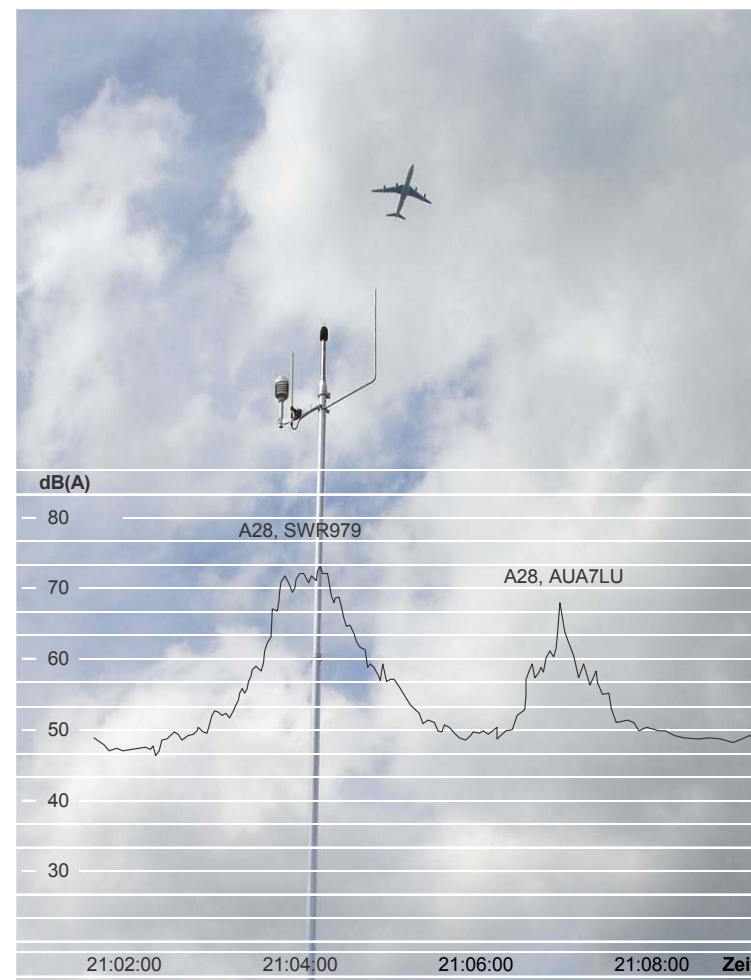


Fluglärm-Monitoring Aargau

Jahresbericht 2009



Auftraggeber: Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Generalsekretariat
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau
Telefon 062 835 32 00
Internet www.ag.ch/flugverkehr
Email [bv@ag.ch](mailto:bvu@ag.ch)

Projektleitung: Sinus Engineering AG
Konstanzerstrasse 19
8274 Tägerwilen
Telefon 071 666 49 49
Fax 071 666 40 01
Internet www.sinusag.ch
Email info@sinusag.ch

SQS-Zertifikat ISO 9001

Fluglärmmonitoring Aargau für das Jahr 2009: Das Wichtigste in Kürze

- **Fluglärmbelastung** (siehe Kap. C)

Detaillierte Übersicht der monatlichen Lärmbelastungen (siehe Kap. C.2).

- Die durchschnittlich höchste Fluglärmbelastung, mit einem Leq von 52 dB(A), erfolgte in den Stunden 17 bis 18 Uhr (siehe Kap. C.2.2, Tabelle 2).
- In den einzelnen Stunden von 7 bis 8 Uhr, 9 bis 10 Uhr, 12 bis 13 Uhr, 13 bis 14 Uhr, 17 bis 18 Uhr, 18 bis 19 Uhr, 20 bis 21 Uhr und 23-24 Uhr dominiert der Fluglärm den Gesamtlärm. Das heisst die Fluglärmbelastung liegt maximal 3 dB(A) unter dem Gesamtlärm und trägt somit mindestens die Hälfte zum Gesamtlärm bei (siehe Kap. C.2.1, Tabelle 1).
- In 8 von 12 Monaten erreichen bzw. überschreiten die Messwerte im Belastungszeitraum der zweiten Nachtstunde (23 bis 24 Uhr) den Wert von 47 dB(A). Der höchste Wert von 48 dB(A) wurde im Monat Juli erreicht (siehe Kap. C.2.3, Tabelle 3). Zu beachten ist, dass auch die Flüge zwischen 24 und 5 Uhr der zweiten Nachtstunde (23 bis 24 Uhr) angerechnet werden.

Vergleich der Fluglärmbelastung mit den Grenzwerten gemäss LSV (siehe Kap. C.3, Grafik 1)

- In der zweiten Nachtstunde von 23 bis 24 Uhr erreicht der durchschnittliche Messwert den Planungswert für eine reine Wohnzone ES II von 47 dB(A). In den restlichen Belastungszeiträumen liegt der Fluglärm deutlich unter den Grenzwerten.

Hinweis:

Fluglärmimmissionen werden grundsätzlich durch Berechnungen ermittelt. Die Berechnungen sind nach dem anerkannten Stand der Technik durchzuführen. Das Bundesamt für Umwelt empfiehlt geeignete Berechnungsverfahren.

- **Statistische Auswertung** (siehe Kap. D)

- Erfasste Fluglärmereignisse** (siehe Kap. D.2)

- Im gesamten Jahr 2009 wurden insgesamt 45'455 Fluglärmereignisse registriert.
 - 29'819 Flugzeuge erzeugten an der Messstelle Bellikon einen Maximalpegel von über 60 dB(A) (siehe Kap. D.2.2, Tabelle 4).
 - Das lauteste Flugzeug erreichte einen Maximalpegel von 85.7 dB(A).

- Erfasste Transpondersignale** (siehe Kap. D.3, Grafik 6)

- In Bellikon wird der Fluglärm zu 97% durch startende und zu 3% durch landende Flugzeuge verursacht.

- Lauteste Fluglärmereignisse ($L_{ASmax} \geq 75$ dB(A))** (siehe Kap. D.4)

Es wurden 103 Fluglärmereignisse mit einem Maximalpegel über 75 dB(A) gemessen.

- 97% der lautesten Fluglärmereignisse wurden durch die Fluggesellschaft Swiss International Airlines verursacht (siehe Grafik 7).
 - 93% der lautesten Fluglärmereignisse wurden durch den Flugzeugtyp Airbus A340-313X verursacht (siehe Grafik 8).
 - 100% der lautesten Fluglärmereignisse wurden durch startende Flugzeuge verursacht (siehe Grafik 9).
 - 52% der lautesten Fluglärmereignisse befanden sich über Bellikon im Kurvenflug (siehe Grafik 10).
 - 51% der lautesten Fluglärmereignisse wurden zwischen 23 und 24 Uhr registriert (siehe Grafik 11).

- Allgemeiner Flugbetrieb am Flughafen Zürich** (siehe Kap. D.5)

- Prioritär wird am Flughafen Zürich von der Piste 28 gestartet (ca. 66% aller Abflüge). Rund die Hälfte der Abflüge von der Piste 28 wird über Bellikon (Abflugroute K) geleitet. Bei starkem Westwind oder bei Biswind wird die Piste 28 entlastet. Statt von der Piste 28 wird dann von der Piste 10 (Biswind) oder von der Piste 32 (Westwind) gestartet.

Inhaltsverzeichnis

A	Einleitung und Zielsetzung	1
A.1	Einleitung	1
A.2	Zielsetzung	1
B	Grundlagen	2
B.1	Rechtliche Grundlagen	2
B.2	Fachtechnische Grundlagen	2
B.3	Weitere Grundlagen	2
B.4	Lage der Messstation	3
C	Fluglärmbelastung	4
C.1	Wichtige Erkenntnisse zur Fluglärmbelastung	4
C.2	Detaillierte Übersicht der monatlichen Lärmbelastungen	5
C.3	Vergleich der Fluglärmbelastung mit den Grenzwerten gemäss LSV	8
D	Statistische Auswertungen	9
D.1	Wichtige Erkenntnisse zu den statistischen Auswertungen	9
D.2	Erfasste Fluglärmereignisse	11
D.3	Erfasste Transpondersignale	16
D.4	Lauteste Fluglärmereignisse ($L_{ASmax} \geq 75$ dB(A))	17
D.5	Allgemeiner Flugbetrieb am Flughafen Zürich	19
E	Hinweise und Erläuterungen	23
E.1	Messstation	23
E.2	Daten-Erfassung und Datenbank-Ablage	25
E.3	Methodik der Fluglärmerkennung	25
E.4	Methodik der Auswertung	28
E.5	Belastungsgrenzwerte	31
E.6	Hinweise auf Besonderheiten im Berichtszeitraum	32

A Einleitung und Zielsetzung

A.1 Einleitung

Strategische Grundsätze zur Flughafenpolitik, Regierungsrat Kanton Aargau, 15. Sept. 2006:

„Der Flughafen Zürich ist für den Aargau von grosser wirtschaftlicher Bedeutung. Der Regierungsrat befürwortet deshalb ein nachfrageorientiertes Wachstum des Flughafens. Gleichzeitig verlangt er eine faire räumliche Verteilung der Flugbewegungen auf definierten Flugstrassen in alle Himmelsrichtungen sowie flankierende Massnahmen, welche die Bevölkerung vor übermässigen Lärmimmissionen schützen.“

Die Lärmimmissionen für den aktuellen Zustand sowie für die zu prüfenden Flughafen-Ausbau-Varianten werden vom Betreiber des Flughafens Zürich (Unique) in Form von Lärmbelastungskarten zur Verfügung gestellt. Dabei zeigt es sich, dass insbesondere in der Nacht bei verschiedenen Varianten im Kanton Aargau die Planungswerte für Fluglärm überschritten werden.

Der Kanton Aargau pflegt die Zusammenarbeit mit dem Bund, dem Kanton Zürich, weiteren vom Flugbetrieb des Flughafens Zürich betroffenen Kantonen sowie Partnern in Baden-Württemberg. Seit Jahren arbeitet er eng mit den Kantonen Schaffhausen und Thurgau zur Interessenvertretung im SIL-Prozess zusammen.

A.2 Zielsetzung

Seit dem 1. August 2008 betreibt die Sinus Engineering AG im Auftrag des Departements Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau eine feste Fluglärm-Mess-Station in Bellikon mit folgender Zielsetzung:

- Vom Flughafen Zürich unabhängige messtechnische Überwachung der Fluglärmentwicklung (Lärm-Monitoring) im Kanton Aargau mit einer festen Messstation in Bellikon.
- Beurteilung der Lärm-Messwerte gemäss den Anforderungen der Lärmschutz-Verordnung und Kontrolle der Flughafenbetreiberin Unique zur Verfügung gestellten Lärmbelastungskataster.
- Unabhängige Kontrolle der lärmrelevanten Überflüge (Anzahl Überflüge, Zeitpunkt, Flugzeugtyp, Lage, Höhe etc.).
- Aufzeichnung und geeignete Archivierung sämtlicher Mess- und Auswertungsdaten und regelmässige Dokumentation zuhanden des Auftraggebers und zur Information der lärm betroffenen Bevölkerung.

B Grundlagen

B.1 Rechtliche Grundlagen

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz USG), Stand 4. Juli 2006
- Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz RPG), Stand 13. Juni 2006
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986, Stand 12. September 2006

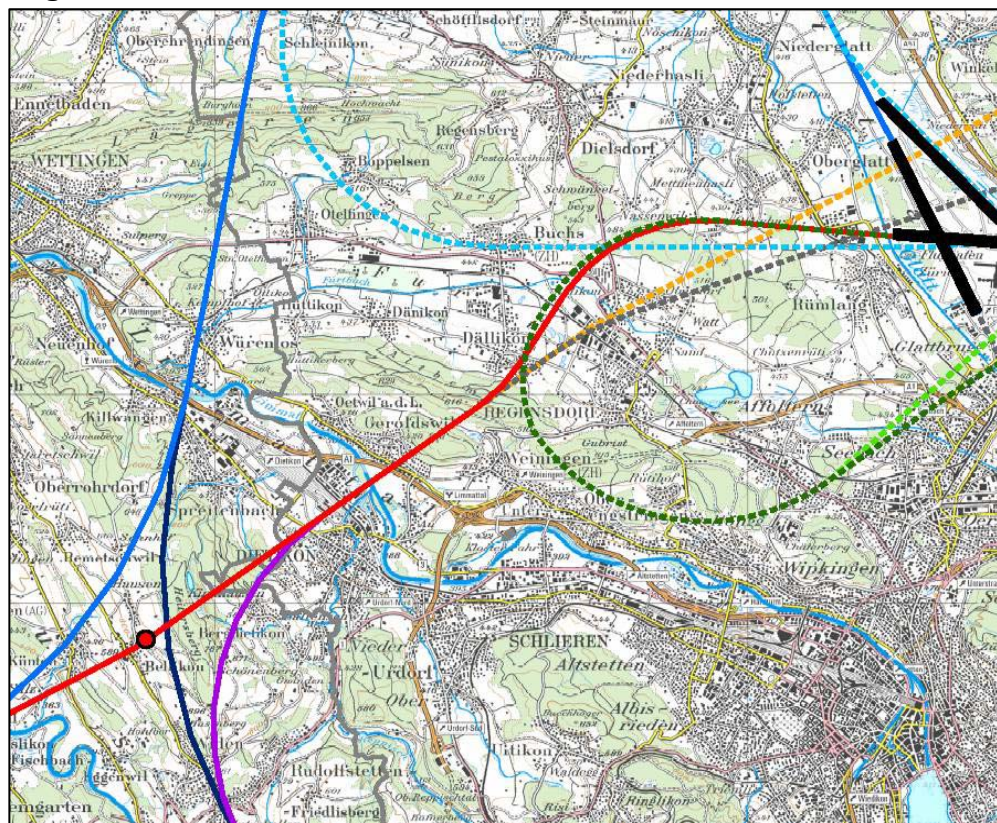
B.2 Fachtechnische Grundlagen

- Draft International Standart ISO/DIS 20906; Acoustics – Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports, vom 8. August 2006
- Deutsche Norm, DIN 45 641, Mittelung von Schallpegeln, vom Juni 1990
- Deutsche Norm, DIN 45 643 Teil 1, Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen, Mess- und Kenngrössen vom Oktober 1984
- Deutsche Norm, DIN 45 643 Teil 2, Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen, Fluglärmüberwachungsanlagen im Sinne von § 19a Luftverkehrsgesetz, vom Oktober 1984
- Deutsche Norm, DIN 45 643 Teil 3, Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen, Ermittlung des Beurteilungspegels für Fluglärmimmission, vom Oktober 1984
- Deutsche Norm, Entwurf DIN 45 648-1, Akustik- Ermittlung von Fluggeräuschimmissionen an Landeplätzen – Teil 1: Berechnungsverfahren, vom März 2004
- Deutsche Norm, Entwurf DIN 45 648-2, Akustik- Ermittlung von Fluggeräuschimmissionen an Landeplätzen – Teil 2: Messverfahren, vom Juni 2005

B.3 Weitere Grundlagen

- Software der Firma Topsonic (Fluglärmerkennung)
- Software der Firma Kinetic Avionic (Realtime virtual radar)

B.4 Lage der Messstation



Legende:

- Messstation in Bellikon
- direkte Startrouten über Kantonsgebiet
- übrige Startrouten

Datengrundlage © Flughafen Zürich AG



C Fluglärmbelastung

C.1 Wichtige Erkenntnisse zur Fluglärmbelastung

Die Belastung durch Fluglärmimmissionen lässt sich für das untersuchte Jahr 2009 an der Messstelle Bellikon wie folgt zusammenfassen:

- **Detaillierte Übersicht der monatlichen Lärmbelastungen** (siehe Kap. C.2)
 - Die durchschnittlich höchste Fluglärmbelastung, mit einem Leq von 52 dB(A), erfolgte in den Stunden 17 bis 18 Uhr (siehe Kap. C.2.2).
 - In den einzelnen Stunden von 7 bis 8 Uhr, 9 bis 10 Uhr, 12 bis 13 Uhr, 13 bis 14 Uhr, 17 bis 18 Uhr, 18 bis 19 Uhr, 20 bis 21 Uhr und 23 bis 24 Uhr dominiert der Fluglärm den Gesamtlärm. Das heisst, die Fluglärmbelastung liegt maximal 3 dB(A) unter dem Gesamtlärm und trägt somit mindestens die Hälfte zum Gesamtlärm bei (siehe Kap. C.2.1).
 - In 8 von 12 Monaten erreichen bzw. überschreiten die Messwerte im Belastungszeitraum der zweiten Nachtstunde (23 bis 24 Uhr) den Wert von 47 dB(A). Der höchste Wert von 48 dB(A) wurde im Monat Juli erreicht (siehe Kap. C.2.3). Zu beachten ist, dass auch die Flüge zwischen 24 und 5 Uhr der zweiten Nachtstunde (23 bis 24 Uhr) angerechnet werden.
- **Vergleich der Fluglärmbelastung mit den Grenzwerten gemäss LSV** (siehe Kap. C.3)
 - In der zweiten Nachtstunde von 23 bis 24 Uhr erreicht der durchschnittliche Messwert den Planungswert für eine reine Wohnzone ES II von 47 dB(A). In den restlichen Belastungszeiträumen liegt der Fluglärm deutlich unter den Grenzwerten.

Hinweis:

Fluglärmimmissionen werden grundsätzlich durch Berechnungen ermittelt. Die Berechnungen sind nach dem anerkannten Stand der Technik durchzuführen. Das Bundesamt für Umwelt empfiehlt geeignete Berechnungsverfahren.

C.2 Detaillierte Übersicht der monatlichen Lärmbelastungen

C.2.1 Übersicht der Gesamtlärmbelastung pro Monat und Tagesstunde

■ Fluglärm dominiert den Gesamtlärm

Monat	Mittelungspegel (Leq) Gesamtlärm [dBA]																							
	00:00 bis 01:00	01:00 bis 02:00	02:00 bis 03:00	03:00 bis 04:00	04:00 bis 05:00	05:00 bis 06:00	06:00 bis 07:00	07:00 bis 08:00	08:00 bis 09:00	09:00 bis 10:00	10:00 bis 11:00	11:00 bis 12:00	12:00 bis 13:00	13:00 bis 14:00	14:00 bis 15:00	15:00 bis 16:00	16:00 bis 17:00	17:00 bis 18:00	18:00 bis 19:00	19:00 bis 20:00	20:00 bis 21:00	21:00 bis 22:00	22:00 bis 23:00	23:00 bis 24:00
Jan. 09	49	44	43	43	43	43	46	50	50	50	51	49	51	51	49	47	50	51	49	48	49	45	45	47
Feb. 09	45	47	49	49	49	48	48	52	53	55	54	52	51	60	48	48	50	52	50	48	49	41	41	48
Mrz. 09	52	49	48	47	46	44	50	53	51	52	52	50	50	54	50	49	50	53	50	48	48	42	41	50
Apr. 09	36	35	35	37	37	40	52	55	52	54	57	53	54	53	52	50	50	53	51	50	51	44	43	46
Mai. 09	46	43	42	40	41	46	50	54	52	53	53	52	54	53	51	50	51	53	51	51	51	46	44	48
Jun. 09	40	40	41	39	40	47	49	53	51	53	54	53	52	53	49	50	53	54	54	52	50	45	45	48
Jul. 09	48	46	44	44	41	47	48	53	50	54	51	52	52	52	51	50	50	52	51	49	50	50	51	51
Aug. 09	50	49	46	45	42	42	45	53	49	52	51	50	53	53	50	50	52	53	53	52	52	51	52	53
Sep. 09	39	39	38	45	40	42	44	53	50	53	55	51	53	54	51	52	51	54	51	49	51	45	44	48
Okt. 09	44	48	52	53	52	49	44	52	50	51	52	51	51	53	51	51	52	54	52	48	49	44	41	48
Nov. 09	58	58	58	53	52	49	46	52	50	51	52	51	52	53	49	49	51	53	50	51	49	43	42	48
Dez. 09	47	47	46	45	43	41	45	50	49	50	50	49	51	52	48	48	51	53	51	49	48	43	44	49
Mittel (Leq)	50	49	50	48	46	46	48	53	51	53	53	51	52	54	50	50	51	53	51	50	50	46	46	49

Tabelle 1: Mittelungspegel (Leq) Gesamtlärm pro Monat und Tagesstunde (detaillierte Tagesdaten siehe Tabelle 3 in den Monatsberichten)

C.2.2 Übersicht der Fluglärmbelastung pro Monat und Tagesstunde

Nachtflugverbot
 letzte Nachtstunde
 Tagstunden
 erste Nachtstunde
 zweite Nachtstunde

Monat	Mittelungspegel (Leq) nur Fluglärm [dBA]																							
	00:00 bis 01:00	01:00 bis 02:00	02:00 bis 03:00	03:00 bis 04:00	04:00 bis 05:00	05:00 bis 06:00	06:00 bis 07:00	07:00 bis 08:00	08:00 bis 09:00	09:00 bis 10:00	10:00 bis 11:00	11:00 bis 12:00	12:00 bis 13:00	13:00 bis 14:00	14:00 bis 15:00	15:00 bis 16:00	16:00 bis 17:00	17:00 bis 18:00	18:00 bis 19:00	19:00 bis 20:00	20:00 bis 21:00	21:00 bis 22:00	22:00 bis 23:00	23:00 bis 24:00
Jan. 09	0	0	0	0	0	26	30	48	46	47	48	45	49	49	43	42	44	50	47	45	47	37	41	44
Feb. 09	21	0	0	0	0	24	33	49	47	49	48	47	50	51	45	45	45	51	48	46	48	36	38	45
Mrz. 09	0	0	0	0	0	25	30	51	46	48	48	45	49	51	41	44	44	51	48	46	47	39	34	47
Apr. 09	0	0	0	0	0	26	28	53	48	51	50	48	52	52	46	46	46	53	49	46	49	40	41	46
Mai. 09	20	0	0	0	12	21	30	53	47	50	50	47	52	52	44	46	46	52	49	45	47	38	36	46
Jun. 09	26	0	0	0	0	23	32	52	46	50	49	46	51	51	45	46	46	52	50	46	48	38	40	47
Jul. 09	30	0	0	0	0	21	31	51	46	48	49	47	51	50	47	46	45	50	48	47	47	37	27	48
Aug. 09	0	0	0	0	0	23	33	52	45	50	49	46	51	52	45	46	46	52	48	46	47	36	40	47
Sep. 09	0	0	0	0	0	29	29	52	48	51	51	48	52	52	45	49	47	53	50	48	49	38	35	47
Okt. 09	0	0	0	0	0	25	28	51	46	48	49	46	50	51	44	46	45	52	48	46	48	37	31	47
Nov. 09	0	0	0	0	0	26	24	51	46	48	49	43	51	51	44	44	46	51	49	46	47	35	35	47
Dez. 09	31	0	0	0	0	19	27	49	46	48	48	44	50	51	45	44	45	50	48	45	47	34	33	47
Mittel (Leq)	24	0	0	0	3	25	30	51	47	49	49	46	51	51	45	46	45	52	48	46	48	37	38	47

Tabelle 2: Mittelungspegel (Leq) nur Fluglärm pro Monat und Tagesstunde (detaillierte Tagesdaten siehe Tabelle 1 in den Monatsberichten)

C.2.3 Übersicht der Fluglärmbelastung pro Monat und Belastungszeitraum (LSV)

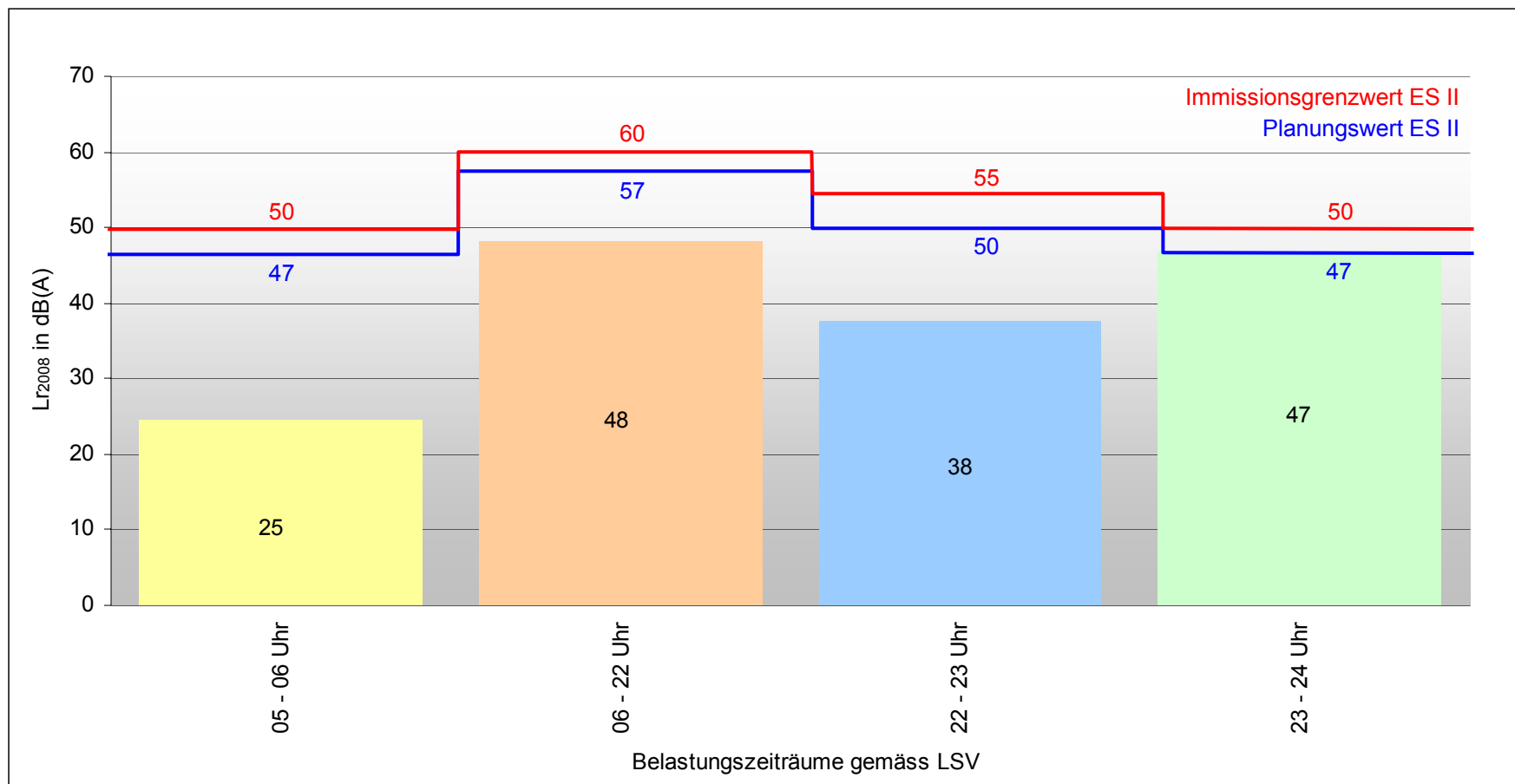
■ letzte Nachtstunde
 ■ Tagstunden
 ■ erste Nachtstunde
 ■ zweite Nachtstunde

Monat	Mittlungspegel (Leq) nur Fluglärm [dBA]			
	05:00 - 06:00 Uhr	06:00 - 22:00 Uhr	22:00 - 23:00 Uhr	23:00 - 24:00 Uhr*
Jan. 09	26	46	41	44
Feb. 09	24	48	38	45
Mrz. 09	25	48	34	47
Apr. 09	26	49	41	46
Mai. 09	21	49	36	46
Jun. 09	23	49	40	47
Jul. 09	21	48	27	48
Aug. 09	23	48	40	47
Sep. 09	29	50	35	47
Okt. 09	25	48	31	47
Nov. 09	26	48	35	47
Dez. 09	19	47	33	47
Mittel (Leq)	25	48	38	47
Planungswert (ES II)	47	57	50	47
Immissionsgrenzwert (ES II)	50	60	55	50

Tabelle 3: Mittlungspegel (Leq) nur Fluglärm pro Monat und Belastungszeitraum (LSV) (detaillierte Tagesdaten siehe Tabelle 2 in den Monatsberichten)

* inkl. der Flüge in der Zeit von 24 Uhr bis 5 Uhr

C.3 Vergleich der Fluglärmbelastung mit den Grenzwerten gemäss LSV



Grafik 1: Vergleich der Beurteilungspegel (Lr) mit den Planungswerten und Immissionsgrenzwerten für Bauzonen der ES II (LSV)

D Statistische Auswertungen

D.1 Wichtige Erkenntnisse zu den statistischen Auswertungen

Die wichtigsten Erkenntnisse der statistischen Auswertungen für das untersuchte Jahr 2009 lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Erfasste Fluglärmereignisse** (siehe Kap. D.2)
 - Im Jahr 2009 wurden insgesamt 45'455 Fluglärmereignisse registriert. Dies ergibt ein durchschnittliches Monatsmittel von 3'788 oder ein durchschnittliches Tagsmittel von 125 akustisch erfassten Fluglärmereignissen (siehe Kap. D.2.1).
 - Das lauteste Flugzeug wurde am 22. September mit einem Maximalpegel von 85.7 dB(A) erfasst (siehe Kap. D.2.2).
 - 29'819 Flugzeuge erzeugten an der Messstelle Bellikon einen Maximalpegel von über 60 dB(A) (siehe Kap. D.2.2).
 - Die meisten Flugzeuge erzeugen an der Messstelle Bellikon einen Maximalpegel von 60 bis 64 dB(A). Über das gesamte Jahr 2009 wurden in dieser Pegelklasse 19'281 oder im Monatsmittel 1'607 Fluglärmereignisse registriert (siehe Kap. D.2.3).
 - Die meisten Fluglärmereignisse wurden zwischen 17 und 18 Uhr registriert. In dieser Stunde beträgt die jahresdurchschnittliche Fluglärmbelastung 52 dB(A). Über das gesamte Jahr 2009 wurden in dieser Stunde im Durchschnitt 15.0 Fluglärmereignisse pro Stunde erfasst (siehe Kap. D.2.5).

- **Erfasste Transpondersignale** (siehe Kap. D.3)

Über die empfangenen Transpondersignale wurden auch die Sink- bzw. Steigraten der einzelnen Flugbewegungen erfasst und so die Anzahl An- und Abflüge bestimmt. In Bellikon wird der Fluglärm zu 97% durch startende und zu 3% durch landende Flugzeuge verursacht.

- **Lauteste Fluglärmereignisse ($L_{ASmax} \geq 75 \text{ dB(A)}$)** (siehe Kap. D.4)

Bei 90 der insgesamt 103 akustisch erfassten Fluglärmereignissen mit einem $L_{ASmax} \geq 75 \text{ dB(A)}$ konnte eine Flugspuren- bzw. eine Typenzuordnung durchgeführt werden. Die durchschnittliche Flughöhe der 90 Fluglärmereignisse liegt bei 1'700 m.ü.M.. Dabei beträgt die minimale Flughöhe 1'400 und die maximale Flughöhe 2'500 m.ü.M..

Die 90 Fluglärmereignisse unterscheiden sich wie folgt:

- 87 Fluglärmereignisse (97%) wurden durch die Fluggesellschaft Swiss International Airlines verursacht (siehe Kap. D.4.1).
- 84 Fluglärmereignisse (93%) wurden durch den Flugzeugtyp Airbus A340-313X verursacht (siehe Kap. D.4.1).

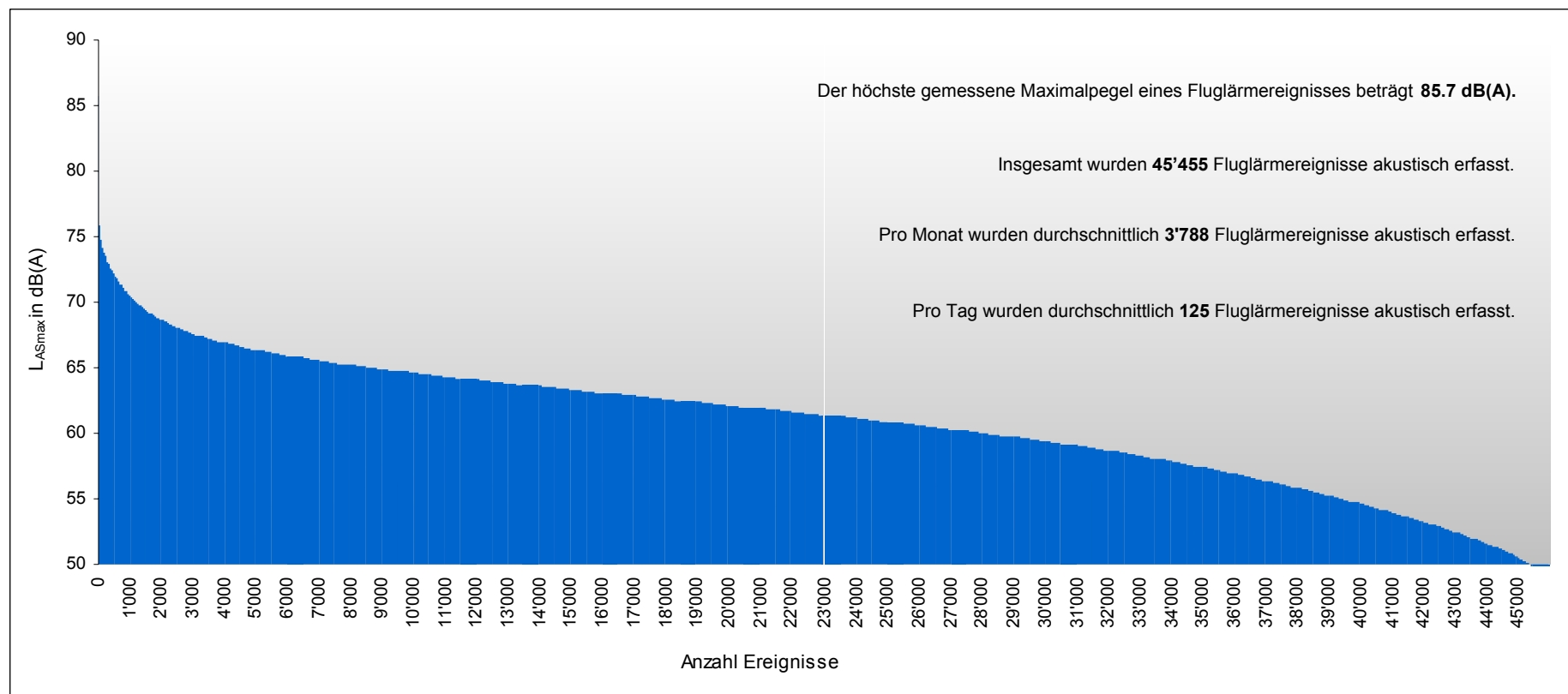


Airbus A340-313

- Alle 90 Fluglärmereignisse (100%) wurden durch startende Flugzeuge verursacht (siehe Kap. D.4.2).
 - 47 Fluglärmereignisse (52%) befanden sich über Bellikon im Kurvenflug (siehe Kap. D.4.2).
 - 46 Fluglärmereignisse (51%) wurden zwischen 23 und 24 Uhr registriert (siehe Kap. D.4.3).
- **Allgemeiner Flugbetrieb am Flughafen Zürich** (siehe Kap. D.5)
Prioritär wird am Flughafen Zürich von der Piste 28 gestartet (ca. 66% aller Abflüge). Rund die Hälfte der Abflüge von der Piste 28 wird über Bellikon (Abflugroute K) geleitet. Bei starkem Westwind oder bei Biswind wird die Piste 28 entlastet. Statt von der Piste 28 wird dann von der Piste 10 (Biswind) oder von der Piste 32 (Westwind) gestartet.

D.2 Erfasste Fluglärmereignisse

D.2.1 Häufigkeitsverteilung der Maximalpegel L_{ASmax} der akustisch erfassten Fluglärmereignisse



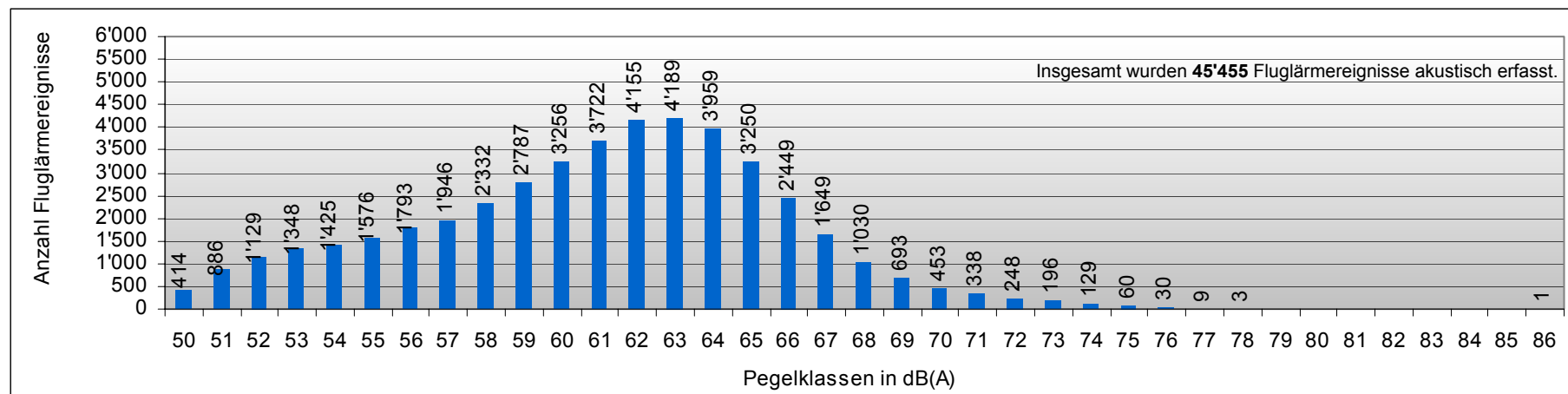
Grafik 2: Häufigkeitsverteilung der Maximalpegel L_{ASmax} der akustisch erfassten Fluglärmereignisse

D.2.2 Häufigkeitsverteilung der Maximalpegel L_{ASmax} der akustisch erfassten Fluglärmereignisse nach Monaten und Pegelklassen

Datum	Fluglärm- Ereignisse	Maximalpegel nach Pegelklassen [dBA]							Maximalpegel pro Monat [dBA]	
		50 - 54	55 - 59)	60 - 64	65 - 69	70 - 74	75 - 79)	80 - 84		> 85
Jan. 09	3'799	684	1'167	1'481	406	60	1			77.7
Feb. 09	3'558	513	950	1'505	525	64	1			74.7
Mrz. 09	3'138	440	814	1'257	518	100	9			77.7
Apr. 09	4'149	419	721	1'642	1'164	191	12			76.4
Mai. 09	3'606	308	668	1'550	933	142	5			77.2
Jun. 09	3'921	408	821	1'588	952	142	10			78.2
Jul. 09	3'800	407	828	1'725	732	97	11			76.9
Aug. 09	4'284	425	941	1'905	882	122	9			76.5
Sep. 09	4'507	438	870	1'755	1'219	214	10		1	85.7
Okt. 09	4'011	382	980	1'853	692	94	10			76.9
Nov. 09	3'362	373	811	1'567	533	67	11			77.3
Dez. 09	3'320	405	863	1'453	515	71	13			77.2
Summe	45'455	5'202	10'434	19'281	9'071	1'364	102		1	
Mittel	3'788	434	870	1'607	756	114	9		0	

Tabelle 4: Häufigkeitsverteilung der Maximalpegel L_{ASmax} der akustisch erfassten Fluglärmereignisse nach Monaten und Pegelklassen (detaillierte Tagesdaten siehe Tab. 4 in den Monatsberichten)

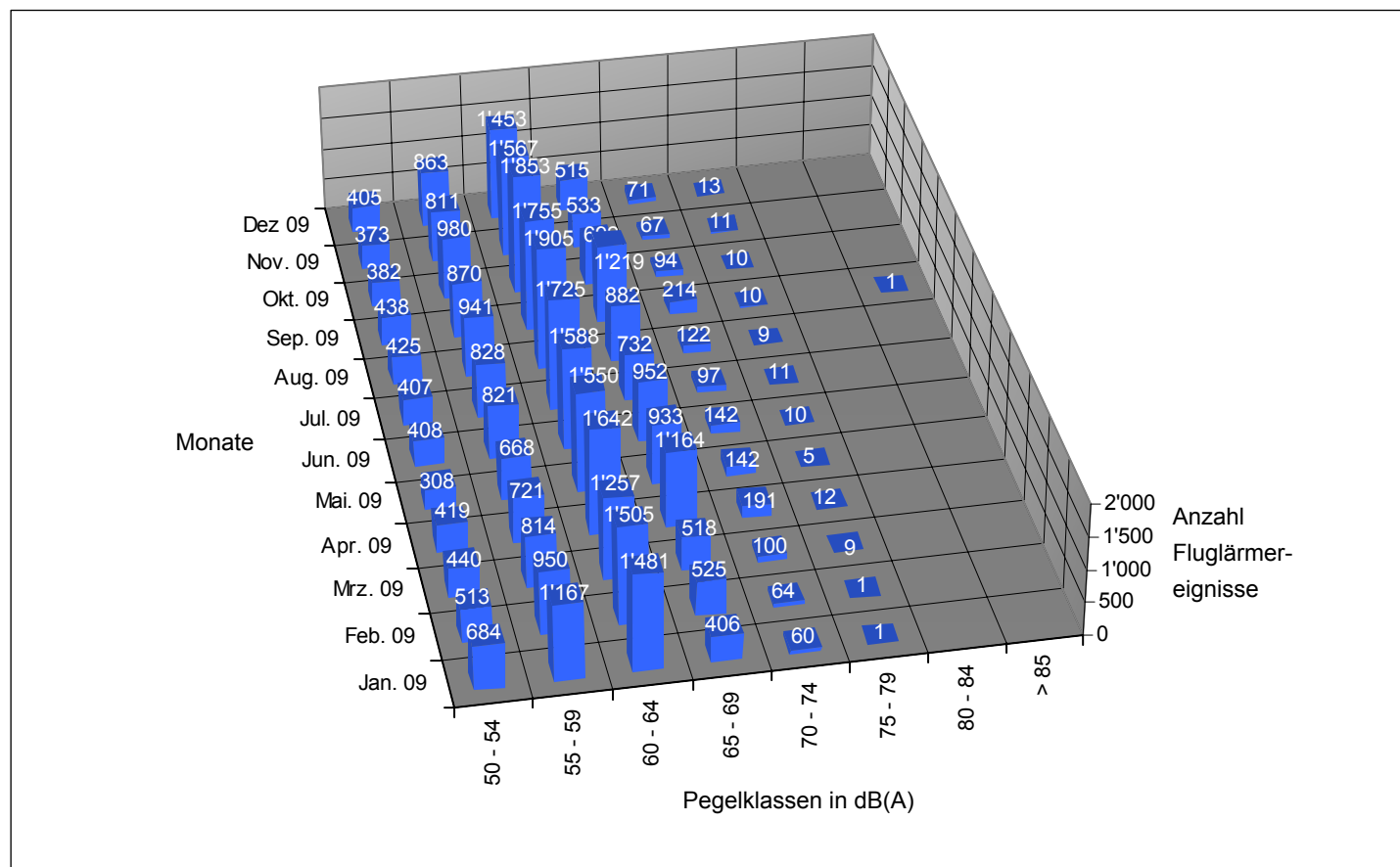
D.2.3 Häufigkeitsverteilung der Maximalpegel L_{ASmax} der akustisch erfassten Fluglärmereignisse pro Pegelklasse



Grafik 3: Häufigkeitsverteilung der Maximalpegel L_{ASmax} der akustisch erfassten Fluglärmereignisse pro Pegelklasse

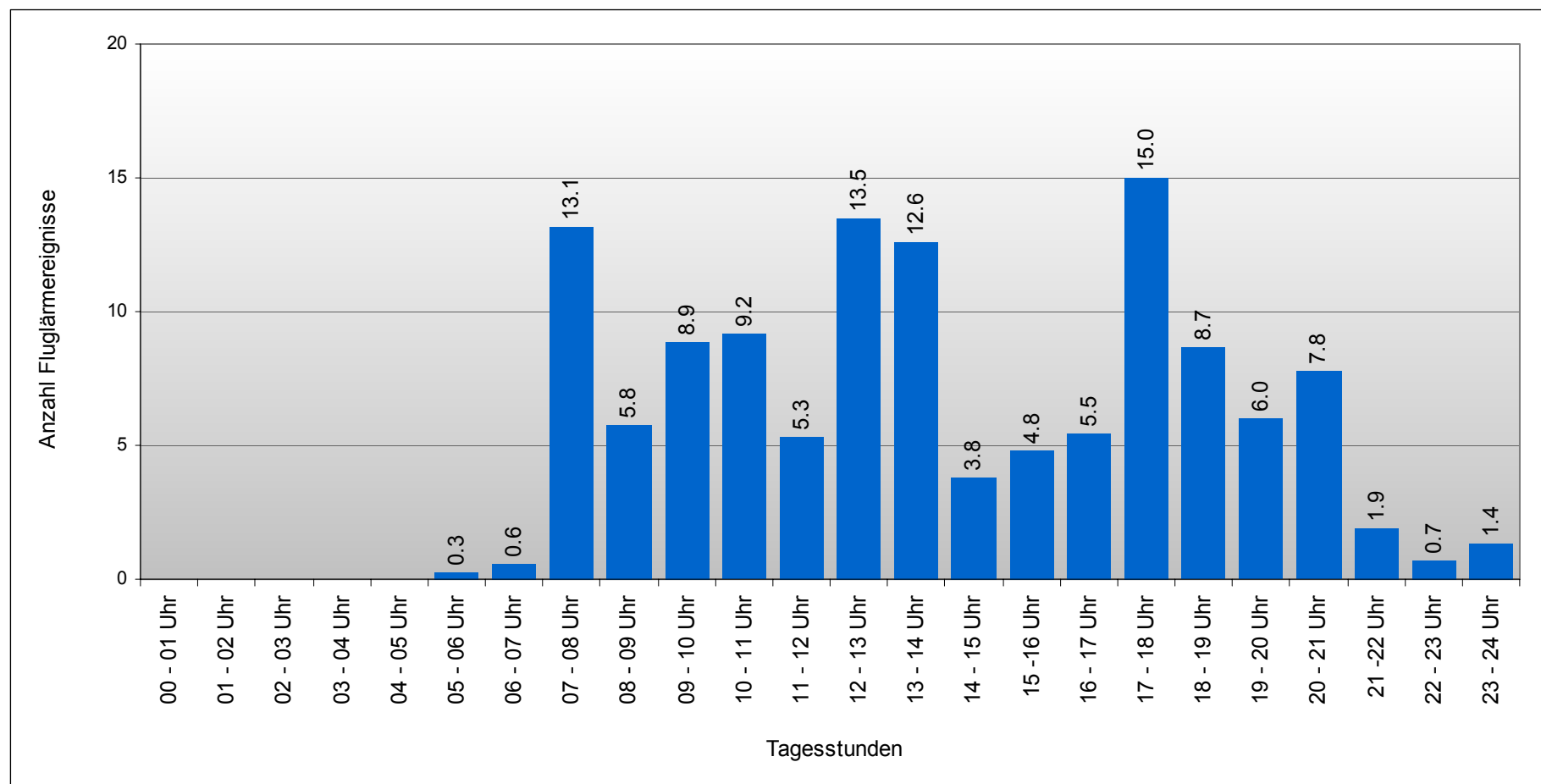
Beispiel zur Definition einer Pegelklasse: Die Pegelklasse 63 dB(A) beinhaltet sämtliche akustisch erfassten Fluglärmereignisse mit einem Maximalpegel (L_{ASmax}) zwischen 62.5 und 63.4 dB(A).

D.2.4 Häufigkeitsverteilung der Maximalpegel L_{ASmax} der akustisch erfassten Fluglärmereignisse pro Monat und Pegelklasse



Grafik 4: Häufigkeitsverteilung der Maximalpegel L_{ASmax} der akustisch erfassten Fluglärmereignisse pro Monat und Pegelklasse (detaillierte Tagesdaten siehe Grafik 3 in den Monatsberichten)

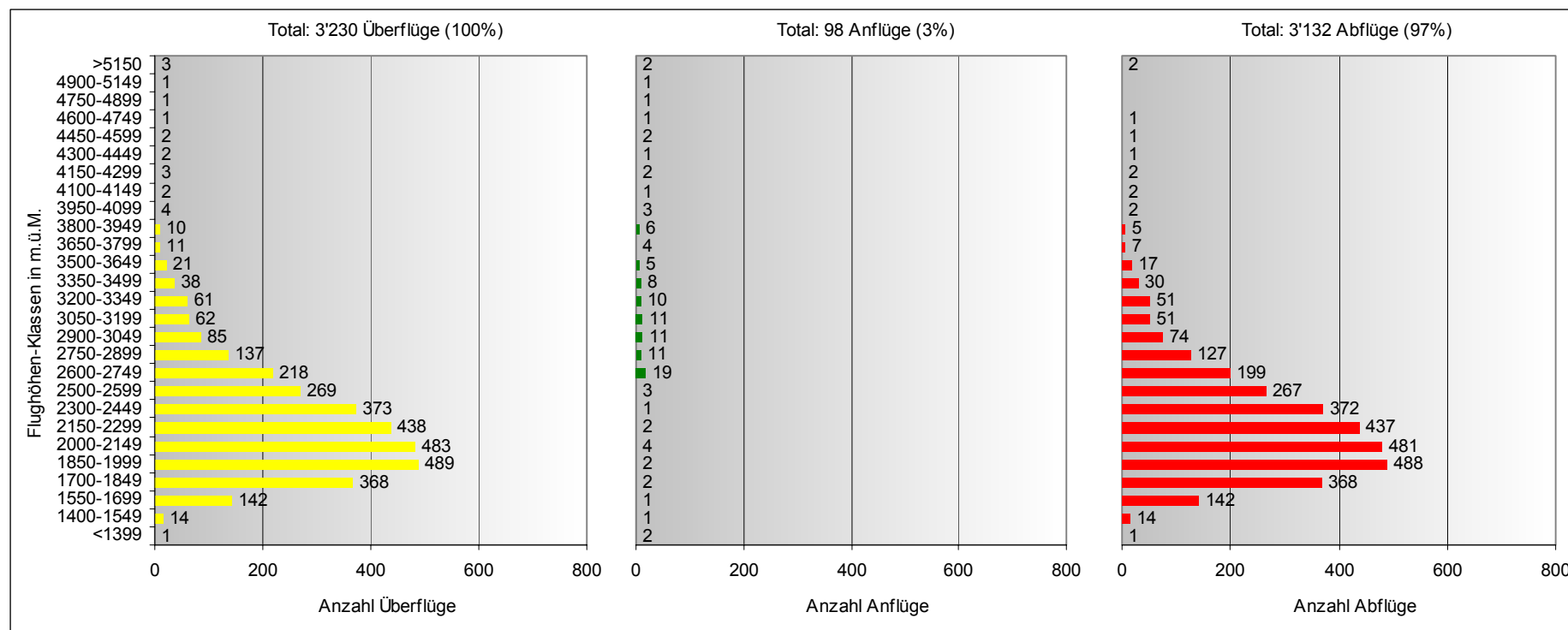
D.2.5 Anzahl akustisch erfasster Fluglärmereignisse pro Stunde (Tagesdurchschnitt)



Grafik 5: Anzahl akustisch erfasster Fluglärmereignisse pro Stunde (Tagesdurchschnitt)

D.3 Erfasste Transpondersignale

D.3.1 Häufigkeitsverteilungen der Überflüge mit erfassten Transpondersignalen nach Flughöhen-Klassen (Monatsdurchschnitt)



Grafik 6: Häufigkeitsverteilungen der Überflüge mit erfassten Transpondersignalen nach Flughöhen-Klassen (Monatsdurchschnitt)

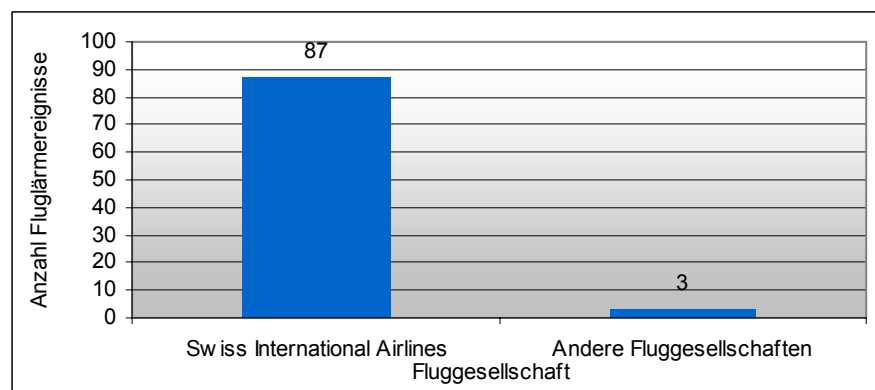
Anhand der empfangenen Transpondersignale konnten im Durchschnitt pro Monat bei 3'230 von 3'788 akustisch erfassten Fluglärmereignissen eine Flugnummer zugeordnet werden. Der Korrelationserfolg (Typenzuordnung) beträgt somit 85.3%.

D.4 Lauteste Fluglärmereignisse ($L_{ASmax} \geq 75$ dB(A))

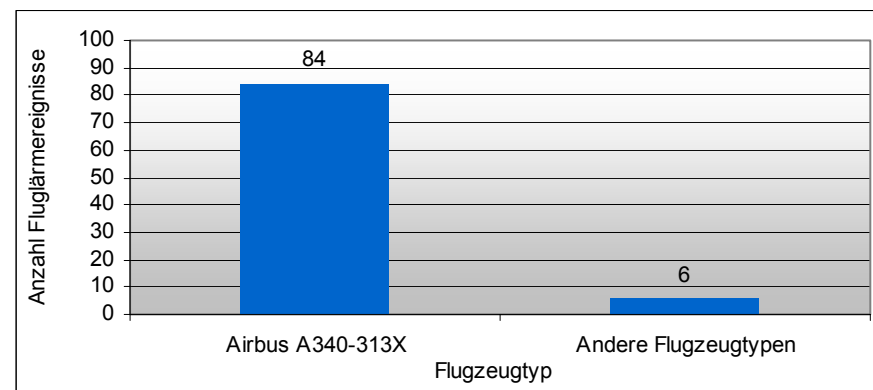
Im Jahr 2009 wurden 103 Fluglärmereignisse mit einem Maximalpegel (L_{ASmax}) grösser oder gleich 75 dB(A) akustisch erfasst (siehe Kap. D.2.2). Bei 90 der insgesamt 103 Fluglärmereignissen konnte eine Flugspuren- bzw. eine Typenzuordnung durchgeführt werden.

Die durchschnittliche Flughöhe der 90 Fluglärmereignisse liegt bei 1'700 m.ü.M.. Dabei beträgt die minimale Flughöhe 1'400 und die maximale Flughöhe 2'500 m.ü.M..

D.4.1 Anzahl akustisch erfasste Fluglärmereignisse $L_{ASmax} \geq 75$ dB(A) ausgewertet nach Fluggesellschaft und Flugzeugtyp

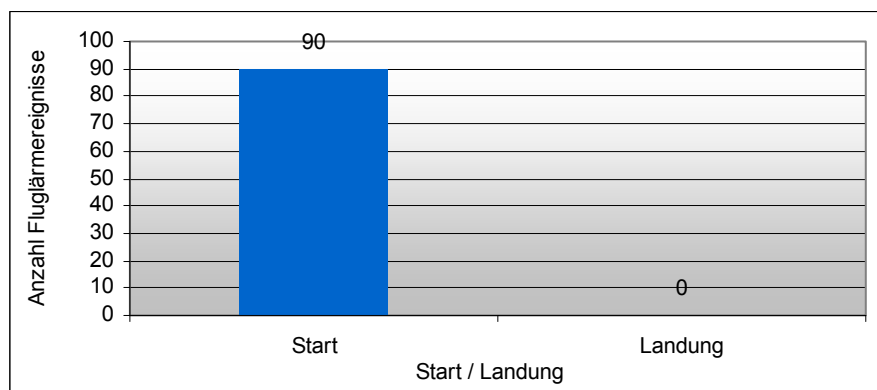


Grafik 7: Anzahl lauteste Fluglärmereignisse $L_{ASmax} \geq 75$ dB(A) ausgewertet nach Fluggesellschaft

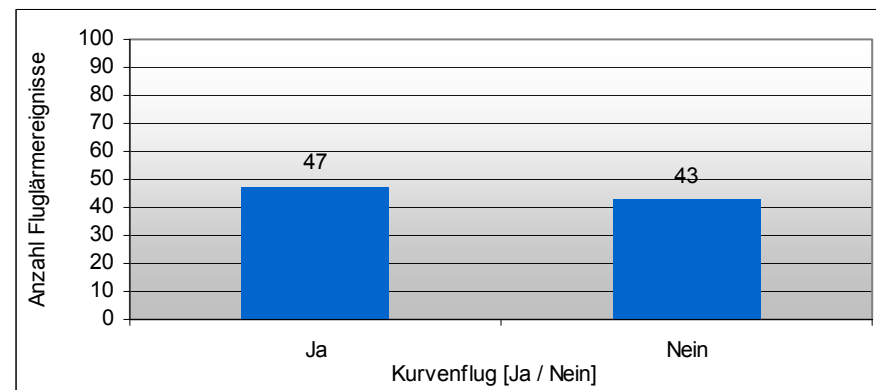


Grafik 8: Anzahl lauteste Fluglärmereignisse $L_{ASmax} \geq 75$ dB(A) ausgewertet nach Flugzeugtyp

D.4.2 Anzahl lauteste Fluglärmeignisse $L_{ASmax} \geq 75$ dB(A) ausgewertet nach Anzahl Starts bzw. Landungen und nach Kurven- bzw. Nichtkurvenflug

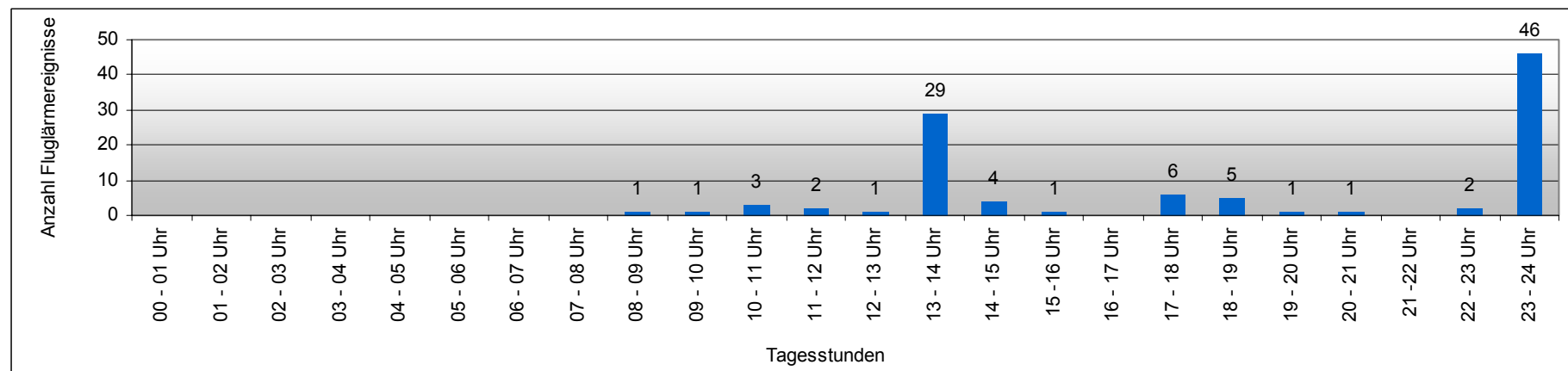


Grafik 9: Anzahl lauteste Fluglärmeignisse $L_{ASmax} \geq 75$ dB(A) ausgewertet nach Anzahl Start und Landung



Grafik 10: Anzahl lauteste Fluglärmeignisse $L_{ASmax} \geq 75$ dB(A) ausgewertet nach Kurven- bzw. Nichtkurvenflug

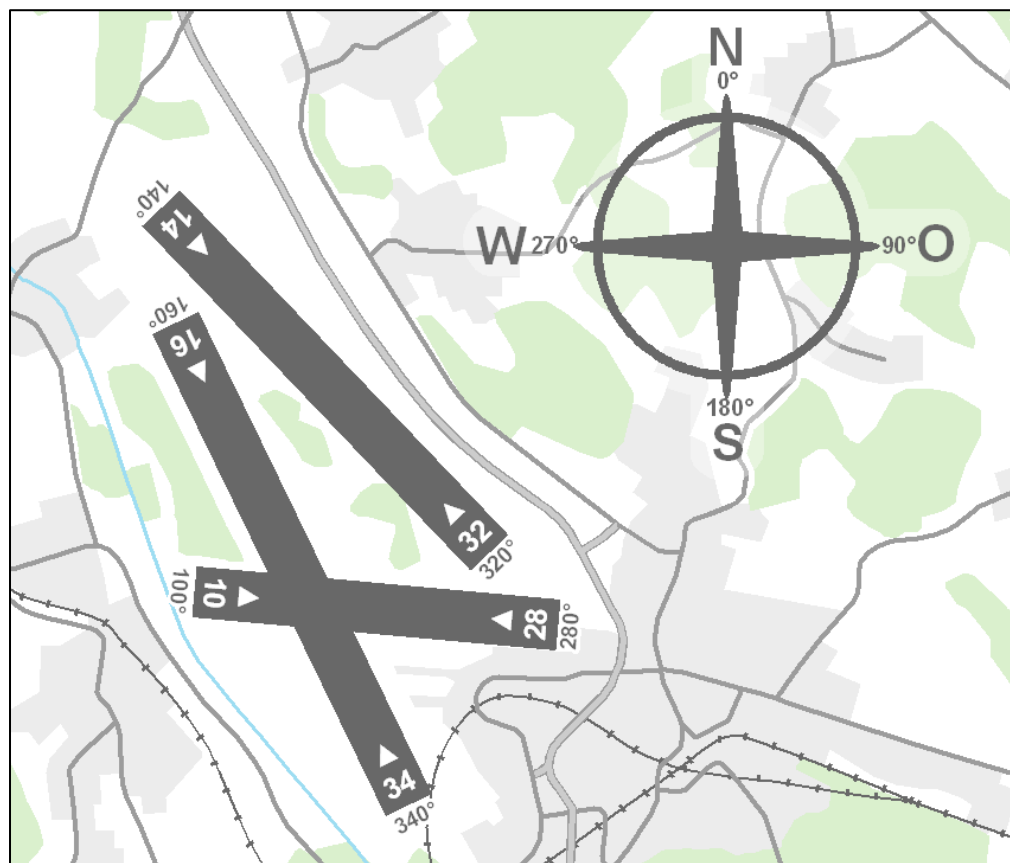
D.4.3 Anzahl lauteste Fluglärmeignisse $L_{ASmax} \geq 75$ dB(A) pro Tagesstunde



Grafik 11: Anzahl lauteste Fluglärmeignisse $L_{ASmax} \geq 75$ dB(A) pro Tagesstunde

D.5 Allgemeiner Flugbetrieb am Flughafen Zürich

D.5.1 Erklärung zum Pistensystem und Grundsatz der Pistenbenutzung



Grafik 12: Pistensystem Flughafen Zürich

Datengrundlage © Flughafen Zürich AG

Erklärung zum Pistensystem

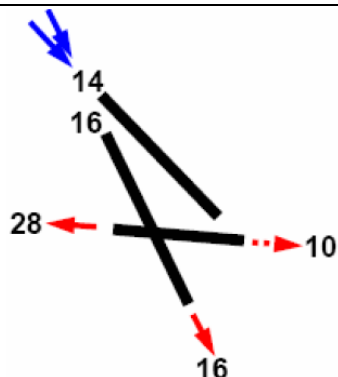
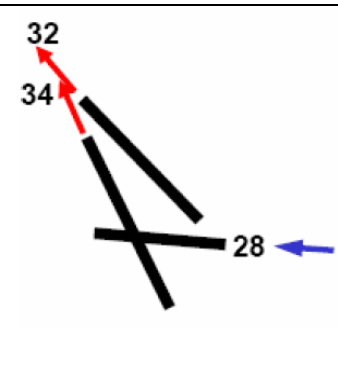
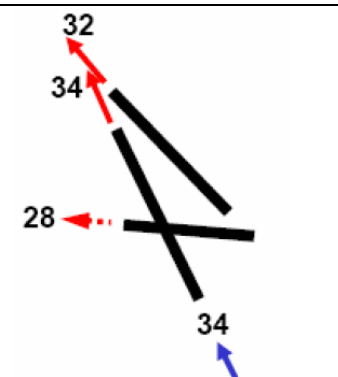
Der Flughafen Zürich verfügt über drei Start- und Landepisten. Jede Piste hat zwei Nummern. Die Nummern stellen die Himmelsrichtung auf dem Kompass dar, ohne die letzte Ziffer Null. Piste 28 zeigt somit in die Himmelsrichtung 280°, die Piste 10 entgegengesetzt in Richtung 100°. Piste 16/34 ist einerseits in Richtung 160° und umgekehrt in Richtung 340° ausgerichtet. Die Pistenbezeichnung ist also abhängig von der Flugrichtung. Die Piste 10/28 ist 2'500 m, die Piste 16/34 3'700 m und die Piste 14/32 ist 3'300 m lang.

Grundsatz der Pistenbenutzung

Die Pisten werden anhand der Festlegungen im Betriebsreglement benützt. Demgemäss wird untertags prioritär auf Piste 28 gestartet und auf Piste 14 gelandet. Teilweise wird auch die Piste 16 für Starts und Landungen benützt. Am Morgen und Abend erfolgen die Anflüge auf den Pisten 34 und 28, die Abflüge erfolgen auf den Pisten 32, 34 und teilweise auch 28. Je nach Wetterbedingungen sind aus Sicherheitsgründen ungeplante Konzeptwechsel nötig. Bei starkem Westwind wird von Osten her auf Piste 28 gelandet und auf Piste 32 gestartet. Bei Biswind (Nord-Ostwind) wird auf Piste 10 in Richtung Osten gestartet und auf Piste 14 oder - abends - auf Piste 34 gelandet.

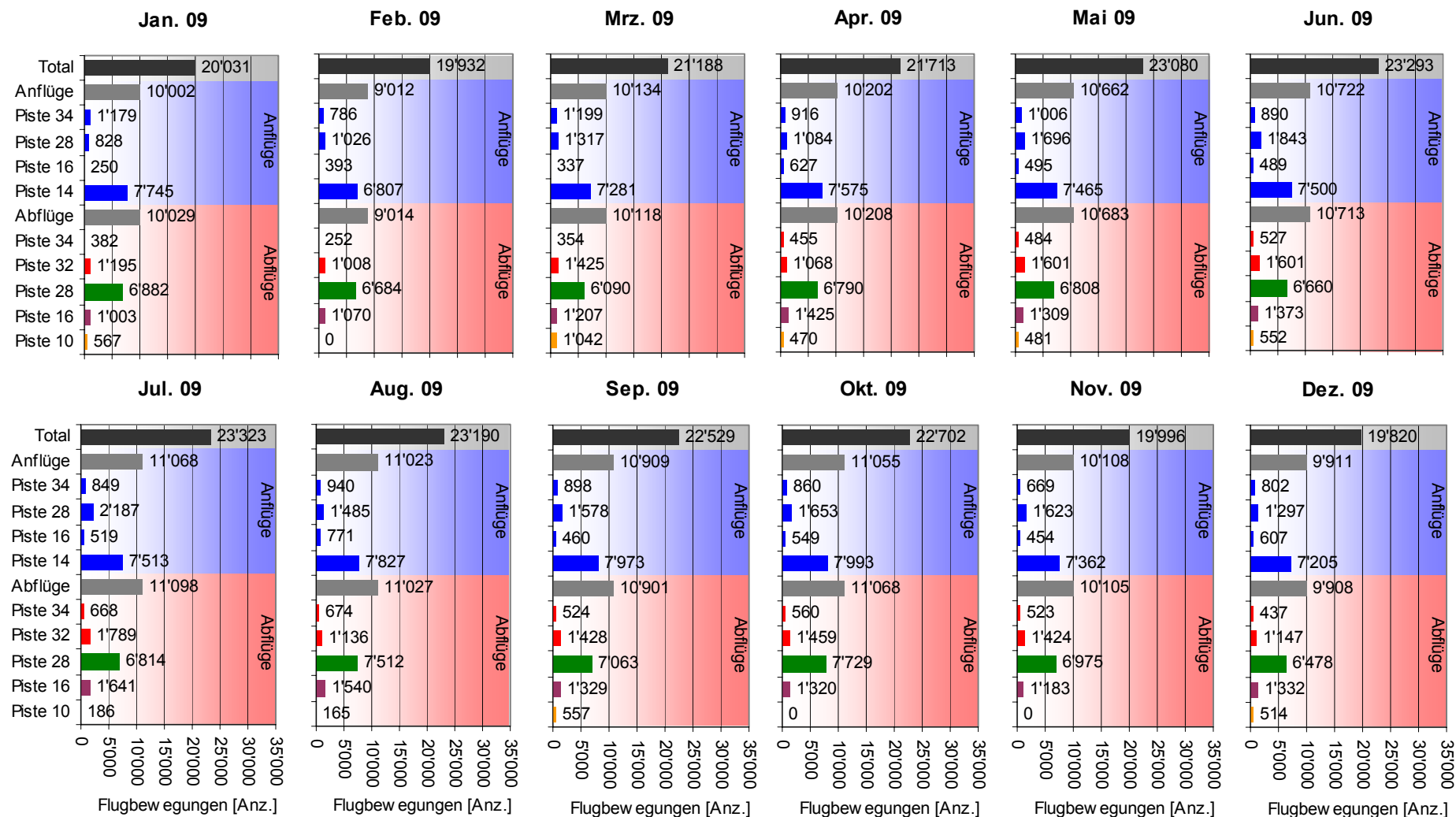
D.5.2 Pistenbenützungskonzepte am Flughafen Zürich

Für die Abwicklung des Flugbetriebs sind kurzfristige Umstellungen der Pistenbenützung nicht erwünscht und werden nur durchgeführt, wenn es nicht mehr anders geht. Bevorzugt wird deshalb ein möglichst regelmässiger Flugbetrieb mit möglichst gleich bleibender Pistenbenützung.

Nordanflugkonzept	Ostanflugkonzept	Südanflugkonzept
Landungen von Norden, Starts Richtung Westen und Süden, bei Bise Richtung Osten	Landungen von Osten, Starts Richtung Norden	Landungen von Süden, Starts Richtung Norden und Westen
Pistenbenützung Landungen: Piste 14 und 16 Starts: Piste 28 und 16 bei Bise Piste 10	Pistenbenützung Landungen: Piste 28 Starts: Piste 32 und 34	Pistenbenützung Landungen: Piste 34 Starts: Piste 32, 34 teilweise Piste 28
Generelle Anwendung: 07:00 - 21:00 Mo - Fr 09:00 - 20:00 Sa und So, Feiertage D	Generelle Anwendung: 21:00 – 00:30 Mo – Fr 20:00 – 00:30 Sa und So, Feiertage D, bei Westwind auch tagsüber	Generelle Anwendung: 06:00 - 07:00 Mo - Fr 06:00 - 09:00 Sa und So, Feiertage D, am Abend, wenn Ostanflüge nicht möglich sind (Bise, schlechte Sicht etc.)
		

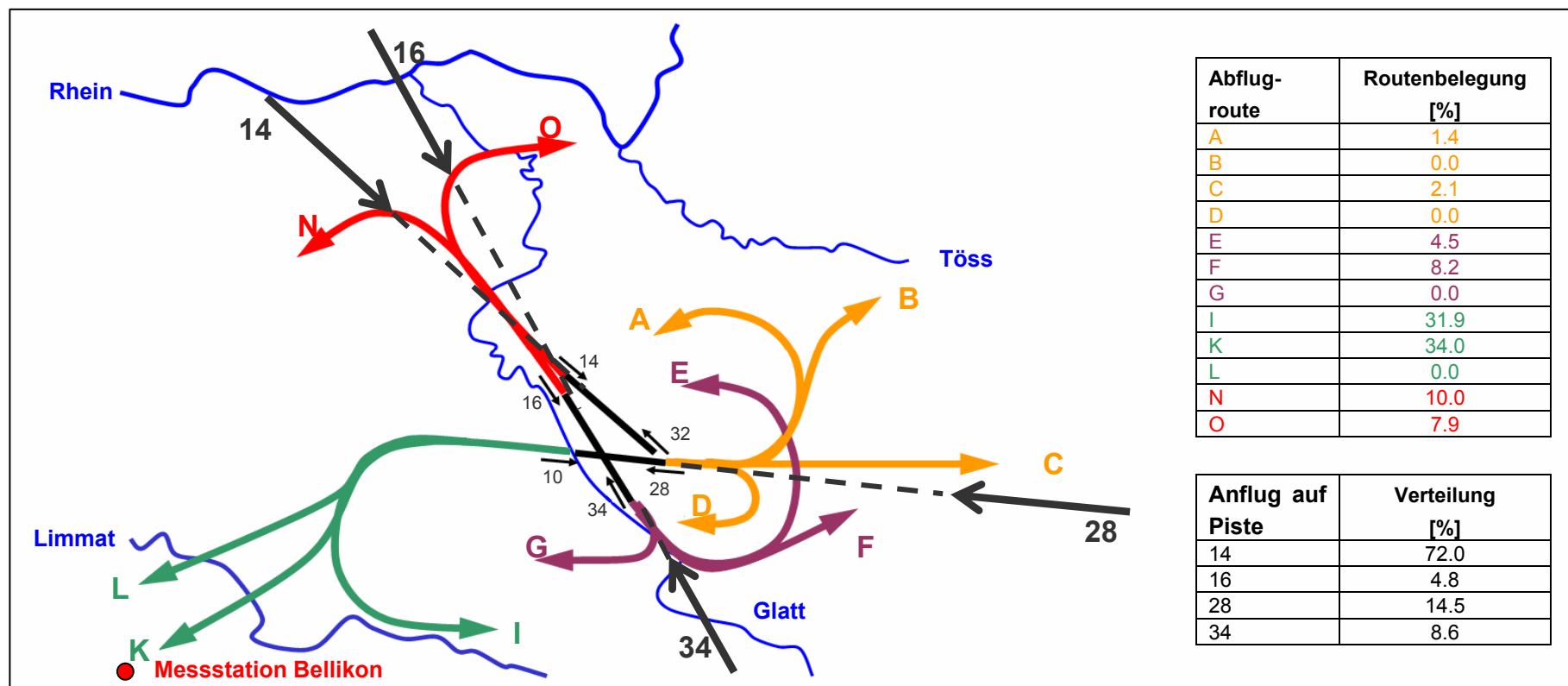
Eine gegenläufige Pistenbenützung, wie beispielsweise Starts auf den Pisten 32 oder 34 in Richtung Norden und Landungen auf den Pisten 14 oder 16 aus Richtung Norden werden nur in Ausnahmefällen oder bei geringem Verkehrsaufkommen angewendet. Weitere Gründe für eine Abweichung vom generellen Pistenbenützungskonzept können sein: Pistenreparatur, Notlandung, Unfall, Rega, etc.

D.5.3 Pistenbelegung am Flughafen Zürich (Zahlen der Flughafenbetreiberin Uniqe)



D.5.4 Prozentuale Belegung der Ab- und Anflugrouten (Zahlen der Flughafenbetreiberin Unique)

Die prozentualen Belegungen der An- und Abflugrouten (Flughafen Zürich) setzten sich im Jahr 2009 wie folgt zusammen:



Grafik 13: Ab- und Anflugrouten Flughafen Zürich

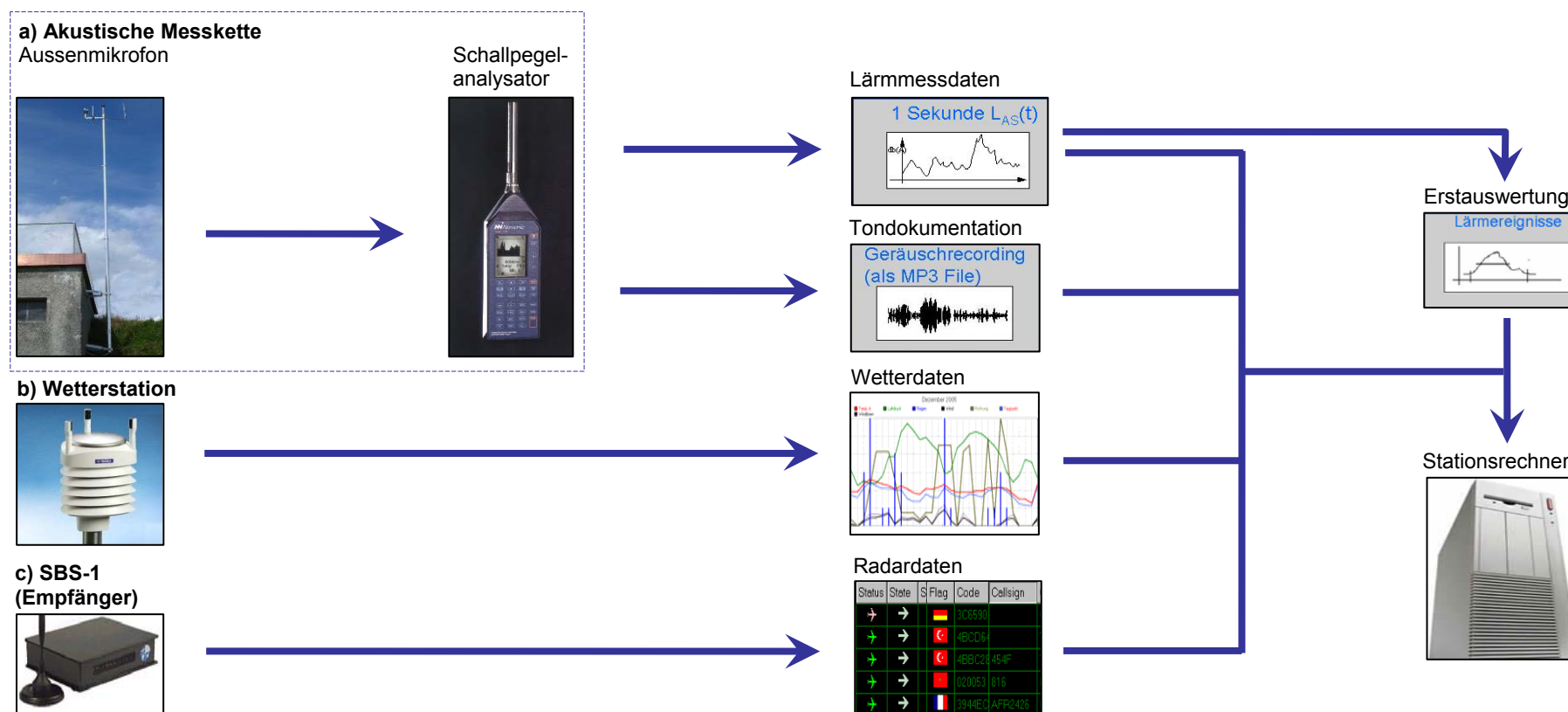
Datengrundlage © Flughafen Zürich AG

Für Bellikon relevant sind primär die Abflüge auf der Flugroute K (ab Startpiste 28). Im Weiteren führen auch Starts auf den Abflugrouten N (Piste 34), E (Piste 16) und A (Piste 10) zu Fluglärmereignissen in Bellikon. Insbesondere die schweren Flugzeugtypen (z.B. Airbus A-340-313), welche zu hohen Maximalpegeln in Bellikon führen können (vgl. Kap. D.4), benutzen in der Regel die längste Piste 16/34.

E Hinweise und Erläuterungen

E.1 Messstation

E.1.1 Übersicht Messstation



E.1.2 Messausrüstung

a) Akustische Messkette

Das eingesetzte **Aussenmikrofon** GRAS 41AM (Norsonic 1210) ist allwettertauglich. Bei der Mikrofoneinheit handelt es sich um ein Gerät der Klasse 1 das für Freifeldmessung zertifiziert ist. Die eingebaute Mikrofon-Heizung schützt die Mikrofon-Kapsel vor Kondensat. Zum Schutz vor Wind und Vögeln wurden ein Windschirm und ein Vogelabweiser installiert.

Das Herz der akustischen Messung ist der **Schallpegelanalysator** Norsonic Typ 118. Dieses Gerät ist vom Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung (METAS) als Klasse 1 Schallpegelmesser zugelassen und entspricht den neusten einschlägigen Normen (IEC 61672).

b) Wetterstation

Zur Erfassung der meteorologischen Daten wird eine Wetter-Station (WXT510/Vaisala) eingesetzt.

c) SBS-1 Empfänger (Virtuelles Radar)

Zu Kontrollzwecken werden unabhängige Radardaten erfasst. Dabei wird ein Gerät verwendet, welches Transponder-Signale (Mode S/ADS-B Bake) von Verkehrsflugzeugen empfangen kann.

E.1.3 Controlling Messstation

Die Messkette bestehend aus Mikrofon und Schallpegel-Analysator wurde vor der Installation von einer vom eidg. Amt für Messwesen anerkannten Prüf-stelle, entsprechend den Bestimmungen der Lärmschutz-Verordnung (LSV), kontrolliert bzw. geeicht. Die Eichung der Messkette wird alle zwei Jahre wiederholt. Einmal im Jahr wird das Mikrofon mit einem geeichten Kalibrator überprüft und kalibriert.

In jeder Nacht wird zusätzlich die gesamte akustische Mess-Ausrüstung mit einer eingebauten Testeinrichtung überprüft, die Überprüfung kann jederzeit auch per Fernauslösung erfolgen.

Einmal am Tag oder nach einem Neustart der Mess-Station wird das Messsystem über eine Funkuhr online synchronisiert.

E.2 Daten-Erfassung und Datenbank-Ablage

E.2.1 Datenerfassung

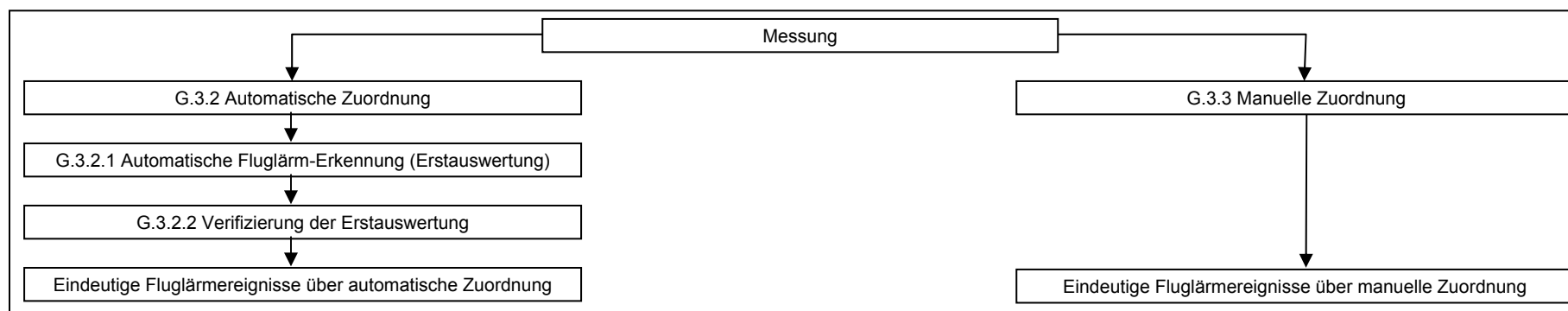
In der festen Messstation werden im Sekundenintervall, rund um die Uhr, die (Gesamt-) Lärmbelastung als Maximalpegel [L_{max}] und der Mittelungspegel [L_{eq}] in dB(A,S) aufgezeichnet. Zusätzlich werden die digitalisierten Originalgeräusche von erkannten Lärmereignissen, die meteorologischen Bedingungen (Wind, Temperatur und Niederschlag) sowie die erkennbaren Transponderdaten der Flugzeuge (Flugerkennung, Höhe, Positionen und Geschwindigkeit im Sekundentakt) erfasst.

E.2.2 Datenbankablage

Die Daten der Messstation werden über eine ADSL-Leitung zur Sinus Engineering AG in Tägerwilen gesendet und in einer Oracle-Datenbank gespeichert und weiterverarbeitet.

E.3 Methodik der Fluglärmerkennung

E.3.1 Übersicht Fluglärmerkennung



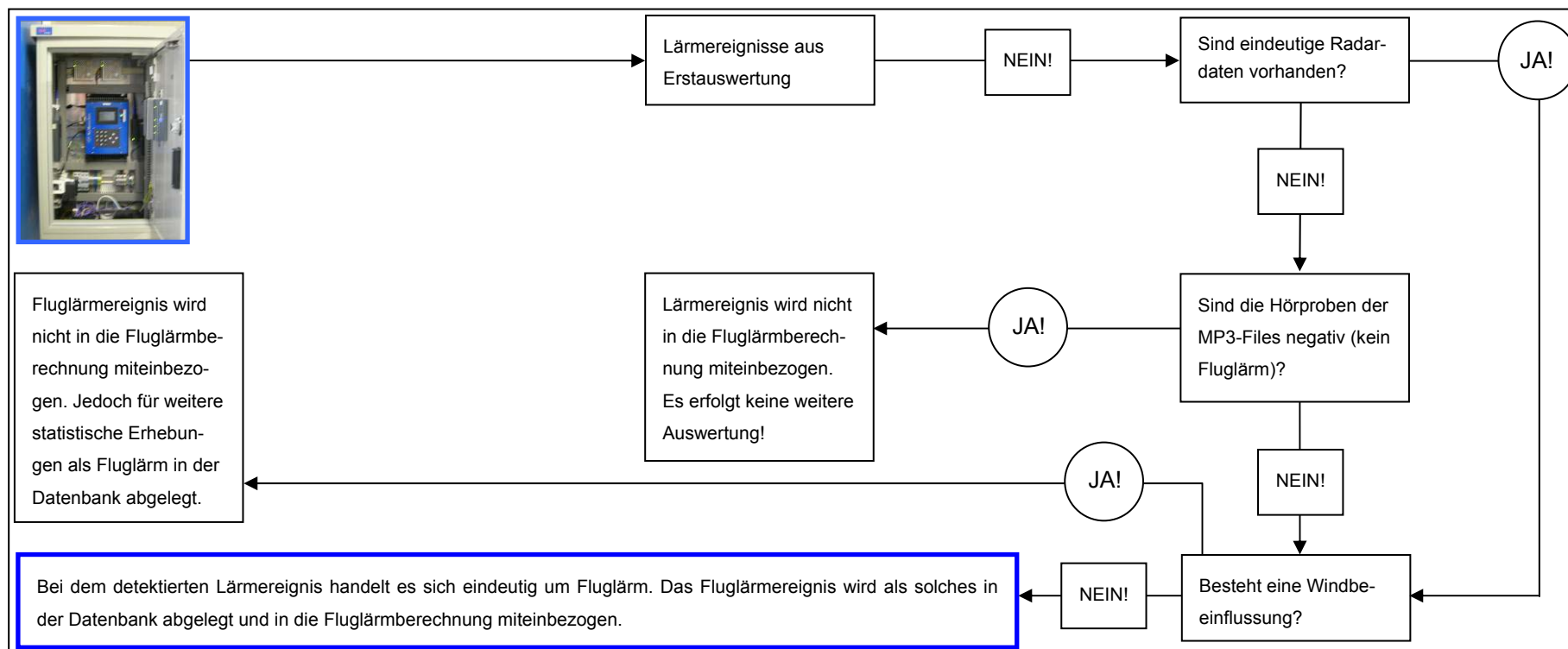
E.3.2 Automatische Zuordnung

E.3.2.1 Automatische Fluglärmerkennung (Erstauswertung)

Neben den Flugzeuggeräuschen treten an der Messstelle auch eine Vielzahl von Fremdgeräuschen auf (landwirtschaftliche Fahrzeuge, Motorfahrzeuge, Rasenmäher, spielende Kinder usw.). Um die Fluglärmgeräusche von anderen Geräuschen trennen zu können, kommen für die Erstauswertung Erkennungskriterien der DIN 45 643 Teil 2 zur Anwendung. Der Schallpegel eines Fluglärmereignisses muss eine bestimmte Maximalpegelschwelle - die Einstellung ist abhängig von der vorhandenen Fremdgeräuschsituation - für eine Mindestdauer überschreiten. Tritt dies ein, so gilt das Geräusch als mögliches Fluglärmereignis, die akustischen Kenndaten werden abgelegt und es wird zusätzlich ein Tondokument erzeugt. Die Erkennungskriterien der Mess-Station Bellikon sind:

Startschwelle		Stoppschwelle		Maximalpegelschwelle		t _{min} Tag / Nacht	t _{max} Tag / Nacht
Tag (06 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰ Uhr)	Nacht (22 ⁰⁰ - 06 ⁰⁰ Uhr)	Tag (06 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰ Uhr)	Nacht (22 ⁰⁰ - 06 ⁰⁰ Uhr)	Tag (06 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰ Uhr)	Nacht (22 ⁰⁰ - 06 ⁰⁰ Uhr)		
47	45	47	45	50	48	11sec	150sec

E.3.2.2 Verifizierung der Erstauswertung



E.3.3 Manuelle Zuordnung

Erfüllt ein eindeutiges Fluglärm-Ereignis die Erkennungskriterien der Erstauswertung nicht, so erfolgt keine automatische Erkennung. Ein nicht deklariertes Fluglärm-Ereignis kann anhand einer optischen Beurteilung des Pegelschriebs nachträglich manuell gültig gesetzt werden, falls das Ereignis nicht durch Wind beeinflusst wurde.

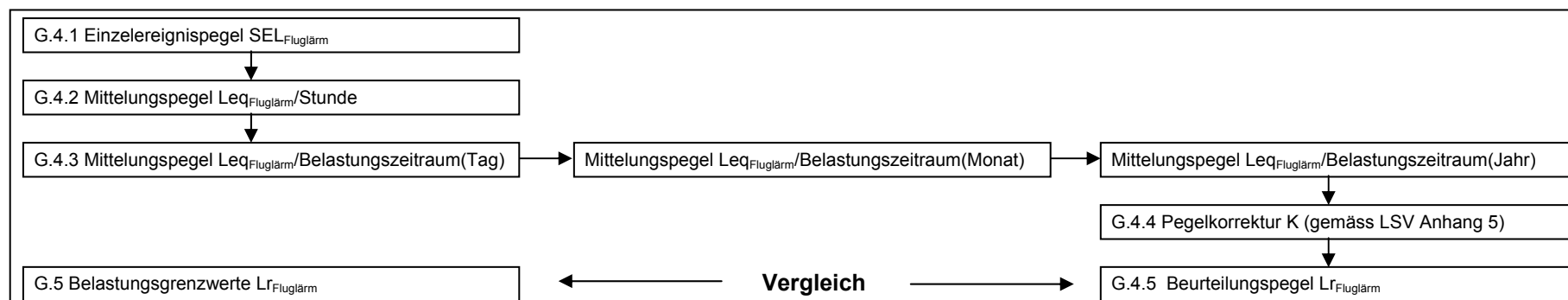
E.4 Methodik der Auswertung

Die Auswertung der Daten werden durch die DIN 45643 Teil 1 und 3 (Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen) geregelt. Für jeden Überflug wird der Fluglärm-Einzelereignispegel SEL mit der Integrationsmethode berechnet. Unter Verwendung der Einzelereignispegel der Fluglärm-Ereignisse werden die Pegelmittelwerte (Tagesstunden oder Bezugszeiträume nach LSV) gebildet.

Werden in einer Bezugszeit (Stunde oder Tag) mehr als die Hälfte der zu erwartenden Fluglärmereignisse durch Wind oder technische Störungen ungültig, so wird die gesamte Bezugszeit als Ausfall gewertet und die Ergebnisse nicht für die Pegelmittelbildung verwendet. In den Auswertetabellen werden die wetterbedingten oder technisch gestörten Zeiträume mit „W“ (Wetter) oder „T“ (Technik) bezeichnet.

Die Auswertung der Mess-Resultate erfolgt in drei Ebenen:

- a) Übersicht der Fluglärmbelastung für das Jahr 2009 (siehe Kap. C)
- b) Statistische Auswertungen für das Jahr 2009 (siehe Kap. D)
- c) Jahresvergleich (frühestens im Jahresbericht 2010)



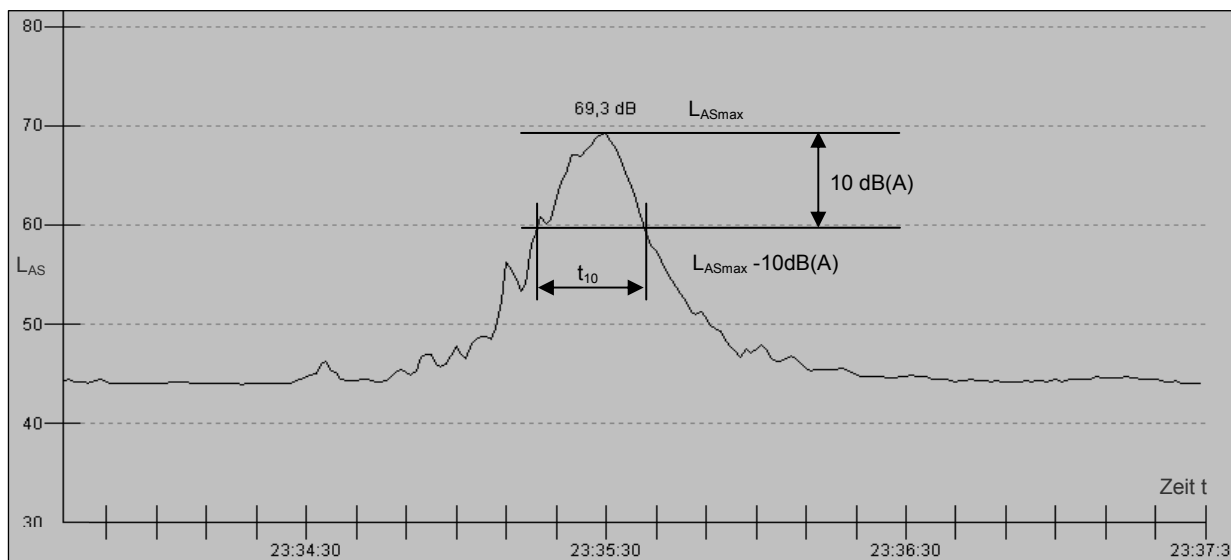
E.4.1 Einzelereignispegel $SEL_{\text{Fluglärm}}$

Der Einzelereignispegel $SEL_{\text{Fluglärm}}$ wird gemäss der DIN 45 643 Teil 1 mit dem Integrationsverfahren bestimmt. Die Integrationsdauer umfasst mindestens die Zeitspanne t_{10} . $L_{AS}(t)$ ist dabei der A-bewertete Schalldruckpegel zur Zeit t .

$$SEL = 10 \log \left(\frac{1}{t_{\text{ref}}} \int_{t_{\text{ref}}} 10^{0.1 L_{AS}(t) / \text{dB}} dt \right) \text{dB}$$

Hierin bedeutet:

$t_{\text{ref}} = 1 \text{ s}$



E.4.2 Mittelungspegel $Leq_{\text{Fluglärm}}/\text{Stunde}$

Beim Mittelungspegel $Leq_{\text{Fluglärm}}/\text{Stunde}$ wird der über eine Stunde gemessene Lärm auf ein vergleichbares Dauergeräusch umgerechnet. Der Leq wird in dB(A) ausgedrückt und ist ein weltweit anerkanntes Maß. Der Leq berechnet sich aus der logarithmischen Summe der Einzelereignispegel SEL genannt.

$$Leq = 10 \log \left(\frac{t_{\text{ref}}}{T} \sum_j 10^{0.1 SEL_j / \text{dB}} \right) \text{dB}$$

Hierin bedeutet:

$t_{\text{ref}} = 1 \text{ s}$

$T =$ zugrunde gelegtes Zeitintervall (3600s)

E.4.3 Mittelungspegel $Leq_{\text{Fluglärm}}$ /Belastungszeitraum

Die Mittelungspegel $Leq_{\text{Fluglärm}}$ /Belastungszeitraum werden über die Mittelungspegel $Leq_{\text{Fluglärm}}$ /Stunde auf die einzelnen Belastungszeiträume energetisch zusammengefasst (gemittelt).

E.4.4 Pegelkorrektur K (gemäss LSV Anhang 5)

Pegelkorrekturen werden gemäss LSV nur bei der Ermittlung der Beurteilungspegel für den Lärm des Verkehrs von Kleinluftfahrzeugen verwendet. Da in Balterswil die jährliche Flugbewegungszahl von Kleinluftfahrzeugen unter 15000 liegt, ist die Pegelkorrektur $K = 0$.

E.4.5 Beurteilungspegel $Lr_{\text{Fluglärm}}$ (gemäss LSV Anhang 5)

Der Beurteilungspegel $Lr_{\text{Fluglärm}}$ für den Lärm des Gesamtverkehrs auf zivilen Flugplätzen, auf denen Grossflugzeuge verkehren, wird für den massgeblichen Flugbetrieb getrennt für den Tag (06–22 Uhr), die erste Nachtstunde (22–23 Uhr), die zweite Nachtstunde (23–24 Uhr) und die letzte Nachtstunde (05–06 Uhr) berechnet.

Der Beurteilungspegel für den Tag Lr_t für den Lärm des Gesamtverkehrs auf zivilen Flugplätzen, auf denen Grossflugzeuge verkehren, wird aus den Beurteilungspegeln für Kleinluftfahrzeuge Lr_k und Grossflugzeuge Lr_g wie folgt berechnet:

$$Lr_t = 10 * \log (10^{0.1 * Lr_k} + 10^{0.1 * Lr_g}).$$

Der Beurteilungspegel für den Tag Lr_g für den Lärm des Verkehrs von Grossflugzeugen ist die Summe des A-bewerteten Mittelungspegels Leq_g , der durch den Betrieb von Flugzeugen in der Zeit von 06–22 Uhr im Jahresmittel verursacht wird:

$$Lr_g = Leq_g.$$

Der Beurteilungspegel Lr_n für den Lärm des Verkehrs von Grossflugzeugen für die erste, zweite und letzte Nachtstunde ist der A-bewertete Mittelungspegel Leq_n , der durch den Betrieb von Flugzeugen in der Zeit von 22–23 Uhr, 23–24 Uhr und 05–06 Uhr im Jahresmittel verursacht wird:

$$Lr_n = Leq_n.$$

E.5 Belastungsgrenzwerte

Lärmschutz-Verordnung: Die Schweizerische Lärmschutz-Verordnung (LSV) kennt im Anhang 5 „Belastungsgrenzwerte für den Lärm von zivilen Flugplätzen“. Diese „Belastungsgrenzwerte“ gelten für verschiedene „Tageszeiträume“ und „Empfindlichkeitsstufen“.

Belastungsgrenzwerte: Planungswert: gilt für die Planung (Erschliessung, Einzonung)
Immissionsgrenzwert: gilt (u.a.) für bestehende Anlagen und im Baubewilligungsverfahren
Alarmwert: Extremsituationen mit höchster Sanierungspriorität

Tageszeiträume: Tagwert (06-22 Uhr), erste Nachtstunde (22-23 Uhr), zweite Nachtstunde (23-24 Uhr); letzte Nachtstunde (05-06 Uhr), Flüge während des Nachtflugverbots (24-05 Uhr) werden bei der Grenzwertbeurteilung nach Lärmschutz-Verordnung der Nachtstunde von 23-24 Uhr zugeteilt.

Empfindlichkeitsstufen: ES I: Erholungszonen (u.a.)
ES II: Wohnzonen (u.a.)
ES III: Wohn- und Gewerbebezonen, Landwirtschaftszonen (u.a.)
ES IV: Industriezonen (u.a.)

Grenzwerte: **Für Bauzonen gelten folgende Grenzwerte:**

	Planungswert (PW)				Immissionsgrenzwert (IGW)			
	Nacht 05-06 Uhr Lr in dB(A)	Tag 06-22 Uhr Lr in dB(A)	Nacht 22-23 Uhr Lr in dB(A)	Nacht 23-24 Uhr Lr in dB(A)	Nacht 05-06 Uhr Lr in dB(A)	Tag 06-22 Uhr Lr in dB(A)	Nacht 22-23 Uhr Lr in dB(A)	Nacht 23-24 Uhr Lr in dB(A)
ES I	43	53	43	43	45	55	45	45
ES II	47	57	50	47	50	60	55	50
ES III	50	60	50	50	55	65	55	55
ES IV	55	65	55	55	60	70	60	60

E.6 Hinweise auf Besonderheiten im Berichtszeitraum

E.6.1 Störungen des Messbetriebs

Monat	Ausfall [h / Monat] infolge:			Bemerkung
	technische Störung (T)	Windbeeinflussung (W)	Fremdlärmbeeinflussung (F)*	
Jan. 09		23		
Feb. 09		45		
Mrz. 09		72	8	
Apr. 09		6	3	
Mai. 09	39	3	3	Stromausfall
Jun. 09		23	2	
Jul. 09		18	8	
Aug. 09		4	2	
Sep. 09		19	2	
Okt. 09		4	6	
Nov. 09		47	1	
Dez. 09		41	1	

* Fremdlärm: Vogelgezwitzcher, Landmaschinen, Gewitter, starker Regen, Feuerwerk (1. August Feier)

E.6.2 Verfügbarkeit der Messkomponenten

