

Empa
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
T +41 58 765 11 11
F +41 58 765 11 22
www.empa.ch

Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)
Adrian Nützi
Abt. Luftfahrtentwicklung, Sektion Sachplan und Anlagen
CH-3003 Bern

Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Auftrags-Nr.:	461'852	int. 513.2568
Bericht-Nr.:	461'852	
Auftraggeber:	Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), A. Nützi	
Anzahl Seiten:	32	
Beilagen:	16 Karten (A4-Format) Technischer Anhang mit 7 Seiten	
Die Verfasser:	C. Zellmann B. Schäffer S. Plüss	

Status: genehmigter Bericht

Dübendorf, 11. Januar 2013
Der Projektleiter:

Abteilung Akustik / Lärminderung
Der Abteilungsleiter:

Dr. B. Schäffer

K. Eggenschwiler

Zusammenfassung

Gemäss Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 10.12.2009 wurde die durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt am 29.03.2005 erteilte Genehmigungsverfügung für das vorläufige Betriebsreglement des Flughafens Zürich teilweise aufgehoben. Das Bundesgericht bestätigte am 22.12.2010 das Urteil weitgehend und verfügte unter anderem die Neuberechnung der insgesamt zulässigen Lärmimmissionen unter Berücksichtigung der sich aus dem Gerichtsverfahren ergebenden Änderungen.

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt beauftragte daraufhin die Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, zur Neuberechnung der Fluglärmbelastung des vorläufigen Betriebsreglements unter Berücksichtigung der Minimalanforderungen gemäss Bundesgerichtsentscheid vom 22.12.2010. Der Empa Bericht Nr. 437'703-3 ohne Wide Left Turn wurde im Verfahren vor dem Bundesverwaltungsgericht eingegeben und stellt damit die Grundlage für die Neuberechnung dar.

Im Gegensatz zur früheren Berechnung wird gemäss Anforderungen der Gerichtsentscheide ein um 0.2 NM nach Westen verschobener Abdrehpunkt der Starts ab Piste 28 berücksichtigt. Zudem wurden die Bewegungsstatistiken modifiziert, da die von der Flughafen Zürich AG beantragte Flexibilisierung der Pistenbenützung sowie die Schnellabrollwege nicht genehmigt wurden. Am Tag wurden zwischen 6 bis 7 Uhr vier Starts von Piste 28 auf Piste 32 umgelegt, da im Gerichtsverfahren die Genehmigung für Starts auf Piste 28 vor 7 Uhr aufgehoben wurde. Zudem wurden am Tag ein Start eines Interkontinentalflugs und eine Landung eines Europaflugs zwischen 21 und 22 Uhr in die erste Nachtstunde, sowie ein Start eines Interkontinentalflugs und eine Landung eines Europaflugs von der ersten in die zweite Nachtstunde verschoben. Die Verschiebung der Landungen ist mit einer geringeren Kapazität auf Piste 28 durch die im Gerichtsverfahren aufgehobene Genehmigung der Schnellabrollwege begründet. Hierdurch verschieben sich auch Starts von Langstreckenflugzeugen, die auf die zu spät ankommenden Anschlusspassagiere warten müssen.

Auf dieser Grundlage wurde die Fluglärmbelastung für die Tages- und Nachtzeiten gemäss Lärmschutzverordnung berechnet und in Form von Lärmkonturen ausgewiesen. Die Belastungskurven wurden ausserdem mit den früheren Berechnungsergebnissen verglichen. Am Tag wurde im Bereich des verschobenen Abdrehpunkts für Starts ab Piste 28 eine Verschiebung der Lärmkonturen nach Nordwesten festgestellt, während die modifizierten Bewegungsstatistiken die Gesamtbelastung am Tag kaum beeinflussen. Hingegen führen methodische Änderungen, die seit der letzten Berechnung am Fluglärmsimulationsprogramm FLULA2 auf Empfehlung des BAFU im Jahre 2009 durchgeführt wurden, lokal zu deutlichen Unterschieden in den Fluglärmbelastungen der Tages- und Nachtzeiten gemäss Lärmschutzverordnung. In der ersten Nachtstunde treten ausschliesslich methodisch bedingte Veränderungen auf, da sich in dieser Zeitperiode an den Flugbetriebs-Eingabedaten faktisch nichts geändert hat. In der zweiten Nachtstunde hingegen stieg die Lärmbelastung durch die relativ gesehen grossen Erhöhung an Flugbewegungen um 7 bis 10 dB.

Aus den berechneten Fluglärmbelastungen wurden zudem die Grenzwertkurven gemäss Lärmschutzverordnung erstellt und mit den früheren Grenzwertkurven verglichen. Die starke Zunahme der Lärmbelastung in der zweiten Nachtstunde führt bei den Grenzwertkurven zu keinen Veränderungen. Ebenso wirkt sich die veränderte Lärmbelastung am Tag kaum auf den Verlauf der Grenzwertkurven aus. Einzig im Bereich des verschobenen Abdrehpunkts für Starts ab Piste 28 sind die Grenzwertkurven deutlich um etwa 200 m

verschoben, da im Westen des Flughafens die Umhüllenden der Grenzwertkurven durch die Gesamtbelastung am Tag bestimmt wird. Dabei liegen in den neuen Gebieten innerhalb der IGW-Kontur der ES II kaum Nutzungszonen, während in Regensdorf nach neuer Berechnung grosse Bereiche von Nutzungszonen neu ausserhalb des IGW der ES II liegen.

Alle anderen Änderungen der Grenzwertkurven konnten auf methodische Anpassungen des Fluglärm-simulationsprogramm FLULA2 zurückgeführt werden.

Inhalt

1.	Orientierung.....	5
1.1.	Ausgangslage	5
1.2.	Auftrag.....	5
2.	Systemabgrenzung	7
2.1.	Inhaltliche Systemabgrenzung.....	7
2.2.	Zeitliche Systemabgrenzung	7
2.3.	Räumliche Systemabgrenzung	7
3.	Grundlagen und Methodik	8
3.1.	Überblick.....	8
3.2.	Beurteilungs- und Berechnungsvorschriften.....	9
3.3.	Fluglärmsimulationsprogramm FLULA2.....	12
3.4.	Darstellung und Quantifizierung von Belastungsgrenzwertüberschreitungen	13
4.	Eingabedaten für die Fluglärmrechnungen	14
4.1.	Flugbewegungen.....	14
4.2.	Fluggeometrien.....	16
4.3.	Akustische Quellendaten	18
4.4.	Leistungssetzung und Leistungsreduktion	18
4.5.	Flugzeugflotte.....	19
5.	Resultate.....	20
5.1.	Lärmbelastung am Tag	20
5.2.	Lärmbelastung der ersten Nachtstunde.....	22
5.3.	Lärmbelastung der zweiten Nachtstunde.....	23
5.4.	Grenzwertkurven	23
5.5.	Veränderungen der Immissionsgrenzwertkurve der ES II.....	24
5.6.	Veränderungen der Immissionsgrenzwertkurve der ES III.....	26
6.	Datengrundlagen, Literatur, Begriffe und Abkürzungen.....	27
7.	Verzeichnisse	30

1. Orientierung

1.1. Ausgangslage

Am 31.12.2003 reichte die Flughafen Zürich AG (FZAG) das Gesuch für ein vorläufiges Betriebsreglement (vBR) beim Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) ein. Dieses beinhaltete unter anderem die entsprechenden Berechnungen zur Fluglärmbelastung, welche von der Empa im Auftrag der FZAG durchgeführt wurden (Bericht 427'733 - 1, [4]). Das Gesuch wurde am 29.3.2005 durch das BAZL teilweise und mit Auflagen genehmigt. Da sich seit der Eingabe des Gesuchs verschiedene Grundlagen verändert hatten und gewisse Teile nicht genehmigt wurden, liess das BAZL basierend auf den aktuellen Grundlagen erneute Lärmberechnungen durchführen. Es beauftragte zu diesem Zweck die Empa, die entsprechenden Berechnungen vorzunehmen. Diese sind im Bericht 437'703 - 1 dokumentiert, der im April 2005 zusammen mit der Genehmigungsverfügung des BAZL öffentlich auslag [5].

Das Gesuch für das vBR enthielt eine zusätzliche Startroute ab Piste 16 mit einer weiten Linkskurve Richtung Westen („Wide Left Turn“). Da eine flugtechnische und sicherheitsrelevante Untersuchung des Wide Left Turn ergab, dass die angestrebte Entflechtung der Starts ab Piste 16 mit dem Durchstartkorridor auf Piste 14 nicht erreicht werden kann, verzichtete die FZAG auf eine Einführung. Um die Lärmbelastung ohne Wide Left Turn aufzuzeigen, führte die Empa im Auftrag der FZAG eine erneute Lärmberechnung durch (Bericht 437'703 - 3, [6]), die im Verfahren vor dem Bundesverwaltungsgericht eingegeben wurde.

Im Urteil vom 10.12.2009 [3] hob das Bundesverwaltungsgericht die Genehmigungsverfügung teilweise auf und verfügte verschiedene Anpassungen. Gemäss Dispositivziffer 8.17 [3] sind die insgesamt zulässigen Lärmimmissionen neu zu berechnen und festzusetzen, wobei alle lärmrelevanten Änderungen berücksichtigt werden sollen. Das Bundesgericht bestätigte den Entscheid des Bundesverwaltungsgerichts mit seinem Urteil vom 22.12.2010 [2], so dass die entsprechenden Lärmberechnungen nun definitiv durchzuführen sind.

1.2. Auftrag

Mit der ersten Besprechung vom 23.08.2012 erteilte das BAZL, vertreten durch Adrian Nützi, der Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, den Auftrag, die Fluglärmbelastung des vBR erneut unter Berücksichtigung der Minimalanforderungen des Bundesgerichtsentscheids vom 22.12.2010 [2] zu berechnen. Der Bericht 437'703 - 3 ohne Wide Left Turn [6] als Ergänzung zum Bericht 437'703 - 1 [5] stellt dabei die Grundlage für die in diesem Bericht dokumentierte Berechnung des sogenannten „genehmigten Lärms“ gemäss Bundesgerichtsentscheid zum vBR dar.

Im Gegensatz zur früheren Berechnung muss gemäss Gerichtsverfahren ein um 0.2 NM nach Westen verschobener Abdrehpunkt der Starts von Piste 28 berücksichtigt werden. Zudem wurden am Tag zwischen 6 bis 7 Uhr vier Starts von Piste 28 auf Piste 32 umgelegt, sowie ein Start eines Interkontinentalflugs und eine Landung eines Europaflugs zwischen 21 und 22 Uhr in die erste Nachtstunde verschoben. Ausserdem wurde ein Start eines Interkontinentalflugs und eine Landung eines Europaflugs von der ersten in die zweite Nachtstunde umgelegt. Diese Verschiebungen berücksichtigen, dass die beantragte Flexibilisierung der Pistenbenützung sowie die Schnellabrollwege nicht genehmigt wurden. Die geänderten Bewegungsstatistiken und

die modifizierten Flugspuren für Starts ab Piste 28 werden von der FZAG aufbereitet und der Empa zur Verfügung gestellt.

Die Empa soll auf dieser Grundlage sowie basierend auf den Eingabedaten aus [5, 6] die Fluglärmbelastung für den Tag (06 bis 22 Uhr) sowie für die Nachtstunden (22 bis 23 Uhr und 23 bis 24 Uhr) gemäss Lärm-schutz-Verordnung (LSV) [11] berechnen und die Ergebnisse in Form von Lärmkonturen ausweisen. Zudem sollen die aus der Fluglärm-berechnung resultierenden Grenzwertkurven erstellt werden. Die Fluglärmbe-lastungen und Grenzwertkurven werden zudem mit den Ergebnissen aus [5, 6] verglichen. Die Berechnungen werden in einem Bericht zuhanden des Auftraggebers dokumentiert.

2. Systemabgrenzung

2.1. Inhaltliche Systemabgrenzung

Grundlage der Berechnung des vBR ist wie in den vorangehenden Berichten [5] und [6] der Betriebszustand Zt+ (Prognose für das Jahr 2010), für welchen rund 330'000 Bewegungen von Grossflugzeugen und 20'000 Bewegungen von Kleinluftfahrzeugen angenommen wurden.

Die Fluglärmbelastung der Grossflugzeuge, d.h. Luftfahrzeuge mit einem höchstzulässigen Abfluggewicht von grösser als 8'618 kg, wird mit dem Fluglärmsimulationsprogramm FLULA2 Version 004 [8] berechnet. Die Belastung der Kleinluftfahrzeuge wurde aus [4] übernommen.

2.2. Zeitliche Systemabgrenzung

Im vorliegenden Bericht werden die Lärmbelastungen nach den Tageszeiten gemäss LSV [11] berechnet. Die Berechnung basiert wie die vorangehenden Berichte [5, 6] auf dem Betriebszustand Zt+, der eine Prognose für das Jahr 2010 abbildet. Als reguläre Betriebszeiten gelten der Tag von 06 bis 22 Uhr und in die erste Nachtstunde von 22 bis 23 Uhr. Die zweite Nachtstunde von 23 bis 24 Uhr dient lediglich dem Verspätungsabbau innerhalb der ersten halben Stunde. In der letzten Nachtstunde von 05 bis 06 Uhr finden keine Flüge statt.

2.3. Räumliche Systemabgrenzung

Die Berechnungen werden innerhalb eines rechteckigen Gebiets mit einer West-Ost Ausdehnung von 88 Kilometern und einer Nord-Süd Ausdehnung von 84 Kilometern durchgeführt (Planviereck mit folgenden Schweizer Landeskoordinaten: südwestliche Ecke: 644'000 / 216'000; nordöstliche Ecke: 732'000 / 300'000). Für die Simulation mit FLULA2 [8] wird das Gebiet in ein Gitter mit einer Maschenweite von 250 Metern unterteilt.

Die Belastung der Kleinluftfahrzeuge wurde aus [4] übernommen. Sie ist in einem Berechnungsgebiet von 57 km Breite und 47 km Länge verfügbar (Planviereck mit folgenden Schweizer Landeskoordinaten: südwestliche Ecke: 655'000 / 235'000; nordöstliche Ecke: 712'000 / 282'000). In der Gesamtbelastung am Tag entstehen durch die Superposition der Belastungen von Grossflugzeugen und Kleinluftfahrzeugen Unstetigkeiten am Rand des kleineren Berechnungsausschnitts, die jedoch keinen Einfluss auf die in diesem Bericht dargestellten LSV-relevanten Konturen haben, da diese innerhalb des kleineren Ausschnitts verlaufen.

3. Grundlagen und Methodik

3.1. Überblick

3.1.1. Grundlagenberichte

Die ursprüngliche Grundlage für das vBR und den dazugehörigen Umweltverträglichkeitsbericht ist der Bericht 427'733 - 1 [4]. Er vergleicht den Betriebszustand Zt+ mit dem Ist-Zustand Z0 und dem Ausgangszustand Zt. Im Genehmigungsverfahren des vBR haben sich einige Eingabedaten verändert, wodurch die Fluglärmrechnung für den Betriebszustand Zt+ in Bericht 437'703 - 1 [5] wiederholt wurde. Der Bericht 437'703 - 3 [6] ergänzt letzteren Bericht mit einer Neuberechnung der Tagesbelastung ohne Wide Left Turn. Tabelle 3-1 bietet eine Übersicht über die früheren Berichte, die im weiteren Verlauf des Berichts anhand ihrer Referenz bezeichnet werden.

Tabelle 3-1: Übersicht der Grundlagenberichte

Bericht-Nr.	Bemerkung	Berechnung im	Referenz
427'733 - 1	Ursprüngliche Berechnung des vBR	Dezember 2003	[4]
437'703 - 1	Neuberechnung für das Genehmigungsverfahren, Vergleichsgrundlage für die Lärmbelastung der Nacht	Dezember 2004	[5]
437'703 - 3	Neuberechnung der Tagesbelastung, Vergleichsgrundlage für die Lärmbelastung am Tag und die Grenzwertkurven	April 2007	[6]

3.1.2. Methodik

Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren grossenteils auf idealisierten dreidimensionalen Flugbahnen [4, 5]. Die zugrunde liegenden Flugspuren, (horizontaler Verlauf der Flugbahnen) waren im Rahmen der Berechnungen [4, 5] von der FZAG erarbeitet worden. Für die Starts wurden diesen Spuren bestehende mittlere Profile (Geschwindigkeits- und Höhenprofile in Abhängigkeit der zurückgelegten Distanz), die aus den Radardaten des Jahres 2000 generiert wurden, zugeordnet. Die Zuordnung der bestehenden Profile zu den Spuren erfolgte typenspezifisch aufgrund Ähnlichkeiten in den bestehenden An- und Abflugverfahren und kann in Beilage 2 eingesehen werden. Für die Landungen auf die Pisten 28 und 34 wurden konstruierte ILS-Profile mit einem Gleitpfadwinkel von 3.3° verwendet. Aus diesen Spuren und Profilen wurden dreidimensionalen Flugbahn gebildet (sog. Faltung). Landungen auf den Pisten 14 und 16 hingegen wurden mit einer Auswahl von bis zu 100 Flugbahnen pro Flugzeugtyp und Flugroute aus den Radardaten des Jahres 2000 berechnet.

Neu wurden in der vorliegenden Berechnung gemäss Bundesgerichtsentscheid modifizierte Flugspuren für Starts ab Piste 28 verwendet. Ihnen wurden die gleichen Profile wie den ursprünglichen Flugbahnen nach zugeordnet (Beilage 2), um dreidimensionale Flugbahnen zu erstellen.

Die horizontale Streuung der einzelnen Flugspuren einer Route wird in der Fluglärmrechnung durch Offsetspuren (in der Regel je eine Spur links und rechts neben der Mittelspur) berücksichtigt. Die Aufteilung der Anzahl Bewegungen auf die Mittel- und die Offsetspuren kann frei gewählt werden. Die für die vorliegende Berechnung gewählten Gewichtungen finden sich in Kapitel 4.2.1

Für den Betriebszustand Z_t+ wird basierend auf dem vollständigen Flughafen-Datensatz erneut eine sogenannte Basissimulation durchgeführt, um die auf den entsprechenden Flughäfen basierenden Footprints neu zu ermitteln. Ein Footprint entspricht dabei dem typen- und routenspezifischen energetischen Mittelwert der Ereignispegel der entsprechenden simulierten Einzelflüge, normiert auf eine Bewegung. Auf diese Weise werden die Belastungen anhand der neusten FLULA2-Version 004 [8] berechnet und die methodischen Programmänderungen, die seit den früheren vBR-Berechnungen in FLULA2 vorgenommen wurden, konsequent für alle Flughäfen berücksichtigt. Ebenfalls wird die Fluglärmbelastung für Grossflugzeuge einheitlich mit dem neuen akustischen Quelldatensatz (s.u.) berechnet.

Die Gesamtbelastungen ergeben sich dann aus der sogenannten Superposition, d.h. der energetischen Addition der Footprints. Diese werden entsprechend des Verkehrsaufkommens gewichtet. Die Gewichtung entspricht den Anzahl Bewegungen eines Flugzeugtyps auf einer bestimmten Route pro Tageszeit im Jahresmittel. Die für die Berechnungen massgebenden Bewegungszahlen finden sich in den Bewegungsstatistiken. Eine Bewegungsstatistik ist eine Kreuztabelle, welche in den Spaltenköpfen die An- oder Abflugrouten, in den Zeilenköpfen die verschiedenen Flugzeugtypen und in den Feldern die Anzahl Flugbewegungen pro Typ und Route enthält.

3.2. Beurteilungs- und Berechnungsvorschriften

3.2.1. Belastungsmasse für den Lärm von zivilen Flugplätzen

Die Berechnungen für diesen Bericht richten sich nach den Vorschriften gemäss LSV Anhang 5. Gemäss LSV Anhang 5 muss die Belastung durch Kleinluftfahrzeugen getrennt von derjenigen durch Grossflugzeuge berechnet und beurteilt werden. Als Kleinluftfahrzeuge gelten dabei Flugzeuge mit einem höchstzulässigen Abfluggewicht von 8'618 Kilogramm.

Als akustisches Lärmass für die Grossflugzeuge kommt der Mittelungspegel Leq zur Anwendung. Zur Beurteilung der Fluglärmbelastung wird der 24-Stunden-Tag in vier Abschnitte unterteilt: Tag von 06 bis 22 Uhr und drei Nachtstunden von 22 bis 23, von 23 bis 24 und von 05 bis 06 Uhr. Die Mittelungszeit des Tages beträgt 16 Stunden, diejenige der Nacht je 1 Stunde, wobei die Nachtstunden als Einzelstunden berechnet und beurteilt werden. Die Bewegungen in der Zeit von 00 bis 05 Uhr werden zur zweiten Nachtstunde gezählt.

Es müssen die Beurteilungspegel L_r der Grossflugzeuge getrennt für die vier obigen Zeitabschnitte berechnet werden (L_{r_g} , $L_{r_{n1}}$, $L_{r_{n2}}$, $L_{r_{n3}}$). Zudem muss der Beurteilungspegel für Kleinluftfahrzeuge (L_{r_k}) sowie für die Gesamtbelastung am Tag (L_{r_t}) berechnet werden (s.u.). Die Belastung der Grossflugzeuge am Tag (L_{r_g}) wird dabei nicht einzeln beurteilt, sondern fliesst lediglich in L_{r_t} ein.

Der Beurteilungspegel L_{r_g} für den Fluglärm der Grossflugzeuge am Tag entspricht dem A-bewerteten Mittelungspegel Leq_g mit einer Bezugsdauer von 16 Stunden.

Gleichung 1
$$L_{r_g} = Leq_g$$

Die Beurteilungspegel L_{r_n} der drei Nachtstunden entsprechen den A-bewerteten Mittelungspegel Leq_{n1} , Leq_{n2} und Leq_{n3} mit einer Bezugsdauer von je einer Stunde:

Gleichung 2
$$L_{r_{n1}} = Leq_{n1} \quad L_{r_{n2}} = Leq_{n2} \quad L_{r_{n3}} = Leq_{n3}$$

Die Beurteilungspegel Lr_g und Lr_n beziehen sich auf den Verkehr im Jahresmittel. Der Beurteilungspegel Lr_k für den Lärm des Verkehrs von Kleinluftfahrzeugen entspricht der Summe des A-bewerteten Mittelungspegels Leq_k für den mittleren Spitzenbetrieb und der Pegelkorrektur K . Die Bezugsdauer beträgt 12 Stunden. Der Lr_k bezieht sich im Gegensatz zum Lr_g und Lr_n auf den Verkehr an den zwei verkehrsreichsten Wochentagen im Mittel der sechs verkehrsreichsten Monate.

Gleichung 3
$$Lr_k = Leq_k + K$$

Die Pegelkorrektur K wird anhand der jährlichen Flugbewegungszahl N_k wie folgt berechnet.

Gleichung 4
$$K = 0 \quad \text{für } N_k < 15'000 \text{ Bewegungen}$$

$$K = 10 \cdot \log \frac{N_k}{15'000} \quad \text{für } N_k \geq 15'000 \text{ Bewegungen}$$

Die energetische Addition der Teilbeurteilungspegel Lr_k und Lr_g ergibt den Beurteilungspegel für den Tag Lr_t des zivilen Gesamtverkehrs.

Gleichung 5
$$Lr_t = 10 \cdot \log \left[10^{\frac{Lr_k}{10}} + 10^{\frac{Lr_g}{10}} \right]$$

3.2.2. Belastungsgrenzwerte für den Lärm von zivilen Flugplätzen

Die berechneten Lärmbelastungen müssen bezüglich ihrer Wirkung auf den Menschen sowie die Raum- und Zonenordnung beurteilt werden. Zur Beurteilung werden in der LSV folgende Schwellenwerte festgelegt:

Planungswerte (PW) Die 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) [12] der Vorsorge.

Immissionsgrenzwerte (IGW) Die IGW bezeichnen die Schädlichkeits- oder Lästigkeitsgrenze. Sie sind massgebend für die Sanierung bestehender oder wesentlich geänderter Anlagen sowie für Baubewilligungen in lärmbelasteten Gebieten. Die IGW sind die Zielgrössen des USG.

Alarmwerte (AW) Die AW liegen über den Immissionsgrenzwerten. Sie dienen zur Beurteilung der Dringlichkeit von Sanierungen. Sie sind massgebend für die Sanierung konzessionierter ortsfester Anlagen.

Unterschiedliche Nutzungszonen, z.B. Wohngebiete oder Industriegebiete, werden in vier Empfindlichkeitsstufen (ES) eingeteilt. Auf der Basis dieser ES gelten in den verschiedenen Nutzungszonen abgestufte Grenzwerte.

Tabelle 3-2: Belastungsgrenzwerte in L_{r_t} für den Tag (06–22 Uhr) und L_{r_n} für die erste (22 bis 23 Uhr), die zweite (23 bis 24 Uhr) und letzte Nachtstunde (05 bis 06 Uhr)

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Tag			Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Nacht		
	Planungswert L_{r_t} in dB(A)	Immissions- grenzwert L_{r_t} in dB(A)	Alarmwert L_{r_t} in dB(A)		Planungswert L_{r_n} in dB(A)	Immissions- grenzwert L_{r_n} in dB(A)	Alarmwert L_{r_n} in dB(A)
I	53	55	60	I	43	45	55
II	57	60	65	II	47/50*	50/55*	60/65*
III	60	65	70	III	50	55	65
IV	65	70	75	IV	55	60	70

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

Die Beurteilung der gesamten Fluglärmbelastung am Tag sowie der Grossflugzeuge in der Nacht erfolgt gemäss der Grenzwertschemata gemäss Tabelle 3-2. Am Tag gelten zusätzlich die Belastungsgrenzwerte für Kleinluftfahrzeuge gemäss Tabelle 3-3.

Tabelle 3-3: Belastungsgrenzwerte in L_{r_k} für den Lärm von Kleinluftfahrzeugen

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Kleinluftfahrzeuge		
	Planungswert L_{r_k} in dB(A)	Immissions- grenzwert L_{r_k} in dB(A)	Alarmwert L_{r_k} in dB(A)
I	50	55	65
II	55	60	70
III	60	65	70
IV	65	70	75

3.2.3. Wirkung der Belastungsgrenzwerte

Es gelten in den Nutzungszonen nach Lärmempfindlichkeit (ES) abgestufte Grenzwerte (vgl. Kap 3.2.2). Zur Beurteilung eines bestimmten Belastungszustands muss deshalb die für die einzelnen Nutzungszonen berechnete Fluglärmbelastung mit den entsprechenden Belastungsgrenzwerten verglichen werden. Tabelle 3-4 zeigt die Wirkung und Konsequenzen von Grenzwertüberschreitungen.

Grenzwertüberschreitungen haben neben den einzuleitenden Sanierungsmassnahmen weitreichende Konsequenzen im Bereich der Nutzungsplanung. So darf bei überschrittenem IGW auf eingezontem, erschlossenem und baureifem Land nur mit einer Ausnahmegewilligung des Kantons gebaut werden (Art. 31 LSV). Bei nicht erschlossenem Bauland gelten als Voraussetzung für die Erteilung einer Baubewilligung die schärferen PW (Art. 30 LSV). Für Neueinzonungen dürfen ebenfalls die PW nicht überschritten sein (Art. 29 LSV).

Tabelle 3-4: Konsequenzen von Grenzwertüberschreitungen

KRITERIUM		KONSEQUENZ / WIRKUNG
Personen	> AW	Priorität im Einbau von Schallschutzfenstern
Bewohnte (überbaute) Gebiete		Bauverbot (faktisch)
Eingezonte, erschlossene Bauparzellen		Bauverbot (faktisch)
Landwirtschaftsgebiete *		Keine Neueinzonungen; landwirtschaftliche Bauten oder Baubewilligungen nur in seltenen Ausnahmefällen
Personen	> IGW	Einbau von Schallschutzfenstern
Bewohnte (überbaute) Gebiete		Baubewilligung nur in Ausnahmefällen
Eingezonte, erschlossene Bauparzellen		Baubewilligung nur in Ausnahmefällen
Eingezonte, nicht erschlossene Bauparzellen		Bauverbot (faktisch)
Landwirtschaftsgebiete *	> PW	Neueinzonungen nur in Ausnahmefällen; landwirtschaftliche Bauten nur in Ausnahmefällen
Eingezonte, nicht erschlossene Bauparzellen		Baubewilligung nur in Ausnahmefällen

* Landwirtschaftsgebiete gehören gemäss LSV Art. 43c in die Empfindlichkeitsstufe III.

Folglich muss bei Grenzwertüberschreitungen der Grundeigentümer mit einem Bauverbot oder in letzter Konsequenz mit einer Auszonung seines Baulandes rechnen. Solche und ähnliche Massnahmen entsprechen einer Beschränkung oder Enteignung des Eigentumsrechts. Sie können unter bestimmten Voraussetzungen entschädigungspflichtig sein. Zusätzlich können Grenzwertüberschreitungen eine (Weiter-) Entwicklung der Gemeinden – im Sinne einer Ausdehnung der Bauzone – verhindern, da Neueinzonungen je nach Höhe der Fluglärmbelastung nicht mehr möglich sind.

3.3. Fluglärmsimulationsprogramm FLULA2

Für die Basissimulation wird das an der Empa entwickelte Fluglärmsimulationsprogramm FLULA2 verwendet. Das Verfahren wird in der Technischen Dokumentation [8] im Detail beschrieben. Für das vorliegende Projekt wird FLULA2-Version 004 verwendet, welches die vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) gestellten Anforderungen an Fluglärmrechnungsverfahren für zivile Flughäfen vollumfänglich erfüllt. Für die Erfüllung der Anforderungen des BAFU wurden im Jahr 2009 verschiedene Anpassungen in der Berechnungsmethodik umgesetzt [7]. Die Auswirkungen der Anpassungen auf Fluglärmrechnungen sind in [9] ausführlich dokumentiert. Die wichtigsten Neuerungen der hier verwendeten FLULA2 Version 004 im Vergleich zur früheren FLULA2 Version 003 sind:

- Modifizierte Berechnung des Höhenwinkels zur Ermittlung der Bodenzusatzdämpfung unter Berücksichtigung der topographischen Verhältnisse zwischen Quelle und Empfänger
- Berücksichtigung der abschirmenden Wirkung von natürlichen Hindernissen (Geländeformationen)
- Berechnung einer typen- und entfernungsabhängigen Luftdämpfung ab der Grenzdistanz von 4.5 Kilometern
- Berücksichtigung des Höhenverlaufs der Piste bezüglich dem verwendeten Geländemodell

- Berücksichtigung der Empfängerhöhe auch für Geländehöhen unterhalb Pistenhöhe (früher: minimale Geländehöhe = Pistenhöhe)
- Empfängerhöhe auf 4 Meter über Grund gesetzt

Details zur Modellierung der Quellenintensität sowie zur Modellierung der Leistungssetzung und Leistungsreduktion finden sich in den Kapiteln 4.3 und 4.4.

3.4. Darstellung und Quantifizierung von Belastungsgrenzwertüberschreitungen

Wie in Abschnitt 3.2.2 erläutert, gelten für die Nutzungszonen nach Lärmempfindlichkeit (ES) abgestufte Belastungsgrenzwerte. Zur Beurteilung eines bestimmten Belastungszustands müssen deshalb die berechneten Fluglärmbelastungen mit den ES der verschiedenen Nutzungen in Bezug gesetzt und mit den in den jeweiligen Zonen geltenden Belastungsgrenzwerten verglichen werden.

Mit Hilfe von *Grenzelastungskarten* lassen sich Gebiete mit Grenzwertüberschreitungen auf anschauliche Art und Weise grafisch darstellen. Entsprechend den Belastungsgrenzwerten von Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3 muss dabei pro ES (I, II, III oder IV) und Belastungsgrenzwert (PW, IGW oder AW) eine Grenzwertkurve berechnet werden. Massgebend ist dabei dasjenige Gebiet, in welchem während mindestens einer Zeitperiode der Belastungsgrenzwert überschritten ist. Die Grenzwertkurve entspricht also der *Umhüllenden der Grenzelastungen* Lr_v , Lr_k , Lr_{n1} , Lr_{n2} und Lr_{n3} aller vier LSV-relevanten Zeitabschnitte.¹

Da die Grenzwertkurven nur für Nutzungszonen einer bestimmten ES gelten, werden auf den Grenzelastungskarten zusätzlich die Gebiete der entsprechenden ES farblich hervorgehoben (ES I = hellblau, ES II = grün, ES III = magenta, ES IV = blau). Bei denjenigen Nutzungszonen, die innerhalb der entsprechenden Grenzwertkurven liegen, ist der Belastungsgrenzwert überschritten.

¹ Beispiel: Die IGW-Grenzwertkurve der ES II entspricht der Umhüllenden folgender Belastungskurven: 60 dB (Gesamtbelastung Tag von 06-22 Uhr), 55 dB (Nacht von 22-23 Uhr), 50 dB (Nacht von 23-24 Uhr), 50 dB (Nacht von 05-06 Uhr) und 60 dB (Kleinluftfahrzeuge).

4. Eingabedaten für die Fluglärmrechnungen

4.1. Flugbewegungen

Tabelle 4-1 zeigt die Zusammenstellung der prognostizierten Flugbewegungszahlen der vorangegangenen Berechnungen gemäss [5, 6] für den Betriebszustand Zt+². Von den jährlich rund 350'000 Bewegungen entfallen rund 330'000 Bewegungen auf Grossflugzeuge und 20'000 Bewegungen auf Kleinluftfahrzeuge. Die zugrundeliegenden Bewegungsstatistiken können den entsprechenden Berichten entnommen werden.

Tabelle 4-1: Zusammenstellung der jährlichen Flugbewegungszahlen von Grossflugzeugen für den Betriebszustand Zt+ aus Bericht 437'703-1

Zeiten nach LSV	Grossflugzeuge			Kleinluftfahrzeuge			Total
	Starts	Landungen	Gesamt	Starts	Landungen	Gesamt	
Tag (06 bis 22 Uhr) ^{a)}	160'235	160'607	320'842	10'000	10'000	20'000	340'842
Erste Nachtstunde (22 bis 23 Uhr)	4'745	4'380	9'125	0	0	0	9'125
Zweite Nachtstunde (23 bis 24 Uhr)	(104) ^{b)}	(96) ^{b)}	(200) ^{b)}	0	0	0	(200) ^{b)}
Letzte Nachtstunde (05 bis 06 Uhr)	0	0	0	0	0	0	0
Total	164'980	164'987	329'967	10'000	10'000	20'000	349'967

^{a)} Die Bezugszeit für Kleinluftfahrzeuge bezieht sich gemäss LSV auf 12 Stunden des Tages.

^{b)} Die Bewegungen der zweiten Nachtstunde von 23 bis 24 Uhr sind Flüge des Verspätungsabbaus, die in der Anzahl Flüge der ersten Nachtstunde von 22 bis 23 Uhr bereits berücksichtigt sind und deshalb nicht zur totalen Anzahl Flüge pro Jahr gezählt werden. Der voraussichtliche Verspätungsabbau wird aber als zweite Nachtstunde ausgewiesen.

Die Bewegungsdaten gemäss Tabelle 4-1 und darauf basierend die entsprechenden Bewegungsstatistiken wurden für die vorliegenden Berechnungen in folgenden Punkten modifiziert. Zum einen wurden vier Starts pro Tag von Piste 28 aus der Zeit zwischen 6 und 7 Uhr auf Piste 32 umverteilt, weil die beantragte Öffnung der Piste 28 für Starts vor 7 Uhr im Gerichtsverfahren abgelehnt wurde. Dies entspricht rund 1'500 Flugbewegungen im Jahr und somit einer Reduktion der Starts auf Piste 28 um 1.5%. Zum anderen wird durchschnittlich ein Start eines Interkontinentalflugs von Piste 32 bzw. 34 und eine Landung eines Europaflugs auf Piste 28 bzw. 34 vom Tag zwischen 21 und 22 Uhr in die erste Nachtstunde verschoben (je 365 Bewegungen). In der Summe steigt am Tag die Anzahl der Starts ab Piste 32 um 6.7%. Grund für diese Veränderungen sind die im Gerichtsverfahren nicht genehmigten Schnellabrollwege und die dadurch bedingte geringere Landekapazität und folglich grössere Verspätung. Dies führt dazu, dass sich die Landungen in die nächste Stunde verschieben wie auch die Starts von Langstreckenflugzeugen, die auf die zu spät ankommenden Anschlusspassagiere warten müssen.

Des Weiteren wird ein Start eines Interkontinentalflugs von Piste 32 bzw. 34 und eine Landung eines Europaflugs von Piste 28 bzw. 34 aus der ersten in die zweite Nachtstunde verschoben, sodass insgesamt die Bewegungsstatistiken der ersten Nachtstunde unverändert bleiben. Aufgrund der Kapazitätsbeschränkungen werden daher je 365 Starts und Landungen in der zweite Nachtstunde als Verspätungsabbau abgewickelt.

² Da die vorliegenden Berechnungen auf prognostizierten Eingabedaten für das Jahr 2010 basieren, weichen sie von den realen Zahlen des Jahres 2010 ab (vgl. Empa Bericht Nr. 457'090 [10]).

Tabelle 4-2 zeigt die aus dem Bundesgerichtsentscheid resultierenden prognostizierten Flugbewegungszahlen für den Betriebszustand Zt+ (Prognosejahr 2010).

Tabelle 4-2: Zusammenstellung der jährlichen Flugbewegungszahlen von Grossflugzeugen für den Betriebszustand Zt+ gemäss Bundesgerichtsentscheid vom 22.10.2010

Zeiten nach LSV	Grossflugzeuge			Kleinluftfahrzeuge			Total
	Starts	Landungen	Gesamt	Starts	Landungen	Gesamt	
Tag (06 bis 22 Uhr) ^{a)}	159'870	160'242	320'112	10'000	10'000	20'000	340'112
Erste Nachtstunde (22 bis 23 Uhr)	4'745	4'380	9'125	0	0	0	9'125
Zweite Nachtstunde (23 bis 05 Uhr)	365+(104) ^{b)}	365+(96) ^{b)}	730+(200) ^{b)}	0	0	0	730+(200) ^{b)}
Letzte Nachtstunde (05 bis 06 Uhr)	0	0	0	0	0	0	0
Total	164'980	164'987	329 '967	10'000	10'000	20'000	349'967

^{a)} Die Bezugszeit für Kleinluftfahrzeuge bezieht sich gemäss LSV auf 12 Stunden des Tages.

^{b)} Die eingeklammerten Bewegungen der zweiten Nachtstunde von 23 bis 05 Uhr sind Flüge des Verspätungsabbaus, die in der Anzahl Flüge der ersten Nachtstunde von 22 bis 23 Uhr bereits berücksichtigt sind und deshalb nicht zur totalen Anzahl Flüge pro Jahr gezählt werden. Die weiteren 365 Flüge sind auf die nicht genehmigte Flexibilisierung zurückzuführen, welche zwangsläufig zu Verspätungen führt, da die Kapazitäten am Tag und in der 1. Nachtstunde ausgeschöpft sind.

Die vollständigen in LSV-Zeiten aufgeteilten Bewegungsstatistiken wurden von der FZAG aufbereitet und der Empa in digitaler Form geliefert [A]. Sie finden sich in Beilage 4.

4.2. Fluggeometrien

4.2.1. Idealisierte Flugspuren

Eine Flugspur beschreibt die Projektion einer Flugbahn in die Grundrissebene. Für sämtliche Startrouten wurden idealisierte Flugspuren verwendet. Es wurden die Flugspuren aus [5] übernommen, welchen auch die Berechnungen gemäss [6] zugrunde liegen, wobei die Startspuren ab Piste 28 wie folgt modifiziert wurden.

Gemäss Anforderungen des Bundesgerichtsentscheids vom 22.12.2010 [2] wurde der im Jahr 2012 um 0.2 NM nach Westen verschobene Abdrehpunkt der Starts ab Piste 28 in den Berechnungen berücksichtigt. Die Spuren wurden entsprechend von der GIS-Fachstelle des Flughafens Zürichs modifiziert und der Empa in digitaler Form zur Verfügung gestellt [B]. Die neuen Startrouten von Piste 28 wurden zur eindeutigen Unterscheidung mit einem zusätzlichen Buchstaben M (für „modifiziert“) gekennzeichnet. In Abbildung 4-1 sind die früheren und modifizierten Spuren sowie deren Bezeichnungen dargestellt. Auf Karte 1 sind die modifizierten Spuren zudem in einem grösserem Massstab abgebildet. Die übrigen, unveränderten Flugspuren finden sich in [5].

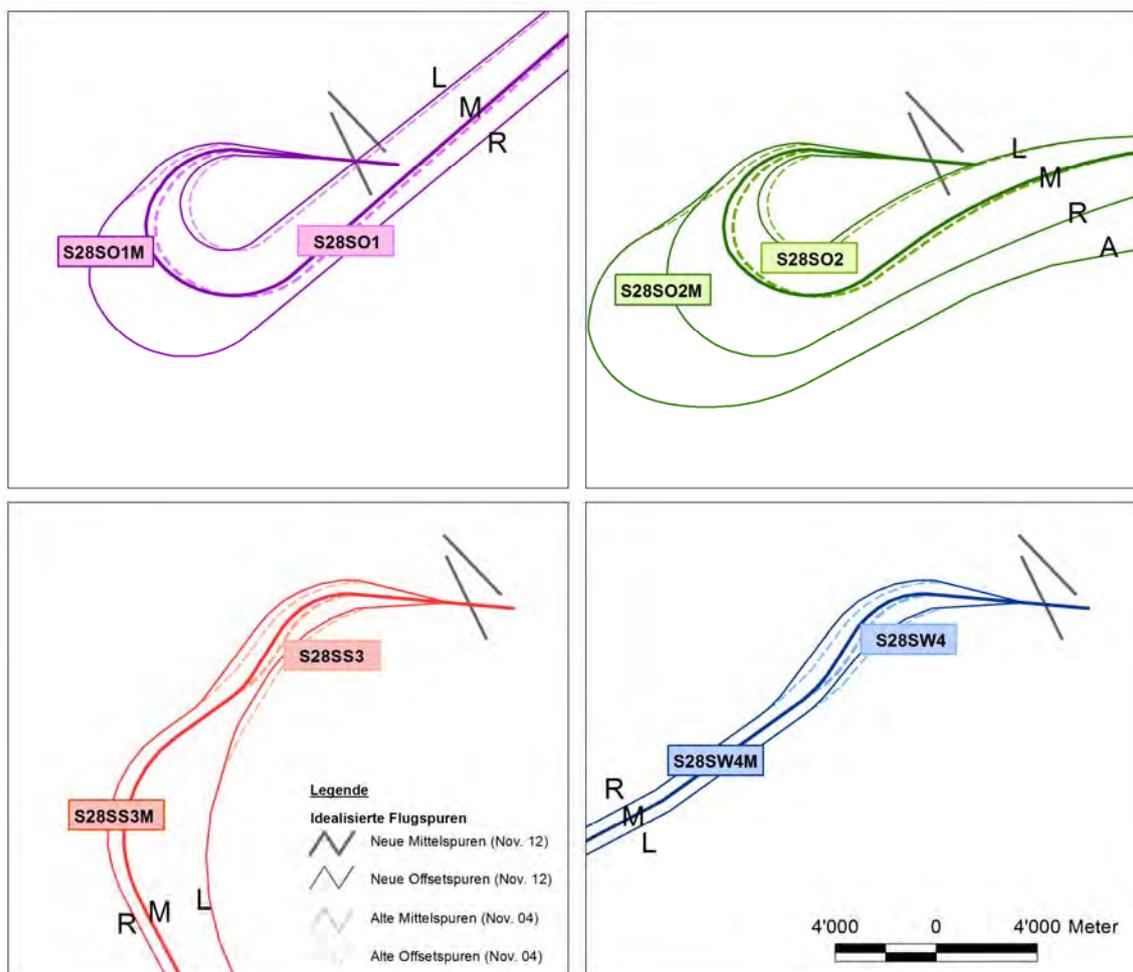


Abbildung 4-1: Neue und alte Spuren der Starts von Piste 28 im Vergleich. Routen und Offsetspuren sind beschriftet.

Zur Abbildung der horizontalen Flugbahnstreuung wurden die Mittelspuren mit Offsetspuren versehen, welche die seitliche Streuung im Flugbetrieb abbilden, wie sie aufgrund von Navigationstoleranzen, Wind- einfluss, Radarführung, etc. zu erwarten ist. Für die Anzahl und Gewichtung der Offsetspuren wurden im Allgemeinen jeweils eine linke (L) und eine rechte (R) Offsetspur um die Mittelspur (M) gelegt. Eine Ausnahme bildet die Route S28SO2M, die mit einer zusätzlichen Offsetspur aussen (A) modelliert wurde (Abbildung 4-1). Die Gewichtung der einzelnen Spuren erfolgt nach Angaben des Auftraggebers entsprechend Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4.

Tabelle 4-3: Gewichtungsfaktoren für Abflugrouten (3 Spuren)

Verwendetes Kürzel	L	M	R
Gewichtung	0.16	0.68	0.16

Tabelle 4-4: Gewichtungsfaktoren Abflugroute S28SO2M (4 Spuren)

Verwendetes Kürzel	L	M	R	A
Gewichtung	0.2	0.4	0.2	0.2

Für die Landungen auf Pisten 28 und 34 wurden in [4] ideale Flugspuren erstellt. Hierbei wurde wie bei den Startrouten jeweils eine Mittelspur (L28SO1, L34SS1) und 2 Offsetspuren definiert, die gemäss Tabelle 4-3 gewichtet wurden. Von jeder Seite der Mittelspur führen zudem jeweils je von beiden Seiten drei sogenannte Vektoringspuren auf die Mittelspur, die den Streubereich des Einfädels auf den Gleitpfad abbilden (Karte s. [5]). Die Vektoringspuren wurden ohne Offsetspuren modelliert. Auf den Pisten 14 und 16 konnte hingegen auf existierende Radardaten zurückgegriffen werden (vgl. Kap. 4.2.4).

4.2.2. Flugprofile

Ein Flugprofil beschreibt die Flughöhen- und Geschwindigkeitsverläufe eines Flugzeugs in Funktion der zurückgelegten Distanz. In der vorliegenden Berechnung wurden die mittleren typen- und routenspezifischen Startprofile, welche aus Radardaten generiert worden waren, sowie die idealisierten Landeprofile der in [4, 5] dokumentierten Berechnungen verwendet.

Der Grossteil der Startprofile – ausser für die A340-300, s.u. – stammt aus den in [4] dokumentierten Berechnungen. Zur Generierung der mittleren Startprofile wurden rund 100 Flugbahnen des Jahres 2000 stochastisch gewählt und die Höhen- und Geschwindigkeitsverläufe über eine Optimierung mit der Methode der kleinsten Quadrate ermittelt. Teilweise mussten wegen ungenügender Datengrundlage (zu geringe Anzahl Flüge eines bestimmten Flugzeugtyps auf einer bestimmten Route) Profile eines anderen, möglichst ähnlichen Flugzeugtypen oder einer anderen Flugroute verwendet werden. Beilage 2 weist die Herkunft der verwendeten Profile resp. die Ersatzzuordnungen aus.

Für die A340-300 wurden in [5] neue Steigprofile aus den Radardaten von 2003 resp. für Starts auf Route N34 von Juli 2004 erstellt (Beilage 2). Die neuen Steigprofile berücksichtigen die nach 2000 eingeführten A340-300 der Swiss, um deren Steigeigenschaften besser abbilden zu können.

Für Landungen auf den Pisten 28 und 34 wurden im Rahmen der Berechnungen von [4] ideale Flugprofile mit einem ILS-Winkel von 3.3° im Bereich des Gleitpfads generiert.

4.2.3. Generierung der Flugbahnen aus Spuren und Profilen

Den idealisierten Spuren (Kap. 4.2.1) wird für jeden Flugzeugtypen je ein mittleres typen- und routenspezifisches Profil (Kap. 4.2.2) gemäss Beilage 2 zugewiesen. Mittels dem an der Empa entwickelten Programm DIGBAHBATCH2 Version 006 werden die Flugspuren mit den zugeordneten mittleren Profilen zu Flugbahnen verknüpft (sogenannte Faltung). Für die Basissimulation der vorliegenden Berechnung wurden ausschliesslich die Flugbahnen der vier Startrouten ab Piste 28 neu generiert (Kap. 4.2.1). Alle anderen Flugbahnen konnten aus den früheren Berechnungen [4-6] verwendet werden.

4.2.4. Reale Fluggeometrien

Für Landungen auf den Anflugrouten S14 und T16 wurde auf Radardaten des Jahres 2000 zurückgegriffen, wobei aus dem gesamten Radardatensatz des Jahres pro Typ und Route bis zu 100 Flugbahnen stochastisch gewählt wurden. Dieselben Daten wurden bereits in den vorgängigen Berechnungen [4-6] verwendet.

4.3. Akustische Quellendaten

Die verwendeten Quellendaten (sog Richtcharakteristiken) stammen aus Empa-eigenen Messungen am realen Flugverkehr, welche auf umfangreiche Messkampagnen aus den Jahren 1991 und 1996 zurückgehen [8]. Es wird der Quellendatensatz RC2012_01 verwendet. In Beilage 1 sind die akustischen Kenngrössen für den Maximalpegel ($L_{A,max}$) und Ereignispegel (L_{AE}) für Starts und Landungen in einer Referenzdistanz von 305 Metern für die in der vorliegenden Berechnung verwendeten Quellendaten zusammengestellt.

Im Gegensatz zu den früheren Benennungen der RC-Typen heisst die Startcharakteristik der A340 im neuen Datensatz A3403, die Landecharakteristik der B757 wurde zur B7572 umbenannt und die Landecharakteristik der B767 wurde aufgeteilt in die RC-Typen B7672 und B7673. In der vorliegenden Berechnung wurde der RC-Typ B7673 verwendet, der sich akustisch nicht vom RC-Typ B7672 unterscheidet. Die Quellendaten und Zusatzpegel der umbenannten Flugzeugtypen haben sich seit der früheren Berechnung hingegen nicht geändert.

4.4. Leistungssetzung und Leistungsreduktion

Bei der Berechnung der Fluglärmbelastung gelten folgende Grundsätze bezüglich Leistungssetzung und Leistungsreduktion:

- Zur Modellierung der Schallabstrahlung stehen für gewisse Flugzeugtypen zwei unterschiedliche Richtcharakteristiken zur Verfügung: Eine FT-Richtcharakteristik für hohes Startgewicht und eine VG-Richtcharakteristik für mittleres Startgewicht [8]. Für die übrigen Flugzeugtypen sind die Startrichtcharakteristiken grundsätzlich für Starts mit „mittlerer“ Leistungssetzung ausgelegt
- Zur Berücksichtigung der Leistungsreduktion nach dem Start (*Cutback*) wird in der Simulation eine typenspezifische Pegelreduktion berücksichtigt, welche je nach Typ zwischen 0 und -4.7 dB beträgt (Beilage 1). Bei dem in Zürich angewandten Verfahren „ICAO A“ gemäss Luftfahrthandbuch AIP (AD, LSZH, Kap. 2.21.3) [1] erfolgt die Leistungsreduktion in 2'900 ft AMSL, was einer Flughöhe von ca. 460 Metern über der Piste entspricht.

- Je nach Flugzeugtyp wird bei Landungen die Leistungsrücknahme nach dem Aufsetzen auf die Piste durch eine Pegelreduktion von 6 dB berücksichtigt. In der vorliegenden Berechnung betrifft diese Reduktion jedoch nur die RJ100 (Beilage 1).
- Die Emissionspegel bei der Landung gelten streng genommen nur für die letzte Lande-Phase (einige Kilometer vor dem Aufsetzen), da sich die Pegel aus der Mittelung von Messungen in Gebieten ergeben, wo Fahrwerk und Auftriebshilfen grösstenteils ausgefahren und die aerodynamischen Geräusche entsprechend hoch sind.

Die Einteilung in hohe und mittlere Abfluggleistungen wird bei Basissimulationen mit Radardaten mittels des Verhältnisses von effektivem zu maximalem Abfluggewicht vorgenommen. Bei Prognoserechnungen sind keine Angaben zu den effektiven Abfluggewichten vorhanden. Für die Basissimulationen des vorliegenden Projektes wie in den vorangegangenen Berechnungen bei allen Starttrouten auf den langen Pisten (16, 32 und 34) für Typen mit generell hohen Abfluggewichten gemäss Tabelle 4-5 immer die FT-Richtcharakteristik verwendet. Für alle anderen Typen sowie die übrigen Pisten wird die VG-Richtcharakteristik für mittlere Leistungssetzung angewendet.

Tabelle 4-5: Annahmen zur Leistungssetzung bei Starts im Betriebszustand Zt+

Typ / Startpiste	10	16	28	32	34	
A3103	VG	FT	VG	FT	FT	FT = Code für Richtcharakteristik mit hohem Abfluggewicht
A3302	VG	FT	VG	FT	FT	
A3403	VG	FT	VG	FT	FT	VG = Code für Richtcharakteristik mit mittlerem Abfluggewicht
B7474	VG	FT	VG	FT	FT	
MD11	VG	FT	VG	FT	FT	
Alle übrigen Typen	VG	VG	VG	VG	VG	

4.5. Flugzeugflotte

Die Zusammensetzung der Flugzeugflotte wurde der Prognose für das Jahr 2010 aus [4] übernommen (Beilage 3). Die Flugzeugtypen wurden den drei Gewichtsklassen „Small“ (z.B. CL65), „Medium“ (z.B. A320) und „Heavy“ (z.B. A340-300) zugeordnet. Der Prognose entsprechend ist in der Berechnung die Kategorie „Heavy“ zu 12%, die Kategorie „Medium“ zu 50% und die Kategorie „Small“ zu 38% vertreten.

Ebenso wurde die Zuordnung der Flugzeugtypen zu akustischen Referenztypen (RC-Typen) gemäss [4] übernommen. Einzig die Bezeichnung dreier RC-Typen hat sich mit der Verwendung der aktuellen FLULA2 Version 004 und dem akustischen Quelldatensatz RC2012_01 geändert (A3403, B7572 und B7673, vgl. Kap. 4.3).

5. Resultate

Die Berechnungsergebnisse für das vBR sind in den Karten 2 bis 5 als Lärmkonturen gemäss LSV dargestellt: Die Beurteilungspegel L_{r_t} für den Tag (Karte 2), für die erste Nachtstunde (Karte 4) und für die zweite Nachtstunde (Karte 5). Auf Karte 3 ist zusätzlich der Beurteilungspegel für Kleinluftfahrzeuge L_{r_k} (aus [4]) abgebildet, der in der vorliegenden Berechnung zur Bestimmung des L_{r_t} verwendet wurde.

Auf den Karten 6 bis 8 werden die Beurteilungspegel mit den Resultaten des Berichts [6] am Tag und des Berichts [5] in der Nacht verglichen. In den nachfolgenden Kapiteln werden die wichtigsten Unterschiede in den Niveaulinien der Beurteilungspegel gemäss früheren und aktueller Berechnung diskutiert.

5.1. Lärmbelastung am Tag

Im Norden des Flughafens ist die Fluglärmbelastung am Tag (06-22 Uhr) durch die Landungen auf Piste 14 geprägt (Abbildung 5-1 links). Obgleich die Anzahl an Landungen auf der Piste unverändert ist, sind die Konturen bei 50, 55 und 57 dB deutlich kürzer als diejenigen der früheren Berechnung aus [6]. Die 50- und 53-dB-Konturen sind zudem im Grenzbereich zu Deutschland eingeschnürt. Diese Veränderungen in der Lärmbelastung ergeben sich aus den Anpassungen von FLULA2 Version 004 (Kap. 3.3). Vor den Anpassungen wurde für tiefliegende Gebiete unterhalb der Pistenhöhe die Empfängerhöhe mit der Pistenhöhe gleichgesetzt. Die Auswirkung der Anpassung wurde in [9] untersucht. Sie beträgt in Gebieten unterhalb des Pistenniveaus etwa -0.1 bis -0.5 dB, wobei lokal Verminderungen bis zu -0.8 dB auftreten können, wie beispielsweise am 90 m tiefer liegenden Hochrhein an der Grenze zu Deutschland. Die Einschnürungen und die kürzere 55-dB-Kontur sind hier besonders deutlich sichtbar.

Die Zunahme der Anzahl Starts auf Piste 32 um 6.8% relativiert sich, wenn nicht lediglich die Anzahl der Bewegungen in Betracht gezogen wird, sondern die eingebrachte Schallenergie³. Da in der ersten Tagesstunde keine Langstreckenflugzeuge („Heavy“) starten, betrifft die Umverteilung der Starts von Piste 28 auf Piste 32 nur die Flugzeugkategorien „Small“ und „Medium“. Jährlich würden die rund 1'500 umgelegten Starts eine zusätzliche Schallenergie von 3.7 J/m^2 auf Piste 32 einbringen, was einer Zunahme um 8% entspricht. Die Verlegung von 365 Interkontinentalflügen im Jahr in die erste Nachtstunde reduziert die Schallenergie der Pisten 32 und 34, deren Abflugrouten kurz nach dem Abheben identisch sind, um 2.1 J/m^2 . Gesamthaft steigt die eingebrachte Schallenergie auf Piste 32 durch die modifizierte Bewegungsstatistik somit nur um etwa 3.5% und ist in der Lärmbelastung kaum erkennbar (Abbildung 5-1 links).

³ Die Schallenergie pro Flugzeugtyp wird, getrennt für Starts und Landungen, aus den typenspezifischen Ereignispegeln (L_{AE}), d.h. den akustischen Kenndaten der Flugzeugtypen des Fluglärmberechnungsprogramms FLULA2 [8], ermittelt. Dazu werden die L_{AE} in typenspezifische „Schallenergiedichten“ pro Einzelereignis, d.h. pro einzelner Bewegung, umgerechnet ($E = 10^{-12} \times 10^{0.1 \times L_{AE}} \text{ [J/m}^2\text{]}$) und mit der Anzahl Bewegungen (Starts resp. Landungen) pro Typ und Jahr multipliziert. Das Ergebnis entspricht der durch einen bestimmten Betrieb einer gegebenen Flugzeugflotte in rund 305 m Entfernung über ein Jahr resultierenden „Schallenergiedichte“ $\text{[J/m}^2\text{]}$, denn die akustischen Kenndaten gelten streng genommen nur für einen geradlinigen Vorbeiflug in 1'000 ft (304.8 m) Entfernung mit einer Geschwindigkeit von 160 kt (= 82.3 m/s) bei Standardatmosphäre (15°C, 70% rel. Feuchte). Im Folgenden wird vereinfachend von "Schallenergie" gesprochen. Wegen der vereinfachenden Annahmen bei deren Berechnung ist sie nur eine grobe Schätzung der tatsächlich durch den realen Flugbetrieb verursachten gesamten Schallenergie.

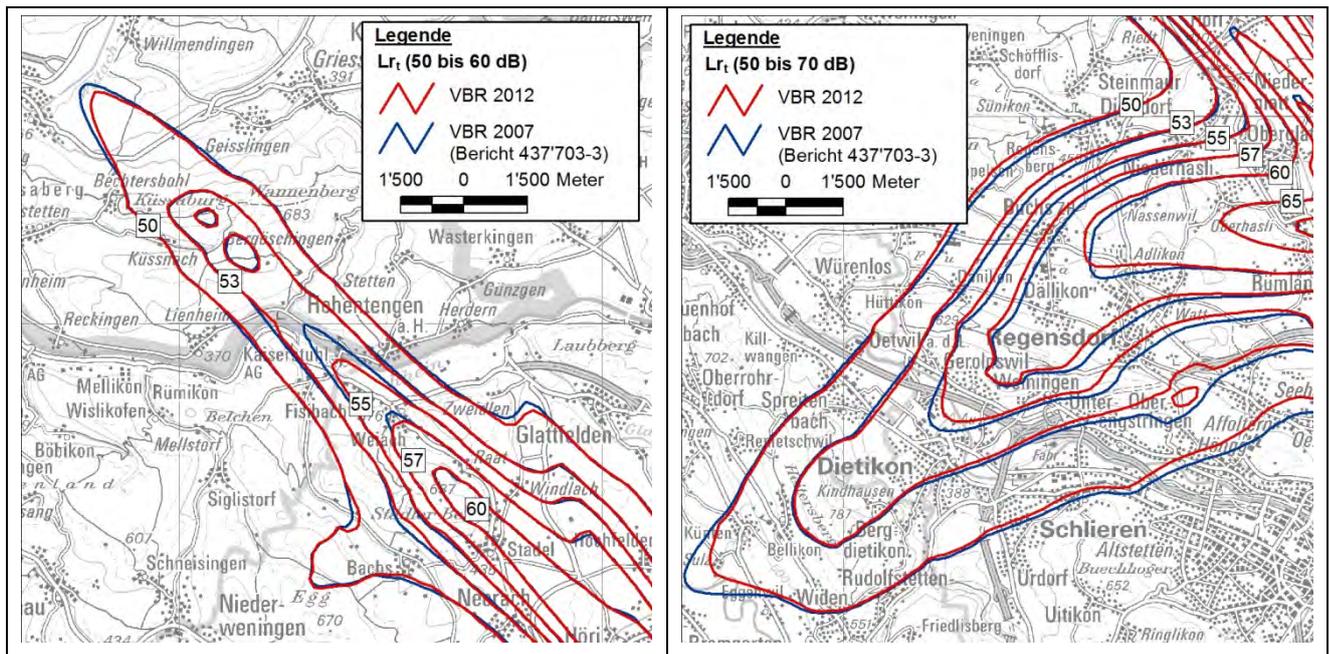


Abbildung 5-1: Gesamtbeurteilungspegel L_r im Vergleich mit dem L_r aus Bericht 437'703-3 nördlich (links) und westlich (rechts) des Flughafens. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).

Ein anderer Effekt in den Abflügen ab Piste 32 im Bereich um Bachs kann durch eine weitere Anpassungen von FLULA2 erklärt werden. Die neue Methode zur Ermittlung des Höhenwinkels (Kap. 3.3) führt zu einer Erhöhung der Lärmbelastung an zu Flugrouten zugewandten Seiten von Geländeerhebungen und an abgewandten Seiten zu deren Verringerung. Eine Einzeluntersuchung des Effekts hat besonders im Bereich von Bachs lokale Abnahmen der Lärmbelastung von -0.2 bis -1.0 dB ergeben [9]. Da die Landungen auf Piste 14 im Norden dominant sind, nehmen die Konturen 50 dB und 53 dB um Bachs im Vergleich zu denjenigen aus [6] lokal ab.

Der modifizierte Abdrehpunkt für Starts auf Piste 28 bewirkt eine Verschiebung der Lärmkonturen unterhalb von 65 dB (Abbildung 5-1 rechts). Die 60-dB-Kontur, welche dem Immissionsgrenzwert für die ES II entspricht, verläuft beispielsweise weiter nördlich von Regensdorf. Insgesamt verlaufen alle Konturen im Bereich des verschobenen Abdrehpunkts etwa 200 bis 300 m weiter nördlich.

Die Abnahme der Starts um 1,5% auf Piste 28 hingegen wirkt sich kaum auf die Lärmbelastung aus. Rein rechnerisch entspricht eine Reduktion der Bewegungsanzahl um 1,5% einer Verringerung des Mittelungspegels um 0.06 dB. Die Konturen zwischen 65 und 70 dB zeigen keinen Unterschied, die Konturen bei 57 und 60 dB sind durch die modifizierten Routen seitlich verschoben, die Länge der Kontur direkt unter der Flugbahn weist hingegen kaum Unterschiede auf. Deutliche Rückgänge der Konturen unter den Flugbahnen sind hingegen bei den Konturen 50 dB und 55 dB zu erkennen. Wie bereits im Norden des Flughafens sind zwei Flussläufe unterhalb des Pistenniveaus für Pegelminderungen von -0.2 dB bei Dietikon an der Limmat und -0.3 dB an der Reuss verantwortlich. Die lokal kürzeren Konturen sind daher methodisch bedingt.

Die jährlich 365 verschobenen Landungen von Flugzeugen der Kategorie „Small“ und „Medium“ vom Tag in die erste Nachtstunde wirken sich aufgrund der nur leichten relativen Abnahme um 0.7% auf Piste 34 und 1.5% auf Piste 28 ebenfalls nur geringfügig auf die Lärmbelastung aus. In Karte 6 lässt sich eine leichte Abnahme der Lärmbelastung unter dem Gleitpfad auf Piste 28 feststellen.

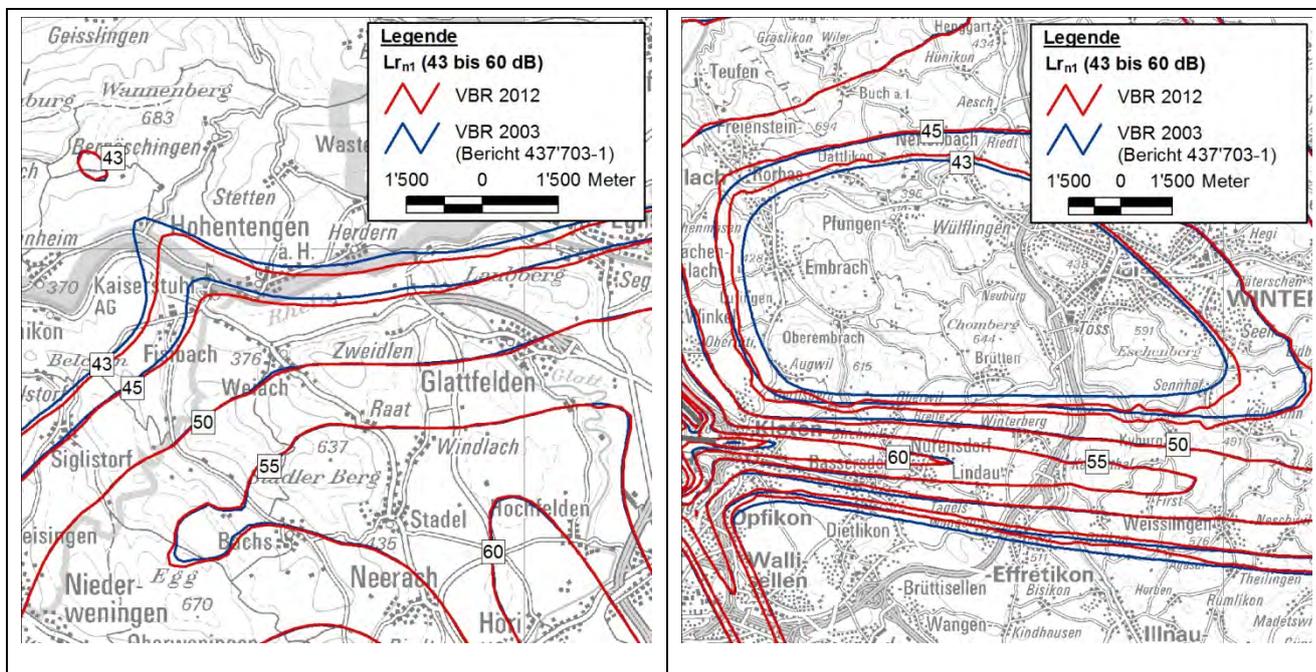
5.2. Lärmbelastung der ersten Nachtstunde

In der erste Nachtstunde gibt es keine Starts von Piste 28 (Beilage 4) und somit keine Veränderungen aufgrund der modifizierten Spuren. Zudem bleiben die Bewegungsstatistiken gegenüber [5] unverändert (Kap. 4.1). Die Eingabedaten der Lärmberechnung für die erste Nachtstunde sind somit unverändert, und alle Abweichungen von den Ergebnissen aus [5] sind ausschliesslich methodisch bedingt.

Von den Anpassungen von FLULA2 [9] wirken sich hauptsächlich die geänderte Höhenwinkelbestimmung zur Berechnung der Bodenzusatzdämpfung, die korrekte Berücksichtigung tiefliegender Gebiete bei Empfängerhöhen tiefer als das Flughafengelände, sowie im Fernbereich die typen- und entfernungsabhängige Luftdämpfung aus. Die Effekte überlagern sich und bewirken am Hochrhein (Abbildung 5-2 links) eine Reduktion von bis zu -1 dB. Im Gebiet bei Bachs nehmen die Belastungen durch die überlagerten Effekte zu. Im Gegensatz zum Tag führen die für die Belastung dominierenden Flugbahnen in der ersten Nachtstunde direkt über das Gebiet, so dass die Hanglage nicht mehr den gleichen abnehmenden Effekt wie am Tag (Kap. 5.1) aufweist.

Entlang des Landeanflugs auf Piste 28 wird die Lärmbelastung vorwiegend von der geänderten Höhenwinkelbestimmung beeinflusst. Seitlich des Landeanflugs auf Piste 28 (Abbildung 5-2 rechts) liegt die mittlere Geländehöhe über der Pistenhöhe und führt somit zu geringeren Höhenwinkeln und damit zu höheren Bodenzusatzdämpfungen, die die 43-dB-Kontur um bis zu -2 dB vermindern.

Im Bereich von Winkel und Oberrüti kommt es aufgrund der Hanglage seitlich zur Startbahn zu einer Erhöhung der Lärmbelastung (geänderte Höhenwinkelbestimmung in FLULA2), wie der Vergleich der 50-dB-Konturen der heutigen und früheren Resultaten zeigt.



5.3. Lärmbelastung der zweiten Nachtstunde

Karte 8 zeigt, dass die Verschiebung von 365 Starts und 365 Landungen von der ersten in die zweite Nachtstunde zu deutlich grösseren Flächen aller Konturen führt.

Auf den Starts der Pisten 32 und 34 Richtung Norden liegt die 55-dB-Kontur ungefähr im Bereich der 45-dB-Kontur der Berechnungen aus [5], ebenso verläuft die 60-dB-Kontur ähnlich wie die ursprüngliche 50-dB-Kontur. Somit erfolgte im Nahbereich der Startrichtung eine Erhöhung um etwa 10 dB (Abbildung 5-3).

Im Bereich der Landeanflüge auf Piste 28 ist der Unterschied etwas geringer, hier liegen die 50-dB-Kontur und die ursprüngliche 43-dB-Kontur übereinander, die Lärmbelastung liegt um etwa 7 dB höher als diejenige der Berechnung aus [5]. Auch theoretisch ergibt die Erhöhung der Bewegungszahlen um den Faktor 4.8 – bei gleicher Quellleistung und gleichem Flottenmix – rund 7 dB.

Die Erhöhung des Mittelungspegels bei Starts um 10 dB bei ähnlicher Erhöhung der Bewegungsanzahl wie bei den Landungen (Faktor 4.5) lässt sich wiederum mit dem unterschiedlichen Eintrag an Schallenergie begründen. Während die verschobenen Landungen Europaflüge der Kategorien „Small“ und „Medium“ sind und den ursprünglichen Flottenmix kaum verändern, stellen die zusätzlichen Starts Interkontinentalflüge der Kategorie „Heavy“ dar – sie bringen im Vergleich zum vorherigen Flottenmix der Starts wesentlich mehr Schallenergie ein und erhöhen den Mittelungspegel somit um rund 10 dB anstatt 7 dB.

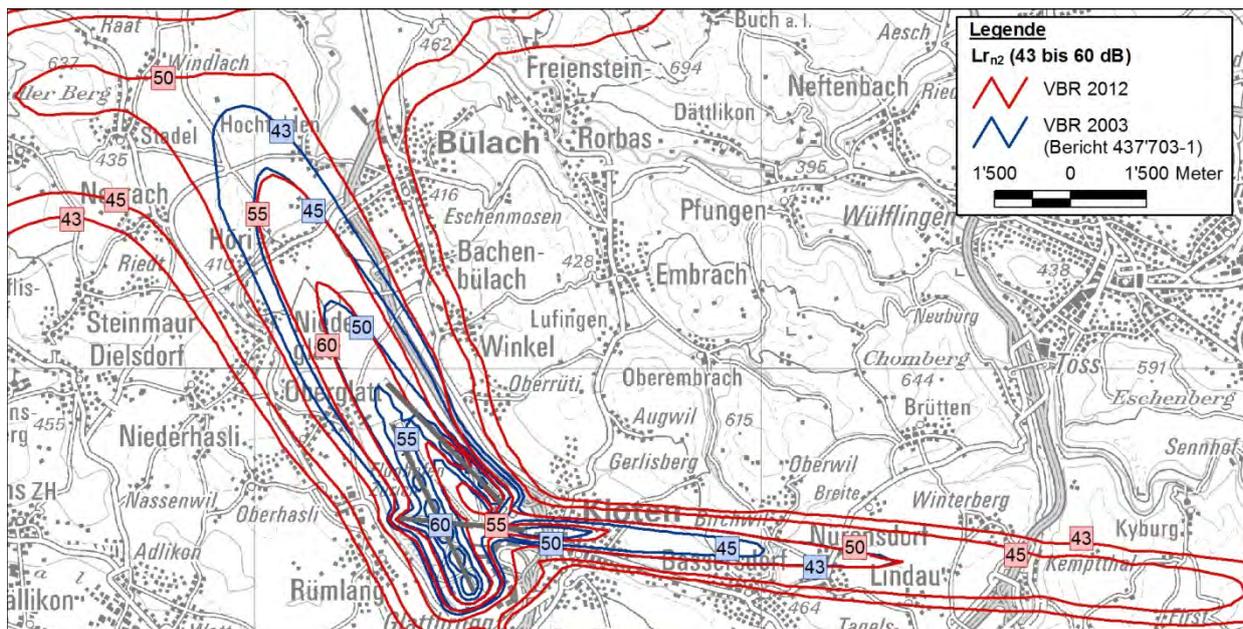


Abbildung 5-3: Beurteilungspegel $L_{r_{n2}}$ der zweiten Nachtstunde im Vergleich zu $L_{r_{n2}}$ aus Bericht 437'703-1 nördlich und östlich des Flughafens. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).

5.4. Grenzwertkurven

Anhand der drei tageszeitspezifischen Beurteilungspegel der LSV gemäss vorliegender Berechnung sowie der Belastung durch Kleinluftfahrzeuge aus [4] wurden die Grenzwertkurven aus den Umhüllenden für alle vier ES gebildet (Kapitel 3.4). Die Ergebnisse sind in den Karten 9 bis 12 dargestellt.

In den Kapiteln 5.5 und 5.6 werden die Veränderungen der neu berechneten Immissionsgrenzwertkurven der ES II und III im Vergleich zu den Ergebnissen aus [6] diskutiert. Generell treten durch die modifizierte Berechnung mit der aktuellen FLULA2-Version 004 (vgl. Kap. 3.3 und 5.1 bis 5.3) im gesamten Berechnungsausschnitt kleine bis grössere lokale methodisch bedingte Differenzen auf. Zudem basiert die Berechnung auf Empfangspunkten mit einer Maschenweite von 250 m, so dass durch die Interpolation zwischen den Empfangspunkten entlang der gesamten Kontur Abweichungen bis zu 15 m unvermeidbar sind (vgl. z.B. Abbildung 5-4). Diskutiert werden im Folgenden jedoch nur grössere Veränderungen, wobei der Fokus auf Änderungen aufgrund der modifizierten Eingabedaten (Kapitel 4) liegt. Die Konturen mit den Abweichungen werden jedoch der FZAG zusätzlich in digitaler Form zur Verfügung gestellt, um die Situation einzelfallweise in einem Geoinformations-System beurteilen zu können.

Auf den Karten 13 bis 16 sind die Grenzwertkurven der vier ES mit den relevanten neuen Gebieten im Vergleich zu [6] dargestellt. Neue Gebiete sind jeweils als hellrote Flächen dargestellt, während Gebiete, die im Vergleich zu den Grenzwertkurven von [6] nicht mehr von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind, hellblau eingefärbt sind. Die Kontur des PW der ES I auf Karte 13 ist aufgrund des grösseren Berechnungsausschnitts im Osten und Westen wesentlich erweitert.

5.5. Veränderungen der Immissionsgrenzwertkurve der ES II

Im Norden des Flughafens (Abbildung 5-4 links) ist die Immissionsgrenzwertkurve durch die Belastung der ersten Nachtstunde definiert. Es führen ausschliesslich methodische Änderungen zu neuen Gebieten. Westlich von Bachs kommt es zu einer Erweiterung der IGW-Kurve um maximal 195 m (geänderte Höhenwinkelbestimmung in FLULA2, Kap. 5.2). Neue Gebiete innerhalb von Nutzungszonen ([C], Stand: 12/2010) in Bachs sind nicht betroffen.

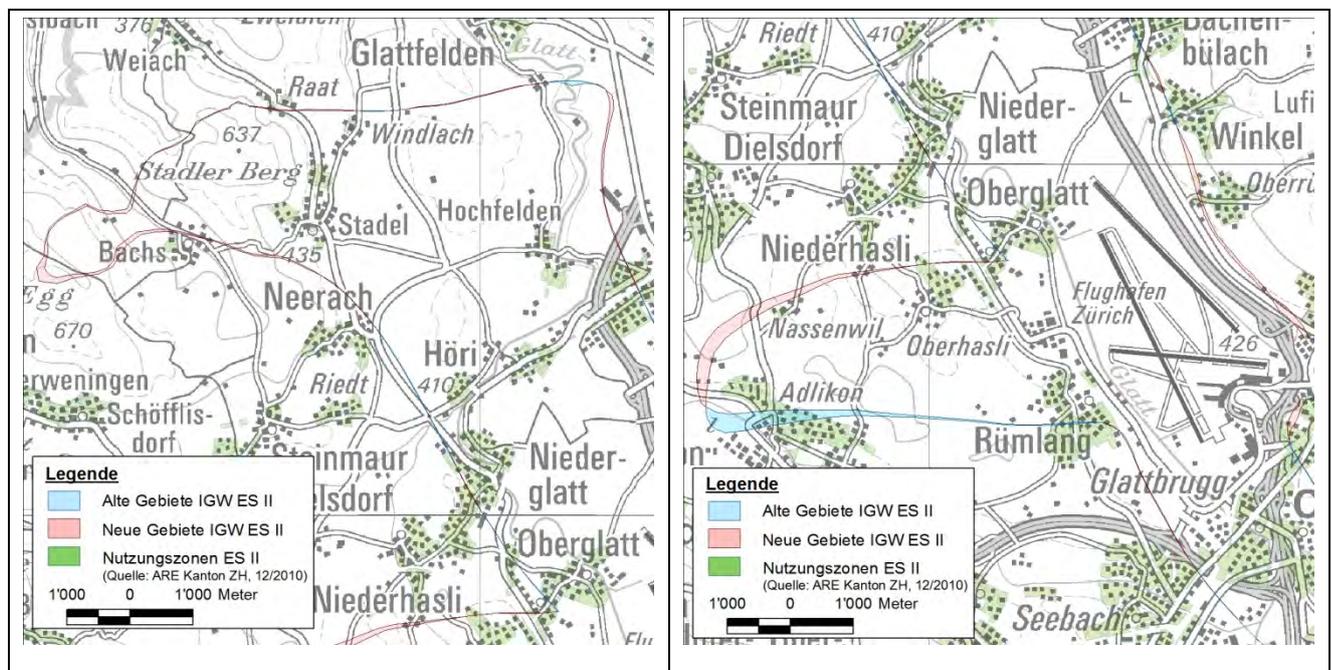


Abbildung 5-4: Neue und alte Gebiete der IGW ESII im Vergleich der Grenzwertkurven mit [6]. Gebiet nördlich (links) und westlich (rechts) des Flughafens. Nutzungszonen: ARE Kanton ZH, 31.12.2010 [C]. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).

Im Westen des Flughafens (Abbildung 5-4 rechts) definiert die Lärmbelastung des Tages die IGW-Kurve. Daher entsteht durch die modifizierten Starttrouten ab Piste 28 ein neues Gebiet innerhalb des IGW nordwestlich der Piste, das jedoch grösstenteils ausserhalb von Nutzungszonen verläuft. Im Gegenzug verschiebt sich die IGW-Kurve südwestlich der Piste in Regensdorf (Adlikon) um bis zu 230 m und verringert das Gebiet eingeschlossener Nutzungszonen.

Im Osten des Flughafens (Einflussbereich Starts 32 und Landungen 14) kommt es zum Einschluss neuer Nutzungszonen innerhalb der IGW ESII in Oberrüti und Kloten (Verschiebung um 40 bis 90 m). Im Bereich der durch Landungen auf Piste 28 dominierten Konturen entstehen keine neuen Gebiete innerhalb der IGW (Abbildung 5-5), sondern die Grenzwertkurven werden schmaler.



Abbildung 5-5: Neue und alte Gebiete der IGW ESII im Vergleich der Grenzwertkurven mit [6]. Gebiete im Osten und Südosten des Flughafens. Nutzungszonen: ARE Kanton ZH, 31.12.2010 [C]. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).

5.6. Veränderungen der Immissionsgrenzwertkurve der ES III

Die IGW-Kurve für die ES III ist im Norden von der gleichen Kontur der ersten Nachtstunde begrenzt wie die der ES II. Es entstehen daher die gleichen neuen Gebiete innerhalb der IGW ES II, hier werden jedoch Nutzungszonen der ES III in Bachs neu von den Konturen eingeschlossen (Abbildung 5-6 links).

Westlich sowie südlich des Flughafens dominiert die Lärmbelastung des Tages die Kurven des IGW. Für die ES III liegt der Grenzwert des L_{r1} jedoch mit 65 dB um 5 dB höher als für die ES II, sodass die Fläche des IGW im Vergleich zu derjenigen der ES II deutlich kleiner ist. Der Einfluss der modifizierten Starttrouten ab Piste 28 ist daher noch kaum sichtbar (Abbildung 5-6 rechts).

In der direkten Umgebung des Flughafens kommt es im Osten in Winkel und Oberrüti und im Westen in Rümlang zu nennenswerten neuen Gebieten der Nutzungszonen der ES III mit der IGW-Überschreitungen durch Verschiebung der Grenzwertkurven um bis zu 80 m.

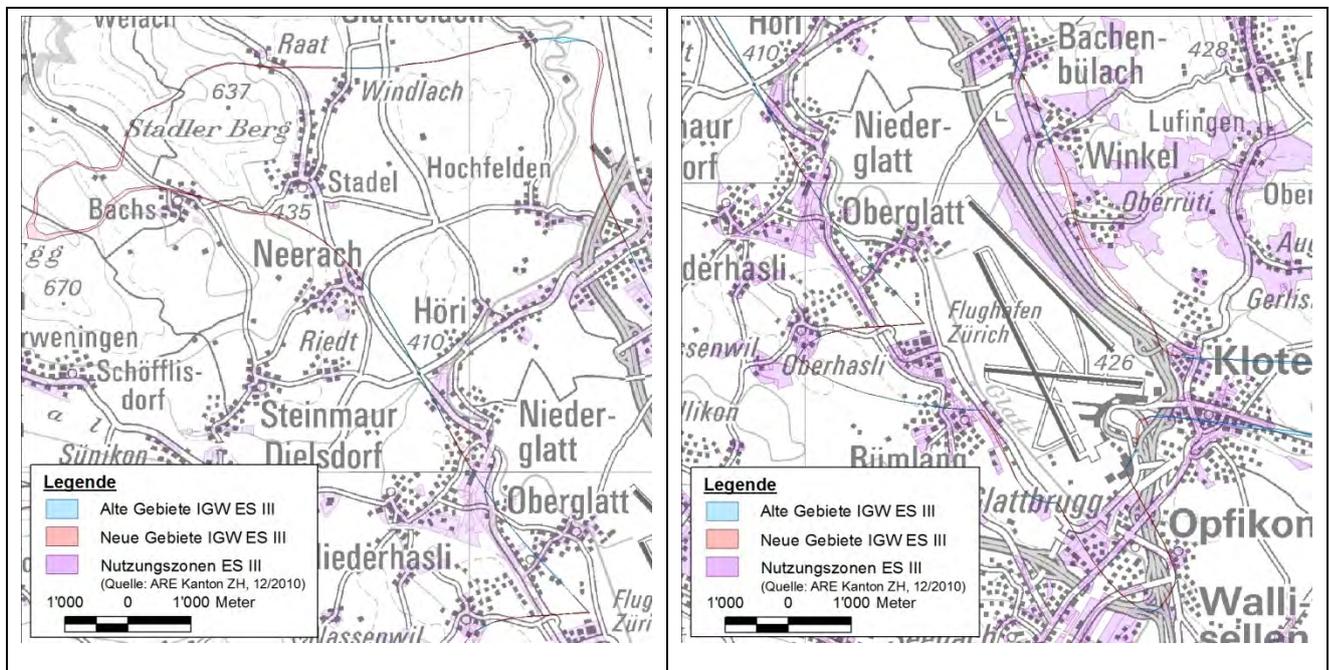


Abbildung 5-6: Neue und alte Gebiete der IGW ESIII im Vergleich der Grenzwertkurven mit [6]. Gebiet nördlich (links) und in der direkten Umgebung des Flughafens (rechts). Nutzungszonen: ARE Kanton ZH, 31.12.2010 [C]. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).

6. Datengrundlagen, Literatur, Begriffe und Abkürzungen

6.1. Datengrundlagen

- [A] Flughafen Zürich AG, 2012. *Bewegungsstatistiken in Excel: Bwst_vBR_genLaerm_Var2_120817.xls*. Datenlieferungen per E-Mail von S. Tschudin am 23.08.2012.
- [B] Flughafen Zürich AG, 2012. *Modifizierte Spuren Starts 28 als Shapefile: spuren_zrh_vbr_nov12_s28.shp*. Datenlieferung per E-Mail von P. Jordi am 15.11.2012.
- [C] Flughafen Zürich AG, 2012. *Bauzonen der Kantone Zürich, Aargau, Thurgau und Schaffhausen als Shapefile: Bauzonen2010.shp*. Datenlieferung per CD von P. Jordi am 13.12.2012.

Quellen und Stand der Daten:

ZH: Baudirektion Kt. Zürich, Amt für Raumentwicklung (ARE); 31.12.2010

AG: Departement Bau, Verkehr und Umwelt (BVU) Kt. Aargau, Abteilung Raumentwicklung; 23.05.2012

TG: Amt für Geoinformation (AGI); ThurGIS-Zentrum; 26.03.2012

SH: Baudepartement Kt. Schaffhausen, Planungs- und Naturschutzamt; 29.06.2012

6.2. Literatur

- [1] AIP. Aeronautical Information Publication (AIP) Switzerland. Skyguide, Zürich.
- [2] Bundesgericht, 2010. Urteil vom 22. Dezember 2010
- [3] Bundesverwaltungsgericht, 2009. Urteil vom 10. Dezember 2009. A-1936/2006
- [4] Empa, 2003. Flughafen Zürich, UVB Vorläufiges Betriebsreglement (Eingabe 31.12.2003), Fachbericht Fluglärm, Hauptuntersuchung – Auswirkungen des Vorhabens auf den Menschen und die Umwelt. Bericht Nr. 427'733 - 1. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [5] Empa, 2005. Flughafen Zürich, Vorläufiges Betriebsreglement Flughafen Zürich, Lärmberechnung Dezember 2004. Bericht Nr. 437'703 - 1. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [6] Empa, 2007. Flughafen Zürich, Vorläufiges Betriebsreglement, Ohne Wide Left Turn, Lärmberechnung April 2007. Bericht Nr. 437'703 - 3. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [7] Empa, 2009. Anpassungen in FLULA2 im Zusammenhang mit den Empfehlungen des BAFU für Fluglärmrechnungsverfahren. Bericht 2: Technische Umsetzung. Bericht Nr. 841'384 - 2. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [8] 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.
http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/99854.
- [9] Empa, 2010. Anpassungen in FLULA2 im Zusammenhang mit den Empfehlungen des BAFU für Fluglärmrechnungsverfahren. Bericht 3: Auswirkungen auf die Fluglärmrechnung. Bericht Nr. 841'384 - 3. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [10] Empa, 2011. Flughafen Zürich, Fluglärmbelastung im Jahre 2010. Bericht Nr. 457'090. Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [11] LSV, 1986. Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. August 2010). SR 814.41. <http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/814.41.de.pdf>.
- [12] USG, 1983. Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 07. Oktober 1983 (Stand am 1. August 2010). SR 814.01. <http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/814.01.de.pdf>.

6.3. Begriffe und Abkürzungen

ARE	Amt für Raumentwicklung, Kanton Zürich
AW	Alarmwert
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt
<i>Cutback</i>	Leistungsreduktion nach dem Start
dB	Dezibel
Empa	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
ES	Empfindlichkeitsstufe
FLULA2	Fluglärmsimulationsprogramm der Empa
<i>Footprint</i>	Flugzeugtyp- und flugbahn- resp. flugroutenspezifischer mittlerer Ereignispegel, normiert auf eine Bewegung und bezogen auf eine Sekunde
FT	Code für Startrichtcharakteristik mit hoher Leistungssetzung
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_{AE}	A-bewerteter Ereignispegel
$L_{A,max}$	Aus dem Quellenmodell von FLULA2 resultierender, A-bewerteter Maximalpegel
Leq	Mittelungspegel (energieäquivalenter Dauerschallpegel)
Leq_g	Mittelungspegel für den Lärm von Grossflugzeugen am Tag (06 bis 22 Uhr)
Leq_k	Äquivalenter Dauerschallpegel von Kleinluftfahrzeugen pro Tag mit durchschnittlichem Spitzenbetrieb
Leq_n	Mittelungspegel für den Lärm des Verkehrs von Grossflugzeugen in der Nacht (Leq_{n1} : 22 bis 23 Uhr, Leq_{n2} : 23 bis 24 Uhr, Leq_{n3} : 05 bis 06 Uhr)
L_r	Beurteilungspegel
Lr_g	Beurteilungspegel für den Lärm von Grossflugzeugen am Tag (06 bis 22 Uhr)
Lr_k	Beurteilungspegel für den Lärm des Verkehrs von Kleinluftfahrzeugen
Lr_n	Beurteilungspegel für den Lärm des Verkehrs von Grossflugzeugen in den Nachtstunden (Lr_{n1} : 22 bis 23 Uhr, Lr_{n2} : 23 bis 24 Uhr, Lr_{n3} : 05 bis 06 Uhr)
Lr_t	Beurteilungspegel für den Lärm des Gesamtverkehrs am Tag
LSV	Lärmschutz-Verordnung
PW	Planungswert
RC	Richtcharakteristik
Superposition	Energetische Addition verschiedener Belastung (z.B. <i>Footprints</i>) zu einer Teil- oder Gesamtbelastung
USG	Umweltschutzgesetz
vBR	Vorläufiges Betriebsreglement
VG	Code für Startrichtcharakteristik mit mittlerer Leistungssetzung

7. Verzeichnisse

7.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1:	Neue und alte Spuren der Starts von Piste 28 im Vergleich. Routen und Offsets Spuren sind beschriftet.....	16
Abbildung 5-1:	Gesamtbeurteilungspegel L_{rt} im Vergleich mit dem L_{rt} aus Bericht 437'703-3 nördlich (links) und westlich (rechts) des Flughafens. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).....	21
Abbildung 5-2:	Beurteilungspegel L_{rn1} der erste Nachtstunde im Vergleich mit dem L_{rn1} aus Bericht 437'703-1 nördlich (links) und östlich (rechts) des Flughafens. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).....	22
Abbildung 5-3:	Beurteilungspegel L_{rn2} der zweiten Nachtstunde im Vergleich zu L_{rn2} aus Bericht 437'703-1 nördlich und östlich des Flughafens. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).....	23
Abbildung 5-4:	Neue und alte Gebiete der IGW ESII im Vergleich der Grenzwertkurven mit [6]. Gebiet nördlich (links) und westlich (rechts) des Flughafens. Nutzungszonen: ARE Kanton ZH, 31.12.2010 [C]. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).	24
Abbildung 5-5:	Neue und alte Gebiete der IGW ESII im Vergleich der Grenzwertkurven mit [6]. Gebiete im Osten und Südosten des Flughafens. Nutzungszonen: ARE Kanton ZH, 31.12.2010 [C]. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).	25
Abbildung 5-6:	Neue und alte Gebiete der IGW ESIII im Vergleich der Grenzwertkurven mit [6]. Gebiet nördlich (links) und in der direkten Umgebung des Flughafens (rechts). Nutzungszonen: ARE Kanton ZH, 31.12.2010 [C]. Karte PK200 reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116).....	26

7.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Übersicht der Grundlagenberichte	8
Tabelle 3-2:	Belastungsgrenzwerte in L_{rt} für den Tag (06–22 Uhr) und L_{rn} für die erste (22 bis 23 Uhr), die zweite (23 bis 24 Uhr) und letzte Nachtstunde (05 bis 06 Uhr).....	11
Tabelle 3-3:	Belastungsgrenzwerte in L_{rk} für den Lärm von Kleinluftfahrzeugen.....	11
Tabelle 3-4:	Konsequenzen von Grenzwertüberschreitungen.....	12
Tabelle 4-1:	Zusammenstellung der jährlichen Flugbewegungszahlen von Grossflugzeugen für den Betriebszustand $Zt+$ aus Bericht 437'703-1	14
Tabelle 4-2:	Zusammenstellung der jährlichen Flugbewegungszahlen von Grossflugzeugen für den Betriebszustand $Zt+$ gemäss Bundesgerichtsentscheid vom 22.10.2010	15
Tabelle 4-3:	Gewichtungsfaktoren für Abflugrouten (3 Spuren)	17
Tabelle 4-4:	Gewichtungsfaktoren Abflugroute S28SO2M (4 Spuren).....	17
Tabelle 4-5:	Annahmen zur Leistungssetzung bei Starts im Betriebszustand $Zt+$	19

7.3. Verzeichnis der Beilagen

Tabelle 1:	Tabelle 1: Akustische Kenndaten, Typenzuordnung, Landung (AP) [RC2012_01]	Beilage 1 Beilage 1_Typenzuordnungen.doc
Tabelle 2:	Akustische Kenndaten, Typenzuordnung, Start (VG) [RC2012_01]	
Tabelle 3:	Akustische Kenndaten, Typenzuordnung, Start (FT) [RC2012_01]	

Tabelle 4:	Profilzuordnungen Starts, Betriebszustand Zt+	Beilage 2 Beilage 2_Profilzuordnungen.xls
Tabelle 5:	Profilzuordnungen Landungen, Betriebszustand Zt+	

Tabelle 6:	Flugzeugflotte Grossflugzeuge Betriebszustand Zt+, akustische Zuordnung Empa, Unterteilung in die Gewichtsklassen	Beilage 3 Beilage 3_Flugzeugflotte.xls
------------	---	--

Tabelle 7:	VBR12, Jährliche Starts 2010, Grossflugzeuge, 06-22 Uhr, Betriebszustand Zt+	Beilage 4 Beilage 4_BEWSTAT.xlsx
------------	--	--

Tabelle 8:	VBR12, Jährliche Landungen 2010, Grossflugzeuge, 06-22 Uhr, Betriebszustand Zt+	
------------	---	--

Tabelle 9:	VBR12, Jährliche Starts 2010, Grossflugzeuge, 22-23 Uhr, Betriebszustand Zt+	
------------	--	--

Tabelle 10:	VBR12, Jährliche Landungen 2010, Grossflugzeuge, 22-23 Uhr, Betriebszustand Zt+	
-------------	---	--

Tabelle 11:	VBR12, Jährliche Starts 2010, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Betriebszustand Zt+	
-------------	--	--

Tabelle 12:	VBR12, Jährliche Landungen 2010, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Betriebszustand Zt+	
-------------	---	--

7.4. Kartenverzeichnis

- Karte 1 Idealisierte Flugspuren Starts 28, Modifiziert gemäss Bundesgerichtsentscheid
- Karte 2 Betriebszustand Zt+, Gesamtverkehr Tag (06 bis 22 Uhr), Beurteilungspegel Lr_t
- Karte 3 Betriebszustand Zt+ aus Bericht 427'733-1 (Dez. 2003), Kleinluftfahrzeuge, Beurteilungspegel Lr_n
- Karte 4 Betriebszustand Zt+, Grossflugzeuge, 1. Nachtstunde (22 bis 23 Uhr), Beurteilungspegel Lr_n
- Karte 5 Betriebszustand Zt+, Grossflugzeuge, 2. Nachtstunde (23 bis 05 Uhr), Beurteilungspegel Lr_n
- Karte 6 Vergleich Betriebszustand Zt+ mit Bericht 437'703-3 (Apr. 2007),
Gesamtverkehr Tag (06 bis 22 Uhr), Beurteilungspegel Lr_t
- Karte 7 Vergleich Betriebszustand Zt+ mit Bericht 437'703-1 (Dez. 2004),
Grossflugzeuge, 1. Nachtstunde (22 bis 23 Uhr), Beurteilungspegel Lr_n
- Karte 8 Vergleich Betriebszustand Zt+ mit Bericht 437'703-1 (Dez. 2004),
Grossflugzeuge, 2. Nachtstunde (23 bis 05 Uhr), Beurteilungspegel Lr_n
- Karte 9 Gebiete der ES I über den Belastungsgrenzwerten der LSV
- Karte 10 Gebiete der ES II über den Belastungsgrenzwerten der LSV
- Karte 11 Gebiete der ES III über den Belastungsgrenzwerten der LSV
- Karte 12 Gebiete der ES IV über den Belastungsgrenzwerten der LSV
- Karte 13 Vergleich der Grenzwertkurven der ES I mit Bericht 437'703-3
- Karte 14 Vergleich der Grenzwertkurven der ES II mit Bericht 437'703-3
- Karte 15 Vergleich der Grenzwertkurven der ES II mit Bericht 437'703-3
- Karte 16 Vergleich der Grenzwertkurven der ES IV mit Bericht 437'703-3

Tabelle 1: Akustische Kenndaten, Typenzuordnung, Landung (AP) [RC2012_01]

RC-Typ	RC BEZEICHNUNG	$L_{A,max}$ [dB]	Theta($L_{A,max}$) [°]	L_{AE} [dB]	Pegelreduktion [dB]	zugeordnete Flugzeugtypen (TYP10)
A319	RCLAPA319	77.53	96.3	85.476	0	A318, A319, MD90
A320	RCLAPA320	77.45	97.5	85.689	0	A320
A321	RCLAPA321	78.52	97.9	86.759	0	A321
B73F	RCLAPB73F	79.25	101.8	86.853	0	B7378, B7379, B73F
B73S	RCLAPB73S	78.18	103.1	85.776	0	B7377, B73S
B7474	RCLAPB7474	80.76	96.5	91.102	0	B7474
B7572	RCLAPB7572	77.33	101	87.225	0	B7572, TU204
B7673	RCLAPB7673	77.21	104.7	87.67	0	B7673, B7674
CL65	RCLAPCL65	70.8	68	80.761	0	C750, CL60, CL65
MD11	RCLAPMD11	81.12	102.7	91.309	0	IL96, MD11
MD83	RCLAPMD83	78.94	107.3	86.845	0	B721H, B73AH, MD83
RJ100	RCLAPRJ100	74.69	103.7	82.437	-6	BA46, RJ100, RJ70, RJ85

Tabelle 2: Akustische Kenndaten, Typenzuordnung, Start (VG) [RC2012_01]

RC-Typ	RC BEZEICHNUNG	$L_{A,max}$ [dB]	Theta($L_{A,max}$) [°]	L_{AE} [dB]	Cutback [dB]	zugeordnete Flugzeugtypen (TYP10)
A3103	RCSVGA3103	88.99	96.1	96.81	0	A30B, A3103
A319	RCSVGA319	84.52	96.1	93.16	-0.3	A318, A319, MD90
A320	RCSVGA320	85.95	97.9	94.07	-0.1	A320
A321	RCSVGA321	87.83	98.3	95.84	-0.3	A321
A3302	RCSVGA3302	91.03	101	99.16	-2.4	A3302, A3303
A3403	RCSVGA3403	85.02	96.8	94.27	0	A3402, A3403, A3405, A380
A3406	RCSVGA3406	90.08	91.4	97.76	0	A3406
B73F	RCSVGB73F	87.36	97.8	94.71	0	B7378, B7379, B73F
B73S	RCSVGB73S	87.48	98.4	94.70	0	B7377, B73S
B7474	RCSVGB7474	90.75	97.5	98.30	0	B7474
B7572	RCSVGB7572	86.55	103	95.28	-1.2	B7572, TU204
B7672	RCSVGB7672	92.31	98.7	99.33	-0.2	B7672
CL65	RCSVGCL65	76.6	105.7	85.23	0	C750, CL60, CL65
MD11	RCSVGMD11	93.97	98.9	101.10	-0.6	IL96, MD11
MD83	RCSVGMD83	94.31	106.7	101.60	-0.9	B721H, B73AH, MD83
RJ100	RCSVGRJ100	81.85	104.2	89.76	0	BA46, RJ100, RJ70, RJ85

Tabelle 3: Akustische Kenndaten, Typenzuordnung, Start (FT) [RC2012_01]

RC-Typ	RC BEZEICHNUNG	$L_{A,max}$ [dB]	Theta($L_{A,max}$) [°]	L_{AE} [dB]	Cutback [dB]	zugeordnete Flugzeugtypen (TYP10)
A3103	RCSFTA3103	93.67	97.7	100.71	-4.7	A30B, A3103
A3302	RCSFTA3302	92.03	101	100.16	-3.4	A3302, A3303
A3403	RCSFTA3403	92.09	97.7	99.13	-3	A3403
B7474	RCSFTB7474	98.27	97	105.26	-4	B7474
MD11	RCSFTMD11	97.96	95.3	104.78	-4	IL96, MD11

Tabelle 4: Profiluordnungen Starts, Betriebszustand Zt+

RC-Typ	RWY10					RWY16										RWY28				RWY32						RWY34					
	S10L01	S10LS2	S10LW2	S10SO1N	S10SS1	S16LO3N	S16LO4	S16LO5N	S16LO6	S16LS4	S16LS5	S16LS6	S16LW4	S16LW5	S16LW6	S28SO1M	S28SO2M	S28SS3M	S28SW4M	S32LN2	S32LO1	S32LO2N	S32LS2	S32LW2	S32RN2	S32RO1	S32RO2N	S34LO2N	S34LS2	S34LW2	S34RO2N
A3103	B10	I28	I28	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
A319	B10	A10	A10	L28	C10	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
A320	B10	A10	A10	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
A321	B10	A10	A10	L28	C10	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
A3302	B10	A10	A10	L28	C10	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
A3403	K28	I28	I28	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28		N32	N34	N34	N34		O32	O34	N34	N34	N34	O34
A3406	K28	I28	I28	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
B73F	B10	I28	I28	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
B73S	B10	A10	A10	L28	C10	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
B7474	K28	I28	I28	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
B7572	K28	A10	A10	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
B7672		I28	I28	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O34	O34	O34	N34	N34	N34	O34
CL65	S10L	A10	A10	L28	L28	F16	F16	F16	S10L	E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
MD11		I28	I28	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
MD83		A10	A10	L28	L28	F16	F16	F16		E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34
RJ100	S10L	A10	A10	L28	C10	F16	F16	F16	S10L	E16	E16	E16	E16	E16	E16	I28	I28	L28	L28	N32	N32	N32	N32	N32	O32	O32	O32	N34	N34	N34	O34

Aus mittleren Profilen ZRH 2000

Aus mittleren Profilen ZRH 2003

Aus mittleren Profilen ZRH JULI 2004

Tabelle 5: Profiluordnungen Landungen, Betriebszustand Zt+

RC-Typ	RWY14	RWY16	RWY28							RWY34						
	S14	T16	L28LS1	L28LS2	L28LS3	L28RN1	L28RN2	L28RN3	L28SO1	L34LW1	L34LW2	L34LW3	L34RO1	L34RO2	L34RO3	L34SS1
A319	TCC	TCC	P3303	Q3303												
A320	TCC	TCC	P3303	Q3303												
A321	TCC	TCC	P3303	Q3303												
B73F	TCC	TCC	P3303	Q3303												
B73S	TCC	TCC	P3303	Q3303												
B7474	TCC	TCC	P3303	Q3303												
B7572	TCC	TCC	P3303	Q3303												
B7673	TCC	TCC	P3303	Q3303												
CL65	TCC	TCC	P3303	Q3303												
MD11	TCC	TCC	P3303	Q3303												
MD83	TCC	TCC	P3303	Q3303												
RJ100	TCC	TCC	P3303	Q3303												

Profile aus TCC-Files (Radardaten 2000)

Für ILS-Winkel von 3,3° konstruierte Profile

**Tabelle 6 : Flugzeugflotte Grossflugzeuge Betriebszustand Zt+,
 akustische Zuordnung Empa, Unterteilung in die Gewichtsklassen**

Akustische Zuordnung Empa						
Klasse	Typ	RC-Start	RC-Landung			
Heavy	A3302	A3302	B7673	3%	12%	
	A3303			1%		
	A3402	A3403		1%		
	A3403			3%		
	A3406	A3406		0%		
	A380	B7474		B7474		0%
	B7474					0%
	B7475					0%
	B7672	B7672		B7673		1%
	B7772	A3103				0%
B7773	0%					
MD11	MD11	MD11	1%			
Medium	A319	A319	A319	8%	50%	
	A320	A320	A320	19%		
	A321	A321	A321	1%		
	B7377	B73S	B73S	8%		
	B73F	B73F	B73F	5%		
	B7378			5%		
	B7573	B7572	B7572	1%		
	TU204			1%		
MD83	MD83	MD83	4%			
Small	E170	RJ100	RJ100	13%	38%	
	E195			13%		
	E145	CL65		CL65		11%
	CL65					1%

Tabelle 7: VBR12, Jährliche Starts 2010, Grossflugzeuge, 06-22 Uhr, Betriebszustand Z+

RC-Typ	RWY10					RWY16						RWY28				RWY32				RWY34				Total	Anteil:								
	S10LO1	S10LS2	S10LW2	S10SO1N	S10SS1	S16LO3N	S16LO4	S16LO5N	S16LO6	S16LS4	S16LS5	S16LS6	S16LW4	S16LW5	S16LW6	S28SO1M	S28SO2M	S28SS3M	S28SW4M	S32LN2	S32LO1	S32LO2N	S32LS2			S32LW2	S32RN2	S32RO1	S32RO2N	S34LO2N	S34LS2	S34LW2	S34RO2N
A3103	0	1	1	3	0	249	0	145	0	75	0	58	210	0	145	0	29	29	69	0	0	23	3	30	0	0	2	27	6	21	13	1'139	1%
A319	0	18	223	217	42	415	0	968	0	59	0	138	129	0	301	0	3'140	1'053	3'716	0	0	673	72	595	0	0	251	19	19	0	0	12'045	8%
A320	0	46	564	548	107	1'051	0	2'451	0	149	0	349	326	0	761	0	7'954	2'668	9'413	0	0	1'700	183	1'508	0	0	636	49	49	0	0	30'510	19%
A321	0	2	30	29	6	55	0	129	0	8	0	18	17	0	40	0	419	140	495	0	0	90	10	79	0	0	34	3	3	0	0	1'606	1%
A3302	0	4	7	21	0	1'535	0	893	0	462	0	357	1'297	0	893	0	181	181	422	0	0	105	14	137	0	0	8	120	28	94	59	6'820	4%
A3403	0	3	6	17	0	1'245	0	724	0	375	0	290	1'052	0	724	0	147	147	342	0	0	86	12	111	0	0	6	98	23	77	48	5'532	3%
A3406	0	0	0	1	0	83	0	48	0	25	0	19	70	0	48	0	10	10	23	0	0	8	1	10	0	0	1	9	2	7	4	380	0%
B73F	0	24	297	289	56	553	0	1'290	0	79	0	184	172	0	401	0	4'186	1'404	4'954	0	0	897	96	794	0	0	335	26	26	0	0	16'060	10%
B73S	0	18	223	217	42	415	0	968	0	59	0	138	129	0	301	0	3'140	1'053	3'716	0	0	673	72	595	0	0	251	19	19	0	0	12'045	8%
B7474	0	1	1	3	0	207	0	121	0	62	0	48	175	0	121	0	25	25	57	0	0	19	3	25	0	0	1	22	5	17	11	949	1%
B7572	0	4	45	43	8	83	0	194	0	12	0	28	26	0	60	0	629	216	765	0	0	135	9	97	0	0	49	4	4	0	0	2'410	2%
B7672	0	1	2	6	0	415	0	242	0	125	0	97	351	0	242	0	49	49	114	0	0	39	5	50	0	0	3	44	10	35	22	1'898	12%
CL65	147	49	176	391	78	192	449	449	192	6	0	14	147	0	343	1'203	7'059	2'434	3'402	174	174	1'090	160	408	174	175	350	35	0	35	0	19'505	10%
MD11	0	1	2	6	0	415	0	242	0	125	0	97	351	0	242	0	49	49	114	0	0	39	5	50	0	0	3	44	10	35	22	1'898	1%
MD83	0	8	104	101	20	194	0	452	0	28	0	64	60	0	140	0	1'465	491	1'734	0	0	314	34	278	0	0	117	9	9	0	0	5'621	4%
RJ100	311	104	374	830	166	409	953	953	409	13	0	29	313	0	730	2'556	15'000	5'172	7'230	370	370	2'320	340	867	370	372	745	74	0	74	0	41'453	26%
Total	458	282	2'052	2'720	525	7'514	1'402	10'268	601	1'660	0	1'926	4'824	0	5'491	3'759	43'481	15'122	36'566	544	544	8'210	1'018	5'635	544	547	2'792	600	213	394	178	159'870	
Route	0%	0%	1%	2%	0%	5%	1%	6%	0%	1%	0%	1%	3%	0%	3%	2%	27%	9%	23%	0%	0%	5%	1%	4%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	100%	
Piste	4%					21%						62%				12%				1%				100%									

File: VBR12_G8T_06-22_S_IDEAL_M_V2.TXT

Tabelle 8: VBR12, Jährliche Landungen 2010, Grossflugzeuge, 06-22 Uhr, Betriebszustand Z+

RC-Typ	RWY14		RWY16		RWY28						RWY34					Total	Anteil:	
	S14	T16	L28LS1	L28LS2	L28LS3	L28RN1	L28RN2	L28RN3	L28SO1	L34LW1	L34LW2	L34LW3	L34RO1	L34RO2	L34RO3			L34SS1
A319	8'946	994	422	317	212	141	105	71	141	134	100	67	89	67	44	56	11'905	7%
A320	22'663	2'518	1'070	803	535	356	268	178	356	339	254	169	225	169	113	141	30'157	19%
A321	1'193	133	56	42	29	19	14	10	19	18	14	9	12	9	6	8	1'589	1%
B73F	11'928	1'325	563	422	281	188	141	93	188	178	134	89	119	89	59	74	15'871	10%
B73S	8'946	994	422	317	212	141	105	71	141	134	100	67	89	67	44	56	11'905	7%
B7474	541	60	11	8	6	4	3	2	4	83	63	42	56	42	28	35	988	1%
B7572	1'789	199	85	63	42	29	21	14	29	27	20	14	18	14	9	11	2'381	1%
B7673	9'192	1'021	189	142	95	63	47	32	63	1'418	1'064	709	946	709	473	591	16'754	10%
CL65	14'904	1'656	701	525	350	233	175	117	233	163	122	82	108	82	54	68	19'574	12%
MD11	1'081	120	22	17	11	7	6	4	7	167	125	83	111	83	56	70	1'970	1%
MD83	4'175	464	197	148	98	66	49	32	66	62	46	31	41	31	21	26	5'554	3%
RJ100	31'672	3'519	1'488	1'116	744	496	372	248	496	346	260	173	231	173	115	145	41'594	26%
Total	117'030	13'003	5'225	3'920	2'615	1'742	1'306	872	1'742	3'068	2'302	1'535	2'045	1'535	1'022	1'280	160'242	
Route	73%	8%	3%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	100%	
Piste	73%	8%	11%						8%					100%				

Kennzahlen
 N_{31} = 320'112
 d = 365
 n_{31}^* = 877
 z = 16 h
 t_{31} = 55

File: VBR12_G8T_06-22_L_IDEAL_M_V2.TXT

Tabelle 9: VBR12, Jährliche Starts 2010, Grossflugzeuge, 22-23 Uhr, Betriebszustand Zt+

RC-Typ	RWY32			RWY34			Total	Anteil:
	S32LS2	S32LW2	S32RO2N	S34LS2	S34LW2	S34RO2N		
A3103	0	0	0	4	22	18	44	1%
A319	18	92	74	14	72	58	329	7%
A320	47	233	187	37	183	146	832	18%
A321	3	12	10	2	10	8	44	1%
A3302	0	0	0	27	135	108	270	6%
A3403	0	0	0	22	110	88	219	5%
A3406	0	0	0	2	7	6	15	0%
B73F	25	123	98	19	96	77	438	9%
B73S	18	92	74	14	72	58	329	7%
B7474	0	0	0	4	18	15	37	1%
B7572	4	18	15	3	14	12	66	1%
B7672	0	0	0	7	37	29	73	2%
CL65	33	164	131	26	128	103	584	12%
MD11	0	0	0	7	37	29	73	2%
MD83	9	43	34	7	34	27	153	3%
RJ100	70	348	278	55	273	218	1'241	26%
Total	225	1'125	900	249	1'247	998	4'745	
Route	5%	24%	19%	5%	26%	21%	100%	
Piste		47%			53%		100%	

File: VBR12_G8T_22-23_S_IDEAL_V2.TXT

Tabelle 10: VBR12, Jährliche Landungen 2010, Grossflugzeuge, 22-23 Uhr, Betriebszustand Zt+

RC-Typ	RWY14	RWY16	RWY28						RWY34						Total	Anteil:		
			L28LS1	L28LS2	L28LS3	L28RN1	L28RN2	L28RN3	L28SO1	L34LW1	L34LW2	L34LW3	L34RO1	L34RO2			L34RO3	L34SS1
A319	39	4	107	80	53	36	27	18	36	9	7	5	6	5	3	4	439	10%
A320	98	11	270	203	135	90	68	45	90	24	18	12	16	12	8	10	1'110	25%
A321	5	1	14	11	7	5	4	2	5	1	1	1	1	1	0	1	60	1%
B73F	52	6	142	107	71	47	36	24	47	13	9	6	8	6	4	5	583	13%
B73S	39	4	107	80	53	36	27	18	36	9	7	5	6	5	3	4	439	10%
B7572	8	1	21	16	11	7	5	4	7	2	1	1	1	1	1	1	88	2%
CL65	41	5	126	95	63	42	32	21	42	0	0	0	0	0	0	0	467	11%
MD83	18	2	50	37	25	17	12	8	17	4	3	2	3	2	1	2	203	5%
RJ100	88	10	268	201	134	89	67	45	89	0	0	0	0	0	0	0	991	23%
Total	388	44	1'105	830	552	369	278	185	369	62	46	32	41	32	20	27	4'380	
Route	9%	1%	25%	19%	13%	8%	6%	4%	8%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%	100%	
Piste	9%	1%				84%							6%				100%	

File: VBR12_G8T_22-23_L_IDEAL_V2.TXT

Kennzahlen

N _{a,n1}	=	9'125
d	=	365
n _{g,n1}	=	25
z	=	1 h
P _{g,n1}	=	25

Tabelle 11: VBR12, Jährliche Starts 2010, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Betriebszustand Zt+

RC-Typ	RWY32			RWY34			Total	Anteil:
	S32LS2	S32LW2	S32RO2N	S34LS2	S34LW2	S34RO2N		
A3103	0	0	0	0	0	0	0	0%
A319	0	2	2	0	2	1	7	2%
A320	1	5	4	1	4	3	18	4%
A321	0	0	0	0	0	0	1	0%
A3302	0	0	0	21	104	84	209	45%
A3403	0	0	0	17	84	66	167	36%
A3406	0	0	0	0	0	0	0	0%
B73F	1	3	2	0	2	2	10	2%
B73S	0	2	2	0	2	1	7	2%
B7474	0	0	0	0	0	0	1	0%
B7572	0	0	0	0	0	0	2	0%
B7672	0	0	0	0	1	1	2	0%
CL65	1	4	3	1	3	2	13	3%
MD11	0	0	0	0	1	1	2	0%
MD83	0	1	1	0	1	1	3	1%
RJ100	2	8	6	1	6	5	27	6%
Total	5	25	20	43	210	167	469	
Route	1%	5%	4%	9%	45%	36%	100%	
Piste		11%			89%		100%	

File: VBR12_G8T_23-05_S_IDEAL_V2.TXT

Tabelle 12: VBR12, Jährliche Landungen 2010, Grossflugzeuge, 23-05 Uhr, Betriebszustand Zt+

RC-Typ	RWY14		RWY16		RWY28							RWY34						Total	Anteil:
	S14	T16	L28LS1	L28LS2	L28LS3	L28RN1	L28RN2	L28RN3	L28SO1	L34LW1	L34LW2	L34LW3	L34RO1	L34RO2	L34RO3	L34SS1			
A319	1	0	12	9	6	4	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	47	10%	
A320	2	0	31	23	16	10	8	5	10	3	2	2	2	2	1	1	117	25%	
A321	0	0	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	1%	
B73F	1	0	16	12	8	5	4	3	5	2	1	1	1	1	1	1	60	13%	
B73S	1	0	12	9	6	4	3	2	4	1	1	1	1	1	1	1	47	10%	
B7572	0	0	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	2%	
CL65	1	0	15	11	7	5	4	3	5	0	0	0	0	0	0	0	49	11%	
MD83	0	0	6	4	3	2	2	1	2	1	1	0	1	0	0	0	21	5%	
RJ100	2	0	31	23	15	10	8	5	10	0	0	0	0	0	0	0	105	23%	
Total	9	1	126	95	63	43	32	22	43	7	6	3	5	3	3	3	461		
Route	2%	0%	27%	21%	14%	9%	7%	5%	9%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	100%		
Piste	2%	0%					92%						6%				100%		

File: VBR12_G8T_23-05_L_IDEAL_V2.TXT

Kennzahlen

N _{g,n2}	=	930
d	=	365
n _{g,n2}	=	3
z	=	1 h
n _{g,n2}	=	3

Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 1

Idealisierte Flugspuren Starts 28

Modifiziert gemäss Bundesgerichtsentscheid

(Abdrehpunkt um 0.2 NM
nach Westen verschoben)

Legende

Idealisierte Flugspuren

- Mittelspuren (Nov. 12)
- Offsetspuren (Nov. 12)

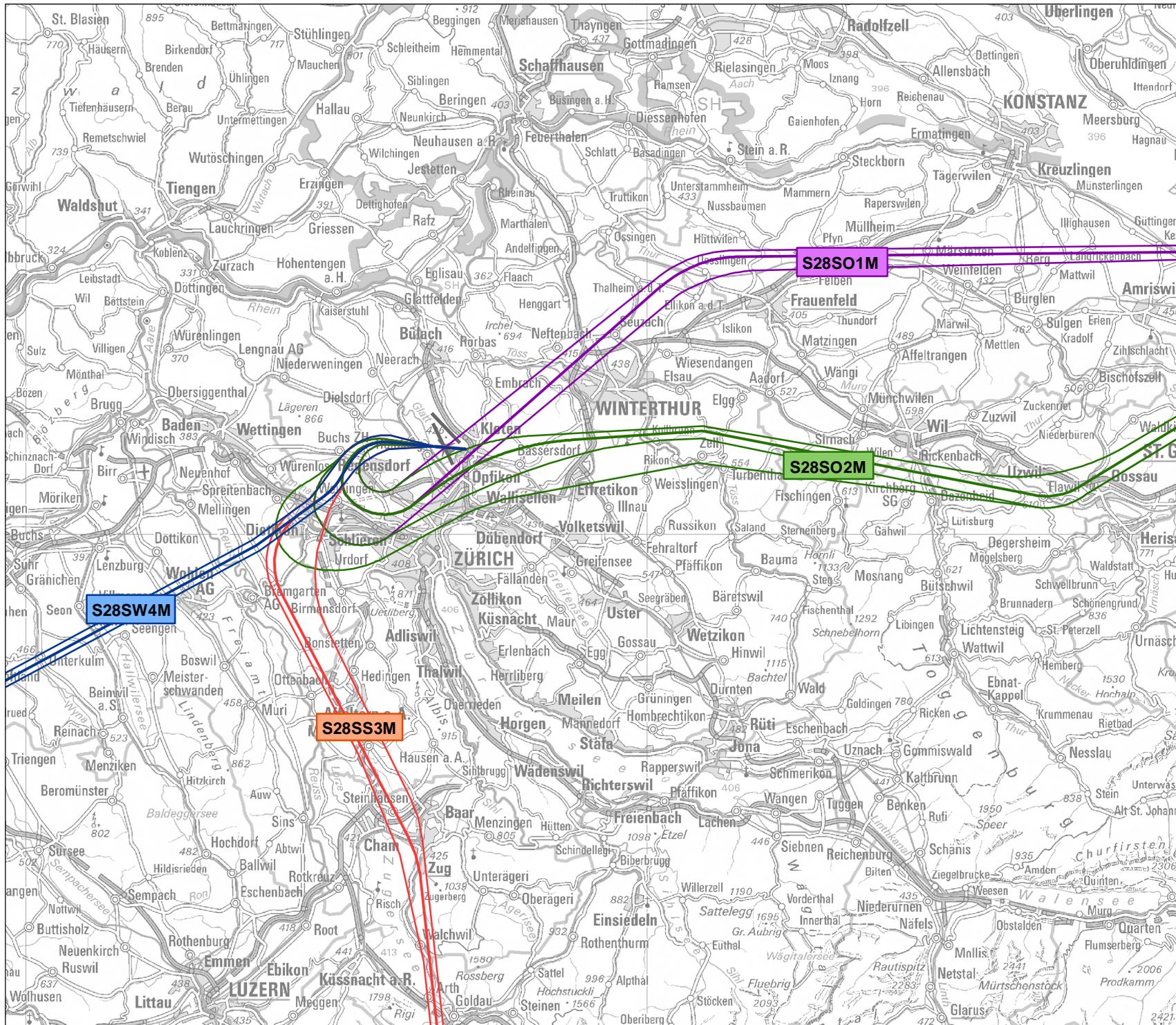
Massstab: 1:420'000

5'000 0 5'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK500: Reproduziert mit
Bewilligung von swisstopo
(JA100116)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
Version / Datum / 1 / 2012-12-19 / zec177
Ersteller:



Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 2

Betriebszustand Zt+

Gesamtverkehr Tag (06 bis 22 Uhr) Beurteilungspegel L_{rT}

Legende

Fluglärmbelastung
 L_{rT} (50 bis 70 dB)

 VBR 2012

Massstab: 1:200'000

4'000 0 4'000 Meter

Impressum

Berechnung: FLULA2, Version 004
Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
Bewilligung von swisstopo
(JA100116)
Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
Version / Datum / 1 / 2012-11-23 / zec177
Ersteller:



Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 3

Betriebszustand Zt+
aus Bericht 427'733-1 (Dez. 2003)

Kleinluftfahrzeuge Beurteilungspegel L_{rk}

Legende

Fluglärmbelastung
 L_{rk} (50 und 55 dB)

 VBR Dez. 2003
(Bericht 427'733-1)

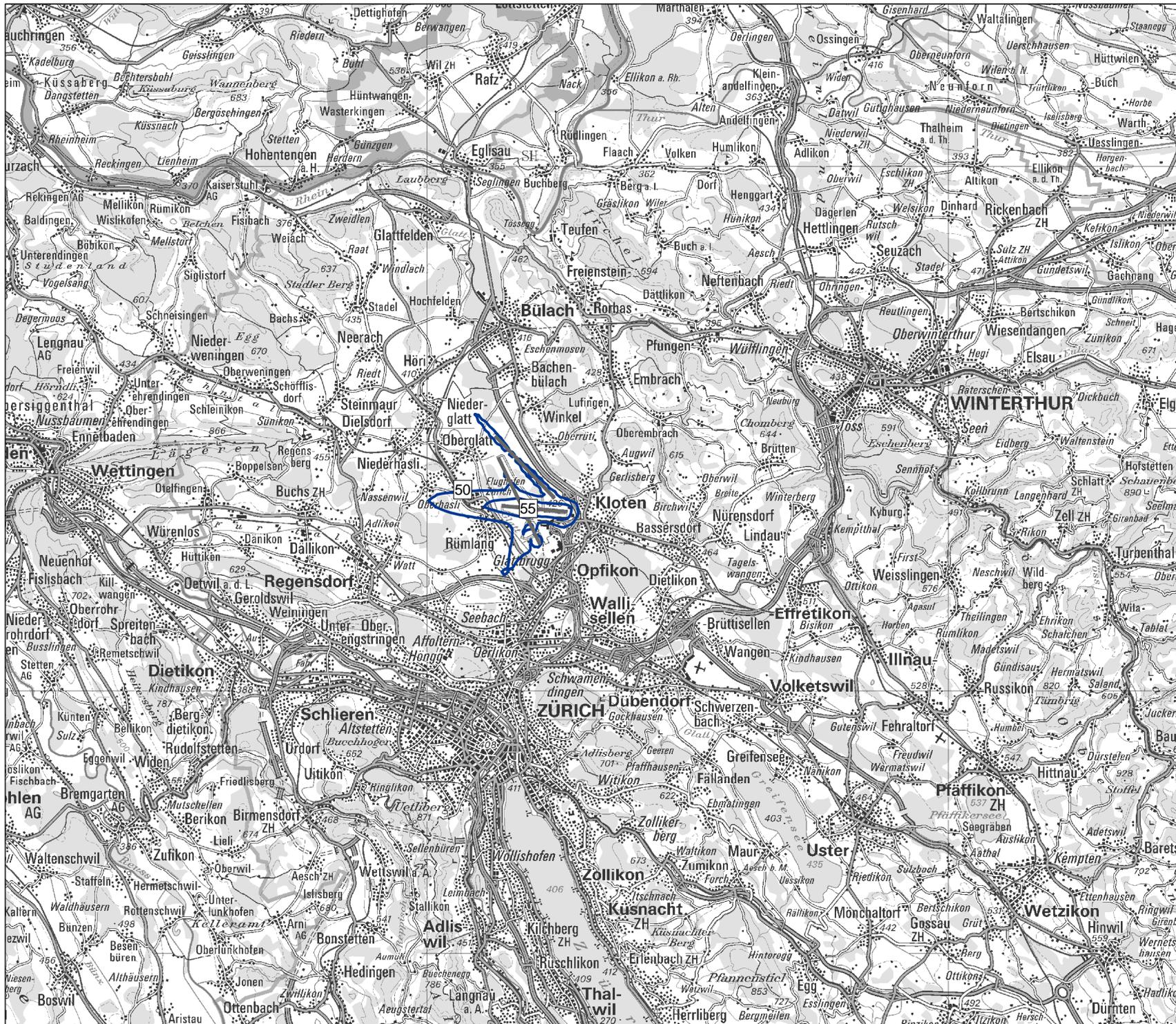
Massstab: 1:200'000

4'000 0 4'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
Bewilligung von swisstopo
(JA100116)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
Version / Datum / 1 / 2012-11-23 / zec177
Ersteller:



Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 4

Betriebszustand Zt+

Grossflugzeuge 1. Nachtstunde (22 bis 23 Uhr) Beurteilungspegel $L_{r,n}$

Legende

Fluglärmbelastung
 $L_{r,n}$ (43 bis 70 dB)

 VBR 2012

Masstab: 1:330'000

4'000 0 4'000 Meter

Impressum

Berechnung: FLULA2, Version 004

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
 Bewilligung von swisstopo
 (JA100116)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt

Version / Datum / 1 / 2012-11-23 / zec177

Ersteller:



Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 5

Betriebszustand Zt+

Grossflugzeuge 2. Nachtstunde (23 bis 05 Uhr) Beurteilungspegel L_n

Legende

Fluglärmbelastung
 L_n (43 bis 65 dB)

 VBR 2012

Massstab: 1:200'000

4'000 0 4'000 Meter

Impressum

Berechnung: FLULA2, Version 004
Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
Bewilligung von swisstopo
(JA100116)
Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
Version / Datum / 1 / 2012-11-23 / zec177
Ersteller:



Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 6

Vergleich Betriebszustand Zt+ mit Bericht 437'703-3 (Apr. 2007)

Gesamtverkehr Tag (06 bis 22 Uhr) Beurteilungspegel L_{r_t}

Legende

Fluglärmbelastung
 L_{r_t} (50 bis 70 dB)

 VBR 2012

 VBR 2007 ohne Wide Left Turn
(Bericht 437'703-3)

Massstab: 1:200'000

4'000 0 4'000 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
Bewilligung von swisstopo
(JA100116)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt

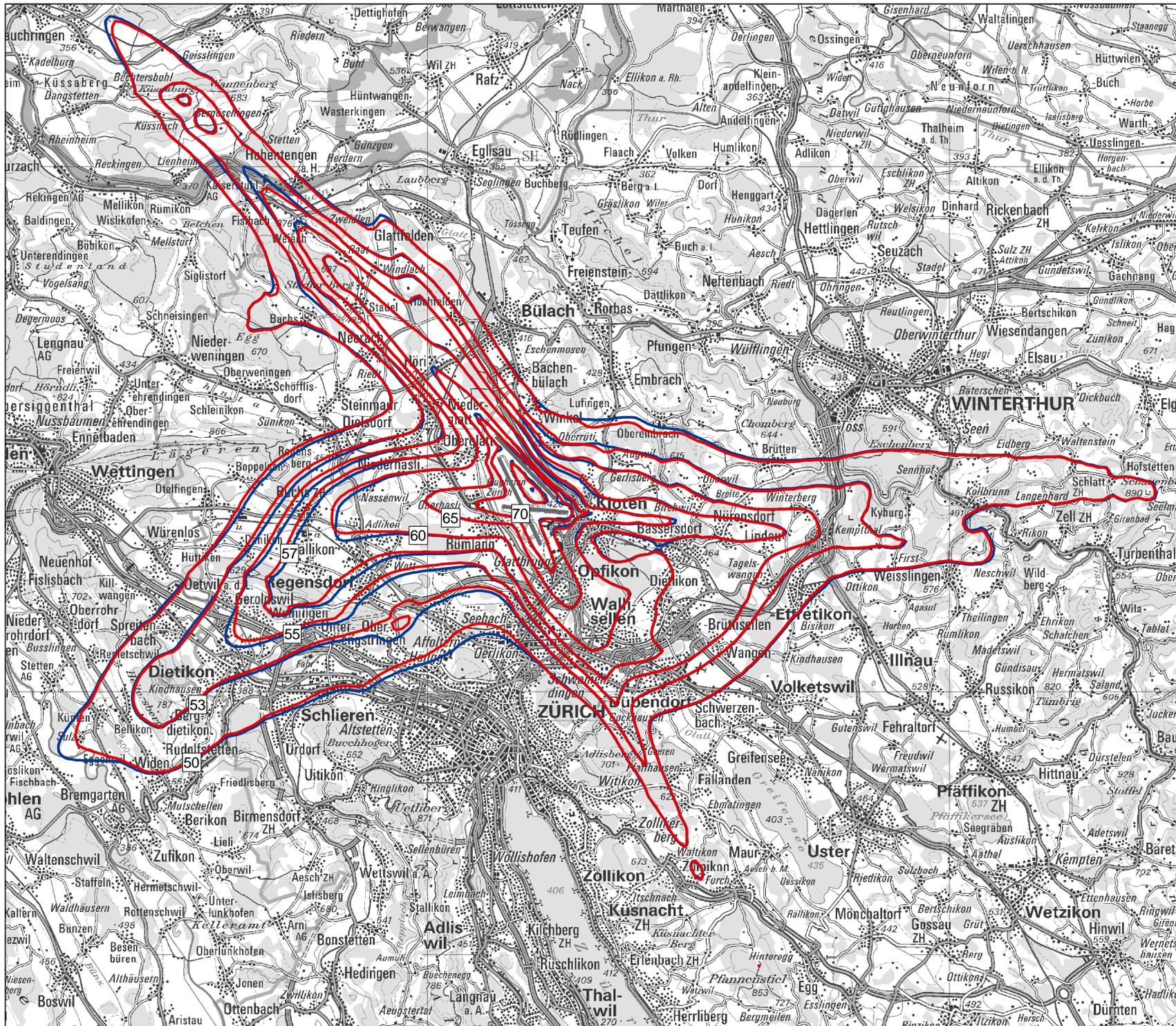
Version / Datum / 1 / 2012-11-23 / zec177

Ersteller:

[06_VBR12_Lrt_Vergleich_V1.mxd]

[LRTVBR12_IDEAL_M_V2.shp]

[lrtzh_ue_vbr_ztplus_06-22.shp]



Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 7

Vergleich Betriebszustand Zt+ mit Bericht 437'703-1 (Dez. 2004)

Grossflugzeuge 1. Nachtstunde (22 bis 23 Uhr) Beurteilungspegel $L_{r,n}$

Legende

Fluglärmbelastung $L_{r,n}$ (43 bis 70 dB)

 VBR 2012

 VBR Dez. 2004
(Bericht 437'703-1)

Masstab: 1:330'000

4'000 0 4'000 Meter



Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
Bewilligung von swisstopo
(JA100116)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
Version / Datum / 1 / 2012-11-23 / zec177
Ersteller:

[07_VBR12_Lm1_Vergleich_V1.mxd]
[SL01VBR12_G8T_22-23_IDEAL_V2.sh]
[sl01zrh_ue_vbr_ztpls_22-23.shp]



Legende

Fluglärmbelastung

L_n (43 bis 65 dB)

 VBR 2012

L_n (43 bis 55 dB)

 VBR Dez. 2004
(Bericht 437'703-1)

Massstab: 1:200'000

4'000 0 4'000 Meter



Impressum

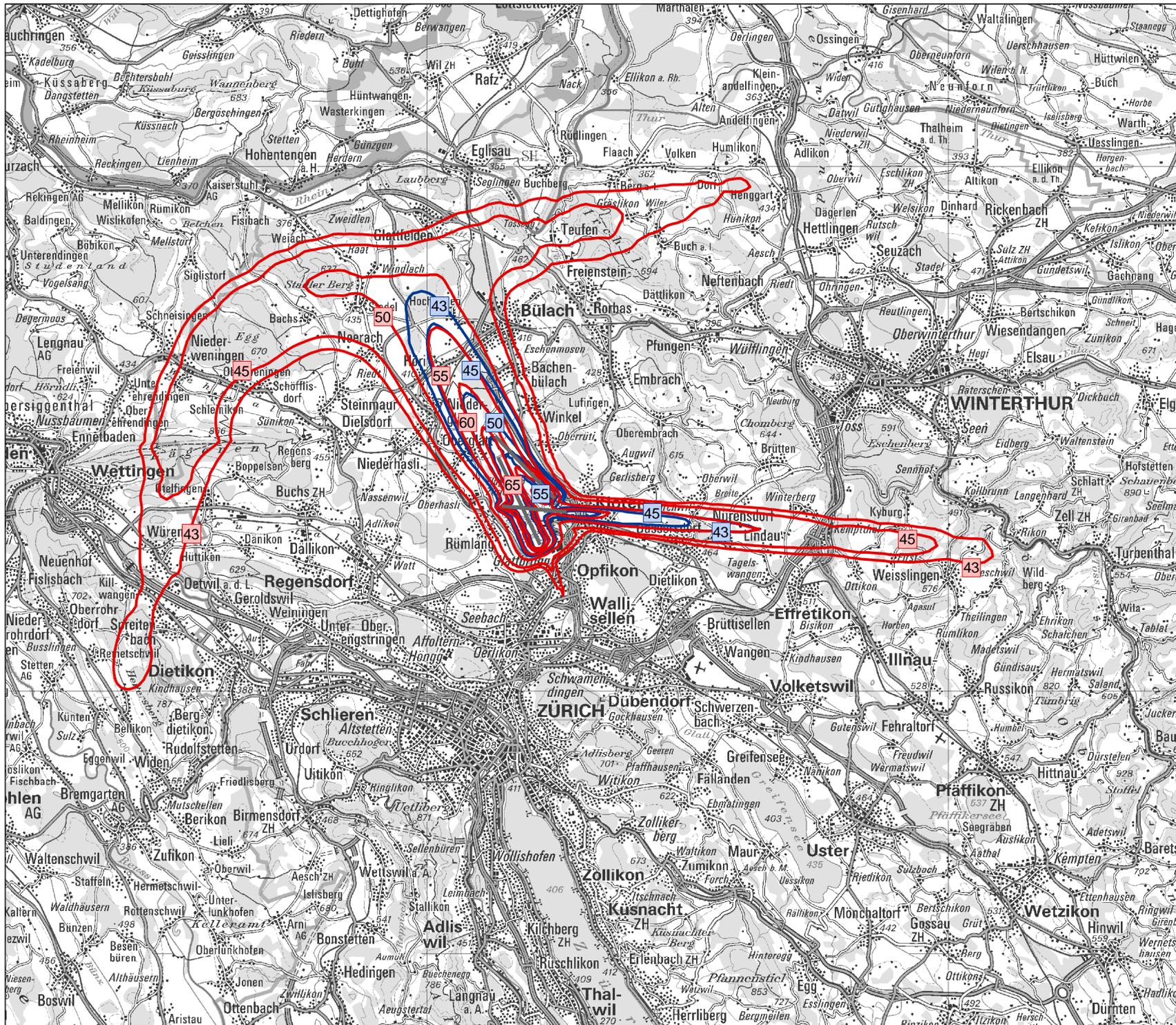
Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
Bewilligung von swisstopo
(JA100116)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt

Version / Datum / 1 / 2012-11-23 / zec177

Ersteller:

[08_VBR12_Lm2_Vergleich_V1.mxd]
[SL01VBR12_G8T_23-05_IDEAL_V2.sh]
[sl01zrh_ue_vbr_ztpls_23-05.shp]



Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 9

Gebiete der ES I über den Belastungsgrenzwerten der LSV

Legende

Grenzwertkurven ES I (Umhüllende Tag und Nacht)

-  PW (L_r: 50 dB; L_r: 53 dB; L_r1,2,3: 43 dB)
-  IGW (L_r: 55 dB; L_r: 55 dB; L_r1,2,3: 45 dB)
-  AW (L_r: 65 dB; L_r: 60 dB; L_r1,2,3: 55 dB)

Fluglärmbelastung Tag (06 bis 22 Uhr)

-  L_r (53, 55 und 60 dB)

Nutzungsplanung und Siedlungsgebiete

-  ES I
-  Siedlungs- und Verkehrsfläche D

Gemeindegrenzen

-  Gemeindegrenzen CH und D

Massstab: 1:320'000

4'000 0 4'000 Meter



Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116)

Nutzungszonen: ZH: ARE Kt. ZH, 31.12.2010
 AG: BVU Kt. AG, 23.05.2012
 TG: AGI Kt. TG, 26.03.2012
 SH: Baudep. Kt. SH, 29.06.2012

Gemeindegrenzen: Vector25, Mai 2008

Grenzwerte: LSV vom 15. Dezember 1986 (Stand 1. August 2010)

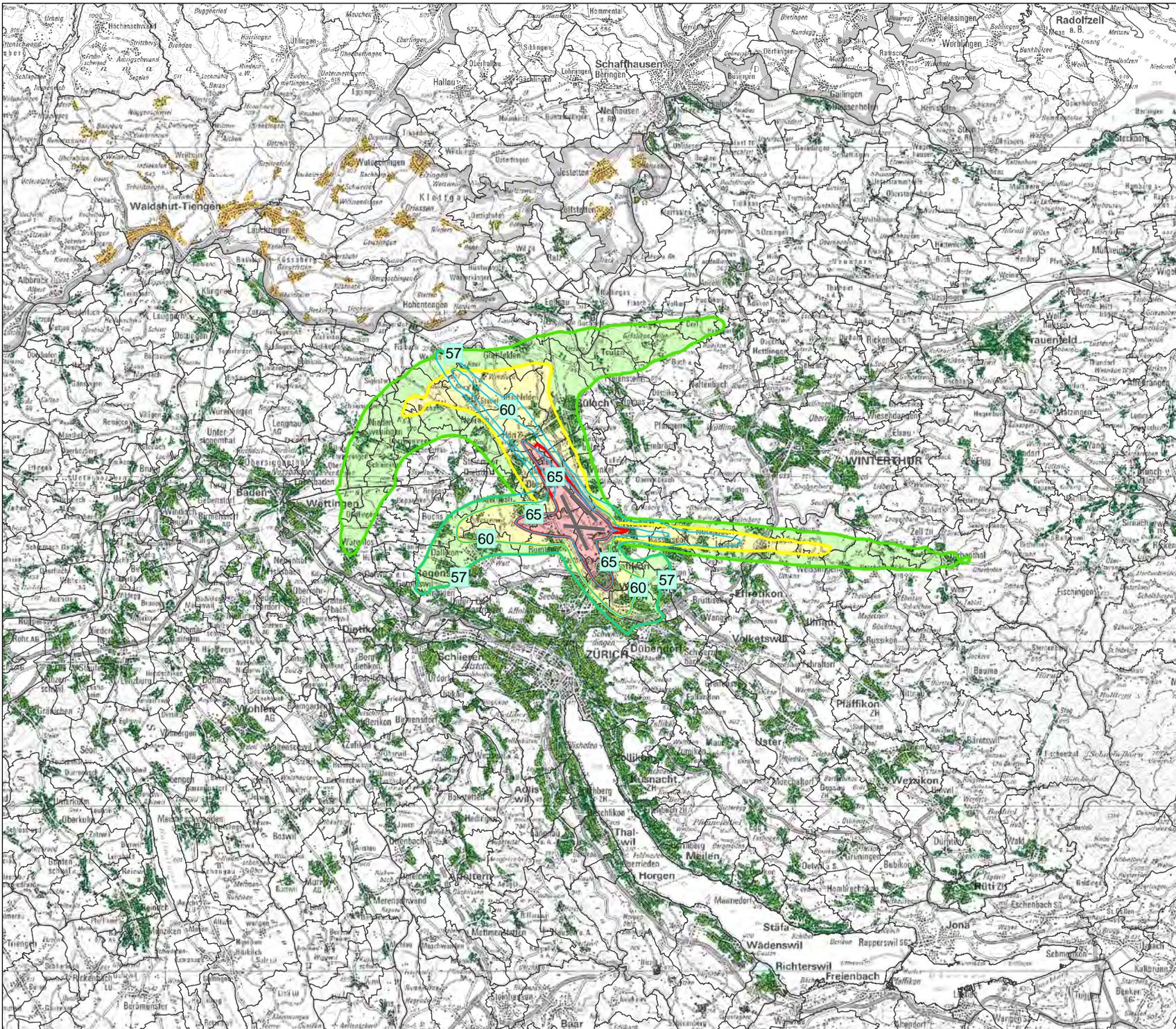
Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt

Version / Datum / 1 / 2012-12-19 / zec177

Ersteller:

[9_VBR12_GWK_ESI_Var2_V1.mxd]
 [GWK_VBR12_IDEAL_V2.shp]
 [LRTVBR12_IDEAL_M_V2.shp]





Abteilung Akustik / Lärminderung
 Bericht-Nr.: 461'852

Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 10

Gebiete der ES II über den Belastungsgrenzwerten der LSV

Legende

Grenzwertkurven ES II (Umhüllende Tag und Nacht)

- PW (Lr_k: 55 dB; Lr_i: 57 dB; Lr_{n1}: 50 dB; Lr_{n2,3}: 47 dB)
- IGW (Lr_k: 60 dB; Lr_i: 60 dB; Lr_{n1}: 55 dB; Lr_{n2,3}: 50 dB)
- AW (Lr_k: 70 dB; Lr_i: 65 dB; Lr_{n1}: 65 dB; Lr_{n2,3}: 60 dB)

Fluglärmbelastung Tag (06 bis 22 Uhr)

- Lr_i (57, 60 und 65 dB)

Nutzungsplanung und Siedlungsgebiete

- ES II
- Siedlungs- und Verkehrsfläche D

Gemeindegrenzen

- Gemeindegrenzen CH und D

Massstab: 1:320'000

4'000 0 4'000 Meter



Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116)

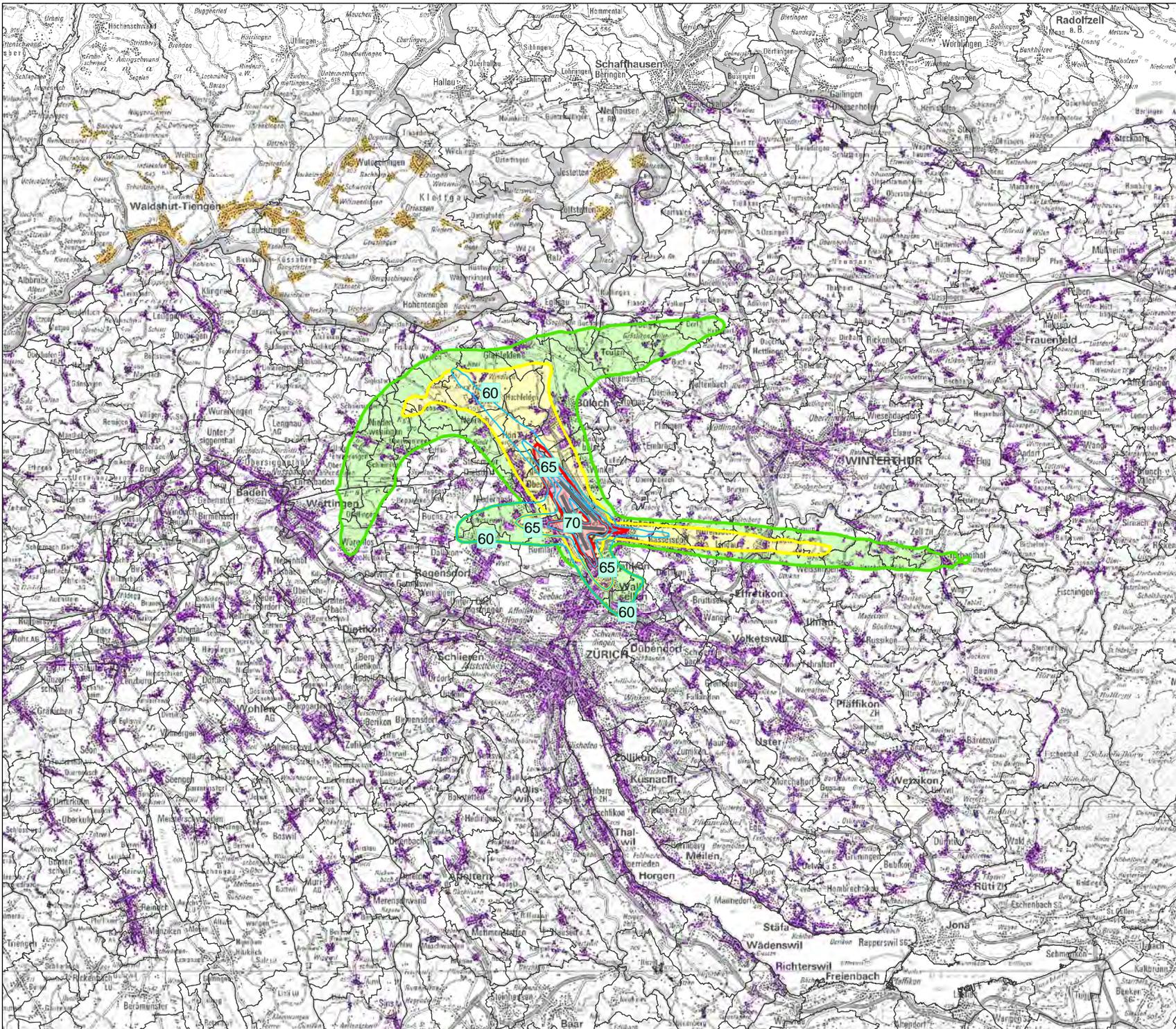
Nutzungszonen: ZH: ARE Kt. ZH, 31.12.2010
 AG: BVU Kt. AG, 23.05.2012
 TG: AGI Kt. TG, 26.03.2012
 SH: Baudep. Kt. SH, 29.06.2012

Gemeindegrenzen: Vector25, Mai 2008

Grenzwerte: LSV vom 15. Dezember 1986 (Stand 1. August 2010)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
 Version / Datum / 1 / 2012-12-19 / zec177
 Ersteller:

[10_VBR12_GWK_ESII_Var2_V1.mxd]
 [GWK_VBR12_IDEAL_V2.shp]
 [LRTVBR12_IDEAL_M_V2.shp]



Abteilung Akustik / Lärminderung
 Bericht-Nr.: 461'852

Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 11

Gebiete der ES III über den Belastungsgrenzwerten der LSV

Legende

- Grenzwertkurven ES III (Umhüllende Tag und Nacht)**
- █ PW (Lr_k: 60 dB; Lr_i: 60 dB; Lr_{n1,2,3}: 50 dB)
 - █ IGW (Lr_k: 65 dB; Lr_i: 65 dB; Lr_{n1,2,3}: 55 dB)
 - █ AW (Lr_k: 70 dB; Lr_i: 70 dB; Lr_{n1,2,3}: 65 dB)

Fluglärmbelastung Tag (06 bis 22 Uhr)

- ▬ Lr (60, 65 und 70 dB)

Nutzungsplanung und Siedlungsgebiete

- █ ES III
- █ Siedlungs- und Verkehrsfläche D

Gemeindegrenzen

- Gemeindegrenzen CH und D

Massstab: 1:320'000

4'000 0 4'000 Meter



Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116)

Nutzungszonen: ZH: ARE Kt. ZH, 31.12.2010
 AG: BVU Kt. AG, 23.05.2012
 TG: AGI Kt. TG, 26.03.2012
 SH: Baudep. Kt. SH, 29.06.2012

Gemeindegrenzen: Vector25, Mai 2008

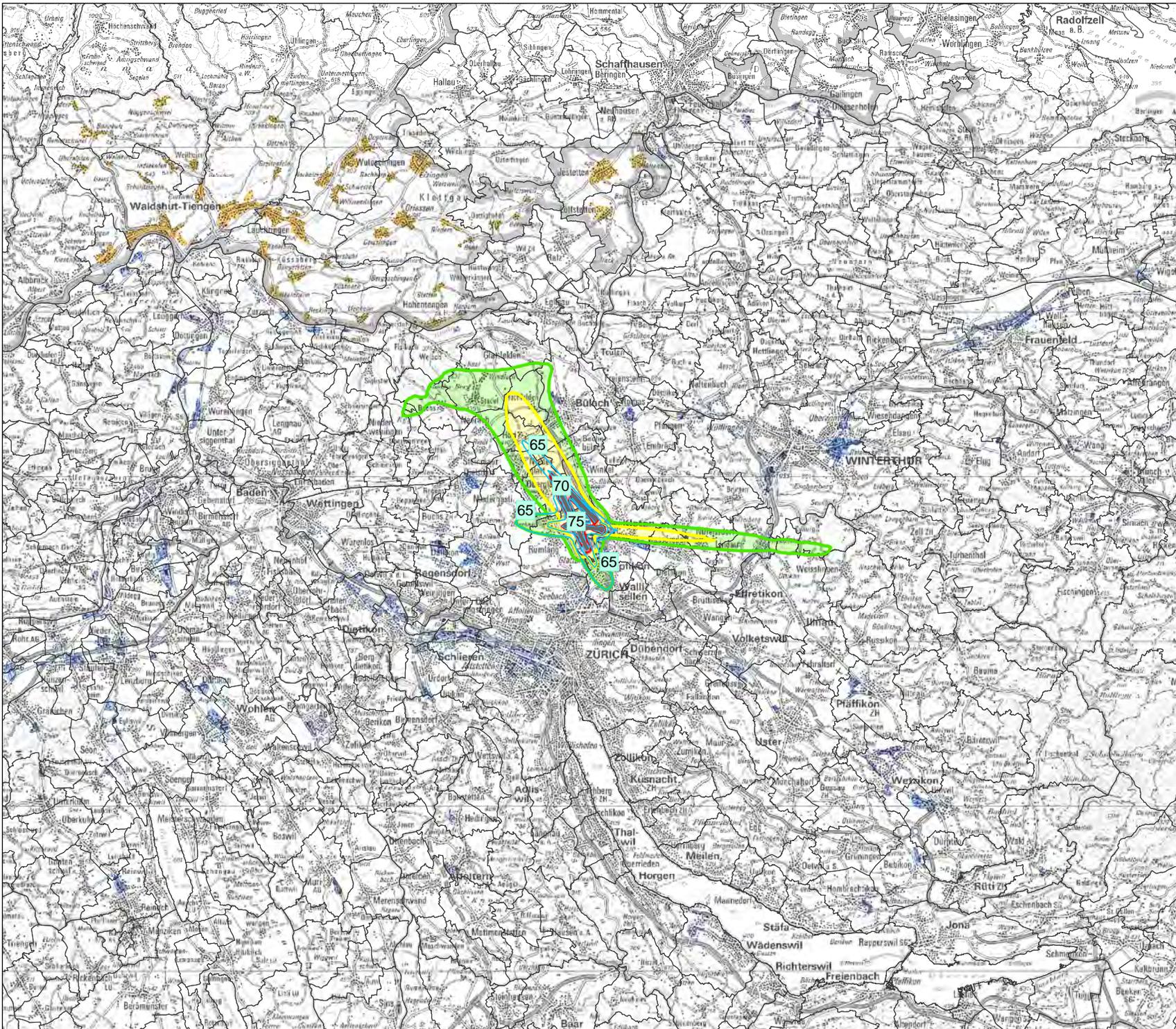
Grenzwerte: LSV vom 15. Dezember 1986 (Stand 1. August 2010)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt

Vers. / Datum / 1 / 2012-12-19 / zec177

Ersteller:

[11_VBR12_GWK_ESIII_Var2_V1.mxd]
 [GWK_VBR12_IDEAL_V2.shp]
 [LRTVBR12_IDEAL_M_V2.shp]



Abteilung Akustik / Lärminderung
 Bericht-Nr.: 461'852

Flughafen Zürich

Vorläufiges Betriebsreglement

Berechnung des genehmigten Lärms gemäss Bundesgerichtsentscheid

Karte 12

Gebiete der ES IV über den Belastungsgrenzwerten der LSV

Legende

Grenzwertkurven ES IV (Umhüllende Tag und Nacht)

- █ PW (Lr_k: 65 dB; Lr_i: 65 dB; Lr_{n1,2,3}: 55 dB)
- █ IGW (Lr_k: 70 dB; Lr_i: 70 dB; Lr_{n1,2,3}: 60 dB)
- █ AW (Lr_k: 75 dB; Lr_i: 75 dB; Lr_{n1,2,3}: 70 dB)

Fluglärmbelastung Tag (06 bis 22 Uhr)

- ▬ Lr (65, 70 und 75 dB)

Nutzungsplanung und Siedlungsgebiete

- █ ES IV
- █ Siedlungs- und Verkehrsfläche D

Gemeindegrenzen

- Gemeindegrenzen CH und D

Massstab: 1:320'000

4'000 0 4'000 Meter



Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116)

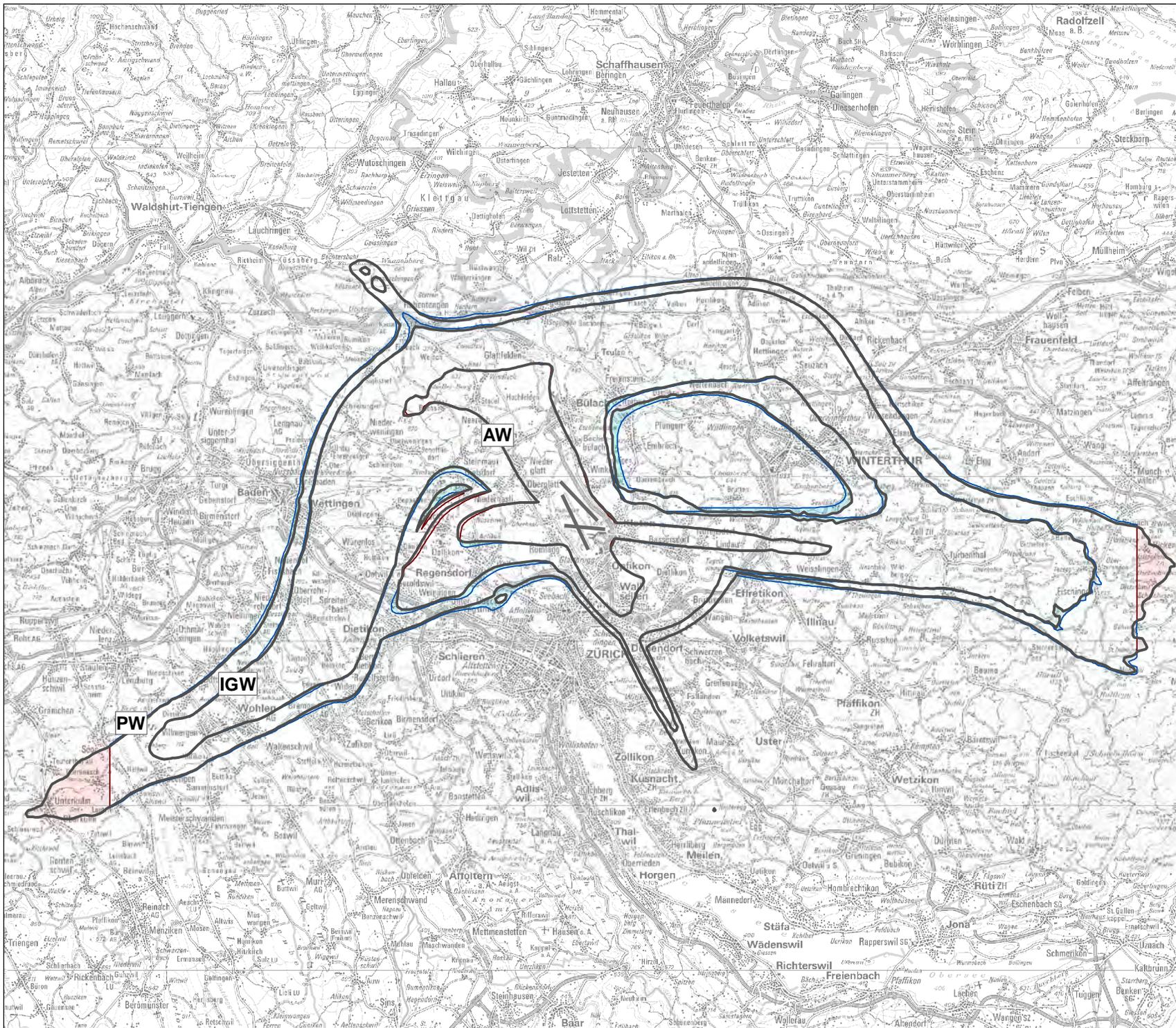
Nutzungszonen: ZH: ARE Kt. ZH, 31.12.2010
 AG: BVU Kt. AG, 23.05.2012
 TG: AGI Kt. TG, 26.03.2012
 SH: Baudep. Kt. SH, 29.06.2012

Gemeindegrenzen: Vector25, Mai 2008

Grenzwerte: LSV vom 15. Dezember 1986 (Stand 1. August 2010)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
 Version / Datum / 1 / 2012-12-19 / zec177
 Ersteller:

[12_VBR12_GWK_ESIV_Var2_V1.mxd]
 [GWK_VBR12_IDEAL_V2.shp]
 [LRTVBR12_IDEAL_M_V2.shp]



Legende

**Grenzwertkurven ES I
 (Umhüllende Tag und Nacht)**

 PW, IGW, AW

Zuwachs / Abnahme der Grenzwertkurven

 Ehemalige Gebiete der Grenzwertkurven
 von VBR 2007 (Bericht 437'703-3).

 Neue Gebiete der Grenzwertkurven
 von VBR 2012.

Masstab: 1:320'000

4'000 0 4'000 Meter



Impressum

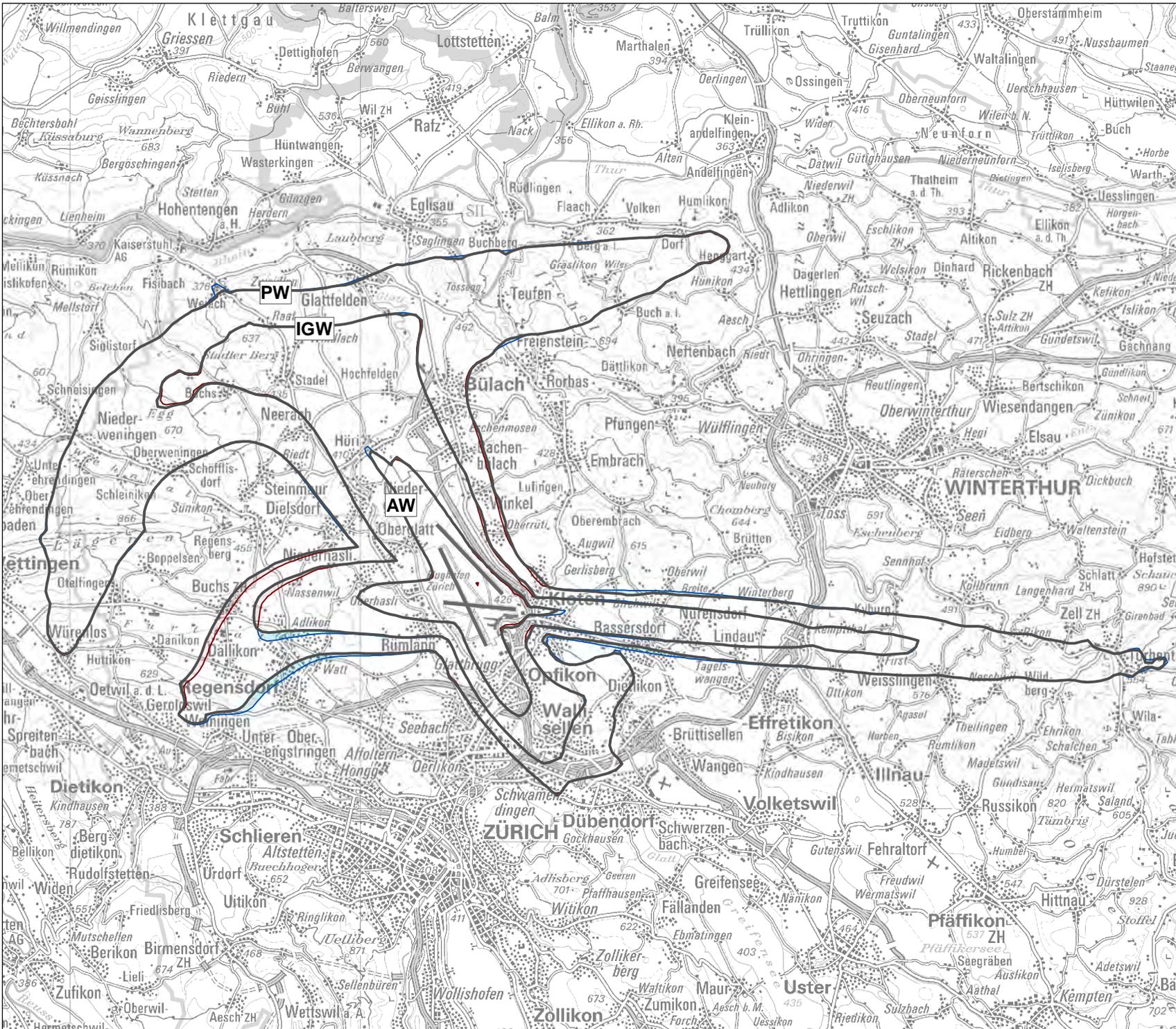
Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
 Bewilligung von swisstopo
 (JA100116)

Grenzwerte: LSV vom 15. Dezember 1986
 (Stand 1. August 2010)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
 Version / Datum / 1 / 2013-01-10 / zec177

Ersteller:

[13_VBR12_GWK_ESI_NeueGebiete_V1.mxd]
 [GWK_VBR12_IDEAL_V2.shp]
 [ESI_VBR12_neu_alt.shp]



Legende

**Grenzwertkurven ES II
(Umhüllende Tag und Nacht)**

□ PW, IGW, AW

Zuwachs / Abnahme der Grenzwertkurven

- Ehemalige Gebiete der Grenzwertkurven von VBR 2007 (Bericht 437'703-3).
- Neue Gebiete der Grenzwertkurven von VBR 2012.

Masstab: 1:180'000

4'000 0 4'000 Meter



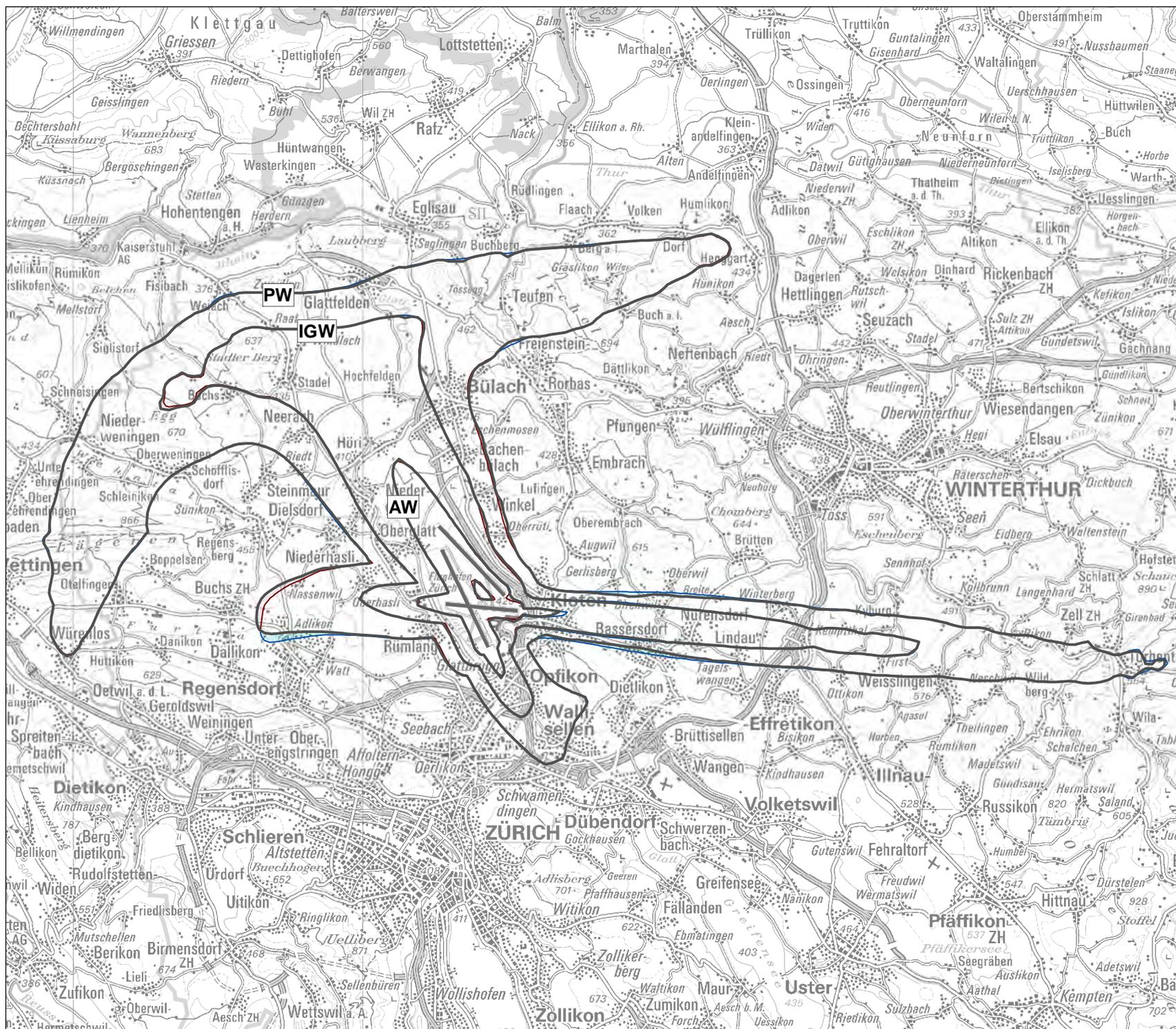
Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
Bewilligung von swisstopo
(JA100116)

Grenzwerte: LSV vom 15. Dezember 1986
(Stand 1. August 2010)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
Version / Datum / 1 / 2013-01-11 / zec177
Ersteller:

[14_VBR12_GWK_ESII_NeueGebiete_V1.mxd]
[GWK_VBR12_IDEAL_V2.shp]
[ESII_VBR12_neu_alt.shp]



Legende

**Grenzwertkurven ES III
(Umhüllende Tag und Nacht)**

 PW, IGW, AW

Zuwachs / Abnahme der Grenzwertkurven

 Ehemalige Gebiete der Grenzwertkurven
von VBR 2007 (Bericht 437'703-3).

 Neue Gebiete der Grenzwertkurven
von VBR 2012.

Masstab: 1:180'000

4'000 0 4'000 Meter



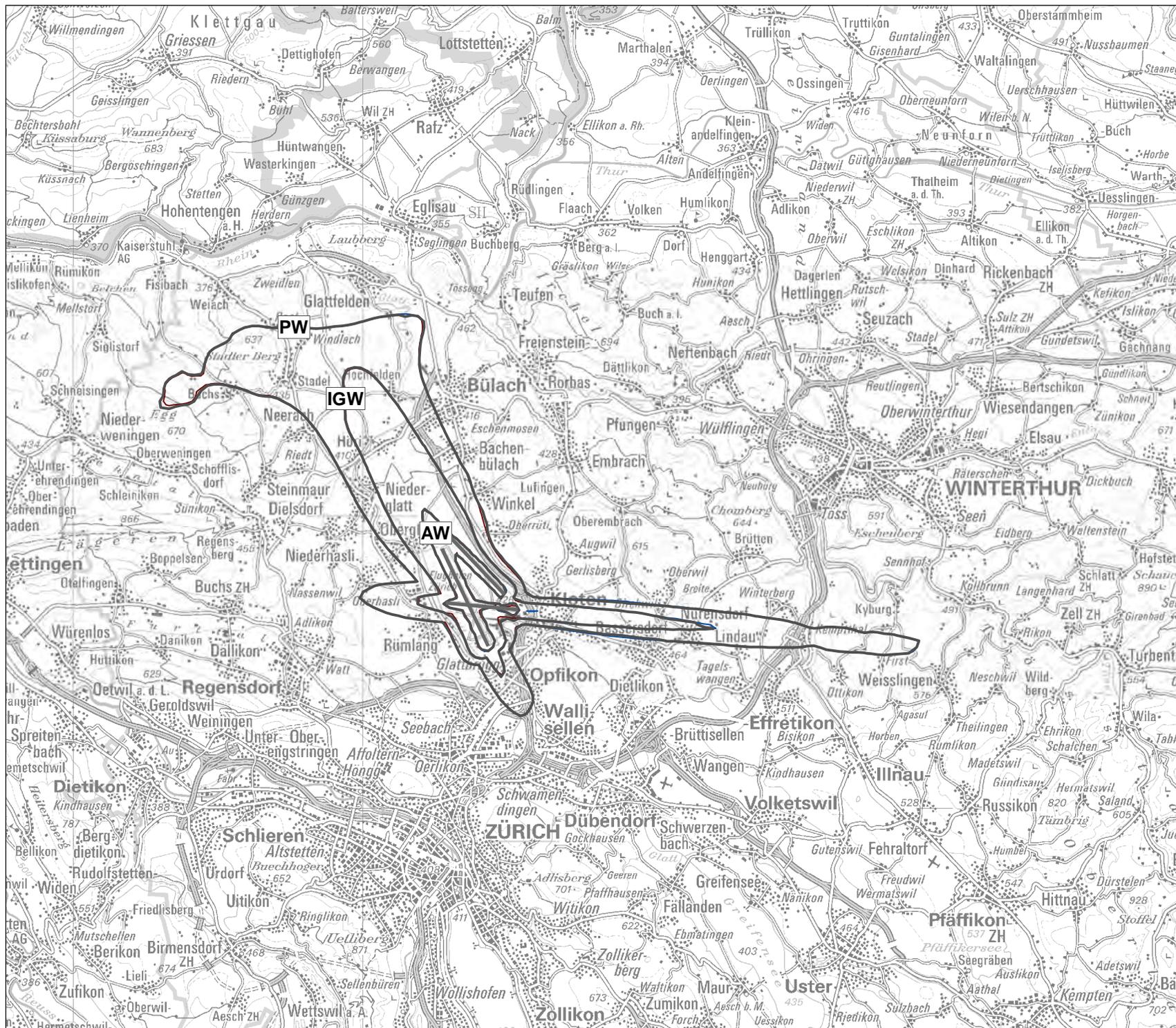
Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit
Bewilligung von swisstopo
(JA100116)

Grenzwerte: LSV vom 15. Dezember 1986
(Stand 1. August 2010)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
Version / Datum / 1 / 2013-01-11 / zec177
Ersteller:

[15_VBR12_GWK_ESIII_NeueGebiete_V1.mxd]
[GWK_VBR12_IDEAL_V2.shp]
[ESIII_VBR12_neu_alt.shp]



Legende

Grenzwertkurven ES IV
(Umhüllende Tag und Nacht)

 PW, IGW, AW

Zuwachs / Abnahme der Grenzwertkurven

 Ehemalige Gebiete der Grenzwertkurven von VBR 2007 (Bericht 437'703-3).

 Neue Gebiete der Grenzwertkurven von VBR 2012.

Masstab: 1:180'000

4'000 0 4'000 Meter



Impressum

Übersichtskarte: PK200: Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (JA100116)

Grenzwerte: LSV vom 15. Dezember 1986 (Stand 1. August 2010)

Auftraggeber: Bundesamt für Zivilluftfahrt
Version / Datum / 1 / 2013-01-11 / zec177
Ersteller: