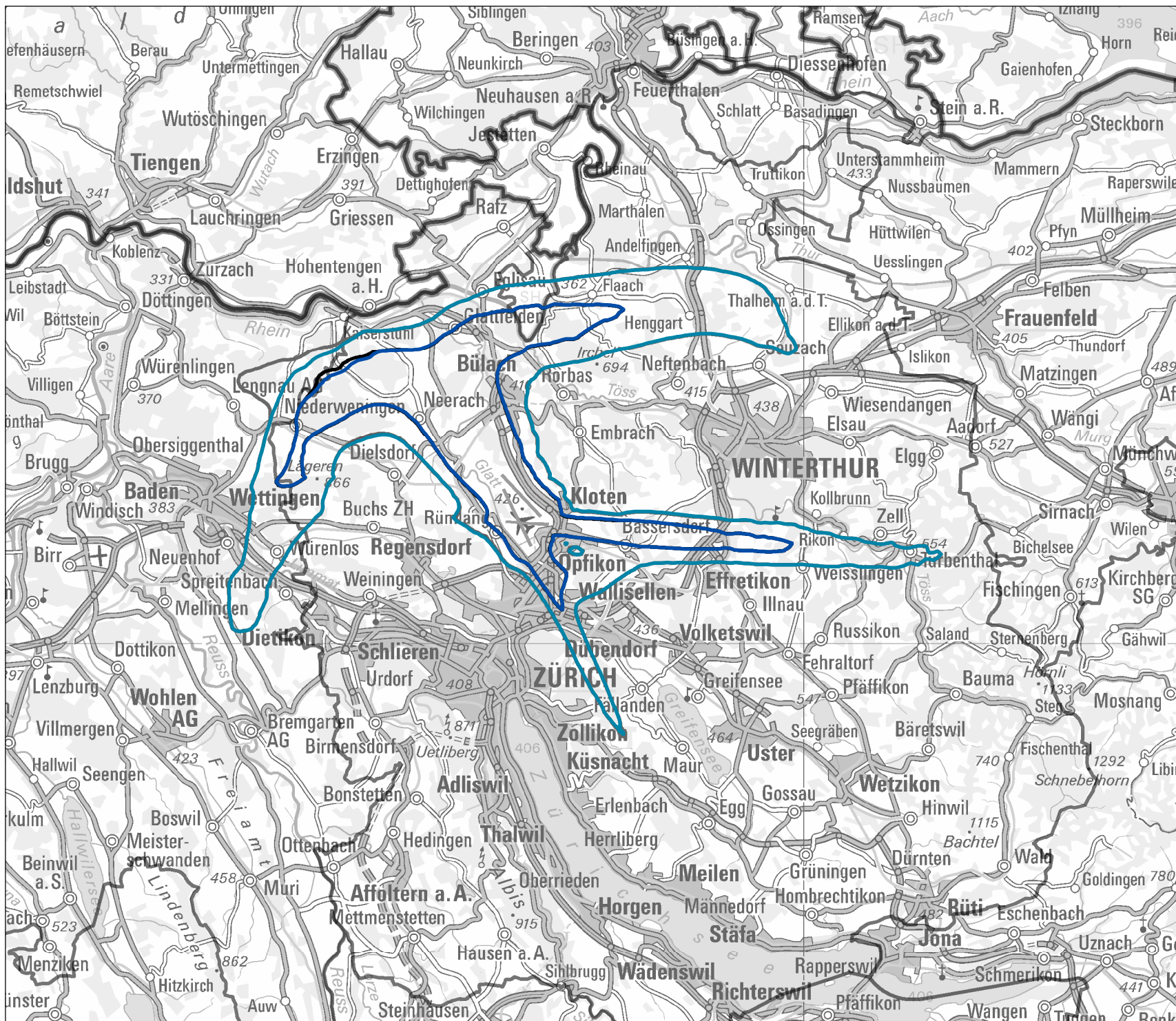
 Zw.zust. 1 neu L_n (43 bis 70 dB)

Massstab: 1:350'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum / Ersteller: 1 / 18.01.2024 / duto

[01_SIL24_ZRH_ZwischenzustandNeu_Lrm1.mxd]
[SL01SIL24ZRH_3_5_SIL_22_23.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen SIL24_ZRH

Karte 2

Vergleich PW- & IGW-Kurven (ES II)
Zwischenzustand 1 neu mit
Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2
(SIL-Objektblatt
vom 23. August 2017)

Legende

IGW ES II 1. Nachtstunde

- Zwischenzustand 1 neu
- SIL2-Objektblatt

PW ES II 1. Nachtstunde

- Zwischenzustand 1 neu
- SIL2-Objektblatt

Zuwachs der Grenzwertkurven

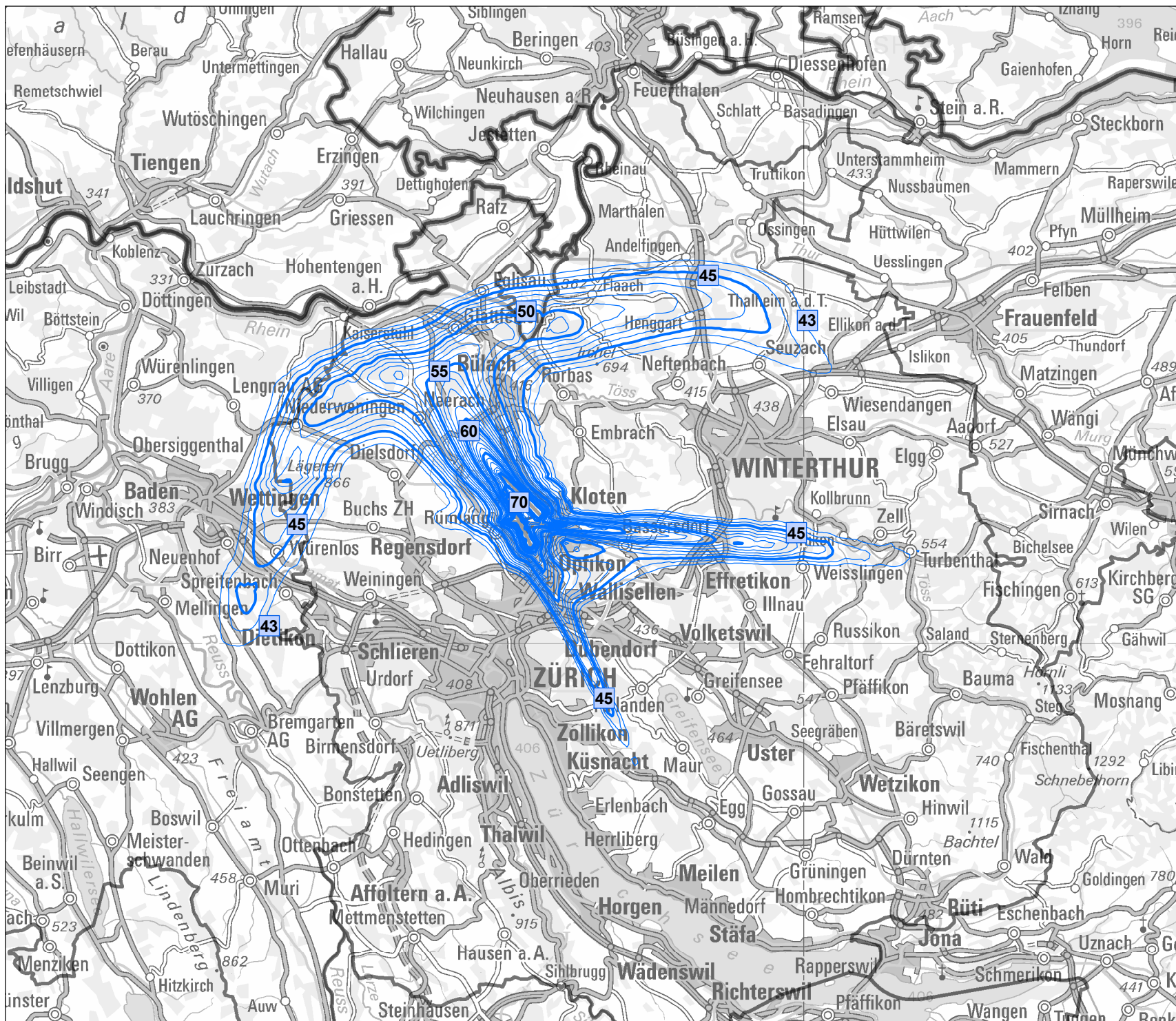
- Neue Gebiete Zwischenstand neu

Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum / Ersteller: 1 / 19.01.2024 / duto

[02_SIL24_ZRH_ZwZustandNeuVsSIL2_Lm1.mxd]
[SIL24_PW_N1_zusammengesetzt_V4.shp]
[SIL24_IGW_N1_zusammengesetzt_V4.shp]
[SIL17_GebMitLärmauswirkung_IGW_Nacht.shp]
[SIL17_GebMitLärmauswirkung_PW_Nacht.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH


Karte 3

Zwischenzustand 1
ohne Entflechtung Ostkonzept,
ohne Pistenverlängerung

Fluglärmbelastung
Grossflugzeuge
2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)
Beurteilungspegel L_r

Legende

Fluglärmbelastung
2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)

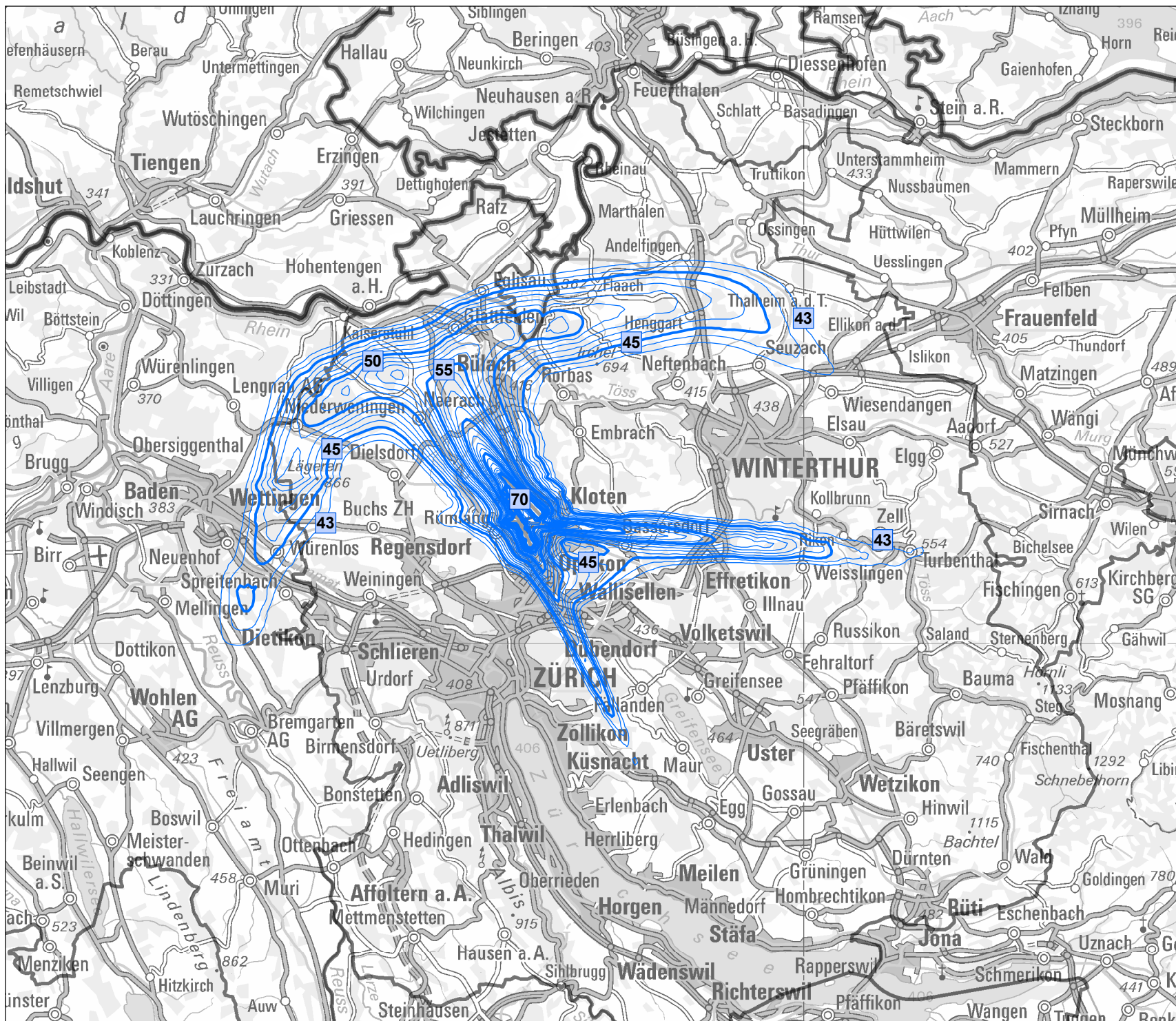
 Zwischenzust. 1 L_r (43 bis 70 dB)

Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 19.01.2024 / duto

[03_SIL24_ZRH_SIL_Var1_oEOoPV_Lm2_V4.mxd]
[SL01SIL24ZRH_3_6_1_SIL_23_05_V4.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH


Karte 4

Zwischenzustand 2
mit Entflechtung Ostkonzept,
ohne Pistenverlängerung

Fluglärmbelastung
Grossflugzeuge
2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)
Beurteilungspegel L_n

Legende

Fluglärmbelastung
2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)

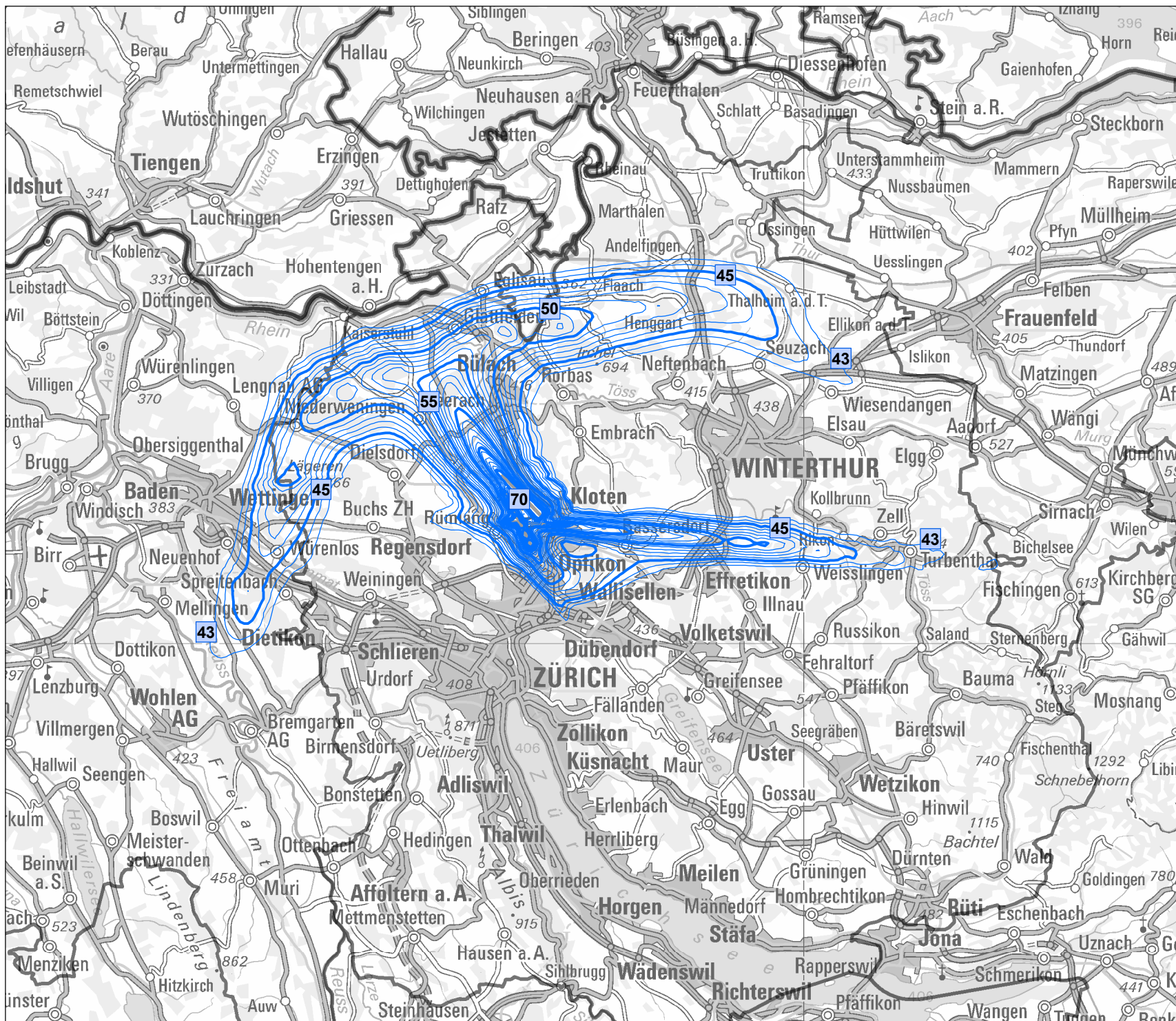
 Zwischenzust. 2 L_n (43 bis 70 dB)

Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 19.01.2024 / duto

[04_SIL24_ZRH_SIL_Var2_mEOoPV_Lrn2.mxd]
[SL01SIL24ZRH_3_6_2_SIL_23_05.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH


Karte 5

Zwischenzustand 3
ohne Entflechtung Ostkonzept,
mit Pistenverlängerung

Fluglärmbelastung
Grossflugzeuge
2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)
Beurteilungspegel L_{r_n}

Legende

Fluglärmbelastung
2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)

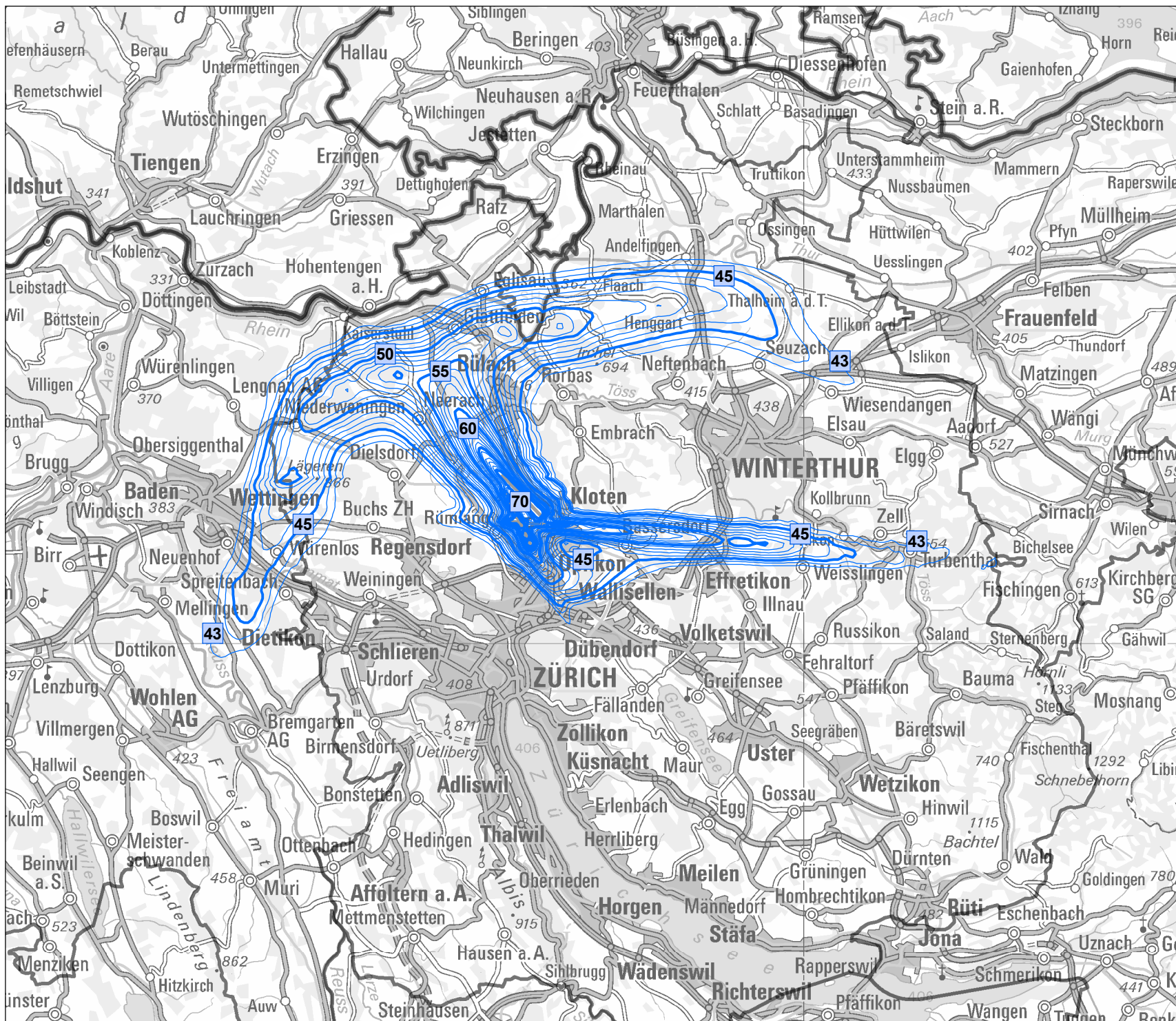
 Zwischenzust. 3 L_{r_n} (43 bis 70 dB)

Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 19.01.2024 / duto

[05_SIL24_ZRH_SIL_Var3_oEOmPV_Lrn2.mxd]
[SL01SIL24ZRH_3_6_3_SIL_23_05.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH


Karte 6

Zustand 4
mit Entflechtung Ostkonzept,
mit Pistenverlängerung

Fluglärmbelastung
Grossflugzeuge
2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)
Beurteilungspegel L_{r_n}

Legende

Fluglärmbelastung
2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)

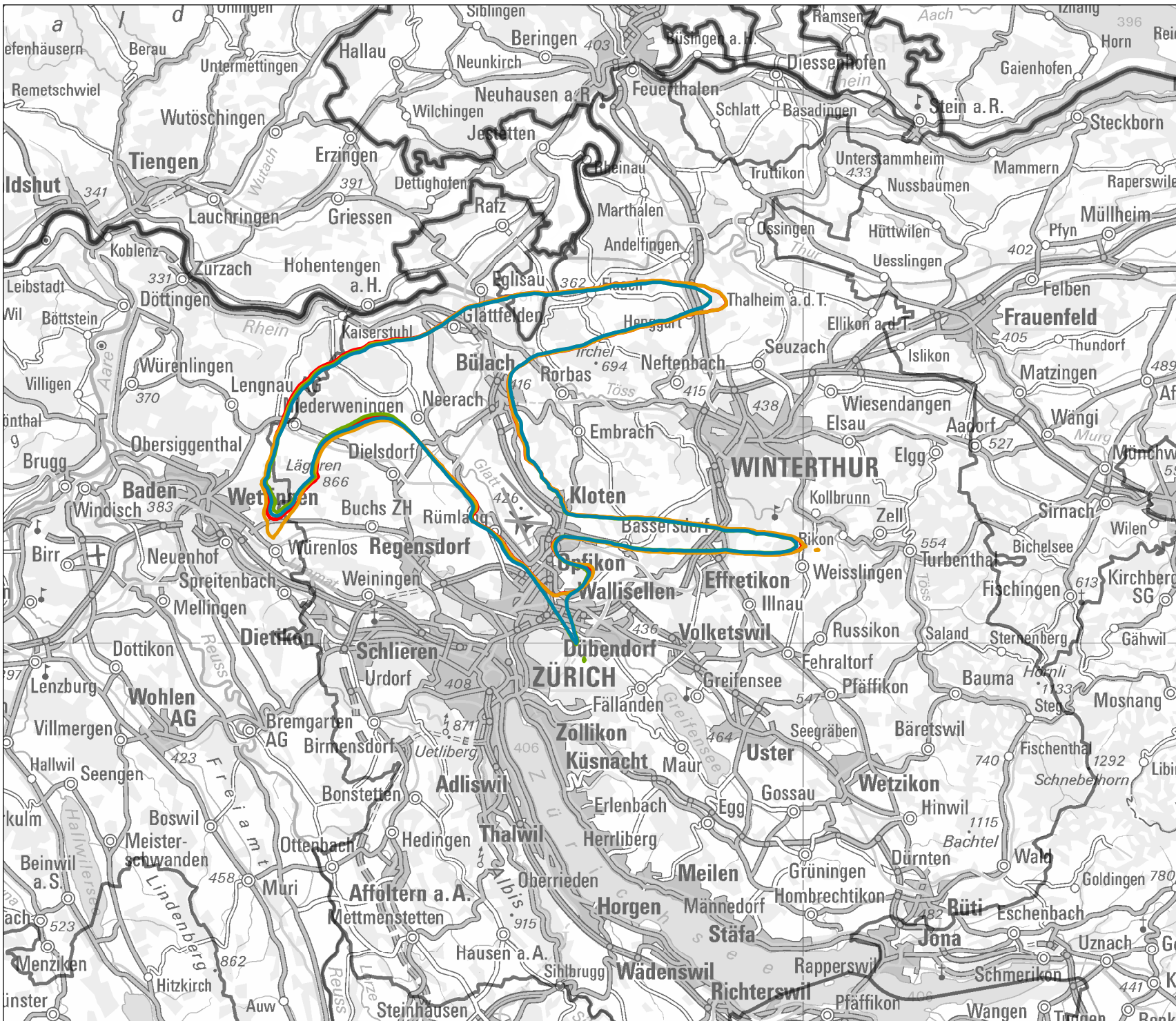
 Zustand 4 L_{r_n} (43 bis 70 dB)

Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 25.11.2024 / scst

[06_SIL24_ZRH_SIL_Var4_mEOmPV_Lm2.mxd]
[SL01SIL24ZRH_3_6_4_SIL_23_05.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 7

Vergleich PW-Kurven (ES II)
Zustände 1 bis 4

Legende

PW ES II 2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)

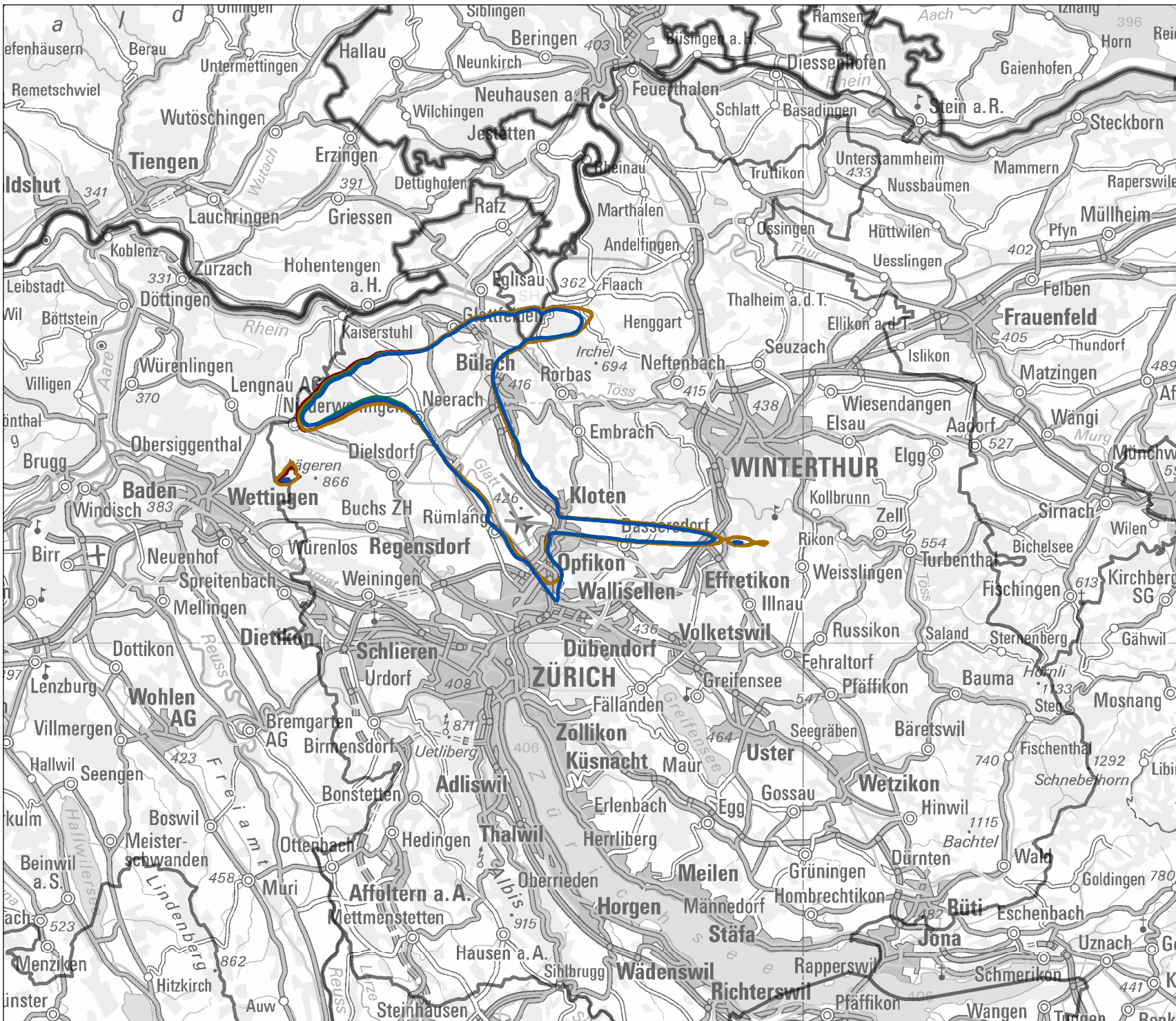


Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum / Ersteller: 1 / 25.11.2024 / scst

[07_SIL24_ZRH_SIL_PW_ESII_Var1-4_Lm2.mxd]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_1_SIL_23_05_V4.shp]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_2_SIL_23_05.shp]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_3_SIL_23_05.shp]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_4_SIL_23_05.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 8

Vergleich IGW-Kurven (ES II)
Zustände 1 bis 4

Legende

IGW ES II 2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)

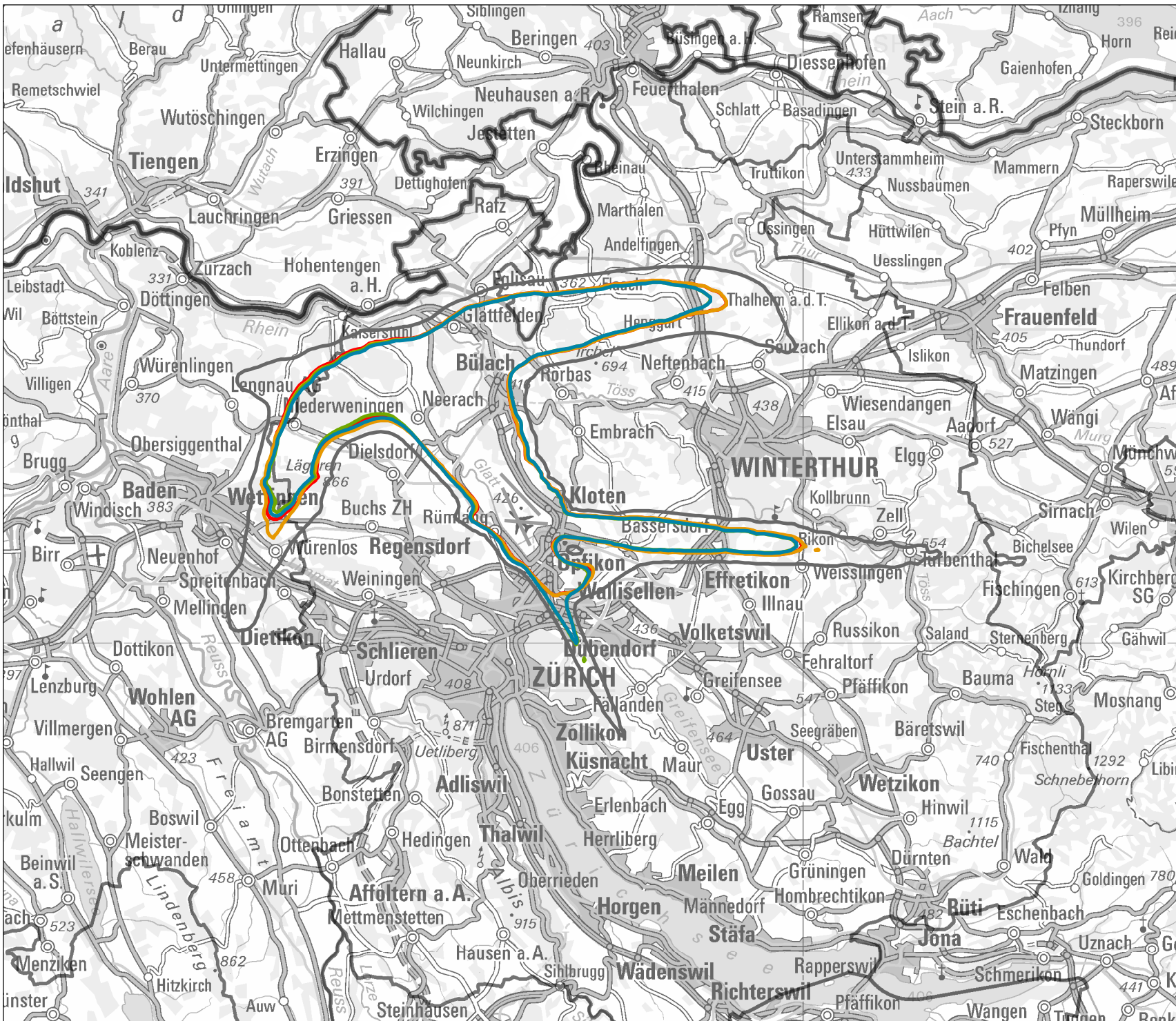


Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum / Ersteller: 1 / 25.11.2024 / scst

[08_SIL24_ZRH_SIL_IGW_ESII_Var1-4_Lm2.mxd]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_1_SIL_23_05_V4.shp]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_2_SIL_23_05.shp]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_3_SIL_23_05.shp]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_4_SIL_23_05.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 9

Vergleich PW-Kurven (ES II)
Zustände 1 bis 4 mit
Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2
(SIL-Objektblatt
vom 23. August 2017)

Legende

PW ES II 2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)

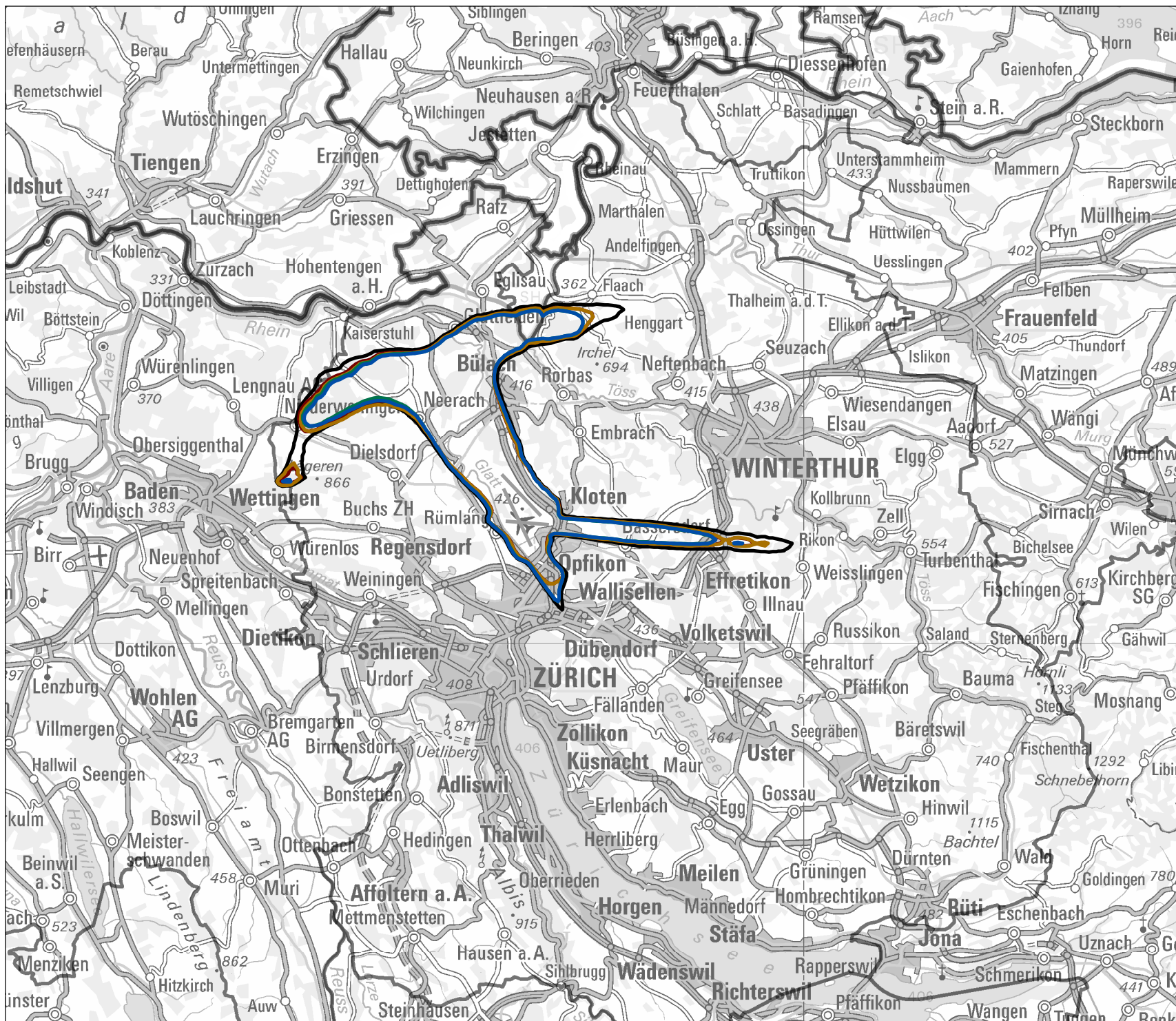


Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum / Ersteller: 1 / 26.11.2024 / scst

[09_SIL24_ZRH_PW_ESII_Var1-4vsSIL2_Lrn2.mxd]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_1_SIL_23_05_V4.shp]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_2_SIL_23_05.shp] [SIL01SIL24ZRH_3_6_3_SIL_23_05.shp] [SIL01SIL24ZRH_3_6_4_SIL_23_05.shp] [SIL17_GebMitLärmauswirkung_PW_Nacht.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 10

Vergleich IGW-Kurven (ES II)
Zustände 1 bis 4 mit
Gebiet mit Lärmauswirkungen SIL2
(SIL-Objektblatt
vom 23. August 2017)

Legende

IGW ES II 2. Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)



Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

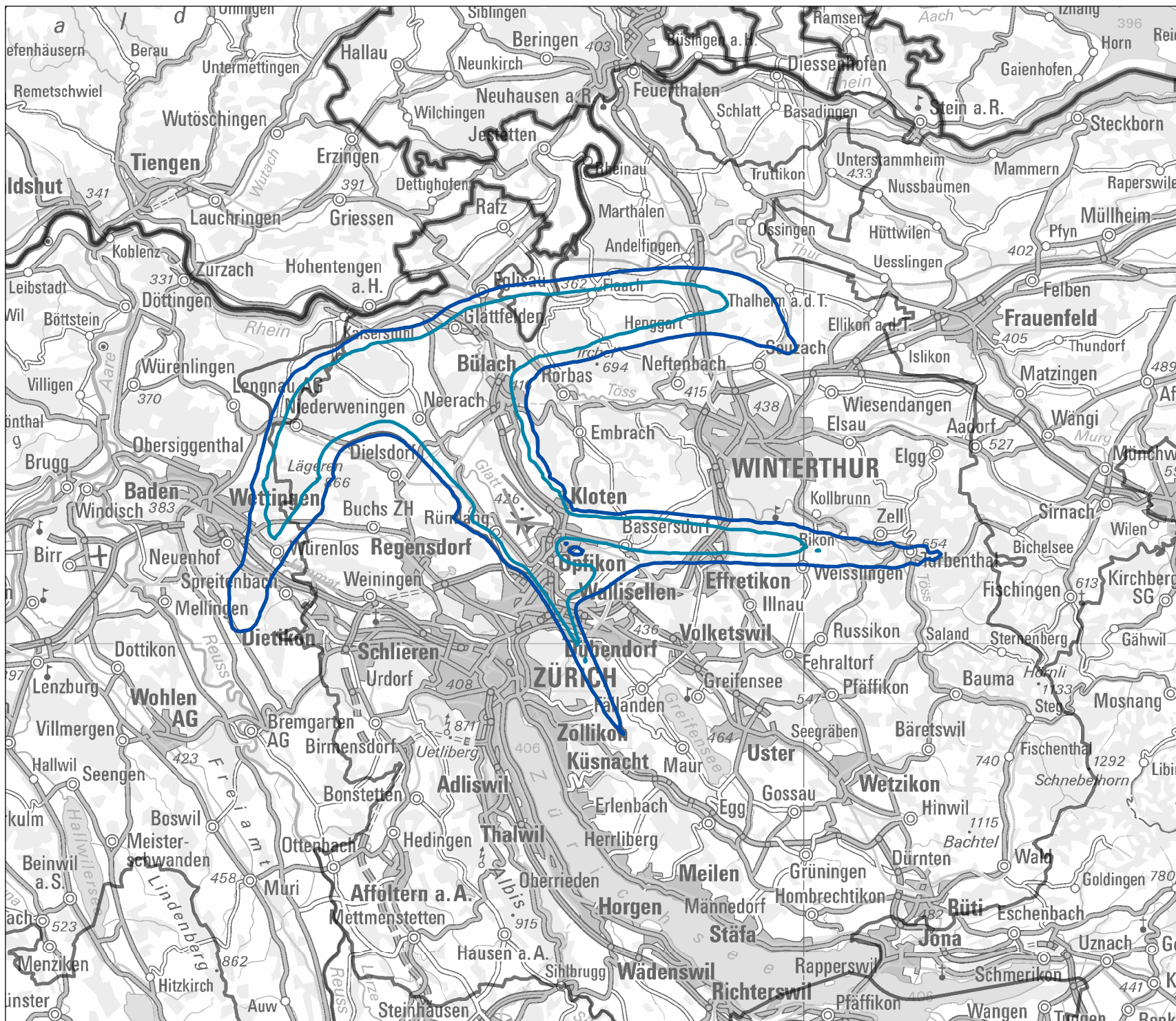
Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie

Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG

Version / Datum /
Ersteller: 1 / 26.11.2024 / scst

[10_SIL24_ZRH_IGW_ESII_Var1-4vsSIL2_Lm2.mxd]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_1_SIL_23_05_V4.shp]
[SIL01SIL24ZRH_3_6_2_SIL_23_05.shp] [SIL01SIL24ZRH_3_6_3_SIL_23_05.shp] [SIL01SIL24ZRH_3_6_4_SIL_23_05.shp] [SIL17_GebMitLärmauswirkung_IGW_Nacht.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 11

Vergleich PW-Kurven (ES II)
neues Gebiet mit
Lärmauswirkungen SIL24_ZRH
1. und 2. Nachtstunde mit Gebiet
mit Lärmauswirkungen SIL2 Nacht
(SIL-Objektblatt
vom 23. August 2017)

Legende

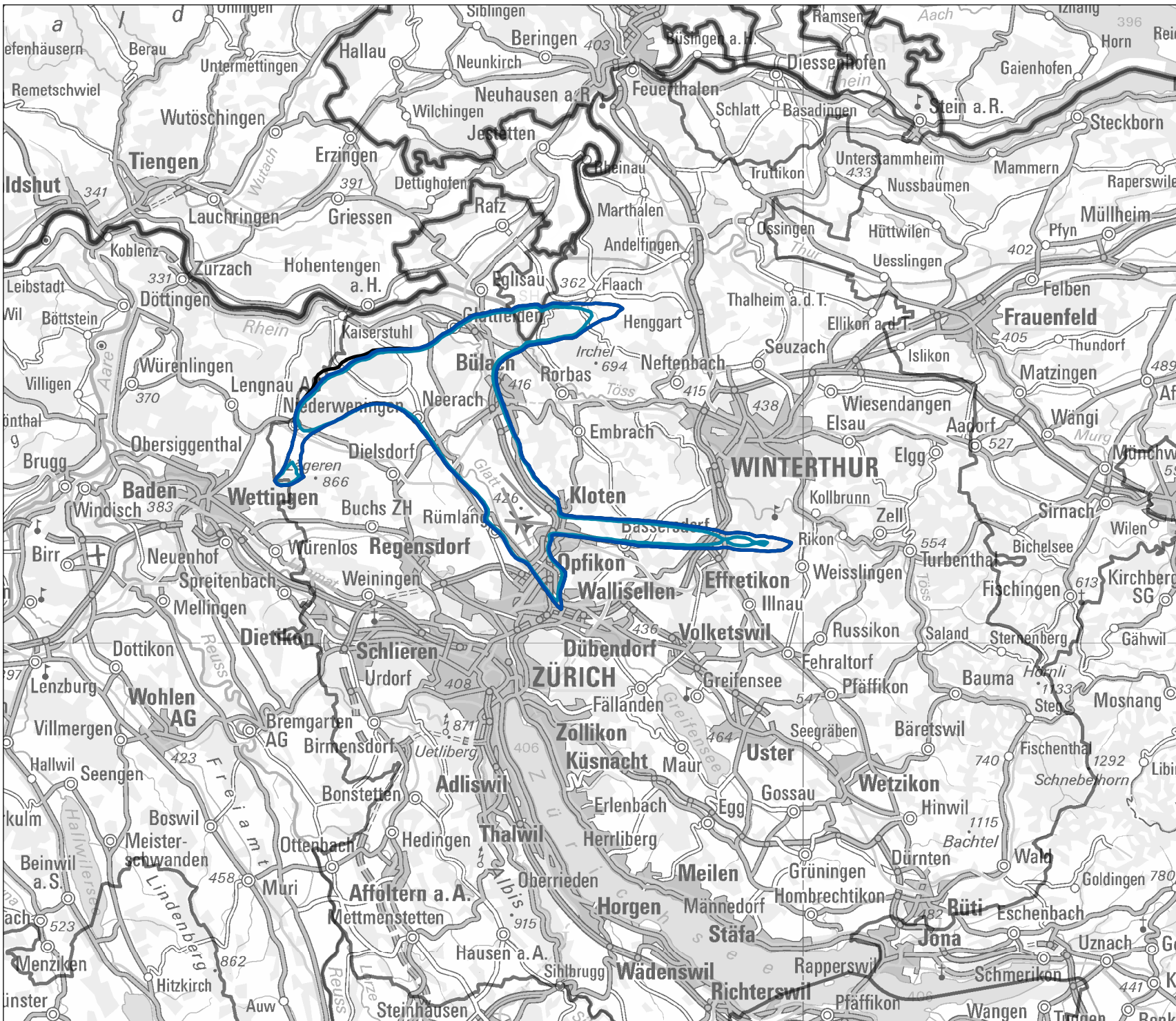
- SIL24_ZRH, PW ES II 1. Nachtstunde
- SIL24_ZRH, PW ES II 2. Nachtstunde
- SIL2-Objektblatt

Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 25.11.2024 / scst

[11_SIL24_ZRH_GWK_PW_SIL24_ZRHvsSIL2.mxd]
[SIL24_PW_N1_zusammengesetzt_V4.shp]
[SIL24_PW_N2_zusammengesetzt_V3.shp]
[SIL17_GebMitLärmauswirkung_PW_Nacht.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.032187-2




Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen SIL24_ZRH

Karte 12

Vergleich IGW-Kurven (ES II)
neues Gebiet mit
Lärmauswirkungen SIL24_ZRH
1. und 2. Nachtstunde mit Gebiet
mit Lärmauswirkungen SIL2 Nacht
(SIL-Objektblatt
vom 23. August 2017)

Legende

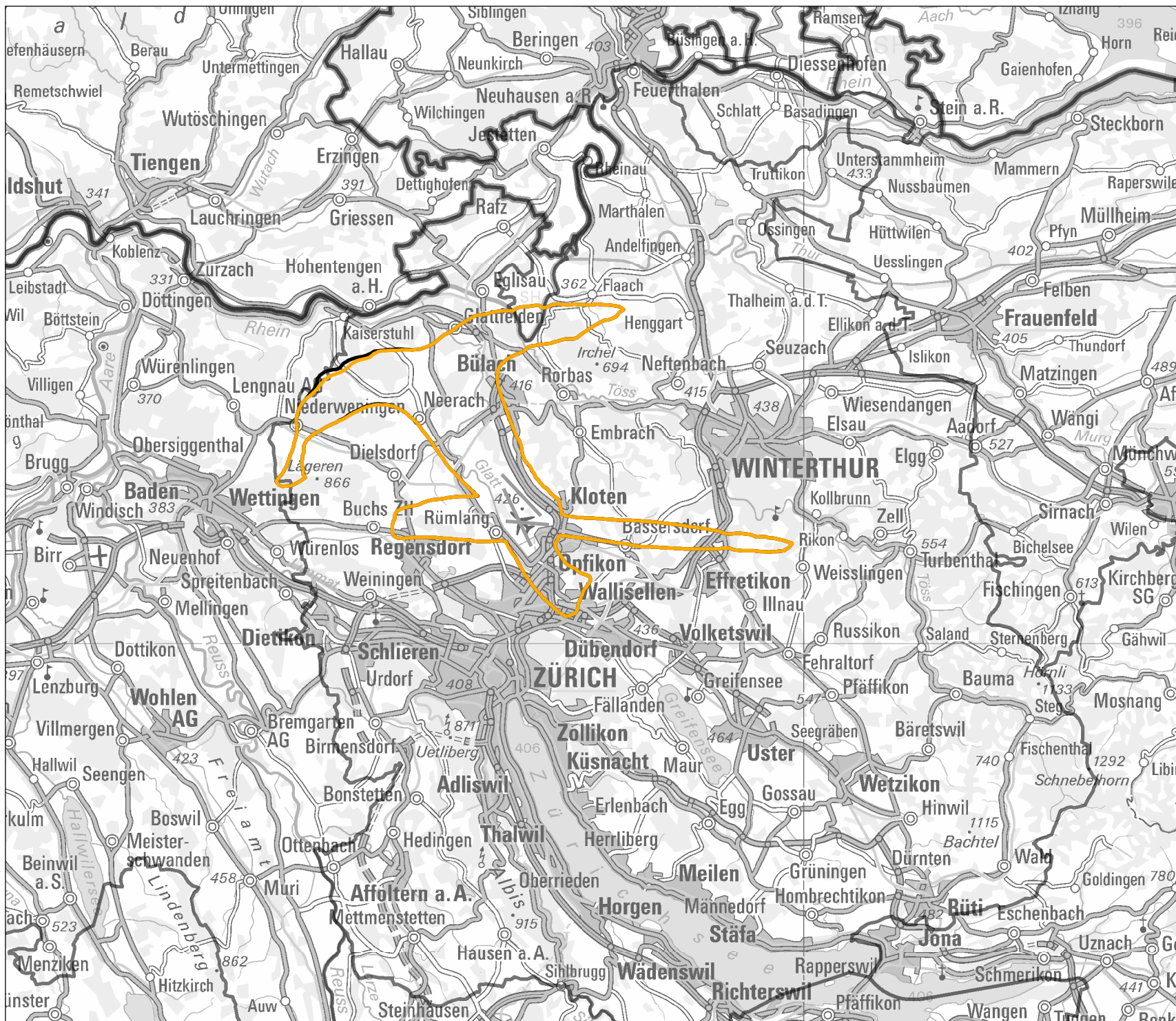
-  SIL24_ZRH, IGW ES II 1. Nachtstunde
-  SIL24_ZRH, IGW ES II 2. Nachtstunde
-  SIL2-Objektblatt

Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 25.11.2024 / scst

[12_SIL24_ZRH_GWK_IGW_SIL24_ZRHvsSIL2.mxd]
[SIL24_IGW_N1_zusammengesetzt_V4.shp]
[SIL24_IGW_N2_zusammengesetzt_V3.shp]
[SIL17_GebMitLärmauswirkung_IGW_Nacht.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2



Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 13

Vergleich IGW-Kurven (ES II)
neue Abgrenzungslinie (AGL)
SIL24_ZRH mit AGL SIL2
(SIL-Objektblatt
vom 23. August 2017)

Legende

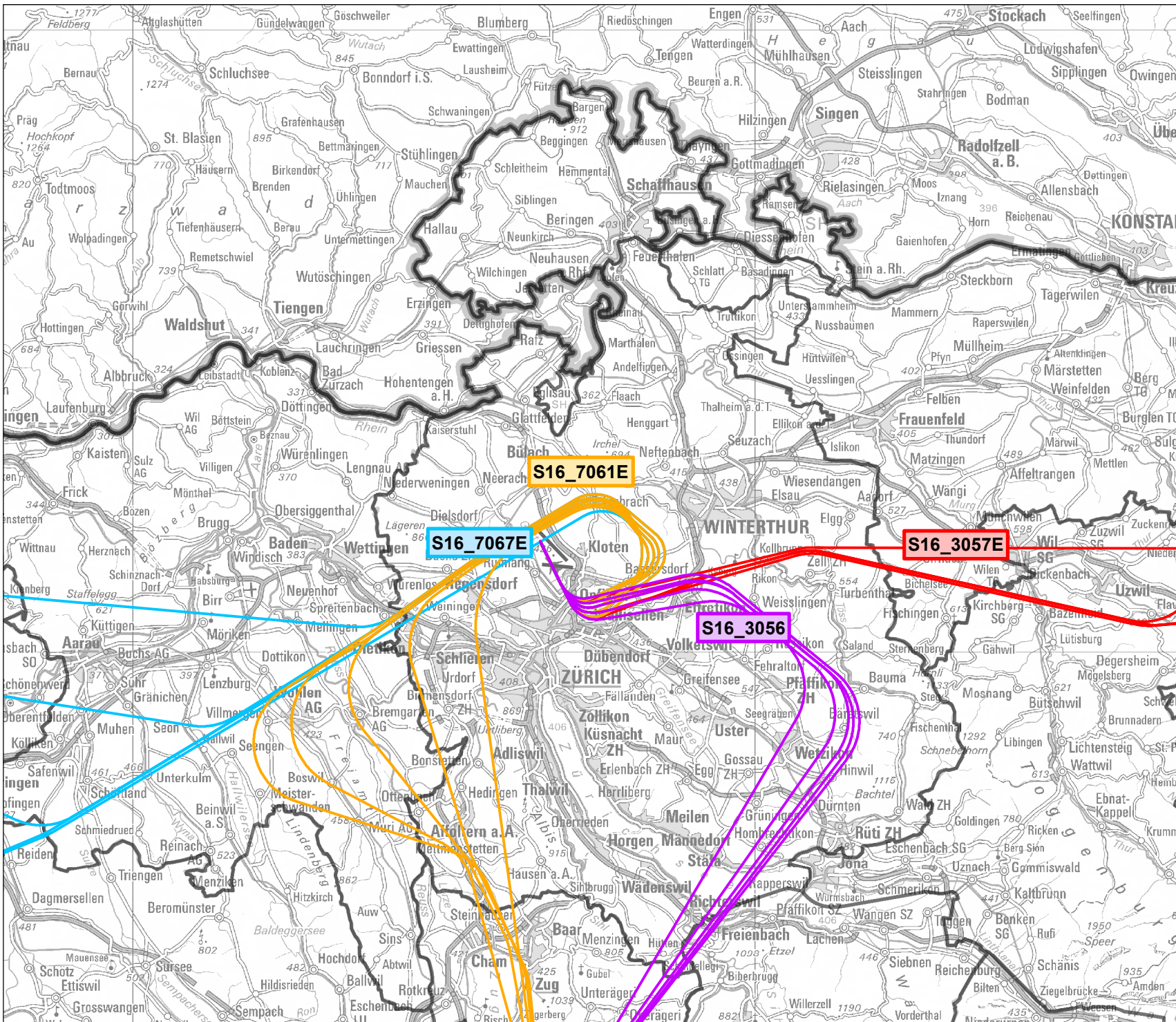
-  SIL24_ZRH, IGW ES II, AGL
-  SIL2-Objektblatt

Massstab: 1:300'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 19.01.2024 / duto

[13_SIL24_ZRH_IGW_AGL_SIL24_ZRHvsSIL2.mxd]
[SIL24_Umhuellende_IGW_TagUndNacht.shp]
[SIL17_GebMitLärmauswirkung_IGW_TagUndNacht.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen

SIL24_ZRH

Karte 14

Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*

Grossflugzeuge

Start Piste 16

S16_3056, S16_3057E

S16_7061E, S16_7067E

Legende

- Idealisierte Flugspuren
- Landesgrenze
- Kantonsgrenzen

Massstab: 1:420'000

5'000 0 5'000 Meter

Impressum

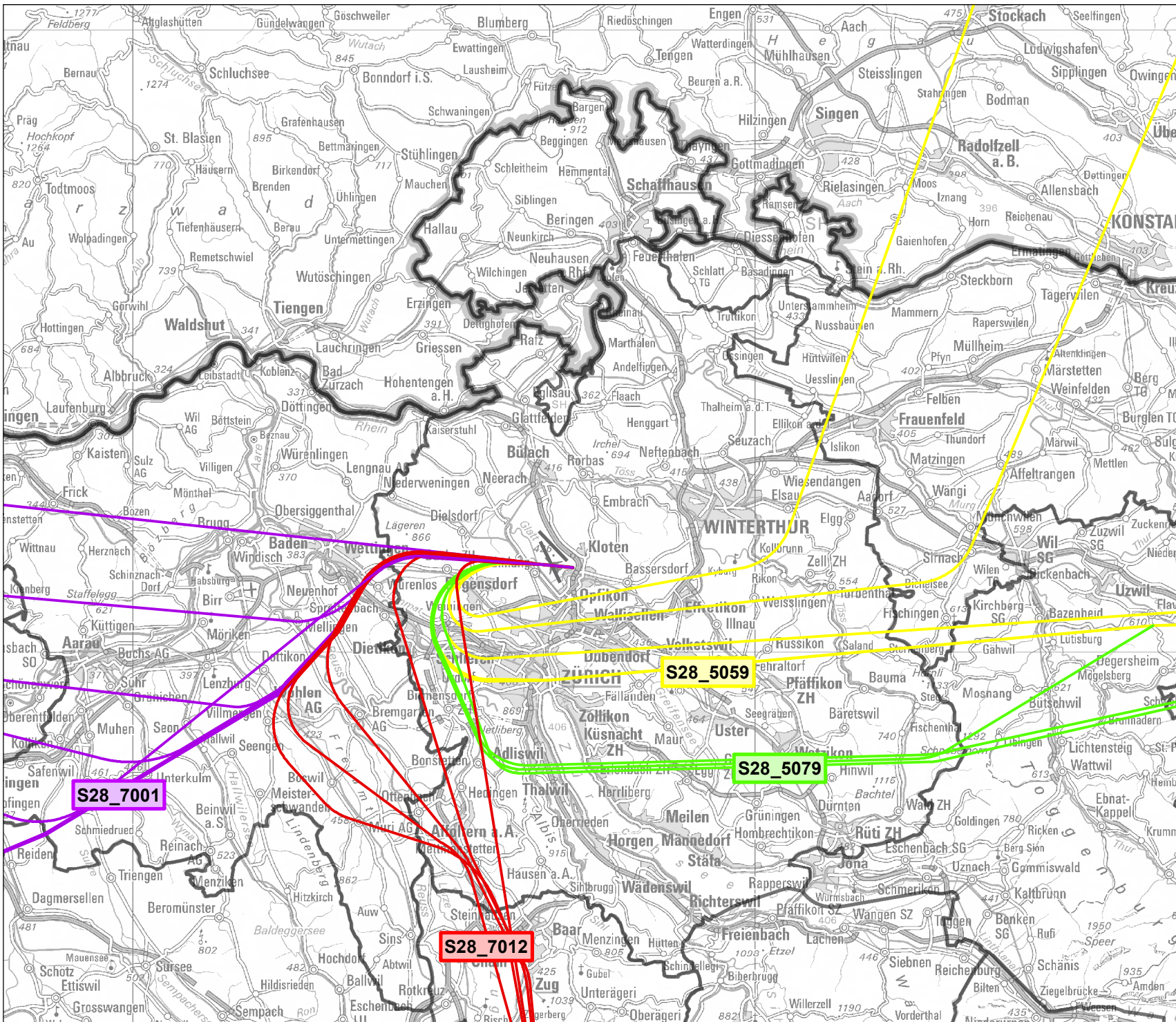
Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Kantonsgrenzen: GG25 © swisstopo

Auftraggeber: Flughafen Zürich AG

Version / Datum / Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[14_ZRHR17_4-LVP_Spuren_S16.mxd]
[Kombinierte_Spuren.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen

SIL24_ZRH

Karte 15

Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*

Grossflugzeuge

Start Piste 28

S28_7001, S28_7012

S28_5059, S28_5079

Legende

- Idealisierte Flugspuren
- Landesgrenze
- Kantons-grenzen

Massstab: 1:420'000

5'000 0 5'000 Meter

Impressum

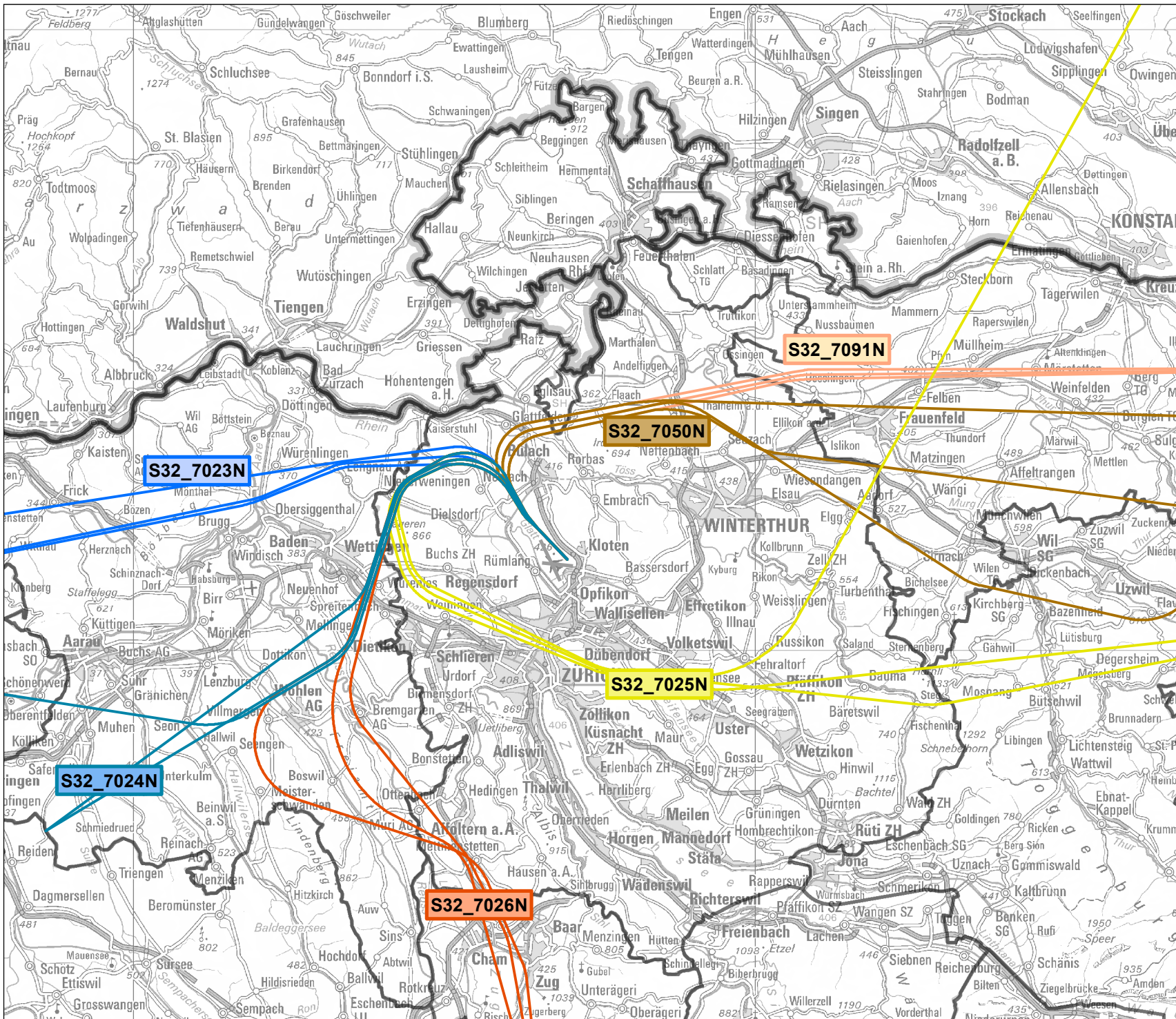
Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Kantons-grenzen: GG25 © swisstopo

Auftraggeber: Flughafen Zürich AG

Version / Datum / Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[15_ZRHBR17_4-LVP_Spuren_S28.mxd]
[SIL15_NeueStreuorten_alle.shp]
[SIL17_NeueStreuorten.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 16

Spuren BR2017 Zt+
Grossflugzeuge
Start Piste 32 Nacht
S32_7023N, S32_7024N
S32_7025N, S32_7026N
S32_7050N, S32_7091N

Legende

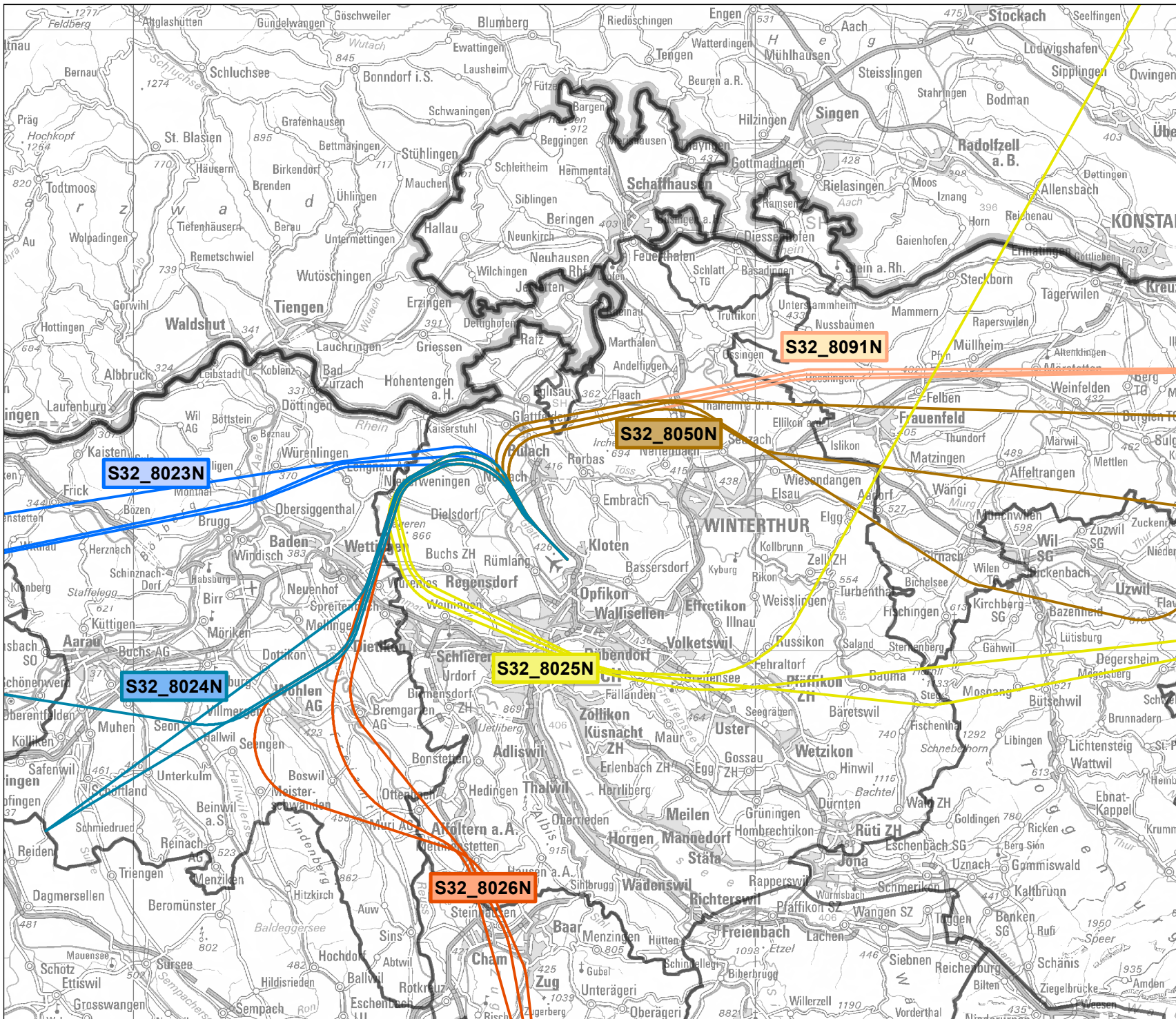
- Idealisierte Flugspuren
- Landesgrenze
- Kantonsgrenzen

Masstab: 1:420'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie
Kantonsgrenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum / Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[16_ZRHBR17_Spuren_S32_N.mxd]
[Kombinierte_Spuren.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 17

Spuren 4-LVP*
Grossflugzeuge
Start Piste 32V Nacht
S32_8023N, S32_8024N
S32_8025N, S32_8026N
S32_8050N, S32_8091N

Legende

- Idealisierte Flugspuren
- Landesgrenze
- Kantons-grenzen

Masstab: 1:420'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie
Kantons-grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum / Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[17_ZRHSIL2_Spuren_S32V_N.mxd]
[SIL15_Spuren_alt.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]




Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen SIL24_ZRH

Karte 18

Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*
Grossflugzeuge
Start Piste 34 Nacht
S34_7004N, S34_7006N
S34_7011N, S34_7018N
S34_7051N, S34_7092N

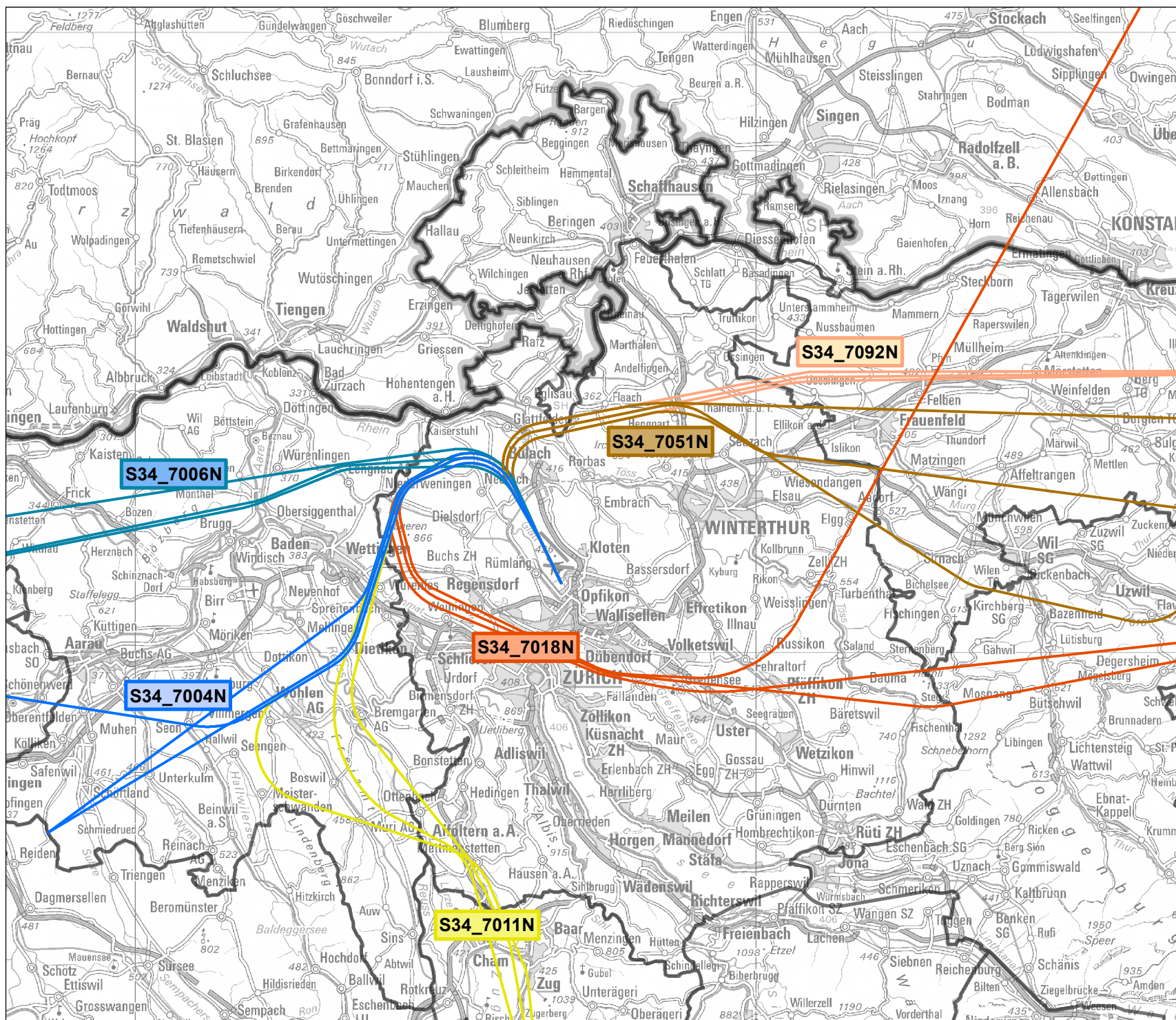
Legende

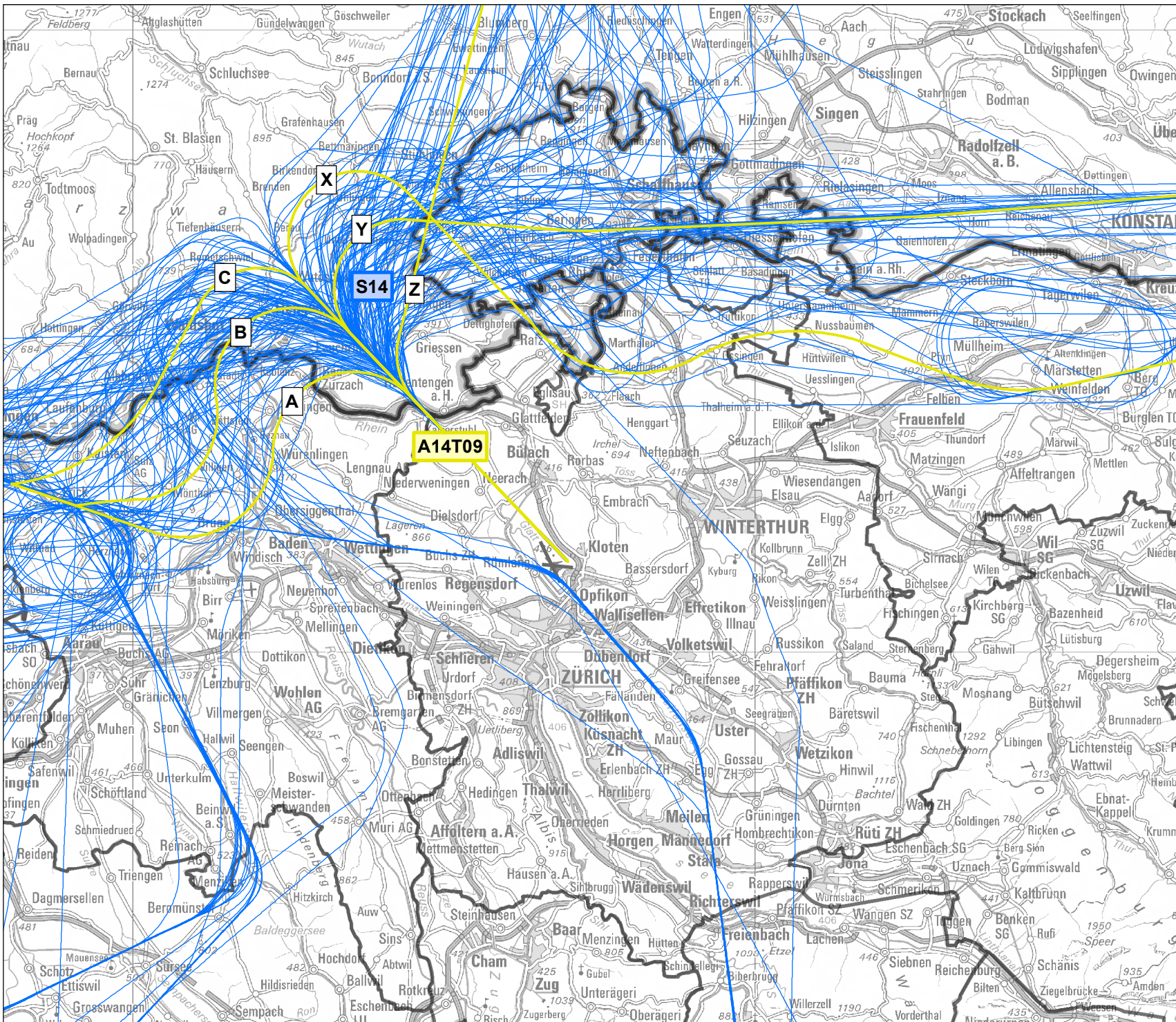
-  Idealisierte Flugspuren
-  Landesgrenze
-  Kantonsgrenzen

Masstab: 1:420'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie
Kantonsgrenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum / Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto





Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen

SIL24_ZRH

Karte 19

Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*

Grossflugzeuge

Landung Piste 14

A14T09, S14

Legende

- Idealisierte Flugspuren
- Zufällige Auswahl 200 reale Flugspuren aus Radardaten
- Landesgrenze
- Kantons-grenzen

Massstab: 1:420'000

5'000 0 5'000 Meter

Impressum

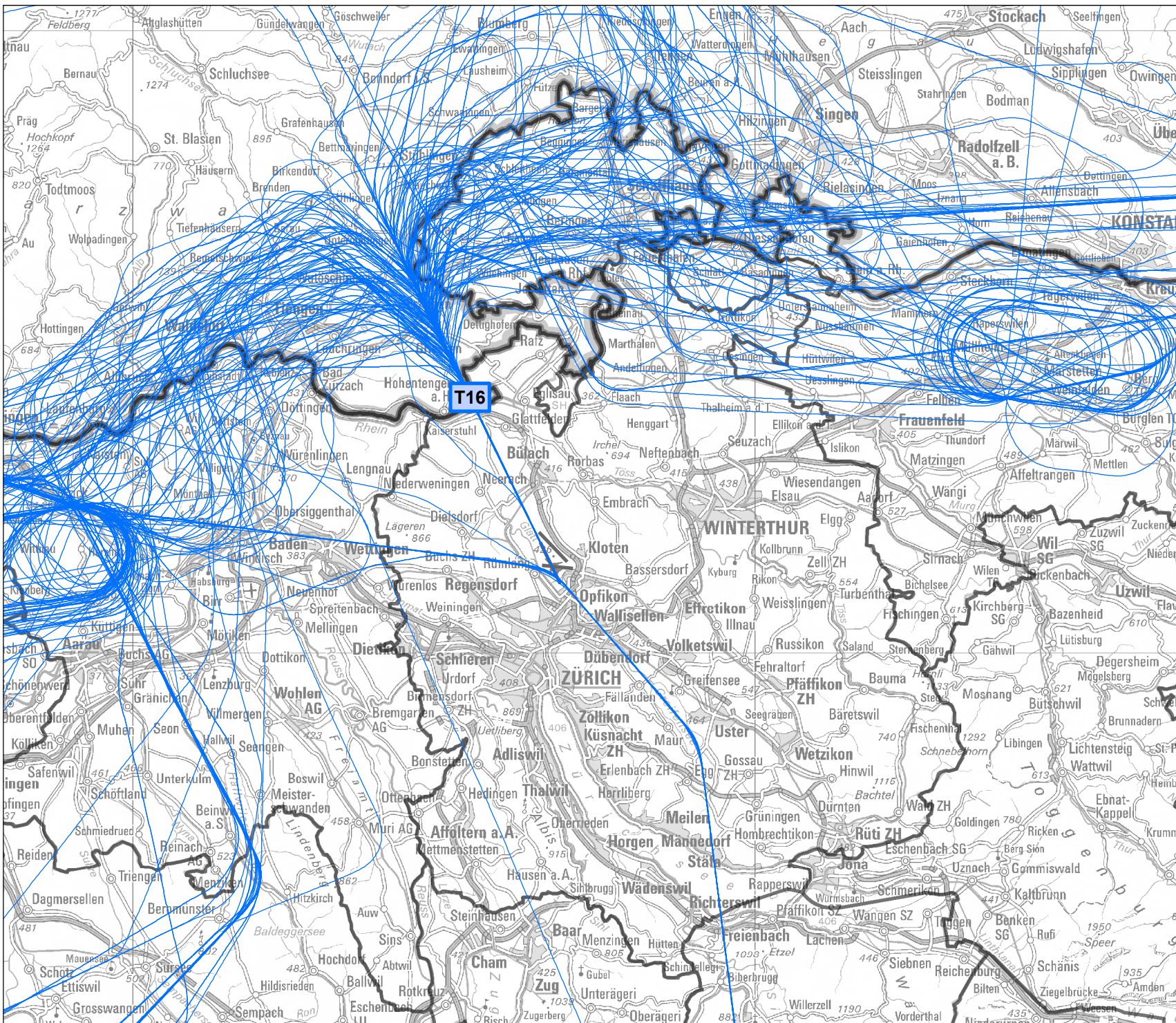
Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Kantons-grenzen: GG25 © swisstopo

Auftraggeber: Flughafen Zürich AG

Version / Datum / Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[19_ZRHBR17_4-LVP_Spuren_L14.mxd]
[Kombinierte_Spuren.shp]
[Spuren_S14_2014_200zufällige.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 20

Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*
Grossflugzeuge
Landung Piste 16
T16

Legende

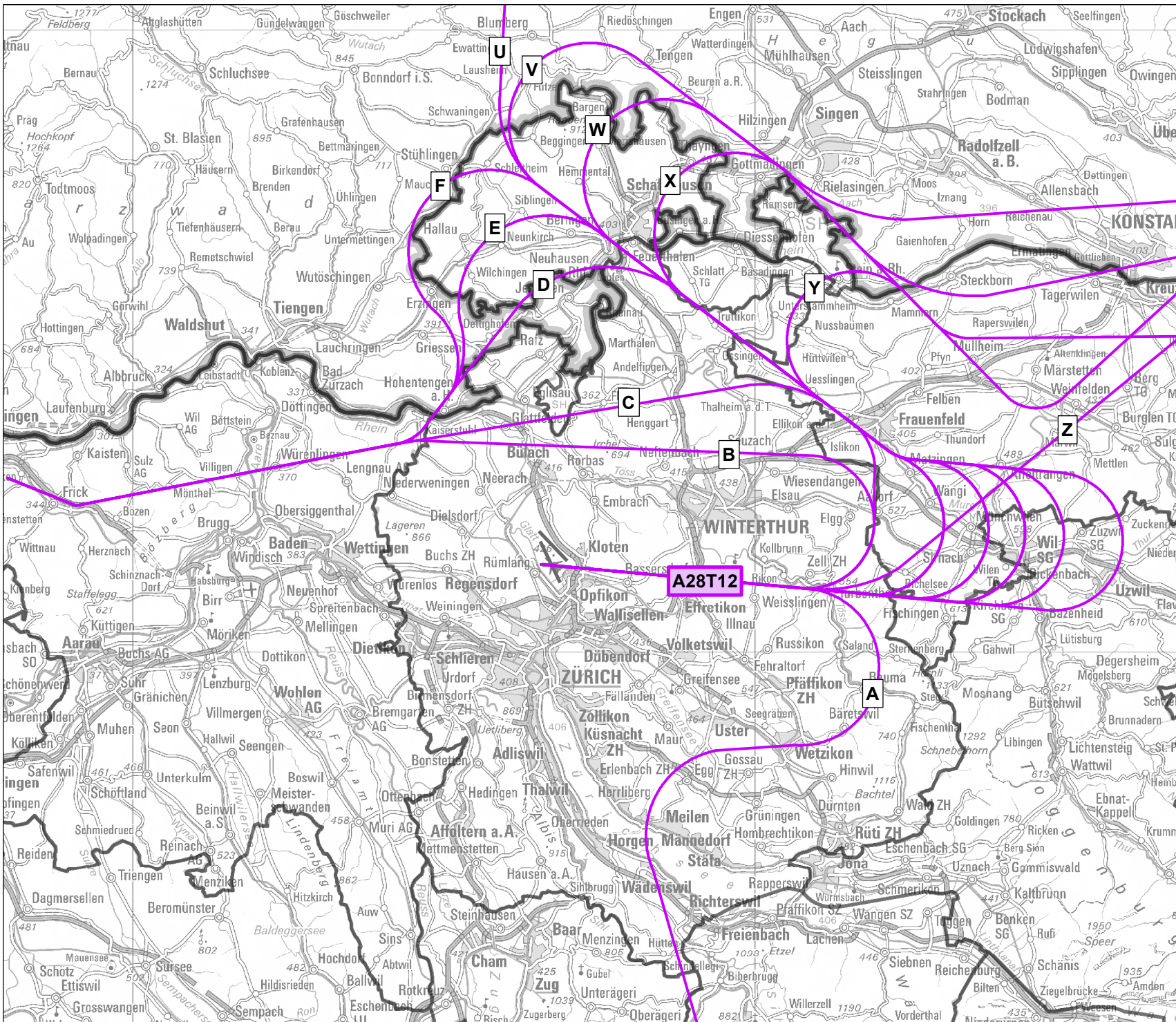
- Zufällige Auswahl 200 reale
Flugspuren aus Radardaten
- Landes-
grenze
- Kantons-
grenzen

Massstab: 1:420'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[20_ZRHBR17_4-LVP_Spuren_L16.mxd]
[Spuren_T16_2014_200zufällige.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 21

Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*
Grossflugzeuge
Landung Piste 28
A28T12

Legende

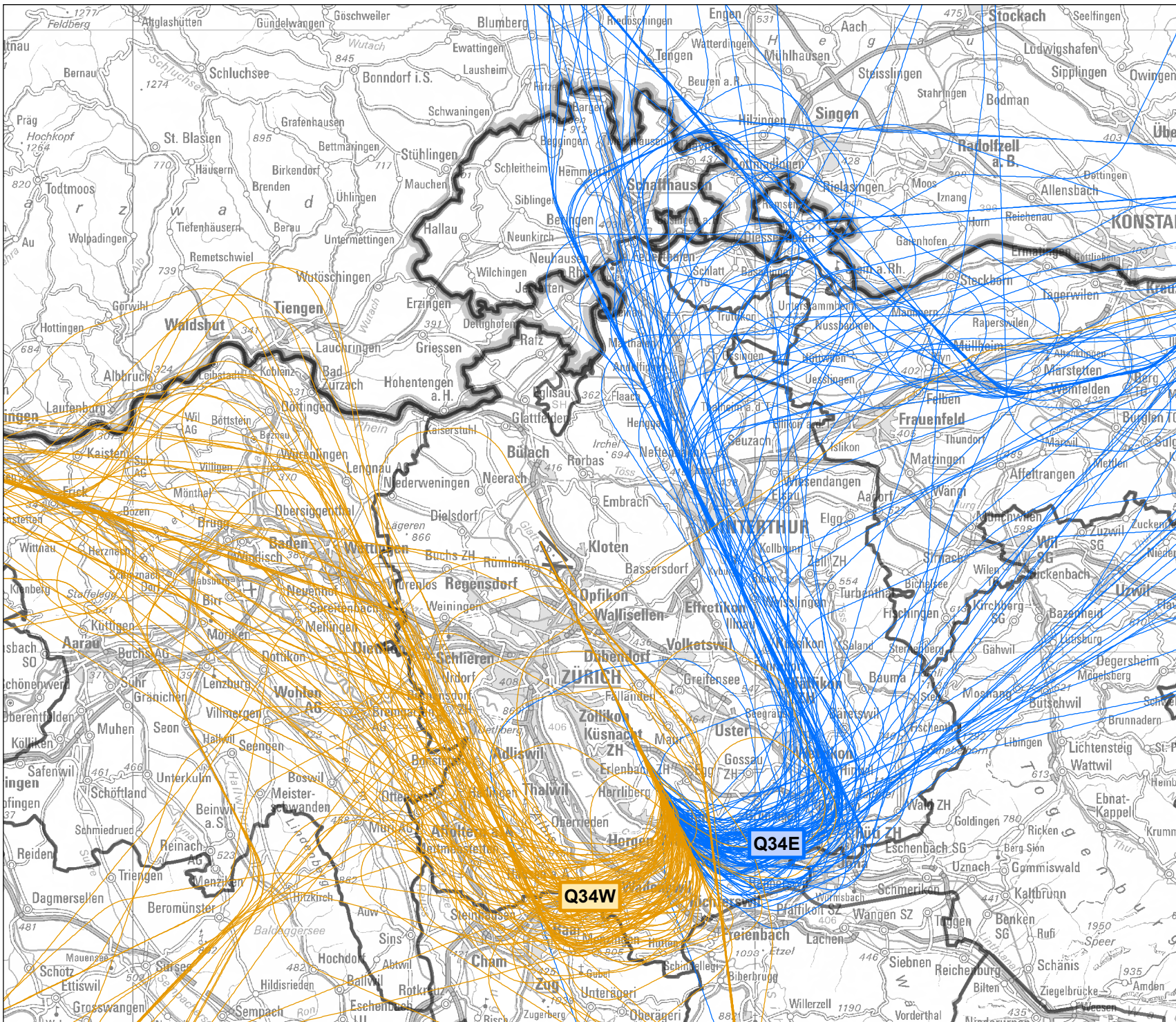
- Idealisierte Flugspuren
- Landesgrenze
- Kantons-grenzen

Massstab: 1:420'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie
Kantons-grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum / Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[21_ZRHBR17_4-LVP_Spuren_L28.mxd]
[Kombinierte_Spuren.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 22

Spuren BR2017 Zt+, 4-LVP*
Grossflugzeuge
Landung Piste 34
Q34E, Q34W

Legende

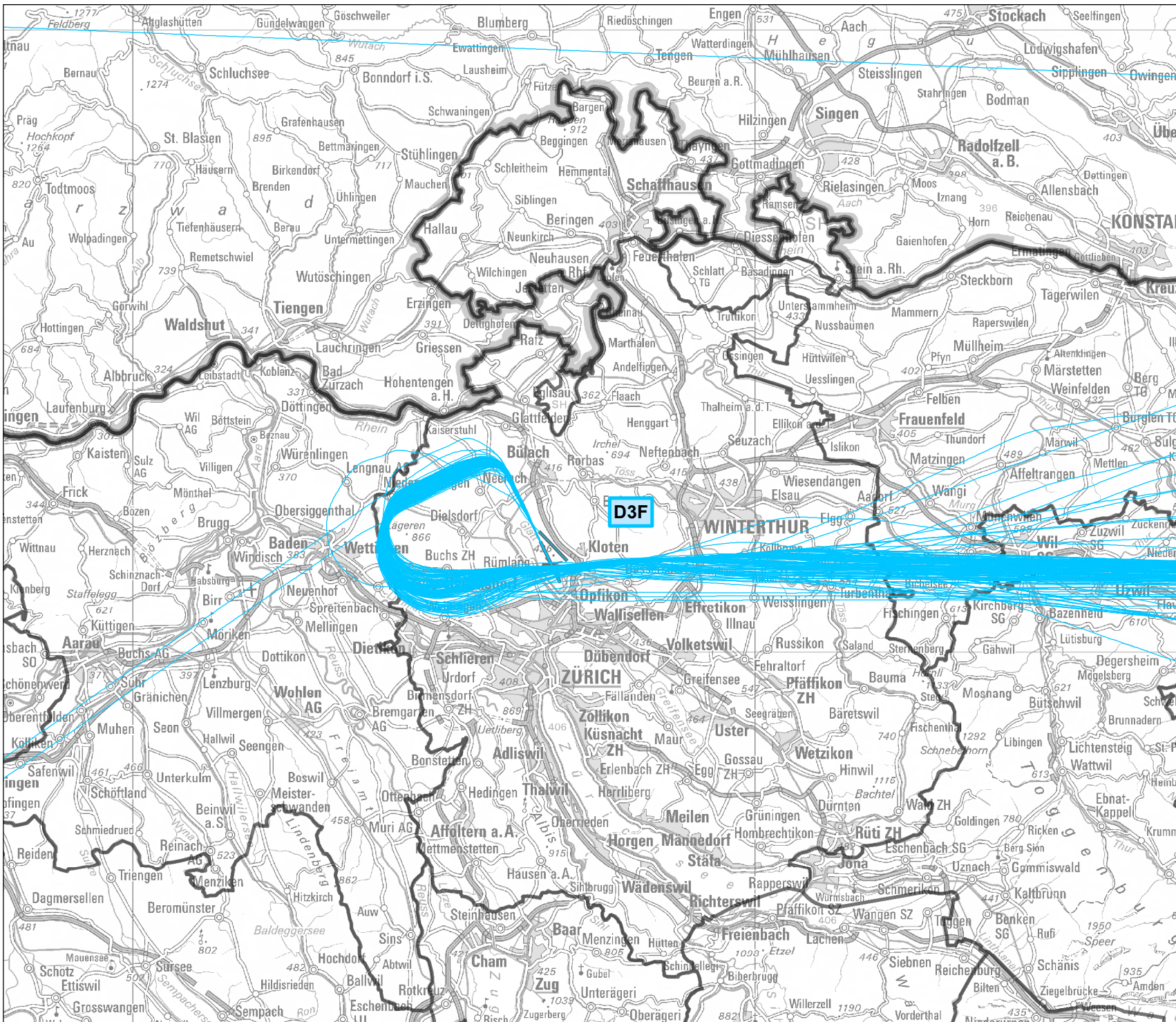
- Zufällige Auswahl je 100 reale
Flugspuren aus Radardaten
- Landes-
grenze
- Kantons-
grenzen

Massstab: 1:420'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[22_ZRHR17_4-LVP_Spuren_L34.mxd]
[Spuren_Q34_2015_200zufällige.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen
SIL24_ZRH

Karte 24

Spuren BR2014_TG Zt+T
Grossflugzeuge
Start Piste 34 Nacht
D3F

Legende

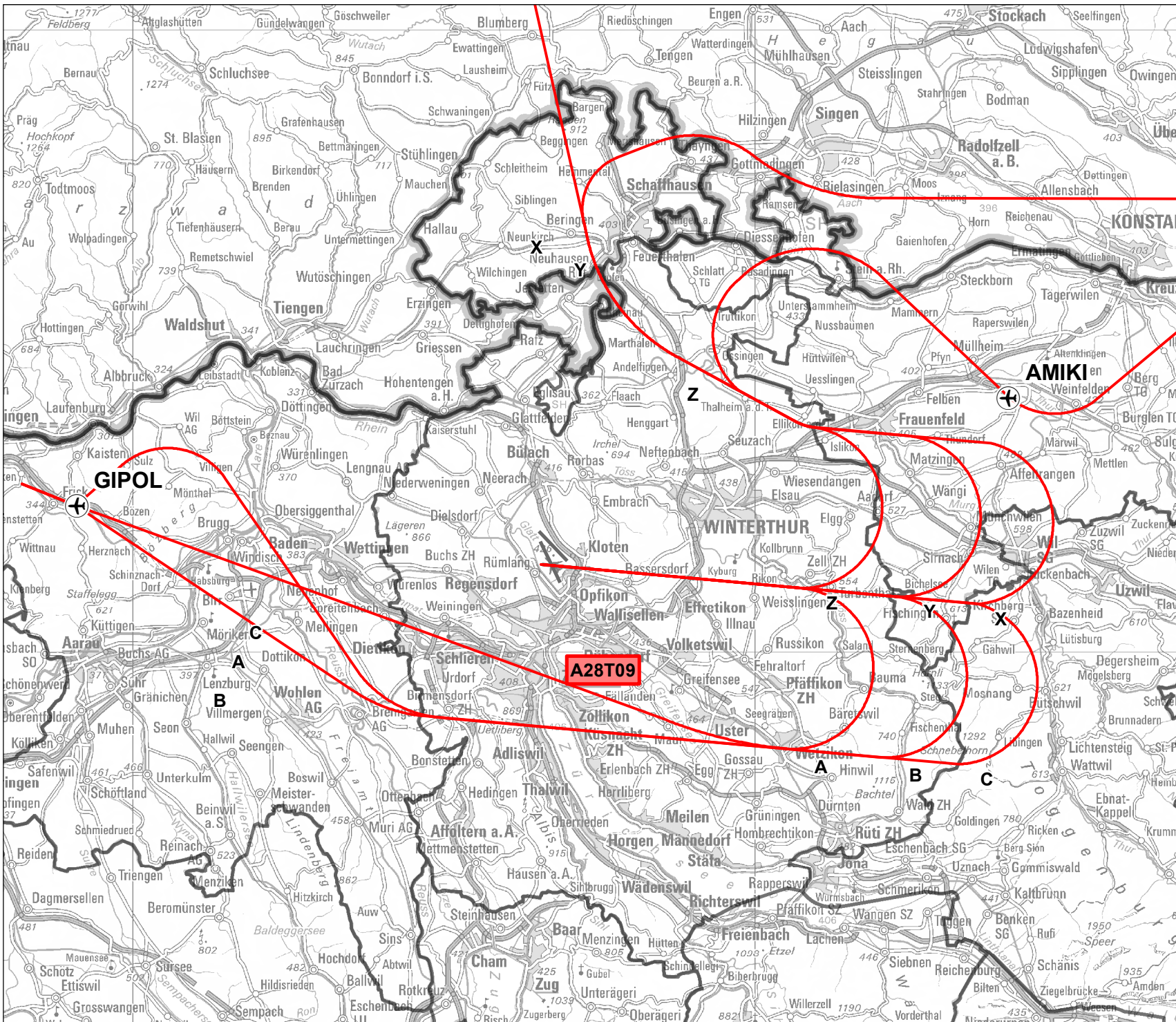
- Radaten 2016
A3403, SID D3F
- Landes-
grenze
- Kantons-
grenzen

Massstab: 1:420'000
5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie
Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo
Auftraggeber: Flughafen Zürich AG
Version / Datum /
Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[24_BR14_TG_Flugspuren_S34_Nacht_V1.mxd]
[TCC_ZRH_15_16.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.032187-2

Flughafen Zürich

Fluglärmberechnungen

SIL24_ZRH

Karte 25

Spuren BR2014_TG Zt+T

Grossflugzeuge

Landung Piste 28

A28T09

Legende



Idealisierte Flugspuren

Landesgrenze

Kantons-
grenzen

Massstab: 1:420'000

5'000 0 5'000 Meter



Impressum

Übersichtskarte: PK500: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Kantons Grenzen: GG25 © swisstopo

Auftraggeber: Flughafen Zürich AG

Version / Datum /
Ersteller: 1 / 22.01.2024 / duto

[25_BR14_TG_Einflugpunkte_P28_V1.mxd]
[SIL12_Routen_Streubereiche_Transitions_V2.shp]
[Grenzen_Kantone.shp] [Grenze_CH.shp]