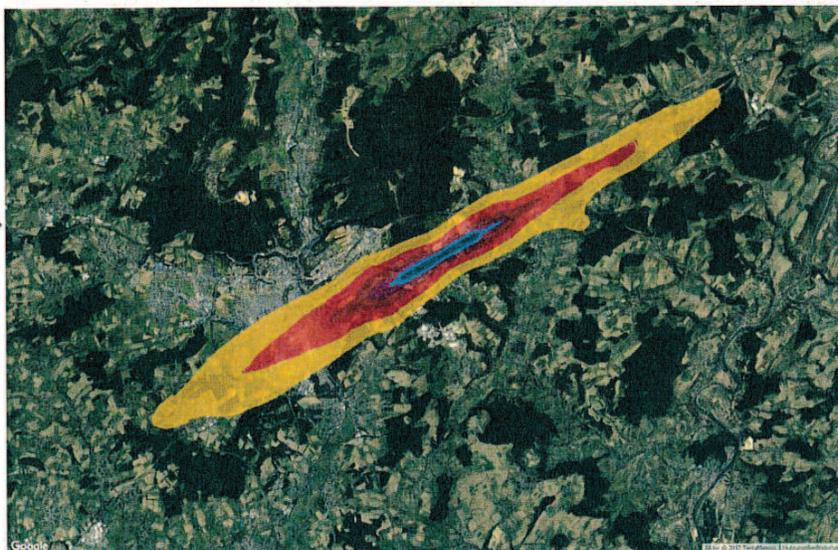


Strategische Lärmkartierung für den Flugverkehr des Flughafens Luxemburg Findel (ELLX)

Technischer Abschlussbericht
zur 3. Stufe der Lärmkartierung
2017



für die

Administration de l'environnement
c/o Service de gestion du bruit
1, avenue du Rock'n'Roll
L - 4361 Esch-sur-Alzette

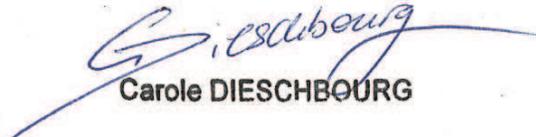
vorgelegt von

Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH
Wilhelm-Brand-Str. 7
44141 Dortmund
Tel.: 49(0)231 – 4271171
Fax: 49(0)231 – 4271173
Email: info@stapelfeldt.de



Vu et approuvé
Luxembourg, le **12 SEP. 2018**

La Ministre de l'Environnement


Carole DIESCHBOURG

A B K Ü R Z U N G S V E R Z E I C H N I S

| | |
|------------|--|
| ACT | Administration du cadastre et de la topographie |
| AIP | Airport Information Publication |
| ANA | Administration de la Navigation Aérienne |
| AzB | Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen |
| BimSchG | Bundesimmissionsschutzgesetz |
| CFL | Société Nationale de Chemins de Fer Luxembourgeois |
| CMT | Cellule Modèles de Transports |
| dB | Dezibel: Maß für den Schalldruckpegel |
| dB(A) | A-gewichteter Schalldruckpegel. Durch die A-Bewertung wird die frequenzabhängige Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs berücksichtigt |
| DES | Datenerfassungssystem (für den Flugverkehr) |
| ECAC | European Civil Aviation Conference |
| EU | Europäische Union |
| GIS | Geografisches Informationssystem |
| h | Stunde |
| L_{day} | Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung am Tag (7:00 - 19:00 Uhr) |
| L_{den} | Maß für die ganztägige Lärmbelastung über 24 Stunden bei dem laute Pegel in den Abend- und Nachtstunden stärker gewichtet werden als in den Tagstunden |
| L_{evg} | Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung am Abend (19:00 - 23:00 Uhr) |
| L_{nqt} | Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung in der Nacht (23:00 - 7:00 Uhr) |
| LimA-Makro | Vordefinierte Befehlsfolge zur Bearbeitung von Attribut- und Geometriedaten |
| QSI | Qualitätsanforderungen und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz (s. DIN 45687) |
| VBEB | Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belasteten-Zahlen durch Umgebungslärm |
| VBUF | Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen |

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einführung | 9 |
| 2 | Rechtliche und technische Grundlagen | 10 |
| 3 | Daten | 12 |
| 3.1 | Geometrie der Flugrouten | 12 |
| 3.2 | Flugverkehrsaufkommen der IFR Flüge | 14 |
| 3.3 | Zusätzliche Flugzeugklasse für 747-8 | 18 |
| 3.4 | Flugverkehrsaufkommen der VFR Flüge | 19 |
| 3.5 | Gelände | 20 |
| 3.5.1 | Topographie | 20 |
| 3.5.2 | Schallschutzeinrichtungen | 20 |
| 3.5.3 | Einwohner | 20 |
| 3.5.4 | Wohnungen | 20 |
| 3.5.5 | Schulen und Krankenhäuser | 20 |
| 4 | Berechnung | 22 |
| 4.1 | Verwendete Software und Organisation der Datenverwaltung | 22 |
| 4.2 | Berechnung der Lärmkarten | 23 |
| 4.3 | Berechnung der Fassadenpegel | 23 |
| 4.4 | Qualitätssicherung der Berechnung | 23 |
| 5 | Ergebnisse | 24 |
| 5.1 | Lärmkarten | 24 |
| 5.1.1 | Gesamtgebiet Luxemburg, Darstellung der Lärmindizes | 25 |
| 5.2 | Betroffenenstatistiken | 29 |
| 6 | Quellenverzeichnis | 32 |

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | | |
|----------------|---|----|
| Abbildung 1-1: | Untersuchungsgebiet | 9 |
| Abbildung 3-1 | AIP Flugrouten für IFR und VFR Flüge | 13 |
| Abbildung 5-1: | Lärmbelastung L_{day} durch Fluglärm in Luxemburg | 25 |
| Abbildung 5-2: | Lärmbelastung L_{evg} durch Fluglärm in Luxemburg | 26 |
| Abbildung 5-3: | Lärmbelastung L_{ngt} durch Fluglärm in Luxemburg | 27 |
| Abbildung 5-4: | Lärmbelastung L_{den} durch Fluglärm in Luxemburg | 28 |

TABELLENVERZEICHNIS

| | | |
|---------------|--|----|
| Tabelle 1 | Datenlieferung durch beteiligte Institution | 12 |
| Tabelle 2 | IFR Flüge, aufgeschlüsselt nach Flugzeugklasse und Route | 17 |
| Tabelle 3 | IFR Flüge, getrennt nach Zeitraum, Klasse und An-/Abflug | 18 |
| Tabelle 4 | Oktavwerte der Emission für Start- bzw. Landung der 747-8 gemäß AzB. | 18 |
| Tabelle 5 | VFR Flüge, getrennt nach Zeitraum, Klasse und An-/Abflug | 19 |
| Tabelle 6 | Projektbezogenen Berechnungsparameter | 22 |
| Tabelle 5-1: | Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den} | 29 |
| Tabelle 5-2: | Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{ngt} | 29 |
| Tabelle 5-3: | Flächenbelastung für L_{den} als Überschreitungswert | 30 |
| Tabelle 5-4: | Einwohnerbelastung für L_{den} als Überschreitungswert | 30 |
| Tabelle 5-5: | Anzahl Wohnungen für L_{den} als Überschreitungswert | 30 |
| Tabelle 5-6: | Anzahl Schulen, Krankenhäuser für L_{den} als Überschreitungswert | 30 |
| Tabelle 5-7: | Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den} | 30 |
| Tabelle 5-8: | Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{ngt} | 31 |
| Tabelle 5-9: | Einwohnerbelastung für L_{den} als Überschreitungswert | 31 |
| Tabelle 5-10: | Anzahl Wohnungen für L_{den} als Überschreitungswert | 31 |
| Tabelle 5-11: | Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den} (max. Pegel) | 31 |
| Tabelle 5-12: | Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{ngt} (max. Pegel) | 31 |

1 Einführung

Im Rahmen der Umsetzung der 3. Stufe der EG-Umgebungslärm-Richtlinie 2002/49/EG (EU, 2002) in Verbindung mit der nationalen Rechtslage im Großherzogtum Luxemburg wurde im Auftrag der Administration de l'environnement in Luxembourg eine Lärmkartierung für den Flugverkehr erstellt. Diese Ermittlung der Lärmbelastung dient unter anderem auch der Information der Öffentlichkeit. An die Lärmkartierung anschließend, sind – außerhalb des hier dargestellten Projekts – Aktionspläne zu erstellen, mit denen Lärmprobleme und Lärmauswirkungen sowie eventuell erforderliche Lärmminde- rungen geregelt werden sollen.

Als zu berücksichtigende Lärmquellen gelten Verkehrsflughäfen mit einem Aufkommen von 50000 Start- bzw. Landungen im Jahr. Die Lärmbelastung der Bevölkerung wird dabei getrennt für die Bereiche innerhalb bzw. außerhalb von Ballungsräumen be- stimmt. Der Ballungsraum "Agglomération de la Ville de Luxembourg et environs" be- steht aus der Stadt Luxembourg sowie den fünf angrenzenden Gemeinden Bertrange, Hesperange, Strassen, Steinsel sowie Walferdange und hat mit Stand 2016 ca. 159000 Einwohner.

Schallimmissionen gelten als relevant, ab einem Pegel von 55 dB am Tage bzw. 45 dB in der Nacht. Für das mit 40 x 40 (km) angesetzte Untersuchungsgebiet (**Abbildung 1-1**) wird diese Prämisse durch die Berechnungsergebnisse bestätigt.



Abbildung 1-1: Untersuchungsgebiet

2 Rechtliche und technische Grundlagen

Gemäß dem *Règlement grand-ducal du 2 août 2006 portant application de la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement* steht es dem zuständigen Minister für Umwelt zu die Lärmkarten gutzuheissen. Die für die Ausarbeitung der Lärmkarten zuständige Behörde ist die Administration de l'environnement

Administration de l'environnement
1, avenue du Rock'n'Roll
L – 4361 Esch-sur-Alzette

Die Arbeiten wurden auf der Grundlage folgender gesetzlicher Vorgaben durchgeführt:

- DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise
- Règlement grand-ducal du 2 août 2006 portant application de la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement
- COMMISSION RECOMMENDATION of 6 August 2003 concerning the guidelines on the revised interim computation methods for industrial noise, aircraft noise, road traffic noise and railway noise, and related emission data (notified under document number C(2003) 2807) (2003/613/EC)
- Recommendations and guidelines by the European Commission and the European Environmental Agency.

Gemäß Umgebungslärmrichtlinie sind Verkehrsflughäfen nur dann zu erfassen, wenn das jährliche Verkehrsaufkommen über 50.000 Flugbewegungen liegt.

Nach Abzug der nicht zu berücksichtigenden Übungsflüge mit Leichtflugzeugen bis 2 t ergibt sich für 2016 in Sinne der Richtlinie ein Aufkommen von ca. 68.000 Flugbewegungen der IFR und VFR Flüge, d.h. Starts bzw. Landungen. Der Flughafen ist damit im Sinne der EU Richtlinie als kartierungspflichtig einzustufen.

Im kartierungsrelevanten Gebiet wurden Berechnungen der Lärmbelastung gemäß ECAC.CAEC Doc 29 Ed. II [1] unter Berücksichtigung der Empfehlungen zu den „Interimsmethoden“ durchgeführt. Als besondere Aspekte werden dabei berücksichtigt:

- Die Emissionsdaten für die jeweils genutzten Flugzeugtypen werden gemäß der Flugzeugklassen der VBUF [6] festgelegt. Sie sind identisch mit den Daten der AzB (1996), auf die sich die Hinweise zu den „Interims Methoden“ beziehen.
- Für den moderneren Flugzeugtyp Boeing 747-8 wurde eine eigene neue Flugzeugklasse (S7.8) festgelegt, deren Emission in Anlehnung an den Report „Noise Modelling and the 747-8 „ [7] festgelegt wurde
- Flugrouten-Festlegung gemäß AIP [8]
- Berechnung der Immissionsrasterkarten im 10 m Raster und in 4 m Höhe über Geländeneiveau für
 - L_{day} als Tagwert für den Zeitraum 07:00 bis 19:00
 - L_{evg} als Abendwert für den Zeitraum 19:00 bis 23:00

- L_{ngt} als Nachtwert für den Zeitraum 23:00 bis 07:00
- L_{den} als gewichteten, kombinierten Wert aus L_{day} , L_{evng} und L_{ngt}
- Berechnung der Fassadenwerte in einer Position unmittelbar vor den Gebäudefassaden durch Interpolation der Rasterergebnisse
- Keine Ermittlung „ruhiger Fassaden“, da die anzuwendende Norm keine schirmenden bzw. reflektierenden Hindernisse berücksichtigt

In der weiteren Auswertung zur Erfassung der durch Fluglärm belasteten Einwohner und Gebäude wurde nach dem in der VBEB (2007) beschriebenen Verfahren vorgegangen.

Alternativ zum VBEB Verfahren wurde auch eine Statistik angelegt, die mit den maximalen Fassadenpegeln eines Gebäudes arbeitet.

Als Ergebnis wird u.a. eine tabellarische Auflistung (XLS) der an die EU zu meldenden Kenngrößen gemäß den Reportnet Vorgaben erzeugt. Die XLS Datei wird als Teil der zu liefernden digitalen Daten übergeben.

Das kartierungspflichtige Gebiet umfasst alle Bereiche Luxembourgs, die relevanten Lärmbelastungen durch Fluglärm, d. h. L_{den} ab 55 dB(A) und L_{ngt} ab 45 dB(A) aufweisen.

Zur Ermittlung des L_{den} werden zunächst die Immissionspegel für Tag, Abend und Nacht bestimmt. Durch gewichtete energetische Summation wird hieraus der L_{den} abgeleitet.

3 Daten

Das Zusammentragen des Berechnungsmodells erfolgte auf der Basis der von der ANA übergebenen RADAR-Track-Daten für 2016 und einer XLS Datei mit den Daten des Flugplans für 2016.

Andere wesentliche Modelldaten wurden durch die beteiligten Institutionen gemäß **Tabelle 1** bereitgestellt.

Tabelle 1 Datenlieferung durch beteiligte Institution

| | |
|----------------------------|-----|
| Geländedaten | ACT |
| Gebäude und Einwohner | ACT |
| Radar Track Daten | ANA |
| Statistiken des Flughafens | ANA |

Die DES-Datenstruktur wurde an die Belange des Flughafens bzw. der bestehenden Datenlage angepasst.

Wesentliche Arbeitsschritte der Datenaufbereitung waren:

- Aufbereitung des Geländemodells, das als Rasterdatensatz mit 1 m Rasterweite geliefert wurde, für die Nutzung in der Lärmberechnung.
- Auswertung von Radar-Track-Daten, getrennt nach
 - a. An- und Abflug
 - b. Betriebsrichtung
 - c. Flugzeugtypen bzw. zugeordneter Flugzeugklasse
 - d. Zeitintervallen des Tages
 - e. zuzuordnenden Flugrouten gemäß AIP
- Für die akustisch untergeordneten VFR Flüge wurden die in der 2. Stufe angesetzten Mengen pauschal um 15% erhöht.

In den folgenden Abschnitten werden die für die Lärmkartierung zugrunde gelegten Eingangsdaten und die für diese Daten durchgeführten Veredelungsschritte dargestellt.

3.1 Geometrie der Flugrouten

Die Berechnungen beruhen auf der Annahme, dass die erfassten Flugbewegungen entlang von definierten Flugrouten erfolgen, die den Vorgaben der AIP [8] entsprechen. Diese gelten aktuell in der gleichen Form wie in 2012.

Die AIP Routen beschreiben Grundrisse. Das Höhenprofil der Flugroute hängt von der jeweils behandelten Flugzeugklasse ab.

Die tatsächliche Streuung des Flugverkehrs gegenüber einer idealisierten Mittellinien des AIP wird in ECAC Doc 29 durch die Annahme von veränderlichen Korridorbreiten berücksichtigt, die mit zunehmender Entfernung vom Flughafen zunehmen und außerdem von der Form der Flugrouten-Grundrisse abhängen.

Die DES Flugrouten werden beschrieben durch Angabe der Lage des Bahnbezugspunktes und einer Abfolge von geraden Strecken und Kreisbögen. In Hinblick auf die Nutzung der ECAC Doc 29 werden im DES keine expliziten Korridorbreiten angege-

ben.

Sämtliche Routen sind in dem gesonderten Dokument LUX_AIP_DES.DOC [9] in dieser Weise beschrieben. Sie werden zusätzlich als XLS Datei AIP_ROUTEN_2017.XLS übergeben.

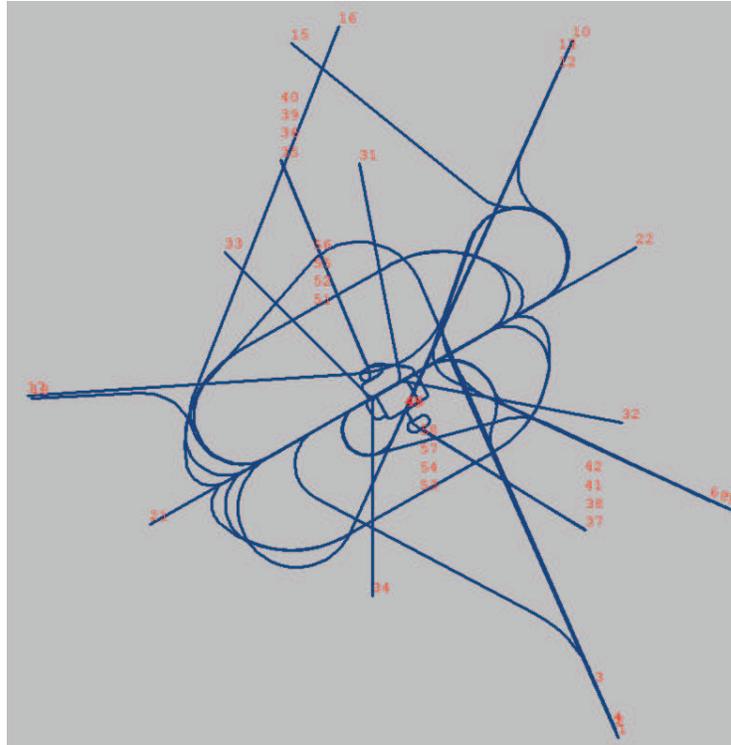


Abbildung 3-1 AIP Flugrouten für IFR und VFR Flüge

Um die Flugbewegungen gemäß Radar-Track Aufzeichnung den jeweiligen Routen zuordnen zu können, wurden zunächst aus den Grundrissen beider Geometrien wesentliche Geometriemerkmale extrahiert.

Da die Radar-Track Daten in sehr unterschiedlichen Beobachtungslängen vorlagen, mindestens aber bis zum Erreichen bzw. Verlassen der Standardanflughöhe, wurde deren relevante Länge auf 30 km begrenzt. Entsprechende sind auf die Geometriemerkmale der AIP Routen nur auf den ersten 30 km ab Bahnbezugspunkt ausgewertet worden.

Als wesentliche Geometriemerkmale gelten:

1. Betriebsrichtung Ost oder West
2. Drehsinn des ersten Kurvenfluges
3. Entfernung in der, vom Bahnbezugspunkt aus gesehen, der erste Kurvenflug eingeleitet wird
4. Gesamtwinkel der Drehungen, getrennt für Recht- und Linksdrehung
5. Endrichtung nach ca. 30 km
6. Bezeichnung des ersten Pflichtmeldepunktes

Die Gesichtspunkte 3, 4 und 5 werden gemäß ihrer jeweiligen geometrischen Exaktheit gewichtet berücksichtigt.

In den RADAR-Track-Daten gab es ca. 3200 registrierte Flugbewegungen ohne Zuordnung eines gültigen Flugzeugtyps, d.h. vom Typ „UNDF“. Aus den Flugplanlisten konnten hierfür keine zusätzlichen Informationen gewonnen werden. Diese Menge wurde je nach zugeordneter Zeitperiode gleichmäßig auf alle darin registrierten Flugbewegungen verteilt.

Zur Qualitätssicherung wurden die über die Radar-Track Daten erfassten Flugbewegungen mit den statistischen Daten des Flughafens für den internationalen IFR Verkehr verglichen. Lokale IFR Platzrunden werden in diesem Ansatz nicht betrachtet, da sie getrennt in Punkt 3.4 behandelt werden.

Die internationalen IFR Flüge sind in Form von monatlichen XLSX Dateien der ANA (FPL JAN 2016.xlsx etc.) mit Stand vom 4.7.2017 berücksichtigt worden. Hierin werden 68408 Flüge dokumentiert, die aber auch nicht zu berücksichtigende Polizei- und Rettungseinsätze enthalten. Insgesamt ergibt sich damit eine gute Übereinstimmung mit den 67945 Flugbewegungen der RADAR-Track Auswertung. In der Tabelle 2 werden die jährlichen Flugbewegungen pro AzB-Flugzeugklasse und pro AIP Route wiedergegeben.

Lokale Flüge wurden gesondert behandelt.

3.2 Flugverkehrsaufkommen der IFR Flüge

Aus den Radar-Track Daten konnten für alle IFR Flüge aus 2016 folgende Informationen bestimmt werden:

- Uhrzeit des Ereignisses
- Start- oder Landvorgang
- Ziel- bzw. Herkunftsflughafen
- Flugzeugtyp
- 3-d Geometrie der Flugspur

Die Flugzeugtypen wurden anhand einer getrennten Datenbank den Flugzeugklassen der AzB zugeordnet. Mittels der Flugzeugklassen werden während der Fluglärmberechnung die positionsabhängige Emission und das Vertikalprofile bestimmt. Die Nutzung von AzB Emissionsdaten in Kombination mit einer Ausbreitrechnung nach ECAC Doc 29 ist in den EU Hinweisen zur „Interims Methode“ geregelt.

Gemäß dem in 3.1 beschriebenen Verfahren ergaben sich für die einzelnen AIP Routen folgende nach AzB-Flugzeugklassen aufgeschlüsselten Mengen.

| Route | P1.3 | P1.4 | P2.1 | S1.1 | S1.3 | S3.2 | S5.1 | S5.2 | S5.3 | S6.1 | S6.2 | S6.2B | S7 | S7.8 | Summe |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----|------|-------|
| 1 | 91 | 169 | 107 | 1 | 0 | 0 | 1592 | 829 | 0 | 18 | 0 | 1 | 266 | 38 | 3113 |
| 2 | 109 | 219 | 146 | 0 | 0 | 0 | 2681 | 1529 | 0 | 14 | 0 | 0 | 447 | 208 | 5355 |
| 3 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 42 |
| 4 | 12 | 23 | 7 | 0 | 0 | 0 | 1021 | 125 | 0 | 18 | 0 | 0 | 33 | 7 | 1250 |
| 5 | 69 | 91 | 4 | 0 | 0 | 0 | 899 | 147 | 0 | 8 | 0 | 0 | 75 | 186 | 1484 |
| 6 | 56 | 118 | 21 | 0 | 0 | 0 | 1827 | 200 | 0 | 6 | 0 | 0 | 15 | 20 | 2269 |
| 7 | 7 | 29 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1138 | 248 | 1 | 29 | 0 | 2 | 78 | 222 | 1769 |
| 8 | 10 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 466 | 45 | 0 | 17 | 0 | 0 | 27 | 74 | 656 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|-----|---|---|---|-------|-------|---|------|---|----|------|------|-------|
| 10 | 35 | 5 | 3 | 0 | 0 | 1 | 154 | 72 | 0 | 4 | 0 | 0 | 18 | 32 | 334 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 12 | 12 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 168 | 12 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 5 | 229 |
| 13 | 15 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 28 | 17 | 0 | 12 | 0 | 1 | 174 | 423 | 692 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| 15 | 57 | 120 | 19 | 0 | 0 | 1 | 2542 | 626 | 0 | 104 | 0 | 1 | 260 | 433 | 4178 |
| 16 | 80 | 233 | 61 | 1 | 2 | 0 | 4619 | 220 | 0 | 173 | 0 | 4 | 592 | 955 | 6956 |
| 17 | 18 | 40 | 2 | 0 | 0 | 0 | 192 | 393 | 0 | 23 | 0 | 0 | 55 | 80 | 820 |
| 18 | 50 | 94 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1360 | 2348 | 0 | 109 | 1 | 1 | 231 | 244 | 4469 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 21 | 379 | 481 | 154 | 0 | 0 | 0 | 6564 | 2336 | 1 | 198 | 0 | 4 | 749 | 991 | 11878 |
| 22 | 476 | 746 | 272 | 0 | 2 | 3 | 12406 | 4561 | 0 | 368 | 1 | 6 | 1492 | 1958 | 22313 |
| Summe | 1480 | 2397 | 823 | 2 | 4 | 5 | 37674 | 13718 | 2 | 1105 | 2 | 20 | 4519 | 5876 | 67627 |

Tabelle 3 zeigt die Anzahl Flugbewegungen während Tag, Abend und Nacht in Abhängigkeit von der Flugzeugklasse

Tabelle 2 IFR Flüge, aufgeschlüsselt nach Flugzeugklasse und Route

| Route | P1.3 | P1.4 | P2.1 | S1.1 | S1.3 | S3.2 | S5.1 | S5.2 | S5.3 | S6.1 | S6.2 | S6.2B | S7 | S7.8 | Summe |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|------|------|-------|
| 1 | 91 | 169 | 107 | 1 | 0 | 0 | 1592 | 829 | 0 | 18 | 0 | 1 | 266 | 38 | 3113 |
| 2 | 109 | 219 | 146 | 0 | 0 | 0 | 2681 | 1529 | 0 | 14 | 0 | 0 | 447 | 208 | 5355 |
| 3 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 42 |
| 4 | 12 | 23 | 7 | 0 | 0 | 0 | 1021 | 125 | 0 | 18 | 0 | 0 | 33 | 7 | 1250 |
| 5 | 69 | 91 | 4 | 0 | 0 | 0 | 899 | 147 | 0 | 8 | 0 | 0 | 75 | 186 | 1484 |
| 6 | 56 | 118 | 21 | 0 | 0 | 0 | 1827 | 200 | 0 | 6 | 0 | 0 | 15 | 20 | 2269 |
| 7 | 7 | 29 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1138 | 248 | 1 | 29 | 0 | 2 | 78 | 222 | 1769 |
| 8 | 10 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 466 | 45 | 0 | 17 | 0 | 0 | 27 | 74 | 656 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 10 | 35 | 5 | 3 | 0 | 0 | 1 | 154 | 72 | 0 | 4 | 0 | 0 | 18 | 32 | 334 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| 12 | 12 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 168 | 12 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 5 | 229 |
| 13 | 15 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 28 | 17 | 0 | 12 | 0 | 1 | 174 | 423 | 692 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| 15 | 57 | 120 | 19 | 0 | 0 | 1 | 2542 | 626 | 0 | 104 | 0 | 1 | 260 | 433 | 4178 |
| 16 | 80 | 233 | 61 | 1 | 2 | 0 | 4619 | 220 | 0 | 173 | 0 | 4 | 592 | 955 | 6956 |
| 17 | 18 | 40 | 2 | 0 | 0 | 0 | 192 | 393 | 0 | 23 | 0 | 0 | 55 | 80 | 820 |
| 18 | 50 | 94 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1360 | 2348 | 0 | 109 | 1 | 1 | 231 | 244 | 4469 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 21 | 379 | 481 | 154 | 0 | 0 | 0 | 6564 | 2336 | 1 | 198 | 0 | 4 | 749 | 991 | 11878 |
| 22 | 476 | 746 | 272 | 0 | 2 | 3 | 12406 | 4561 | 0 | 368 | 1 | 6 | 1492 | 1958 | 22313 |
| Summe | 1480 | 2397 | 823 | 2 | 4 | 5 | 37674 | 13718 | 2 | 1105 | 2 | 20 | 4519 | 5876 | 67627 |

Tabelle 3 IFR Flüge, getrennt nach Zeitraum, Klasse und An-/Abflug

| Class | D Day | A Day | D Evg | A Evg | D Ngt | A Ngt | Summe |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P1.3 | 605 | 705 | 17 | 150 | 3 | 0 | 1480 |
| P1.4 | 1086 | 1072 | 65 | 150 | 19 | 5 | 2397 |
| P2.1 | 232 | 211 | 27 | 212 | 138 | 3 | 823 |
| S1.1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| S1.3 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| S3.2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5 |
| S5.1 | 14934 | 13908 | 1851 | 4829 | 1919 | 233 | 37674 |
| S5.2 | 4546 | 4208 | 1013 | 2186 | 1262 | 503 | 13718 |
| S5.3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| S6.1 | 176 | 398 | 297 | 144 | 66 | 24 | 1105 |
| S6.2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| S6.2B | 9 | 7 | 1 | 1 | 0 | 2 | 20 |
| S7 | 1158 | 1528 | 733 | 462 | 387 | 251 | 4519 |
| S7.8 | 1592 | 1832 | 739 | 599 | 596 | 518 | 5876 |
| Summe | 24345 | 23873 | 4743 | 8736 | 4391 | 1539 | 67627 |

In der vorstehenden Tabelle beziehen sich die mit „D“ gekennzeichneten Spalten auf Abflüge (Departure) und die mit „A“ gekennzeichneten auf Ankünfte (Approach).

3.3 Zusätzliche Flugzeugklasse für 747-8

Für den Flugzeugtyp 747-8 musste in der 2. Stufe der EU Lärmkartierung eine eigene Emissionsklasse festgelegt werden, da dieser Typ mit den bekannten AzB Klassen nicht hinreichend genau repräsentiert werden kann. Die neue Emissionsdefinition wurde in Anlehnung an [7] festgelegt und auch in der 3. Stufe angewendet.

Es ergab sich ein Emissionsspektrum mit den Oktavwerten der **Tabelle 4**. Das Vertikalprofil wurde von der Klasse S7 der AzB übernommen.

Tabelle 4 Oktavwerte der Emission für Start- bzw. Landung der 747-8 gemäß AzB.

| Frequenz (Hz) | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Start (dB) | 90.2 | 93.7 | 91.7 | 90.2 | 87.2 | 84.2 | 81.5 | 71.7 |
| Landung (dB) | 70.4 | 78.4 | 76.4 | 77.4 | 74.9 | 71.9 | 72.4 | 58.9 |

3.4 Flugverkehrsaufkommen der VFR Flüge

VFR Flüge wurden bezüglich ihrer Verteilung auf die AIP Routen analog zur 2. Stufe der Lärmkartierung angesetzt, wobei die Mengen um ca. 15% erhöht wurden, um dem gestiegenen allgemeinen Flugaufkommen Rechnung zu tragen.

Insgesamt sind allerdings die VFR Flüge der Flugzeuge über 2 t mit 318 Flugbewegungen gegenüber den 67627 IFR Flügen eher vernachlässigbar. Dies liegt insbesondere daran, dass Übungsflüge der Flugzeugklasse P1.3 nicht in die Betrachtung einbezogen werden.

Gemäß des „Good Practice Guide“ der WG-AEN [10] gilt für die Definition von „Major Airports“:

“ ‘major airport’ shall mean a civil airport, designated by the Member State which has more than 50,000 movements per year (a movement being a take-off or a landing), excluding purely for training purposes on light aircrafts”

Die Definition von 'light aircrafts' wird im Zusammenhang mit der VBUF im Bundesanzeiger [6] geregelt:

„Unter dem Begriff Leichtflugzeuge werden Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 2 000 kg verstanden“

Bei der Flugzeugklasse P1.3 handelt es sich laut VBUF [6] bzw. DIN 45684 um Propellerflugzeugen mit einem zulässigen maximalen Startgewicht (MTOM) von 2 t, womit sie für die VFR Übungsflüge nicht weiter zu betrachten sind.

Tabelle 5 VFR Flüge, getrennt nach Zeitraum, Klasse und An-/Abflug

| Class | D Day | A Day | D Evg | A Evg | D Ngt | A Ngt | Summe |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P1.4 | 58 | 58 | 9 | 9 | 0 | 0 | 134 |
| P2.1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| S1.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S1.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S3.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S5.1 | 76 | 76 | 0 | 0 | 0 | 0 | 152 |
| S5.2 | 14 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| S5.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S6.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S6.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S6.2B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S7.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 150 | 150 | 9 | 9 | 0 | 0 | 318 |

3.5 Gelände

Seitens ACT wurden für das Gesamtgebiet digitale Geländedaten als Rasterdatensatz für ein Gitternetz mit einer Auflösung von 1 m bereitgestellt. Daraus wurden Höhenlinien ermittelt, die mit einer vertikalen Auflösung von 2 m in die Berechnung eingehen. Das für die Berechnung genutzte Programmsystem LimA arbeitet seinerseits mit einer automatischen, kontinuierlichen Geländeinterpolation zur Bestimmung der Fußpunkthöhen von Objekten bzw. Rezeptor-Punkten.

3.5.1 Topographie

Das Verfahren zur Berechnung der Schallimmissionen aus Flugverkehr nach ECAC Doc. 29 berücksichtigt keine spezifischen Bodenverhältnisse. Eine Bodenimpedanz, die im Berechnungsmodell über TOP Flächenobjekte abgebildet würde, wurde deshalb für diese Berechnung nicht genutzt.

3.5.2 Schallschutzeinrichtungen

ECAC Doc 29 berücksichtigt keine Schirmeffekte diskreter Schirme, sondern lediglich eine erhöhte Schalldämpfung für bodennahe Ausbreitbedingungen. Schallschutzeinrichtungen sind deshalb nicht Bestandteil des Berechnungsmodells.

3.5.3 Einwohner

Angaben zu den Einwohnern lagen in den QSI Ausgangsdaten gebäudescharf für den Stand 2016 vor.

Entsprechend den Vorgaben der VBEB werden die Einwohnerangaben mit den berechneten Fassadenpegeln verknüpft, um die Belastung der Bevölkerung abzuschätzen. Nur die als Wohngebäude ausgewiesenen Gebäude verfügen über Einwohnerangaben > 0. Die ursprüngliche Ausweisung als Wohngebäude wurde im Rahmen der Modellauflbereitung noch einmal überarbeitet, so dass Gebäudeformen, die den Schluss zulassen, dass es sich nicht um Wohngebäude handelt, aussortiert wurden.

Zusätzlich werden die Fassaden der Schulen und Hospitäler in die Berechnung einbezogen.

Da die ECAC keine konkreten Schirm- bzw. Reflexionseffekte berücksichtigt, werden Gebäude nur benötigt, um die Positionen der Aufpunkte in der fassadenbezogenen Immissionsberechnung festzulegen und so die Exposition der Bevölkerung zu ermitteln.

3.5.4 Wohnungen

Angaben zur Anzahl Wohnungen pro Gebäude lagen nicht vor. Da sie für die statistischen Meldungen an die EU benötigt werden, wurden sie in Anlehnung an VBEB pauschal mit 2.1 Einwohner pro Wohnung angesetzt, so dass mit der bekannten Einwohnerzahl der Gebäude die Anzahl der Wohnungen zu berechnen war.

3.5.5 Schulen und Krankenhäuser

Die von der Kramer Schalltechnik GmbH primär aufbereiteten Gebäudedaten werden hinsichtlich der Schulen und Krankenhäuser gemäß den Anforderungen der EU Umgebungslärmkartierung gesondert ausgewertet.

Für die Einstufung der Objekte als Schulen oder Krankenhäuser wird das Attribut NATURE ausgewertet und für die weitere Bearbeitung das Attribut FUNCTION entsprechend gesetzt. Dabei wird zwischen einer Nutzung im engeren Sinne, FUNCTION =

SCOL oder HOSP, und einer Nutzung im weiteren Sinne, FUNCTION SCOX und HOSX, unterschieden.

Tabelle 6 Objekte der Schulen

| FUNCTION | NATURE | Objektnutzung |
|----------|--------|--|
| SCOL | 40701 | Schule, Hochschule, Gymnasium, Universitäten |
| SCOX | 40702 | Kindergarten |
| SCOX | 40703 | Bildungszentrum differenziertes Lernen |
| SCOX | 40704 | Musikhochschule |
| SCOX | 40705 | Kindertagesstätte |
| SCOX | 40706 | sozialpädagogisches Zentrum |
| SCOX | 41006 | Zentrum für kulturelle Aktivitäten |

Tabelle 7 Objekte der Krankenhäuser

| FUNCTION | NATURE | Objektnutzung |
|----------|--------|---------------|
| HOSP | 41201 | Krankenhäuser |
| HOSX | 41202 | Pflegeheim |
| HOSX | 41203 | Sanatorium |
| HOSX | 41205 | Rotes Kreuz |
| HOSX | 41206 | Heim |
| HOSX | 41207 | Altersheim |
| HOSX | 41208 | Blindenheim |

Für die Statistik ist gemäß EU Richtlinie die relevante Lärmbelastung der Gebäudefasaden pro Gebäudekomplex zusammenzufassen und nicht einzeln pro Gebäude betrachtet. Da gebäudebezogen keine Adressangaben vorliegen, erfolgt die Zusammenfassung zu Gebäudekomplexen über eine geometrische Analyse, in der Objekte der gleichen FUNCTION zusammengefasst werden, sofern sie nicht mehr als 100 m von einem anderen Objekt des gleichen Komplexes entfernt liegen.

4 Berechnung

4.1 Verwendete Software und Organisation der Datenverwaltung

Die Lärmberechnungen, Belastungsanalysen und das Aufstellen des EU-Reports erfolgen mittels des Programmsystems LimA, Version 11.2.

Für die Modelldaten, die nicht die Flugaktivitäten beschreiben, wurde auf die Datensätze zurückgegriffen, die auch im Zusammenhang mit der Kartierung des Straßen- bzw. Schienenverkehrs genutzt werden. Damit wird ein einheitliches akustisches Basismodell genutzt.

Die Berechnungsparameter für die Fluglärm Berechnung sind der **Tabelle 8** zu entnehmen.

Tabelle 8 Projektbezogenen Berechnungsparameter

| | | |
|--|----------|--------------|
| Einfangradius für Quellen | 8000 | m |
| Maximaler dynamischer Fehler | 0 | dB |
| Rasterweite | 10 | m |
| Rezeptorhöhe über Gelände | 4 | m |
| Standardgleitwinkel für Anflug (entspricht 5%) | 2.87 | Grad |
| Länge der Landebahn | 4000 | m |
| Standard-Anflughöhe | 4500 | ft über N.N. |
| Meteorologische Korrektur | entfällt | |

4.2 Berechnung der Lärmkarten

Die Lärmkarten wurden in einem 10 m Raster für eine Rezeptorhöhe von 4 m über Gelände berechnet. Die gemeindebezogenen Ergebnisse wurden in Grafiken gewandelt, um eine gemeindebezogene Auswertung zu erleichtern. Zusätzlich werden die berechneten Immissionswerte für Tag, Abend, Nacht und L_{den} auch als ASCII-Raster-Dateien übergeben.

Die Relevanzgrenze für die Immissionswerte wurde gemäß EU Direktive für den L_{day} und L_{evg} auf 55 dB und für den L_{ngt} auf 45 dB festgelegt.

4.3 Berechnung der Fassadenpegel

Gemäß VBEB wurden für alle Wohngebäude, Schulen und Krankenhäuser Fassadenpegel in 0,1 m Abstand zur Fassade berechnet. Der seitliche Abstand richtet sich dabei nach den detaillierten Vorgaben der VBEB.

Die Pegelwerte an den Fassadenpunkten wurden durch Interpolation der Ergebnisse der 4 benachbarten Gitterpunkte der Rasterberechnung bestimmt.

Neben den tabellarischen Ergebnissen in Dateien mit x,y,z-Bezug werden die Ergebnisse zusätzlich pro Gebäude aggregiert. Innerhalb der Gebäudegrundfläche wird dabei ein Punkt-Shape (WGF-Objekt) angelegt, in dem die Anzahl Fassadenpunkte innerhalb der einzelnen Pegelklassen dokumentiert werden.

Ruhige Fassaden im Sinne der EU Lärmkartierung können bei Anwendung der ECAC Doc 29 nicht ermittelt werden, da die Gebäude keine den Lärm abschirmenden Effekte liefern und deshalb die Fassadenpegel auf den Fassaden eines Gebäudes nicht um das erforderliche Maß von 20 dB streuen werden.

Für die Erfassung der Anzahl belasteter Personen wird gemäß den Vorgaben der EU Umgebungslärmrichtlinie jeweils der maximale Wert für L_{den} und L_{ngt} pro Gebäude herangezogen.

4.4 Qualitätssicherung der Berechnung

Besondere Berechnungen zur Qualitätssicherung der Berechnungsergebnisse im Sinne der DIN 45687 wurden nicht durchgeführt, da dies für eine Berechnung nach ECAC nicht vorgesehen ist. Das in der DIN beschriebene Verfahren zur Qualitätsprüfung ist für diese Untersuchung nicht anwendbar, da dieses Verfahren darauf abzielt, Modellvereinfachungen zu validieren während in dieser Studie keine solchen Vereinfachungen angesetzt wurden.

5 Ergebnisse

5.1 Lärmkarten

Aus den Rasterergebnissen für L_{day} , L_{evg} , L_{ngt} und L_{den} wurden SHAPE Dateien erzeugt, um die Lärmbelastung in der Fläche darzustellen.

In den Rasterergebnissen werden nur tatsächlich berechnete Werte ausgewiesen. Eine Interpolation von Ergebnissen mit der Zielsetzung, die Berechnung zu beschleunigen, wurde nicht angewandt.

Zum Zweck einer besseren kartographischen Darstellung wurden die Ergebnisse des 10 m Rasters auf 1 m interpoliert.

Die Ergebnisgraphiken werden gesondert übergeben und sind in diesem Bericht nur exemplarisch dargestellt.

5.1.1 Gesamtgebiet Luxemburg, Darstellung der Lärmindizes

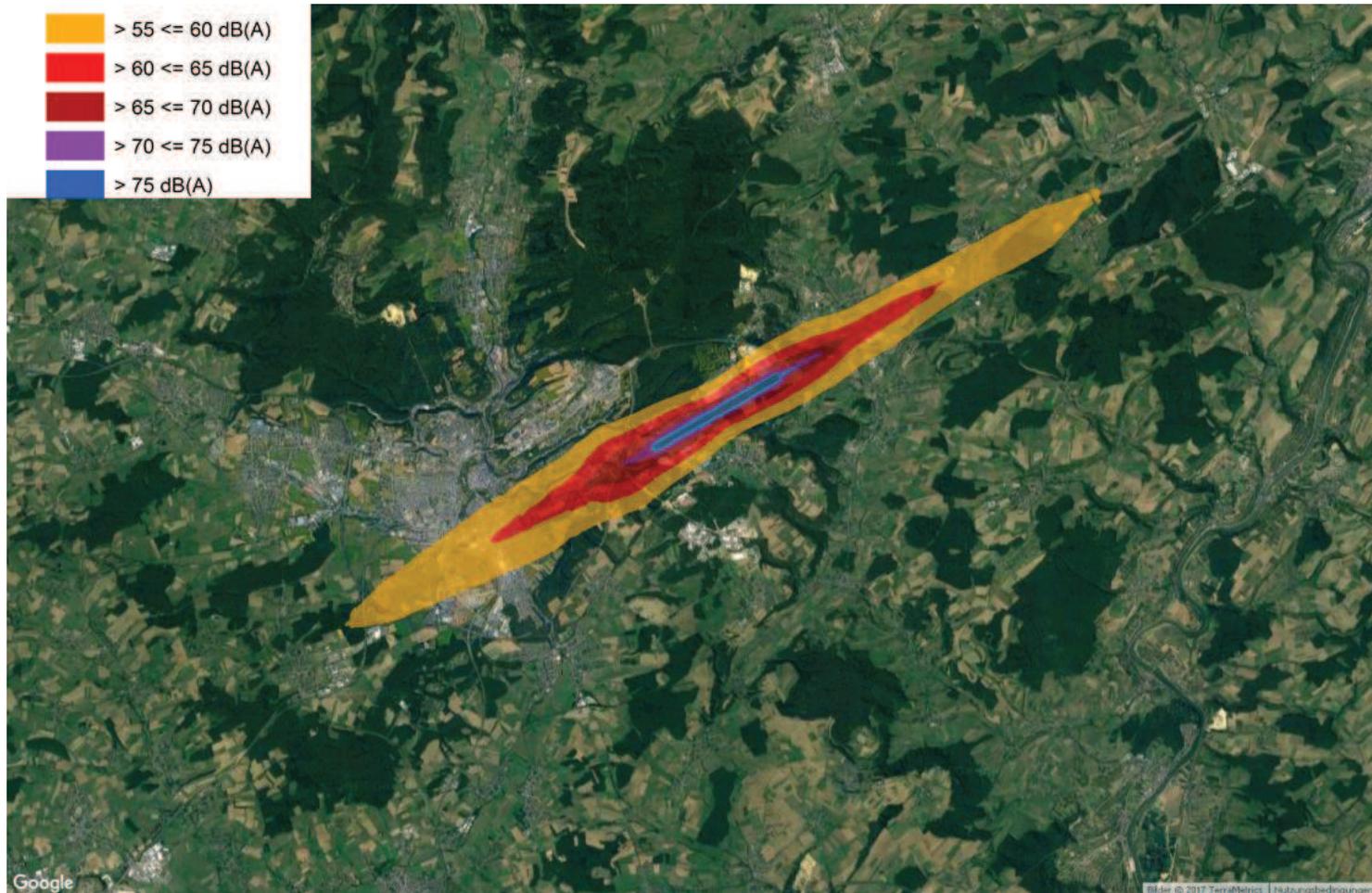


Abbildung 5-1: Lärmbelastung L_{day} durch Fluglärm in Luxemburg

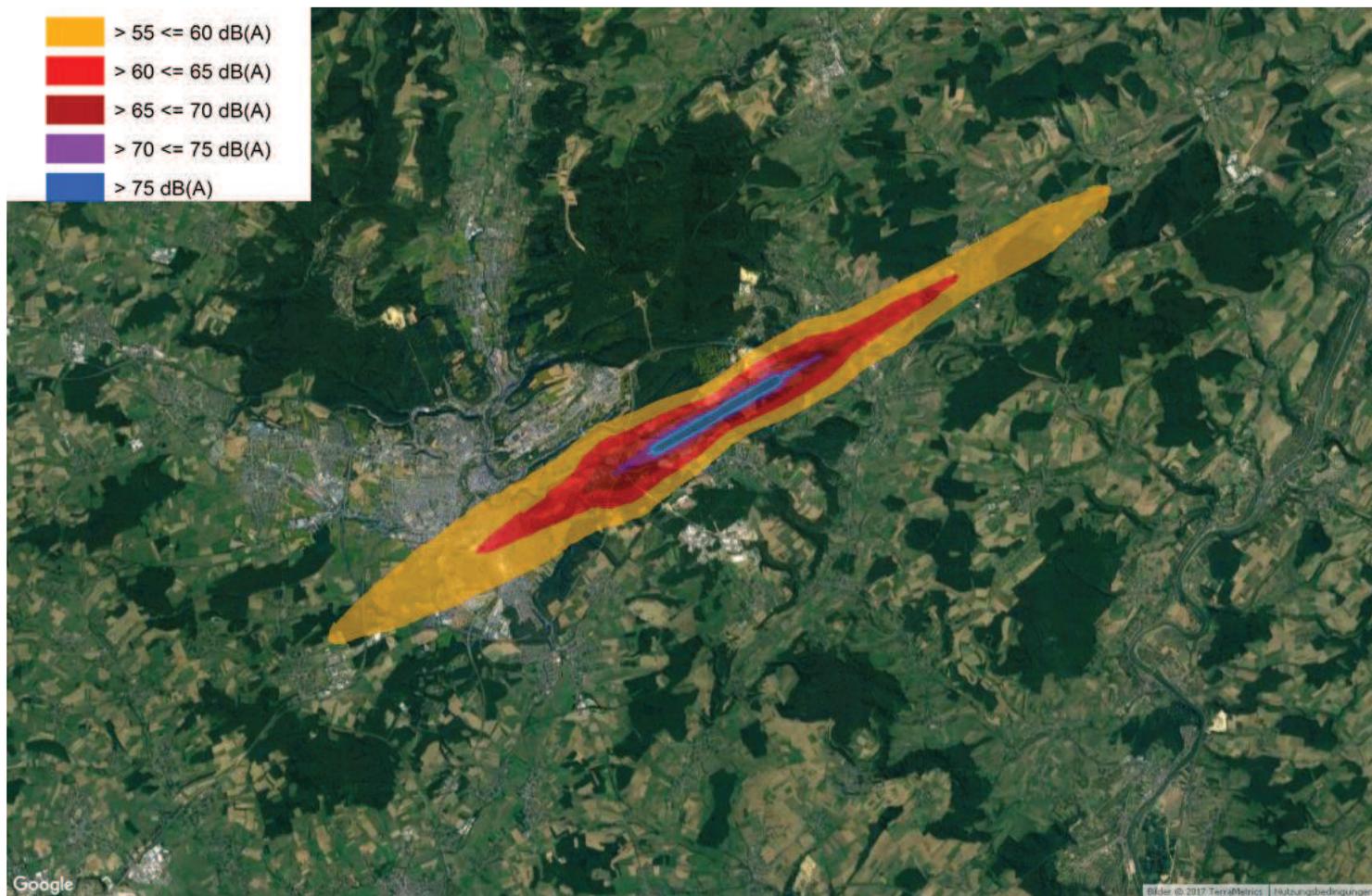


Abbildung 5-2: Lärmbelastung L_{avg} durch Fluglärm in Luxemburg

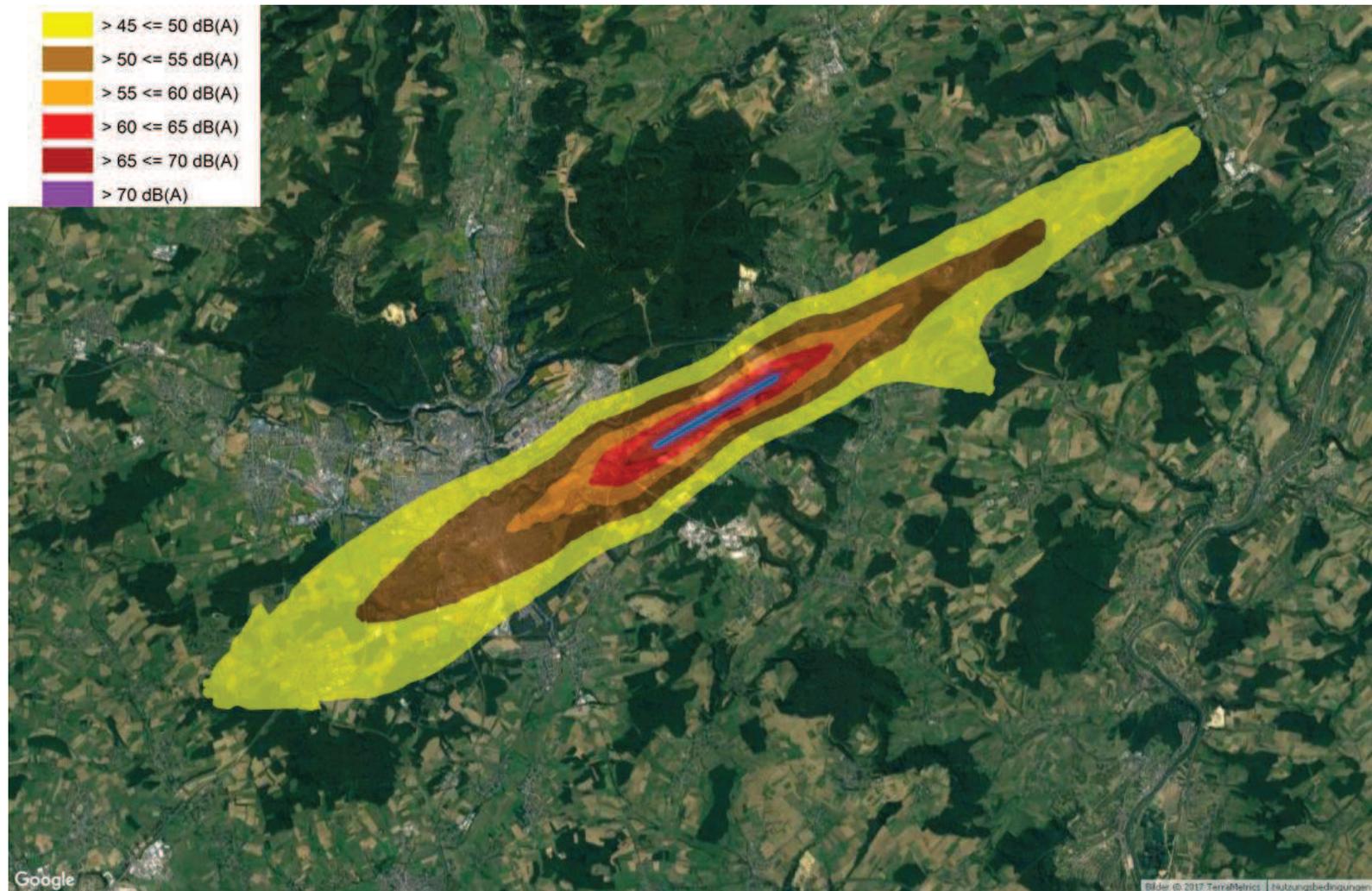


Abbildung 5-3: Lärmbelastung L_{Ngt} durch Fluglärm in Luxemburg

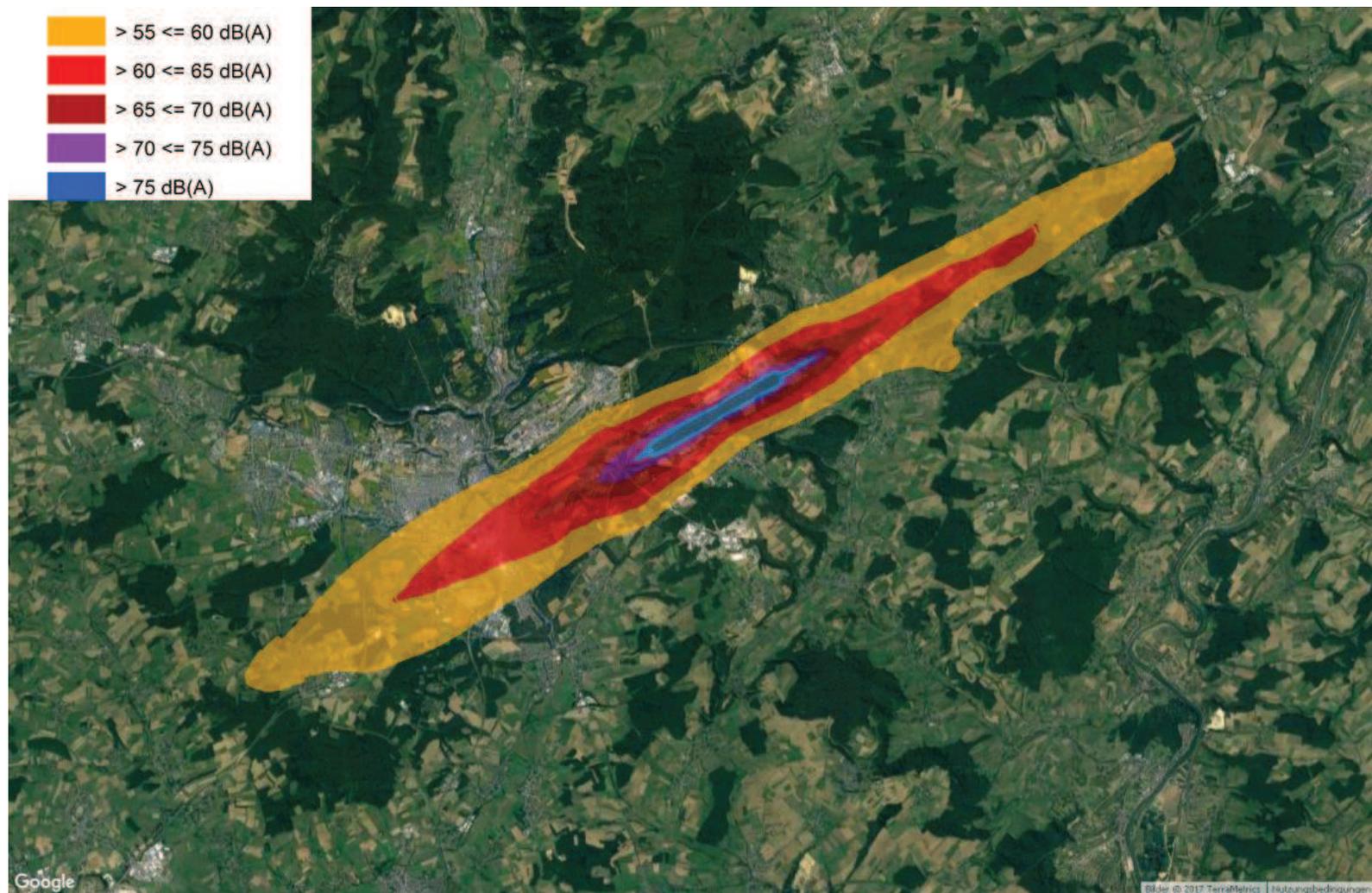


Abbildung 5-4: Lärmbelastung L_{den} durch Fluglärm in Luxemburg

5.2 Betroffenenstatistiken

Die Lärmbelastung in der Fläche und auf den Fassaden wurde nach Maßgabe des EU-Reporting-Mechanismus ausgewertet und wird in einer getrennten XLS-Datei übergeben. Die Ermittlung der belasteten Einwohner bzw. Wohnungen wurde nach der Methode der „Most Exposed Facade“ und dem alternativen Verfahren nach VBEB vorgenommen. Für die Weitermeldung an die EU wurden die Ergebnisse nach „Most Exposed Facade“ herangezogen. Die entsprechenden Angaben pro Gemeinde sind in Anhang I wiedergegeben.

Der Inhalt der Meldung stimmt mit den nachfolgenden Tabellenangaben überein, in der die einzelnen Indikatoren für Luxembourg Stadt, die übrigen Gemeinden des Ballungsraumes sowie als Summe die Werte für die übrigen Gemeinden des Untersuchungsgebietes zusammenfassend dargestellt werden.

Betroffenenzahlen und Zahl der Wohnungen müssen für die Übermittlung nach Brüssel zu den nächsten Hundert gerundet werden. Die nachfolgenden Tabellen enthalten jeweils diese gerundeten Werte.

Gebäude mit ruhigen Fassaden wurden nicht ermittelt, da in der Berechnung nach ECAC keine Gebäude- oder sonstige Hindernisse berücksichtigt werden.

Tabelle 5-11 und Tabelle 5-12 enthalten informativ die Anzahl Betroffener auf Basis des Maximalwertes für L_{den} und L_{ngt} pro Gebäude.

Tabelle 5-1: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den}

| Indikator | L _{den} (dB) – Fluglärm in Ballungsräumen | | | | |
|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|------|
| | 55 bis < 60 | 60 bis < 65 | 65 bis < 70 | 70 bis < 75 | > 75 |
| Fluglärm | | | | | |
| In Ballungsräumen | 27282 | 30489 | 1944 | 244 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 5865 | 411 | 122 | 65 | 0 |
| Gesamt | 33147 | 30900 | 2066 | 309 | 0 |

Tabelle 5-2: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{ngt}

| Indikator | L _{ngt} (dB) – Fluglärm in Ballungsräumen | | | | | |
|-------------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | 45 bis < 50 | 50 bis < 55 | 55 bis < 60 | 60 bis < 65 | 65 bis < 70 | > 70 |
| Fluglärm | | | | | | |
| In Ballungsräumen | 28833 | 39432 | 4893 | 513 | 1 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 8585 | 1289 | 171 | 75 | 2 | 0 |
| Gesamt | 37418 | 40721 | 5064 | 588 | 3 | 0 |

Tabelle 5-3: Flächenbelastung für L_{den} als Überschreitungswert

| Indikator | Flächen (km ²) mit L_{den} (dB) | | |
|-------------------------|---|--------|--------|
| | > 55 | > 65 | > 75 |
| Fluglärm | > 55 | > 65 | > 75 |
| In Ballungsräumen | 25,8541 | 3,3224 | 0,1669 |
| Außerhalb Ballungsräume | 34,0519 | 5,5366 | 1,6847 |
| Gesamt | 59,906 | 8,859 | 1,8516 |

Tabelle 5-4: Einwohnerbelastung für L_{den} als Überschreitungswert

| Indikator | Einwohner in Gebieten mit L_{den} (dB) | | |
|-------------------------|--|------|------|
| | > 55 | > 65 | > 75 |
| Fluglärm | > 55 | > 65 | > 75 |
| In Ballungsräumen | 59959 | 2188 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 6463 | 187 | 0 |
| Gesamt | 66422 | 2375 | 0 |

Tabelle 5-5: Anzahl Wohnungen für L_{den} als Überschreitungswert

| Indikator | Wohnungen in Gebieten mit L_{den} (dB) | | |
|-------------------------|--|------|------|
| | > 55 | > 65 | > 75 |
| Fluglärm | > 55 | > 65 | > 75 |
| In Ballungsräumen | 28700 | 1057 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 3253 | 95 | 0 |
| Gesamt | 31953 | 1152 | 0 |

Tabelle 5-6: Anzahl Schulen, Krankenhäuser für L_{den} als Überschreitungswert

| Indikator | Schulen bzw. Krankenhäuser in Gebieten mit L_{den} (dB) | | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Schulen | Schulen | Schulen | Kranken- häuser | Kranken- häuser | Kranken- häuser |
| Fluglärm | > 55 | > 65 | > 75 | > 55 | > 65 | > 75 |
| In Ballungsräumen | 34 | 2 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Gesamt | 38 | 2 | 0 | 9 | 0 | 0 |

Tabelle 5-7: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den} , gerundet auf 100

| Indikator | L_{den} (dB) – Fluglärm | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | 55 bis < 60 | 60 bis < 65 | 65 bis < 70 | 70 bis < 75 | > 75 |
| Fluglärm | 55 bis < 60 | 60 bis < 65 | 65 bis < 70 | 70 bis < 75 | > 75 |
| In Ballungsräumen | 27300 | 30500 | 1900 | 200 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 5900 | 400 | 100 | 100 | 0 |
| Gesamt | 33100 | 30900 | 2100 | 300 | 0 |

Tabelle 5-8: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{ngt}, gerundet auf 100

| Indikator | L _{ngt} (dB) – Fluglärm | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | 45 bis < 50 | 50 bis < 55 | 55 bis < 60 | 60 bis < 65 | 65 bis < 70 | > 70 |
| Fluglärm | | | | | | |
| In Ballungsräumen | 28800 | 39400 | 4900 | 500 | 0 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 8600 | 1300 | 200 | 100 | 0 | 0 |
| Gesamt | 37400 | 40700 | 5100 | 600 | 0 | 0 |

Tabelle 5-9: Einwohnerbelastung für L_{den} als Überschreitungswert, gerundet auf 100

| Indikator | Einwohner in Gebieten mit L _{den} (dB) - Fluglärm | | |
|-------------------------|--|------|------|
| | > 55 | > 65 | > 75 |
| Fluglärm | | | |
| In Ballungsräumen | 60000 | 2200 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 6500 | 200 | 0 |
| Gesamt | 66400 | 2400 | 0 |

Tabelle 5-10: Anzahl Wohnungen für L_{den} als Überschreitungswert, gerundet auf 100

| Indikator | Wohnungen in Gebieten mit L _{den} (dB) - Fluglärm | | |
|-------------------------|--|------|------|
| | > 55 | > 65 | > 75 |
| Fluglärm | | | |
| In Ballungsräumen | 28700 | 1100 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 3300 | 100 | 0 |
| Gesamt | 32000 | 1200 | 0 |

Tabelle 5-11: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{den} (max. Pegel)
auf Basis des Maximalwertes pro Gebäude

| Indikator | L _{den} (dB) – Fluglärm | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | 55 bis < 60 | 60 bis < 65 | 65 bis < 70 | 70 bis < 75 | 75 bis < 80 | > 80 |
| Fluglärm | | | | | | |
| In Ballungsräumen | 26877 | 31289 | 1955 | 267 | 0 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 6032 | 427 | 120 | 64 | 0 | 0 |
| Gesamt | 32909 | 31716 | 2075 | 331 | 0 | 0 |

Tabelle 5-12: Anzahl Betroffene in Pegelbereichen des L_{ngt} (max. Pegel)
auf Basis des Maximalwertes pro Gebäude

| Indikator | L _{ngt} (dB) - Fluglärm | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | 45 bis < 50 | 50 bis < 55 | 55 bis < 60 | 60 bis < 65 | 65 bis < 70 | > 70 |
| Fluglärm | | | | | | |
| In Ballungsräumen | 28772 | 39493 | 5649 | 544 | 1 | 0 |
| Außerhalb Ballungsräume | 8675 | 1352 | 168 | 80 | 2 | 0 |
| Gesamt | 37447 | 40845 | 5817 | 624 | 3 | 0 |

6 Quellenverzeichnis

- [1] **ECAC.CAEC Doc 29, Ed. II:** „Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports“ (Bericht über die Standardberechnungsmethode für Lärmkonturen um zivile Flughäfen), 1997.
- [2] **DIN 45687:** Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschemission im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen. Beuth-Verlag. Mai 2006
- [3] **EU, 2002:** Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 189, S. 12. 2002.
- [4] **EU, 2008:** Richtlinie 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Januar 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (kodifizierte Fassung) (IVU-Richtlinie)
- [5] **VBEB, 2007:** Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm. BAnz. Nr. 75, S. 4137. 2007.
- [6] **VBUF:** Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF) aus Bundesanzeiger . Nr. 154a, 2006
- [7] **Noise_Modelling_and_the_747_8:** Inclusion of the Boeing 747-8 in noise modelling required for the END, PDF Datei vom 5.9.2012
- [8] **AIP Belgium and G.D. of Luxembourg:** Aeronautical Information Publication, Stand 2006/2008
- [9] **LUX_AIP_DES.DOC:** Dateneingabeschema für den Flughafen Luxemburg Findel für die ausschließliche Nutzung der AIP Flugrouten, Stand 06.01.2014
- [10] **Good Practice Guide:** Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), 2006

Anhang I

Belastungsdaten pro Gemeinde

| Gemeindekennziffer | Name Stadt/Gemeinde | Anzahl Belasteter L _{den} >55<=60 | Anzahl Belasteter L _{den} >60<=65 | Anzahl Belasteter L _{den} >65<=70 | Anzahl Belasteter L _{den} >70<=75 | Anzahl Belasteter L _{den} >75 | Anzahl Belasteter L _{ngt} >45<=50 | Anzahl Belasteter L _{ngt} >50<=55 | Anzahl Belasteter L _{ngt} >55<=60 | Anzahl Belasteter L _{ngt} >60<=65 | Anzahl Belasteter L _{ngt} >65<=70 | Anzahl Belasteter L _{ngt} >70 |
|--------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LUXE | Luxembourg | 24683 | 30475 | 1944 | 244 | 0 | 25008 | 39414 | 4890 | 513 | 1 | 0 |
| NIED | Niederanven | 1516 | 161 | 10 | 0 | 0 | 1427 | 739 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| BETZ | Betzdorf | 1678 | 147 | 0 | 0 | 0 | 2176 | 216 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LEUD | Leudelange | 1323 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2294 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SAND | Sandweiler | 855 | 90 | 112 | 65 | 0 | 1739 | 134 | 152 | 75 | 2 | 0 |
| SCHU | Schuttrange | 438 | 13 | 0 | 0 | 0 | 744 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HESP | Hesperange | 2599 | 14 | 0 | 0 | 0 | 3825 | 18 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| FLAX | Flaxweiler | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 204 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BIWE | Biwer | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RECK | Reckange sur Mess | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

