

Anhang 6-3

Fluglärm Lärmbelastungs- kataster Prognose 2020

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,
Bevölkerungsschutz und Sport VBS
Generalsekretariat VBS
Raum und Umwelt VBS
Maulbeerstrasse 9
CH-3003 Bern

Militärflugplatz Emmen

Lärmbelastungskataster Prognose 2020, Berechnungen 2018/2019

Auftrags-Nr.:	5214.019717
Bericht-Nr.:	5214.019717-2
Auftraggeber:	armasuisse Immobilien / Generalsekretariat VBS (Kontaktperson Bruno Locher)
Anzahl Seiten:	33
Beilagen:	Flugprofile (2 Seiten) 20 Karten (Format A4)
Die Verfasser:	B. Schäffer O. Schwab M. Gligorijevic J. Meister

Die vorliegende Version 2 des Berichts ersetzt die Version 1 vom 20. Dezember 2022.
Es wurde die Lärmbelastung der Flugzeuge mit Strahlantrieb F/A-18 und F-5 und da-
rauf basierend die Beurteilungspegel L_{rj} und L_{rm} bzw. L_r neu ermittelt.

Status: genehmigter Bericht (Version 2)

Dübendorf, 7. Juni 2024

Der Projektleiter:

**Beat
Schaeffer**

Digital unterschrieben
von Beat Schaeffer
Datum: 2024.06.07
11:25:52 +02'00'

Dr. Beat Schäffer

Abteilung Akustik / Lärminderung

Der Abteilungsleiter:

**Jean-Marc
Wunderli**

Digital unterschrieben von Jean-
Marc Wunderli
Datum: 2024.06.07 11:30:19 +02'00'

Dr. Jean Marc Wunderli

Inhalt

1. Orientierung	3
1.1. Ausgangslage.....	3
1.2. Auftrag.....	3
2. Umfang und Inhalt der Untersuchungen.....	4
2.1. Inhaltliche Systemabgrenzung.....	4
2.2. Zeitliche Systemabgrenzung.....	4
2.3. Räumliche Systemabgrenzung.....	4
3. Grundlagen und Methodik.....	5
3.1. Belastungsmasse und Berechnungsvorschrift – militärischer Betrieb	5
3.2. Belastungsmasse und Berechnungsvorschrift – gemischter Betrieb	7
3.3. Berechnungsverfahren und Berechnungsablauf.....	7
4. Eingabedaten für die Fluglärmrechnungen	9
4.1. Lagedaten.....	9
4.2. Berechnungsausschnitt und Gelände.....	10
4.3. Flottenmix.....	10
4.4. Akustische Quelldaten.....	11
4.5. Flugverfahren	12
4.6. Flugbahndaten	12
4.7. Flugbewegungszahlen.....	14
4.8. Kennzahlen des militärischen Flugbetriebs.....	15
5. Berechnungsergebnisse.....	16
5.1. Fluglärmkarte Beurteilungspegel L_r	16
5.2. Genauigkeit der Berechnungen.....	19
6. Datengrundlagen, Literatur, Begriffe und Abkürzungen	20
6.1. Datengrundlagen	20
6.2. Abkürzungen.....	20
6.3. Literatur	21
7. Technischer Anhang.....	23
7.1. Prognostizierte Bewegungsstatistiken.....	23
7.2. Monatsstatistik der Jahre 2013 bis 2018.....	26
7.3. Akustische Kenngrössen.....	27
7.4. Startverfahren mit Nachbrenner	29
7.5. Profilzuordnung	30

1. Orientierung

1.1. Ausgangslage

Die letzte Fluglärmberechnung für den Militärflugplatz Emmen (EMM), im Rahmen der Projekte Nr. 432'163 (EMM2004_PROG2010 [5][6]) und 442'778 (442'778_EMM_PROG_2010+PS [7]; entspricht Prognose 2010 [6] ergänzt mit 1'300 Bewegungen des TIG der Patrouille Suisse), liegen bereits einige Jahre zurück. Die Inputdaten für die Fluglärmberechnung sollen daher überprüft und wo nötig aktualisiert werden, und für das Prognosejahr 2020 soll die Fluglärmbelastung neu ermittelt werden.

1.2. Auftrag

Das Generalsekretariat VBS (GS-VBS), vertreten durch Bruno Locher, und armasuisse Immobilien erteilen der Abteilung Akustik / Lärminderung der Empa am 21.12.2018 den Auftrag, für die Militärflugplätze Alpnach (ALP), Emmen (EMM) und Meiringen (MEI) die Fluglärmbelastung für das Prognosejahr 2020 neu zu berechnen. Diese Berechnungen sollen eine Grundlage im Hinblick auf die Aktualisierung der Objektblätter im Sachplan Militär und der Lärmbelastungskataster (LBK) sein. Die Berechnungen sollen mit dem Fluglärmsimulationsprogramm FLULA2 Version 004 [8] gemäss den Vorschriften der Lärmschutz-Verordnung erfolgen (LSV [17], Fluglärmberechnung nach Anhang 8). Die Berechnungen sollen in drei separaten Teilberichten dokumentiert werden, namentlich ALP in Teilbericht 1 (Bericht Nr. 5214.019717-1 [13]), MEI in Teilbericht 3 (Bericht Nr. 5214.019717-3 [14]) und EMM im vorliegenden Teilbericht 2.

Als Ausgangslage für die Berechnungen werden die bestehenden Datengrundlagen der letzten verfügbaren Berechnungen verwendet, namentlich des Projekts Nr. 432'163 [5]. Diese Daten erfüllen die Anforderungen des 2016 in Kraft getretenen Leitfadens Fluglärm [3] noch nicht (beispielsweise neues Beschleunigungsmodell auf der Piste, Verfeinerung des Geländemodells, Anzahl Streuspuren; Details vgl. [11]). Zudem müssen die Daten den heutigen bzw. im Prognosejahr 2020 zu erwartenden Flugbetrieb berücksichtigen, d.h. die Daten müssen so modifiziert werden, dass sie die flugbetrieblichen Änderungen seit der letzten Berechnung berücksichtigen (beispielsweise im Flottenmix oder in den Routenbelegungen). Die bestehenden Datengrundlagen werden dazu durch die Luftwaffe verifiziert und mit Angaben zum heutigen Betrieb ergänzt bzw. modifiziert. Zudem werden die Daten so modifiziert, dass sie die Anforderungen des Leitfadens Fluglärm [3] erfüllen.

Bemerkung: Im Rahmen der Berechnungen des LBK Prognose 2035 mit dem Betrieb des Kampfflugzeugs Lockheed Martin F-35A [15] wurden die Flugspuren erneut verifiziert. Dabei wurden die Flugspuren des F-35A aktualisiert und deren Verlauf angepasst [B]. Dieselben Flugspuren sollen auch in der vorliegenden Berechnung für die heutigen Kampfflugzeuge F/A-18 und Tiger F-5 (im Nachfolgenden als F18 und TIG bezeichnet) verwendet werden. Entsprechend wird in der vorliegenden Version 2 dieses Berichts die **Belastung durch diese beiden Flugzeuge, die daraus resultierende Belastung der Flugzeuge mit Strahltrieb (Beurteilungspegel L_{r_j} , inkl. der übrigen Jet-Flugzeuge) und darauf basierend auch die Gesamtbelastung (L_{r_m} bzw. L_r) neu ermittelt**. Die Belastung durch die Flugzeuge mit Propellerantrieb L_{r_p} bleibt hingegen unverändert. Entsprechend **ersetzt die vorliegende Version 2 dieses Berichts die Version 1 vom 20. Dezember 2022**.

2. Umfang und Inhalt der Untersuchungen

2.1. Inhaltliche Systemabgrenzung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Berechnung der Fluglärmbelastung des Militärflugplatzes EMM für das Prognosejahr 2020. Er enthält die Grundlagen und Methodik zur Berechnung, die Beschreibung der Eingabedaten für die Fluglärm Berechnung, sowie die Darstellung der Berechnungsergebnisse. Als Lärm-mass wird der Beurteilungspegel L_r nach LSV Anhang 8 [17] ausgewiesen. Die Berechnungen erfolgen mit dem Simulationsprogramm FLULA2 Version 004 [8].

2.2. Zeitliche Systemabgrenzung

Die massgeblichen Bezugszeiten sind durch Anhang 8 der LSV [17] vorgegeben. Dabei müssen bei bestehenden Flugplätzen die Flugbewegungszahlen der sechs verkehrsreichsten Monate eines Betriebsjahres getrennt nach den Flugbewegungen von Flugzeugen mit Strahlantrieb (im Folgenden auch als Jets bezeichnet) und mit Propellerantrieb ermittelt werden. Dazu werden die jeweiligen Fluglärmbelastungen als Jahresmittlungspegel Leq_j (Jets) und Leq_p (Propellerflugzeuge) mit einer Bezugsdauer von 12 Stunden berechnet, unter Berücksichtigung der sechs verkehrsreichsten Monate auf einen mittleren Spitzenbetrieb hochgerechnet und schliesslich daraus mittels Pegelkorrekturen die Beurteilungspegel L_{r_j} und L_{r_p} bestimmt. Daraus wird der Beurteilungspegel L_{r_m} des gesamten militärischen Flugbetriebs ermittelt (Details siehe [4] sowie Kap. 3.1). Die Berechnungen beziehen sich dabei auf eine Prognose der Luftwaffe für den Flugbetrieb im Jahre 2020.

2.3. Räumliche Systemabgrenzung

Die räumliche Systemabgrenzung wird durch den Berechnungsausschnitt definiert. Dieser wird so gewählt, dass die relevanten Lärmkonturen (Planungswert Empfindlichkeitsstufe I) geschlossen dargestellt werden können unter Berücksichtigung, dass die verfügbaren Flugspuren (siehe Kap. 4.6.1) soweit über das Re-chengebiet hinausführen, dass Einschnürungen in den Lärmkonturen vermieden werden.

Im Vergleich zu den früheren Berechnungen [5]–[7] wurde der Berechnungsausschnitt vergrössert. Die Berechnungen werden innerhalb eines rechteckigen Gebiets mit einer West-Ost Ausdehnung von 12 km und einer Nord-Süd Ausdehnung von 13.5 km durchgeführt (Planviereck mit folgenden Schweizer Landeskoo-rdinaten: südwestliche Ecke: 659'000 / 210'000; nordöstliche Ecke: 671'000 / 223'500). Für die Simulation mit FLULA2 wird das Gebiet in ein Gitter mit einer Maschenweite von 50 m × 50 m unterteilt.

3. Grundlagen und Methodik

3.1. Belastungsmasse und Berechnungsvorschrift – militärischer Betrieb

Die Berechnungen des rein militärischen (bzw. grösstenteils militärischen) Betriebs von EMM folgen den Anforderungen nach LSV Anhang 8 [17] bzw. den Präzisierungen des Leitfadens Fluglärm [3]. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über den Berechnungsablauf gegeben (Auszug aus [4]).

Generell berücksichtigt Anhang 8 der LSV folgende Betriebsarten: (i) militärischer Betrieb und (ii) gemischter Betrieb, d.h. militärischer Betrieb mit ziviler Mitbenutzung. Der Beurteilungspegel L_r von Anlagen mit rein militärischem (bzw. grösstenteils militärischem) Betrieb – wie hier in EMM – wird gemäss Abbildung 3-1 berechnet, wobei der Teilbeurteilungspegel des militärischen Betriebs L_{r_m} bei rein militärischem Betrieb dem Beurteilungspegel L_r für den Lärm von Militärflugplätzen entspricht.

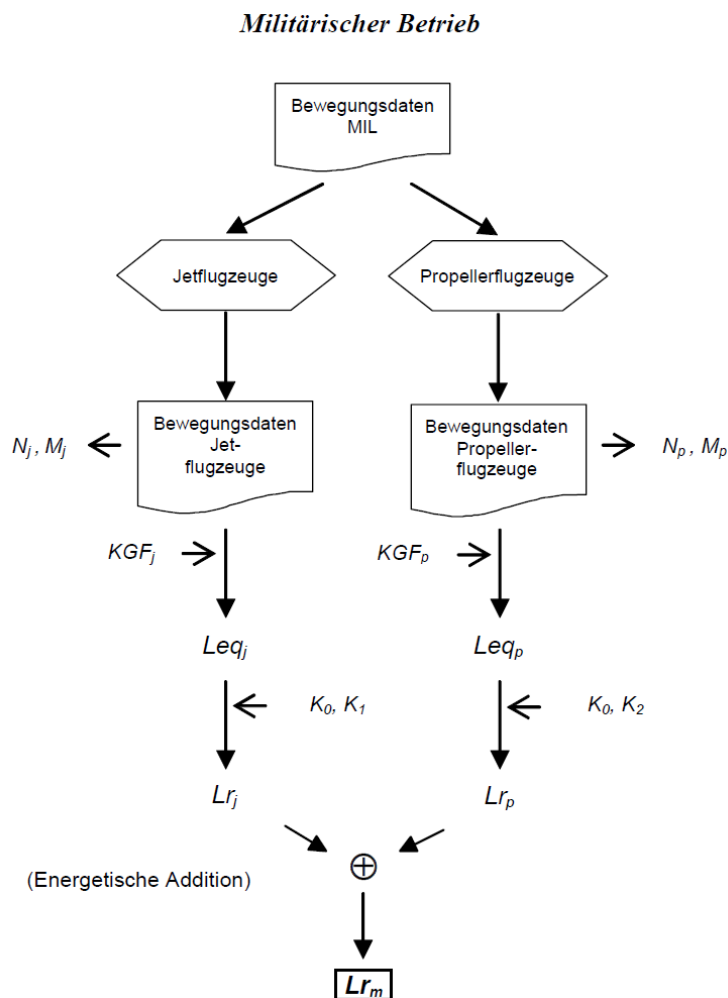


Abbildung 3-1: Ermittlung der Beurteilungspegel L_{r_j} , L_{r_p} , L_{r_m} (aus [4]).

Aus den Bewegungsdaten (Monatsstatistiken, d.h. Bewegungsverteilung über die 12 Monate eines Jahres) werden die Flugbewegungszahlen N_j bzw. N_p des ganzen Betriebsjahres (52 Wochen zu 5 Betriebstagen bzw. 260 Tage zu 12 Stunden) und die Flugbewegungszahlen M_j bzw. M_p der sechs verkehrsreichsten Monate des Betriebsjahres getrennt nach Flugzeugen mit Strahl- und mit Propellerantrieb bestimmt. Aus M_j

bzw. M_p werden die stündlichen Flugbewegungen n_j bzw. n_p berechnet, indem M_j bzw. M_p auf 130 Tage (26 Wochen zu 5 Betriebstagen) und 12 Tagesstunden bezogen werden:

$$\text{Gleichung 1} \quad n_j = \frac{M_j}{12 \cdot 130}$$

$$\text{Gleichung 2} \quad n_p = \frac{M_p}{12 \cdot 130}$$

Aus dem Verhältnis von M_j bzw. M_p und der jährlichen Flugbewegungszahl N_j bzw. N_p ergibt sich der Gewichtungsfaktor GF_j bzw. GF_p und der dem Gewichtungsfaktor entsprechende additive Term KGF_j bzw. KGF_p . Der Gewichtungsfaktor gibt an, wie sich der durchschnittliche Flugbetrieb während der sechs verkehrsreichsten Monate zum durchschnittlichen Betrieb im Jahresmittel verhält.

$$\text{Gleichung 3} \quad GF_j = \frac{2 \cdot M_j}{N_j} \quad KGF_j = 10 \cdot \log(GF_j) \text{ [dB]}$$

$$\text{Gleichung 4} \quad GF_p = \frac{2 \cdot M_p}{N_p} \quad KGF_p = 10 \cdot \log(GF_p) \text{ [dB]}$$

Die Bewegungsdaten dokumentieren die Routenbelegung und den Flottenmix des betrachteten Betriebsjahres. Sie werden beschrieben durch sog. Bewegungsstatistiken, d.h. Kreuztabellen, welche in den Spaltenköpfen die An- oder Abflugrouten, in den Zeilenköpfen die verschiedenen Flugzeugtypen und in den Feldern die Anzahl Flugbewegungen je Typ und Route enthalten. Diese Daten bilden die Grundlage, um aus den Ergebnissen der Basissimulation (sog. *Footprint*) mittels Superposition (energetischen Addition) die Fluglärmbelastung zu ermitteln (vgl. Kap. 3.3). Aus den Bewegungsdaten der Flugzeuge mit Strahl- bzw. Propellerantrieb werden die dem mittleren Jahresbetrieb entsprechenden Mittelungspegel Leq'_j bzw. Leq'_p ermittelt. Daraus werden die Mittelungspegel Leq_j bzw. Leq_p des durchschnittlichen Flugbetriebs während des mittleren Spitzenbetriebs (sechs verkehrsreichsten Monate) unter Berücksichtigung der Gewichtungsfaktoren wie folgt berechnet:

$$\text{Gleichung 5} \quad Leq_j = Leq'_j + KGF_j$$

$$\text{Gleichung 6} \quad Leq_p = Leq'_p + KGF_p$$

Diese Art der Berechnung des Mittelungspegels berücksichtigt die Routenbelegung und den Flottenmix des gesamten Betriebsjahres und die Bewegungszahlen des durchschnittlichen Spitzenbetriebs während der sechs verkehrsreichsten Monate.

Der Teilbeurteilungspegel Lr_j für den Lärm des Verkehrs von Flugzeugen mit Strahlantrieb ist die Summe des A-bewerteten Mittelungspegels Leq_j und den Pegelkorrekturen K_0 und K_1 :

$$\text{Gleichung 7} \quad Lr_j = Leq_j + K_0 + K_1$$

Der Teilbeurteilungspegel Lr_p für den Lärm des Verkehrs von Flugzeugen mit Propellerantrieb ist die Summe des A-bewerteten Mittelungspegels Leq_p und den Pegelkorrekturen K_0 und K_2 :

$$\text{Gleichung 8} \quad Lr_p = Leq_p + K_0 + K_2$$

Die Pegelkorrektur K_0 beträgt

$$\text{Gleichung 9} \quad K_0 = -8$$

Die Pegelkorrektur K_1 wird anhand der jährlichen Flugbewegungszahl N_j der Flugzeuge mit Strahlantrieb wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 10} \quad K_1 &= 0 && \text{für } N_j < 15'000 \text{ Bewegungen} \\ K_1 &= 10 \cdot \log \frac{N_j}{15'000} && \text{für } N_j \geq 15'000 \text{ Bewegungen} \end{aligned}$$

Die Pegelkorrektur K_2 wird anhand der jährlichen Flugbewegungszahl N_p der Flugzeuge mit Propellerantrieb wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned} \text{Gleichung 11} \quad K_2 &= 0 && \text{für } N_p < 15'000 \text{ Bewegungen} \\ K_2 &= 10 \cdot \log \frac{N_p}{15'000} && \text{für } N_p \geq 15'000 \text{ Bewegungen} \end{aligned}$$

Der Beurteilungspegel Lr_m des militärischen Betriebs ergibt sich aus der energetischen Addition der Teilbeurteilungspegel Lr_j und Lr_p :

$$\text{Gleichung 12} \quad Lr_m = 10 \cdot \log \left[10^{\frac{Lr_j}{10}} + 10^{\frac{Lr_p}{10}} \right]$$

3.2. Belastungsmasse und Berechnungsvorschrift – gemischter Betrieb

Bei gemischtem Betrieb, d.h. militärischem Betrieb mit ziviler Mitbenutzung, ist die Berechnung aufwändiger. Hier muss in einem ersten Schritt separat der Lärm des militärischen Betriebs nach Anhang 8 der LSV (Kap. 3.1) und der Lärm des zivilen Betriebs nach Anhang 5 der LSV berechnet werden. Details zur Berechnungsvorschrift des letzteren findet sich in Kap. 6.3 von [4]. Die beiden resultierenden Beurteilungspegel für den militärischen (Lr_m) und zivilen Betrieb (Lr_z) werden schliesslich energetisch zum Beurteilungspegel des Gesamtbetriebs (Lr) summiert (Kap. 6.4 von [4]).

Im vorliegenden Bericht wird keine separate Berechnung für die zivile Mitbenutzung durchgeführt. Der Flugplatz EMM hat zwar eine zivile Mitbenutzung, diese ist aber gering (Bewegungszahlen < 10% am Gesamtbetrieb). In Übereinstimmung mit dem Leitfaden Fluglärm [3] wurden diese Bewegungen dem militärischen Betrieb zugeordnet und nicht separat ausgewiesen. Die Ermittlung des Lr_z ist somit hinfällig, und Lr_m entspricht dem Beurteilungspegel des Gesamtbetriebs (Lr).

3.3. Berechnungsverfahren und Berechnungsablauf

Die Berechnungen erfolgen mit dem an der Empa entwickelten Fluglärmsimulationsprogramm FLULA2 Version 004 [8], welches vom BAFU für Fluglärmrechnungen empfohlen wird [2] und den Vorgaben des Leitfadens Fluglärm [3] folgt. Das Verfahren wird in der technischen Dokumentation [8] im Detail beschrieben. Der Berechnungsablauf ist wie folgt.

Basissimulation: Die Basissimulation liefert sogenannte *Footprints*. Als *Footprint* bezeichnet man die flugzeugtypen- und flugroutenspezifischen mittleren Ereignispegel (L_{AE}), welche auf eine Bewegung normiert und auf eine Sekunde bezogen werden. Als Inputdaten benötigt FLULA2 Fluggeometrien und akustische Quellendaten (Schallemissionen) der Flugzeuge, welche mittels sogenannter Richtcharakteristiken (RC) beschrieben werden. Als RC bezeichnet man ein mathematisches Modell, welches die richtungsabhängige Abstrahlung einer Schallquelle beschreibt. Jedem Flugzeugtypen wird eine RC zugeordnet. Diese typenspezifische RC wird bei der Basissimulation mit FLULA2 in diskreten Zeitschritten von einer Sekunde entlang der Flugbahnen bewegt. Daraus wird der *Footprint*, d.h. die am Boden auf einem gitterförmigen Raster (Kap.

2.3) resultierende Fluglärmbelastung berechnet. Im Falle idealisierter Fluggeometrien wie bei EMM wird dabei pro Flugbahn ein typen- und flugbahnspezifischer *Footprint* berechnet.

Superposition: Die *Footprints* aus der Basissimulation bilden die Grundlage für die Berechnung der Fluglärmbelastung. Hierzu werden die *Footprints* unter Verwendung von Bewegungsstatistiken und Angaben zur Verteilung der Bewegungen auf die Mittel- und Seiten-Flugbahnen (pro Flugroute 7 Flugbahnen gemäss Anforderungen des Leitfadens Fluglärm [3]) zu jährlichen Fluglärmbelastungen (Leq'_j bzw. Leq'_p) superponiert. Aus diesen werden schliesslich mit den Pegelkorrekturen und Gewichtungsfaktoren die Beurteilungspegel Lr_j bzw. Lr_p sowie daraus der Gesamtbeurteilungspegel Lr ermittelt.

4. Eingabedaten für die Fluglärmberechnungen

4.1. Lagedaten

Die Pistenschwellen sowie Start- und Landepunkte wurden von den früheren Berechnungen unverändert übernommen.

Tabelle 4-1: Lagedaten für die Fluglärmberechnung.

Pisten	Jetflugzeuge	Bezeichnung	04/22
		Koordinaten Pistenschwelle 04	(665'102 / 215'165)
		Koordinaten Pistenschwelle 22	(666'433 / 216'928)
		Pistenhöhe	427 m ü. M.
		Pistenlänge	2'209 m
		Pistenbreite	40 m
		Startpunkt Piste 04	Pistenschwelle 04
		Landepunkt Piste 04	Pistenschwelle 22
		Startpunkt Piste 22	Pistenschwelle 22
		Landepunkt Piste 22	Pistenschwelle 04
	Propellerflugzeuge	Bezeichnung	04/22
		Koordinaten Pistenschwelle 04	(665'464 / 215'644)
		Koordinaten Pistenschwelle 22	(666'173 / 216'584)
		Pistenhöhe	427 m ü. M.
		Pistenlänge	1'177 m
		Pistenbreite	40 m
		Startpunkt Piste 04	Pistenschwelle 04
		Landepunkt Piste 04	Pistenschwelle 22
		Startpunkt Piste 22	Pistenschwelle 22
		Landepunkt Piste 22	Pistenschwelle 04
	Propellerflugzeuge Volten	Startpunkt Piste 04	Pistenschwelle 04
		Landepunkt Piste 04	Pistenschwelle 22
		Höhe	427 m ü. M.
Start- und Landeplätze	Kleinhelikopter EC635	Koordinaten	(666'168 / 216'806)
		Höhe	427 m ü. M.
	Transporthelikopter AS332	Koordinaten	(666'173 / 216'584)
		Höhe	427 m ü. M.

4.2. Berechnungsausschnitt und Gelände

Der Berechnungsausschnitt wurde so gewählt, dass keine Flugspuren im Rechengebiet enden, um "zuge-schnürte" Lärmkonturen zu vermeiden. Der Geländeausschnitt wurde so gewählt, dass er den Berechnungsausschnitt in alle Richtungen überragt. Schliesslich wurden beide Ausschnitte so gewählt, dass die resultierenden Belastungen bei den relevanten Pegeln (Grenzwerte nach Anhang 8 der LSV) geschlossene Lärmkonturen ergeben.

Im Vergleich zur früheren Berechnung wurde der Berechnungsausschnitt vergrössert. Die Grösse des Berechnungsausschnitts ist in Kapitel 2.3 aufgeführt. Es wird gemäss den Anforderungen des Leitfadens Fluglärm [3] mit einer Gittermaschenbreite von 50 m x 50 m gerechnet. Der Geländeausschnitt wird in einer Auflösung von 25 m x 25 m aus dem aktuellen Geländedatensatz DHM25 abgeleitet (Anforderungen gemäss Leitfaden Fluglärm [3]).

4.3. Flottenmix

Der Flottenmix des Flugplatzes ist für den militärischen Betrieb ausgelegt. Die Flugzeugtypen sind in den Bewegungsstatistiken separat für Flugzeuge mit Strahlantrieb, Propellerflugzeuge und Helikopter aufgelistet. Basierend auf einer Zusammenstellung der flugbetrieblichen Eingangsdaten durch den Flugplatz, u.a. der Informationen der Bewegungsstatistiken, erstellte die Empa den Flottenmix für die Berechnung mit folgender Methodik:

- Für alle militärischen Typen, die in den Bewegungsstatistiken aufgeführt sind, wird nach Möglichkeit mit dem exakten RC-Typ gerechnet (d.h. Flugzeugtyp mit zugehörigem RC-Quellenmodell). Liegt der exakte RC-Typ der Empa bereits als Quellenmodell vor, wird dieser verwendet, sonst wird dieser einem ähnlichen Typen zugeordnet (sog. Gruppierung) oder aus einer anderen Datengrundlage erstellt. Namentlich wird bei Typen, für welche keine bestehende exakte RC vorliegt, eine RC aus der *Swiss Aircraft Noise Calculation Database* SANC-DB erstellt (vgl. [3], [16]). Typen, welche nicht in der SANC-DB vorhanden sind, werden bestehenden RC-Typen zugeordnet (hier PC24 und CL60).
- Ausnahmen: Eine Ausnahme zur obigen Methodik bilden die Typen DH6 und B350: Für die beiden Typen wird – aus Aufwandgründen und da sie nur relativ wenige Bewegungen aufweisen – keine eigene RC erstellt, sondern sie werden beide der RC der BE20 zugeordnet. Sie werden aber separat in den Bewegungsstatistiken aufgeführt, da sie unterschiedliche Flugprofile benutzen. Eine weitere Ausnahme bildet die Drohne ADS15, für die eine RC aus Empa-eigenen Messungen auf dem Flugplatz EMM [9] erstellt wird, da diese keinem ähnlichen Flugzeugtypen zugeordnet werden kann. Details zu den RCs finden sich in Kap. 4.4.
- Zivile Typen, die separat in den Bewegungsstatistiken aufgeführt sind, werden nicht einzeln berechnet, sondern den militärischen Typen zugeordnet und direkt im militärischen Betrieb berücksichtigt (Kap. 3.2). In den Bewegungsstatistiken (vgl. Kap. 7.1) sind die zivilen Typen somit eingerechnet.

Nachfolgende Tabelle 4-2 weist den verwendeten Flottenmix aus. Dabei ist der "Typ10 Empa" der Referenztyp für eine Gruppe von Flugzeugen mit ähnlichen Eigenschaften und "RC-Typ Empa" das Quellenmodell, welchem der Typ10 zugeordnet wird. Für die vorliegende Berechnung wurden die Quellenmodelle der PC6,

DA42 und ADS15 neu erstellt, welche zusammen rund 20% der Gesamtbewegungszahlen ausmachen. Die CL60, PC24, DH6 und B350 wurden ersatzzugeordnet (Gruppierung). Deren Anteil an den Gesamtbewegungszahlen ist klein (rund 1%).

Tabelle 4-2: Flottenmix (Typenbezeichnung Militär: Typ MIL) mit der jeweiligen Zuordnung zu Typ10 und RC-Typ der Empa. Die Quellenmodelle der PC6 und DA42 wurde aus der SANC-DB neu erstellt, dasjenige der ADS15 aus Empa-eigenen Messungen (Kap. 4.4).

Kat	Typ MIL	Typ10 Empa	RC-Typ Empa
J	HC, HD	F18	F18
J	TE, TF	TIG	TIG
J	F900	DA90	DA90
J	CL604	CL60	CL65
J	PC24	PC24	C550
P	PC6	PC6	PC6
P	PC7	PC7	PC7
P	PC9	PC9	PC9
P	PC21	PC21	PC21
P	DH6	DH6	BE20
P	B350	B350	BE20
P	DA 42	DA42	DA42
P	ADS15	ADS15	ADS15
H	H135	EC635	EC635
H	AS332	AS332	AS332

[Zuordnung_Typen_V6_report.xlsx]

4.4. Akustische Quelldaten

Für die Berechnungen wurde auf den FLULA2-Quelldatensatz RC2018_01 [12] zurückgegriffen. Da für die Berechnungen neue Quellenmodelle erzeugt wurden, welche in RC2018_01 noch nicht enthalten waren, wurde der Quelldatensatz auf RC2019_01 aktualisiert.

Die neu erstellten RC-Typen (namentlich PC6, DA42 und ADS15) werden durch Skalierung des L_{AE} aus dem RC-Typen C172 erstellt. Die C172 wird als Vorlage gewählt, da dieser Typ bereits in der Vergangenheit die Basis für die Ableitung von FLULA2-RCs aus der SANC-DB bildete. Die in der SANC-DB geforderte Differenz von 7 dB zwischen L_{AE} und $L_{A,max}$ wird erfüllt. Die Skalierung wird für die DA42 und PC6 durch Vergleich der L_{AE} -Werte aus den Segmenten "Initial Climb" (für Starts) und "Final Approach" (für Landungen) aus der SANC-DB bestimmt. Für die DA42 wird der SANC-DB Eintrag Nummer 1960, für die PC6 der Eintrag Nummer 705 zur Skalierung verwendet. Bei der Drohne ADS15 handelt es sich um die Elbit Hermes 900 HFE, welche von der Empa bereits akustisch vermessen wurde [9]. Aus dem Messbericht liegt unter anderem der L_{AE} -Wert für das Segment "Initial Climb" vor. Der Wert für das Segment "Final Approach" wird durch Subtraktion von 15 dB aus dem Wert für "Initial Climb" erstellt.

Die akustischen Kenngrößen der für die Berechnung verwendeten RCs werden in Kapitel 7.3 angegeben.

4.5. Flugverfahren

Folgende Flugverfahren werden unterschieden und mit entsprechenden RCs simuliert (Tabelle 4-3).

Tabelle 4-3 Flugverfahren für Start, Landung und Überflug

Verfahren	Abkürzung	Beschreibung
Start	VG	Flugverfahren Start; bei Jets ohne Nachbrenner
	NB	Flugverfahren Start Jets mit Nachbrenner, Nachbrenner während gesamtem Startvorgang eingeschaltet ¹
	D1	Flugverfahren Start Jets mit Nachbrenner, Nachbrenner bei einer festgesetzten abgewickelten Distanz ausgeschaltet (Verwendung von NB, dann Umschalten auf VG) ¹
Landung	AP	Flugverfahren Landung
Überflug	HO	Flugverfahren Horizontalflug Helikopter; bei den Helikopter-Flügen wird beim Übergang vom Steig- zu Horizontalflug von VG nach HO und beim Übergang vom Horizontal- zum Sinkflug von HO nach AP gewechselt

¹ Die Distanzen, bei welcher für D1 von NB nach VG gewechselt sind, finden sich in Kapitel 7.4.

Für Helikopter wird – gemäss Anforderungen des Leitfadens Fluglärm [3] – zusätzlich die Phase des Motor- bzw. Turbinenwarmlaufens vor dem Start bzw. nach der Landung als Fluglärm berücksichtigt, auch wenn der Helikopter zu dieser Zeit am Boden steht. Da die genauen Zeiten für diese Phasen aus dem Helikopterbetrieb nicht bekannt sind, wurden pro Start eine Minute und pro Landung 20 Sekunden mit der Quellenleistung wie beim Start –6dB gerechnet. (Bemerkung: Die Längen dieser Phasen entsprechen den Anforderungen des Leitfadens Fluglärm in der Fassung von 2016; mit der Fassung von 2021 wurden die Zeiten auf drei Minuten (Start) bzw. eine Minute (Landung) erhöht. Da die Simulationen bei Veröffentlichung der Fassung 2021 bereits abgeschlossen worden waren, wurden diese neuen Zeiten in den Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.)

4.6. Flugbahndaten

Im vorliegenden Projekt werden die Fluglärm Berechnungen mittels idealisierter Flugtrajektorien durchgeführt. Die Trajektorien werden durch sogenannte Faltung (siehe Kap. 4.6.3) aus routenspezifischen Spuren sowie flugzeugtyp- und prozedurspezifischen Profilen erstellt.

Die Datengrundlage der Spuren und Profile wurden grösstenteils unverändert aus [5] übernommen, mit Ausnahme der Flugspuren für die Jets F18 und TIG, welche aus [15] übernommen wurden [B]. Es wurden jedoch nötige Anpassungen durchgeführt, dass die Daten einerseits den Anforderungen des Leitfadens Fluglärm genügen und andererseits die Änderungen im Flottenmix seit den früheren Berechnungen abbilden (Details s.u.).

4.6.1. Flugspuren

Bei der Fluglärm Berechnung auf Basis von idealisierten Flugtrajektorien wird gemäss Leitfaden Fluglärm eine Berechnung mittels 7 Streuspuren pro Route vorgeschrieben [3]. Diese Streuspuren (1 Mittelspur und

6 Seitenspur(en) sollen dabei die reale Streuung von Fluggeometrien abbilden. Die ursprünglichen Daten aus [5], welche für die übrigen Flugzeuge mit Strahlantrieb – ohne F18 und TIG – sowie für die Flugzeuge mit Propellerantrieb (Propellerflugzeuge und Helikopter) verwendet wurden, weisen jedoch nur 3 Streuspuren auf (1 Mittel- und 2 Seitenspur(en)). Daher wurde von der Empa eine Methodik entwickelt, um die 3 Streuspuren auf 7 Spuren zu erweitern. Dazu werden die Spuren räumlich so umgelegt, dass aus den pro Route verfügbaren 3 Flugspuren neu 7 Flugspuren entstehen. Die Mittelspur bleibt unverändert, während die neuen Streuspuren so gelegt werden, dass die gleiche räumliche Streuung wie mit den 3 Spuren abgebildet wird. Die Streurouten links und rechts der Mittelspur werden getrennt behandelt, und es wird jeweils angenommen, dass die Streuung über eine Gauss-Verteilung beschrieben wird, mit der Mittelspur im Maximum der Verteilung. Unter der Bedingung gleichbleibender Streuung ergibt sich so die geometrische Lage sowie die Bewegungsverteilung auf den jeweiligen Streuspuren. Die Methodik ist im Detail in [18] beschrieben.

Für die militärischen Flugzeuge mit Strahlantrieb F18 und TIG wurden dieselben Flugspuren wie für den F35 aus der Prognose 2035 [15] verwendet [B]. Diese Daten lagen bereits als 7 Streuspuren vor und konnten für die vorliegende Berechnung direkt übernommen werden.

Die resultierenden Flugspuren sind auf den Karten 1–19 am Ende des vorliegenden Berichts aufgeführt.

4.6.2. Flugprofile

Die Flugprofile (Höhen- und Geschwindigkeitsprofile) wurden soweit möglich aus der früheren Berechnung übernommen [5]; die entsprechenden Details können dort nachgeschlagen werden. Für die seit der früheren Berechnung gleichbleibenden Flugzeugtypen wurden die Profile unverändert übernommen (RC-Typen Jets F18, TIG; Propellerflugzeuge PC7, PC9; Helikopter AS332). Für die neuen Flugzeugtypen (Jets C550, CL65, DA90; Propellerflugzeuge ADS15, BE20, DA42 PC6, PC21; Helikopter EC635) ist die Verwendung existierender Profile hingegen nur möglich, wenn die Profile der neuen Typen sehr ähnlich wie das Profil eines bereits früher verwendeten Typen sind. In dem Fall können die Flugprofile früherer Typen den neuen Typen zugeordnet werden (z.B. die Flugprofile des SA316 dem EC632). Ansonsten müssen neue Flugprofile aus anderen Informationsquellen erstellt werden, z.B. aus SANC-DB [3], aus operationellen Informationen des Flugplatzes oder aus dem Profilkatalog der Empa.

Für die DA42 werden die Start- und Landeprofile aus der SANC-DB übernommen (Eintrag Nr. 1960) und gemäss der Methodik aus [10] erstellt. Da die resultierenden Profile aus einer Vielzahl an Punkten bestehen, werden sie hier nicht tabellarisch dargestellt. Bei der Drohne ADS15 werden Start- und Landeprofile von der Empa auf Basis von Angaben der Luftwaffe erstellt (Tabelle 4-4 und Tabelle 4-6). Zusätzlich zum Standard-Startprofil wird ein alternatives Startprofil mit steilerem Bahnwinkel erzeugt, um Geländedurchstösse auf der Route SP0403 zu vermeiden (Tabelle 4-5; Bezeichnung "mod" in Kap. 7.5). Der PC6 hatte in der früheren Berechnung zwar noch keine eigene RC, aber ein eigenes Flugprofil, welches hier verwendet werden konnte. Den übrigen neuen Flugzeugtypen konnten ebenfalls Profile anderer Typen aus der früheren Berechnung [5] zugeordnet werden. Eine tabellarische Darstellung der Profilzuordnungen findet sich in Kapitel 7.5. Alle verwendeten Profile sind in der Beilage zum Bericht graphisch dargestellt.

Tabelle 4-4 Standard Startprofil TO ADS15.

Abgerollte Distanz [m]	Höhe über Piste [m]	Geschwindigkeit [m/s]	Bahnwinkel [°]
0	0	0	0
800	0	36	0
38'962	2'000	36	3
80'000	2'000	36	0

Tabelle 4-5 Steiles Startprofil TO ADS15 mod.

Abgerollte Distanz [m]	Höhe über Piste [m]	Geschwindigkeit [m/s]	Bahnwinkel [°]
0	0	0	0
800	0	36	0
33'500	2'000	36	3.5
80'000	2'000	36	0

Tabelle 4-6 Standard Landeprofil AP ADS15.

Abgerollte Distanz [m]	Höhe über Piste [m]	Geschwindigkeit [m/s]	Bahnwinkel [°]
0	0	0	0
500	0	36	0
19'529	2'000	36	-6
40'000	2'000	36	0

4.6.3. Flugtrajektorien

Die Zuordnung der flugzeugtypenspezifischen Flugprofile zu den Flugspuren (bzw. Flugrouten) wird – ausser für den F18 und TIG – aus der früheren Berechnung [5] unter Berücksichtigung der angepassten bzw. neu erstellten Flugzeugtypen sowie Profile und deren Flugzeugtypenzuordnung übernommen. Für die Jets F18 und TIG wird die Zuordnung der Profile auf die neuen Routen aus [15] neu erstellt. Die Zuordnungslisten sind in Kapitel 7.5 aufgelistet. Die Flugtrajektorien werden durch geometrisches Zusammenlegen der Flugspuren und Flugprofile gemäss der Zuordnungsliste erstellt (sog. Faltung), unter Berücksichtigung des neuen Beschleunigungsmodells auf der Piste gemäss Anforderungen des Leitfadens Fluglärm [3].

4.7. Flugbewegungszahlen

Die Flugbewegungszahlen basieren auf Angaben der Luftwaffe [A] und wurden von der Empa auf Basis des Flottenmixes (siehe Kap. 4.3) soweit nötig modifiziert. Namentlich wurden die Bewegungen der Flugzeugtypen mit ziviler Nutzung (Bewegungszahlen < 10% am Gesamtbetrieb) auf die militärischen Typen umgelegt, d.h. gruppiert (vgl. Kap. 3.2). Weiter wurden die zivilen Bewegungen der B350 von den Jet-Routen LJ04R/LJ22S auf die Propellerflugzeug-Routen LP0424/LP2235 gelegt. Schliesslich wurden die Bewegungen der Jets F18 und TIG von den früheren Routen [5] auf die entsprechenden neuen Routen aus [15] umgelegt.

Kapitel 7.1 enthält die detaillierten, für die Berechnung verwendeten Bewegungsstatistiken, aufgeteilt nach Jets, Propellerflugzeugen und Helikoptern. Die nachfolgende Tabelle 4-7 gibt eine Übersicht über die prognostizierten jährlichen Flugbewegungszahlen, aufgeteilt nach Flugzeugen mit Strahlantrieb (Jets) und mit Propellerantrieb (Propellerflugzeuge und Helikopter).

Tabelle 4-7 Jährliche Flugbewegungszahlen EMM, aufgeteilt nach Flugzeugen mit Strahlantrieb (Jets) und mit Propellerantrieb (Propellerflugzeuge und Helikopter).

Kategorie	RC-Typen	Jahresdurchschnitt 2013–2018	Prognose 2020
Strahlantrieb	F18, TIG, C550, CL65, DA90	3'620 *	4'450
Propellerantrieb	PC6, PC7, PC9, PC21, DA42, BE20; ADS15; EC635, AS332	13'266 *	14'650
Total Flugbewegungen		16'886 *	19'100

* Mittelwert über 6 Jahre (gerundet auf ganze Zahlen)

4.8. Kennzahlen des militärischen Flugbetriebs

Aus den Monatsstatistiken werden die Kennzahlen gemäss LSV Anhang 8 [17] berechnet (siehe Kap. 3.1). Hierzu werden die Monatsstatistiken getrennt nach Flugzeugen mit Strahlantrieb (Jets) und mit Propellerantrieb (Propellerflugzeuge und Helikopter) benötigt.

Für die Bewegungszahlen der 6 verkehrsreichsten Monate wird ein Mittel über die Jahre 2013 bis 2018 betrachtet. Die gelieferten Monatsstatistiken enthielten die zivilen Bewegungen bereits und konnten unverändert übernommen werden. In Kapitel 7.2 befinden sich die Monatsstatistiken der Jahre 2013 bis 2018 sowie die berechneten Kennzahlen (Gewichtungsfaktor GF, vgl. Kap. 3.1), welche in der Berechnung verwendet wurden. Daraus und aus den Gesamtbewegungszahlen (Kap. 4.7) ergeben sich folgende Kennzahlen für den Militärbetrieb EMM (Tabelle 4-8):

Tabelle 4-8 Kennzahlen des Militärbetriebs EMM für Flugzeuge mit Strahlantrieb (Jets) und mit Propellerantrieb (Propellerflugzeuge und Helikopter) für die Prognose 2020 sowie den Ist-Zustand (Mittelwert der Jahre 2013–2018). Zur Definition der Kennzahlen vgl. Kap. 3.1. Die Gewichtungsfaktoren für die Prognose wurden aus dem Ist-Zustand übernommen.

			Prognose	Ist
Jährliche Flugbewegungszahlen N_x	J	N_j	4'450	3'620
	P+H	N_p	14'650	13'266
Flugbewegungszahlen der sechs verkehrsreichsten Monate M_x	J	M_j	3'396	2'763
	P+H	M_p	9'834	8'905
Stündliche Flugbewegungszahlen $n_x = M_x / (12 \cdot 130)$	J	n_j [/h]	2.177	1.771
	P+H	n_p [/h]	6.304	5.708
Gewichtungsfaktoren $GF_x = 2 \cdot M_x / N_x$ $KGF_x = 10 \cdot \log(GF_x)$	J	GF_j	1.526	dB
		KGF_j	1.836	
	P+H	GF_p	1.343	dB
		KGF_p	1.279	
Pegelkorrekturen	alle	K_0	-8.000	dB
	J	K_1	0.000	dB
	P+H	K_2	0.000	dB

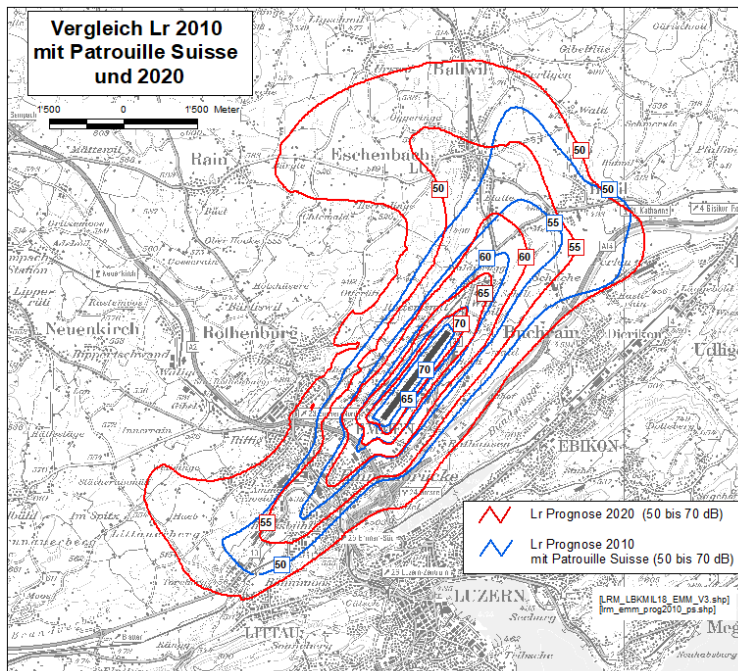
[Kennzahlen_LBKMIL18_V3.xlsx/ EMM]

5. Berechnungsergebnisse

5.1. Fluglärmkarte Beurteilungspegel L_r

Der Beurteilungspegel L_r ist als Resultat der Berechnungen auf Karte 20 dargestellt. Die Belastung wird hier mit früheren Belastungsrechnungen für 2010 mit Patrouille Suisse (Abbildung 5-1) und 2000 (Abbildung 5-2) verglichen.

Die folgende Abbildung 5-1 zeigt die Isolinien des L_r der vorliegenden Berechnung (Prognose 2020, in rot) im Vergleich mit der Berechnung für 2010 mit Patrouille Suisse (in blau, aus [7]). Die Prognose 2020 fällt deutlich lauter aus als 2010 (rund 3 dB im näheren Bereich des Flugplatzes). Während die Bewegungen der (leiseren) Flugzeuge mit Propellerantrieb um 8% von 16'008 auf 14'650 Bewegungen abnahmen, nahmen die Bewegungen der (energetisch dominanten) militärischen Flugzeuge mit Strahlantrieb (F18, TIG) deutlich von 2'500 auf 4'100 Bewegungen zu. (Die zusätzlichen 300 Bewegungen von anderen Jet-Flugzeugen der Berechnung 2010 wurden in der damaligen Berechnung vernachlässigt [7], und die 350 Bewegungen der Prognose 2020 fallen energetisch nur wenig ins Gewicht.) Hierbei nahmen die Bewegungen des TIG von 1'900 auf 2'900 um rund 50% zu, während sich die Bewegungen des deutlich lautereren F18 gar verdoppelten (Zunahme von 600 auf 1'200 Bewegungen). Eine einfache energetische Abschätzung zeigt, dass dadurch die insgesamt durch Flugzeuge mit Strahlantrieb emittierte Schallenergie rund 3 dB zunahm. Zudem ergaben sich ausgeprägte Änderungen in den Bewegungsverteilungen auf die Routen im Gebiet nördlich des Flugplatzes (häufig geflogene Starttrouten SJ04IS und SJ04S), so dass die Isolinien 2020 dort deutlich grössere Flächen überstreichen als 2010. Daneben sieht man auch deutlich den Einfluss der geänderten Routenführung in derselben Gegend (nördlich/nordwestlich). Dort ist die Fluglärmbelastung 2020 wegen des früheren Links-Abdrehens der Jets-Starts F18 und TIG auf der Route SJ04IS nach Süden verschoben. Die geänderte Routenführung ist (weniger deutlich) auch im Süden/Südwesten ersichtlich, wo die Fluglärmbelastung wegen des früheren Rechts-Abdrehens der Jets-Starts F18 und TIG auf den Routen SJ22W und SJ22IC etwas nach Westen verschoben ist.



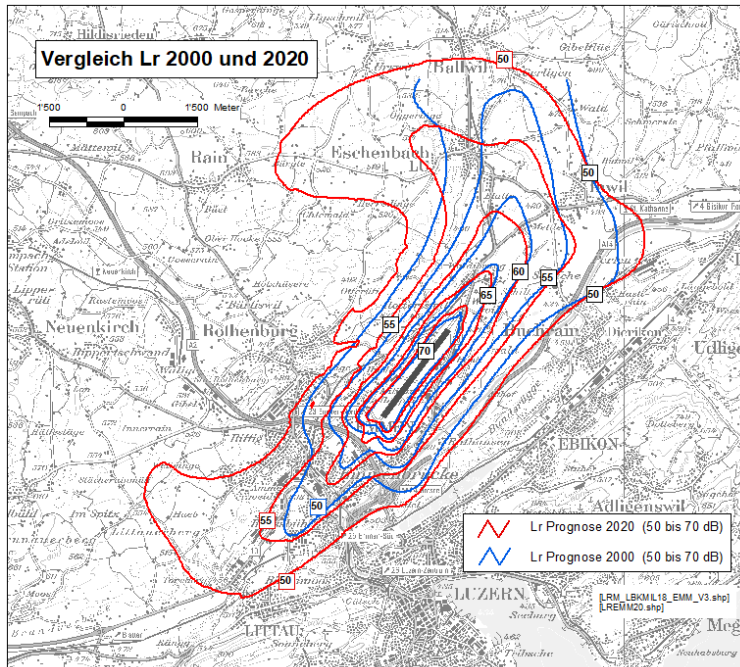
[LBKMIL18_EMM_LRM_prog2020_vs_2010+PS_V2.mxd/png]

Abbildung 5-1: Beurteilungspegel L_r – Isolinien der Berechnungen Flugplatz EMM für 2010 mit Patrouille Suisse (aus [7]) und 2020. Übersichtskarte PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie.

Die folgende Abbildung 5-2 zeigt die Isolinien des L_r der vorliegenden Berechnung (Prognose 2020, in rot) im Vergleich mit der Berechnung für die Prognose 2000 (Lärmbelastungskataster LBK98, in blau, aus [1]). Der Berechnungsausschnitt des LBK98 ist im Norden kleiner als für 2020.

Seitlich des Flugplatzes sowie auch nach Nordosten im näheren Bereich des Flugplatzes fällt die Belastung im Jahr 2020 rund 2 dB höher aus als im Jahr 2000; im Südwesten hingegen verursacht der Flugbetrieb 2020 gar eine mehr als 5 dB höhere Belastung als der Betrieb 2000. Insgesamt nahmen die Bewegungen der energetisch dominanten Jetflugzeuge von 12'000 Bewegungen im Jahr 2000 (3'800 HAW, 8'000 TIG, 200 F18) auf 4'450 Bewegungen deutlich ab (2'900 TIG, 1'200 F18, 350 übrige Jets). Diese starke Abnahme in den Gesamtbewegungszahlen wurde jedoch durch die deutliche Zunahme der Bewegungen des (lautesten) F18 energetisch überkompensiert. So zeigt eine einfache energetische Abschätzung, dass die insgesamt durch Flugzeuge mit Strahlantrieb emittierte Schallenergie zwischen 2000 und 2020 deutlich stieg (Zunahme um über 1 dB). Zudem starteten die Flugzeuge mit Strahlantrieb im Jahr 2000 deutlich weniger häufig nach Süden (6% der Bewegungen) als im Jahr 2020 (21%), was die starke Zunahme der Belastung im Süden erklärt. Schliesslich ergaben sich Änderungen in den Bewegungsverteilungen auf die Routen im Gebiet nördlich des Flugplatzes (häufig geflogene Startrouten SJ04IS und SJ04S), so dass die Isolinien 2020 dort deutlich grössere Flächen überstreichen als 2000. Zudem zeigt sich wiederum die geänderte Routenführung der F18 und TIG (s.o.) mit der Verschiebung der Fluglärmbelastung nach Süden (im Norden/Nordwesten) bzw. Westen (im Süden/Südwesten). Neben dem Jetbetrieb änderten sich die Helikopterbewegungen nur wenig (2000: 1'810; 2020: 1'580), während die Bewegungen der Propellerflugzeuge deutlich von 6'322 auf 13'070 Bewegungen anstiegen. Dies wirkte sich jedoch kaum auf die Gesamtbelastung aus, da der Jetbetrieb die Gesamtbelastung energetisch dominiert. Neben den Änderungen im Flottenmix und in

der Flugroutenbelegung könnten auch weitere Unterschiede im Flugbetrieb, insb. die Flugprofile, die Belastungen beeinflusst haben. Auf eine detaillierte Diskussion wird hier verzichtet; jedoch sind die zwei Flugbetriebe sehr unterschiedlich und somit schwer vergleichbar.



[LBKMIL18_EMM_LRM_prog2020_vs_LBK98_V2.mxd/png]

Abbildung 5-2: Beurteilungspegel Lr – Isolinien der Berechnungen Flugplatz EMM für für 2000 (Lärmbelastungskataster LBK98, aus [1]) und 2020. Übersichtskarte PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie.

Neben den Änderungen im Flugbetrieb zwischen 2000 bzw. 2010 und 2020 sind zusätzlich methodische Änderungen zu berücksichtigen, welche die Resultate ebenfalls beeinflusst haben dürften, namentlich andere FLULA2-Versionen (Berechnung 2020: FLULA2 Version 004, 2010 mit Patrouille Suisse: Version 002, 2000: Version 001), Quellendatensätze (Berechnung 2020: RC2019_01, 2010 mit Patrouille Suisse: RC2005_01, 2000: RC_97), sowie Inputdaten (geänderte Anforderungen nach Leitfaden Fluglärm [3], vgl. Kap. 1.2).

Bemerkung: Gemäss Leitfaden Fluglärm wird bei Flächenflugzeugen der Lärm des Rollverkehrs zu und von der Startbahn (*Taxiing*) dem Industrie- und Gewerbelärm gleichgestellt [3] und somit in den Fluglärmrechnungen nicht berücksichtigt. Bei Helikoptern hingegen soll gemäss BAFU das Schweben und Rollen in den Fluglärmrechnungen berücksichtigt werden. Bei EMM wie auch MEI [14] kann das Schweben vernachlässigt werden, da dort der Jet-Betrieb die Gesamtbelastung dominiert und der Beitrag des Betriebs der Flugzeuge mit Propellerantrieb zur Gesamtbelastung vernachlässigbar ist. Bei ALP hingegen dürfte das Schweben nicht vernachlässigbar sein; vgl. hierzu die Diskussion in [13].

5.2. Genauigkeit der Berechnungen

Die Genauigkeit von Fluglärmrechnungen wurde detailliert in einer an der Abteilung Akustik / Lärminderung der Empa abgeschlossenen Dissertation untersucht [19].

Die Unsicherheit der Fluglärmrechnungen wird hauptsächlich durch vier Faktoren beeinflusst:

- Unsicherheiten im akustischen Quellenmodell (Richtcharakteristik, Schallausbreitung) sowie Variationen in den Leistungssetzungen der Flugzeuge je nach Gewicht und Flugsegment (*derated take-off, climb power*),
- Unsicherheiten bei der Modellierung der Flugwege (Streuungen im Steig- und Geschwindigkeitsprofil und in den Flugspuren),
- Unsicherheiten in der mengenmässigen und typenspezifischen Belegung von Flugrouten, und
- Unsicherheiten im prognostizierten Flottenmix.

Vergleiche zwischen Simulationen unter Verwendung von Radardaten (Einzelflugsimulation) und solchen mit idealisierten Spuren und Profilen ergaben Standardunsicherheiten von rund 0.5 dB. Nicht berücksichtigt bei diesen 0.5 dB sind Unsicherheiten bei der Festlegung der Lage und des Verlaufes der Flugbahnen (Flugspuren und Profile). Unsicherheiten in der Belegung von Pisten und Flugrouten in der Grössenordnung von 20 Prozent können lokal zu Unsicherheiten in der Belastung bei gleich bleibendem Flottenmix von 1 dB führen, bei 10 Prozent sind es 0.5 dB.

Generell wird jedoch die Unsicherheit der Fluglärmrechnung durch die Modellierung der Schallquelle und der Schallausbreitung dominiert. Die in FLULA2 verwendeten Richtcharakteristiken der Jetflugzeuge F18 und TIG, welche den Flugbetrieb dominieren, sowie der Typen PC21, AS332 und EC635 wurden von der Empa durch Messungen unter realen Bedingungen ermittelt. Vergleichsuntersuchungen mit unabhängigen Messungen an Kampfflugzeugen in MEI zeigten, dass bei der Berechnung der Fluglärmbelastung mit diesen Quellenmodellen die (Standard-) Unsicherheit 1 bis 2 dB beträgt. Die anderen von der Empa vermessenen Flugzeuge (z.B. EC635) dürften mit ähnlichen Unsicherheiten behaftet sein, während die aus der SANC-DB abgeleiteten Typen (z.B. PC6) bzw. die aus Messungen abgeleitete Drohne ADS15 mit einer etwas höheren Unsicherheit behaftet sein dürften (2 bis 3 dB).

Weil für einzelne Flugzeugtypen noch keine typenspezifischen Quellendaten für Fluglärmrechnungen zur Verfügung standen (B350, DH6, CL60, PC24), wurden diese Typen einem vergleichbaren Flugzeugtypen zugeordnet (vgl. Kap 4.3), wodurch für diese Flugbewegungen eine zusätzliche Berechnungsunsicherheit von 2 bis 3 dB entsteht. Da der Beitrag dieser Flugzeugtypen zur von den Kampfflugzeugen dominierten Gesamtbelastung jedoch gering ist, ist auch der Beitrag dieser Ersatzzuordnungen auf die Gesamtunsicherheit der Berechnung verschwindend klein.

Insgesamt muss in der vorliegenden Prognoserechnung von einer Unsicherheit im Sinne einer Standardunsicherheit von ± 2 dB ausgegangen werden.

6. Datengrundlagen, Literatur, Begriffe und Abkürzungen

6.1. Datengrundlagen

- [A] Datenlieferungen der Berechnungsgrundlagen der Luftwaffe: Lieferungen vom 12. Juli 2018 und 06. August 2018
- [B] Datenlieferungen der Berechnungsgrundlagen der Luftwaffe: Lieferungen vom 17. Mai 2023: Spuren_aktuell_EMM_v1.0_20230424

6.2. Abkürzungen

ALP	Militärflugplatz Alpnach
AP	Flugverfahren Landung
BAFU	Bundesamt für Umwelt
D1	Flugverfahren Jets Start mit Nachbrenner, Nachbrenner bei einer festgesetzten abgewickelten Distanz ausgeschaltet (Verwendung von NB, dann Umschalten auf VG)
EMM	Militärflugplatz Emmen
Empa	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
FLULA2	Fluglärmrechnungsprogramm der Empa
GF_x	Gewichtsfaktor zur Umrechnung der Bewegungszahlen im Jahresmittel auf die Bewegungszahlen eines Tages mit durchschnittlichem Spitzenbetrieb (sechs verkehrsreichste Monate), mit $x = j$ (Jet) oder p (Propeller)
GS-VBS	Generalsekretariat VBS
HO	Flugverfahren Horizontalflug Helikopter
KGF_x	Gewichtsfaktor zur Umrechnung der Bewegungszahlen im Jahresmittel auf die Bewegungszahlen eines Tages mit durchschnittlichem Spitzenbetrieb (sechs verkehrsreichste Monate) in dB, mit $x = j$ (Jet) oder p (Propeller)
K_x	Bewegungszahlkorrektur, mit $x = j$ (Jet) oder p (Propeller)
LBK	Lärmbelastungskataster
Leq_x	Mittelungspegel, mit $x = j$ (Jet), p (Propeller) oder m (Militär)
Lr_x	Beurteilungspegel für den Lärm des Betriebs auf Militärflugplätzen, mit $x = j$ (Jet), p (Propeller) oder m (Militär)
LSV	Lärmschutz-Verordnung
MEI	Militärflugplatz Meiringen
M_x	Flugbewegungszahlen der sechs verkehrsreichsten Monate, mit $x = j$ (Jet) oder p (Propeller)
NB	Flugverfahren Start Jets mit Nachbrenner, Nachbrenner während gesamtem Startvorgang eingeschaltet
N_x	Jährliche Flugbewegungszahl, mit $x = j$ (Jet) oder p (Propeller)

n_x	Stündliche Flugbewegungszahl; Anzahl Flugbewegungen pro Stunde der sechs verkehrsreichsten Monate, mit $x = j$ (Jet) oder p (Propeller)
RC	Richtcharakteristik (Quellenbeschreibung der Abstrahlcharakteristik eines Flugzeuges)
RC-Typ	Richtcharakteristik-Typ (Flugzeugtyp mit eigenem Quellenmodell)
SANC-DB	Swiss Aircraft Noise Calculation Data Base
VG	Flugverfahren Start; bei Jets ohne Nachbrenner

6.3. Literatur

- [1] BABLW, 1998. *Lärmbelastungskataster Flugplatz Emmen, Erläuterungsbericht, Februar 1998, mit aktualisiertem Zonenplan Emmen*. Bundesamt für die Betriebe der Luftwaffe (BABLW), Bächtold AG Ingenieure ETH SIA usic, Bern, Empa, Abteilung Akustik / Lärmbekämpfung, Dübendorf. Empa Projekt-Nr. 161'214.
- [2] BAFU, 2014. *Empfohlene Lärmberechnungsprogramme für die Fluglärm Berechnung in der Schweiz*. Referenz/Aktenzeichen: NO63-1935. URL: www.bafu.admin.ch/fluglaerm-ermittlung.
- [3] BAFU, BAZL, GS-VBS, 2021. *Leitfaden Fluglärm, Vorgaben für die Lärmermittlung. Umwelt-Vollzug, Lärm Nr. 1625*. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), Generalsekretariat des Eidg. Departementes für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS (GS-VBS), Bern. URL: www.bafu.admin.ch/fluglaerm-ermittlung (Ersetzt Fassung des Leitfadens Fluglärm von 2016).
- [4] Empa, 2002. *Ermittlung des Fluglärms bei Militärflugplätzen (FLB MIL)*. Bericht Nr. 850'138-1. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [5] Empa, 2005. *Militärflugplatz Emmen, Basissimulation 2005*. Bericht Nr. 432'162-1. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [6] Empa, 2005. *Militärflugplatz Emmen, Fluglärm Berechnung Prognose 2010*. Bericht Nr. 432'162-2. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [7] Empa, 2006. *Militärflugplatz Emmen, Fluglärm Berechnung Prognose 2010 mit Patrouille Suisse*. Bericht Nr. 442'778. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [8] Empa, 2010. *FLULA2, Ein Verfahren zur Berechnung und Darstellung der Fluglärm Belastung. Technische Programm-Dokumentation, Version 4*. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf. URL: <http://www.empa.ch/web/s509/flula2>.
- [9] Empa, 2012. *Lärmmessung von Drohnen auf dem Flugplatz Emmen*. Bericht Nr. 461'657. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [10] Empa, 2017. *Integration sonAIR in sonBASE Phase 2 – Einbindung von Kleinluftfahrzeugen in sonAIR und Integration der SANC-DB*. Bericht Nr. 5214.010391. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [11] Empa, 2017. *Modifications of aircraft noise calculations with FLULA2 responding to the specifications of the Aircraft Noise Guidelines. Effects on calculation results*. Bericht Nr. 5213.00094. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.

- [12] Empa, 2019. *FLULA2 – Auswirkungen neuer, aus sonAIR abgeleiteter Quelldaten auf Fluglärm-Belastungsrechnungen*. Bericht Nr. 5214.019893. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf.
- [13] Empa 2022. *Militärflugplatz Alpnach, Lärmbelastungskataster Prognose 2020, Berechnungen 2018/2019*. Bericht Nr. 5214.019717-1. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf
- [14] Empa 2022. *Militärflugplatz Meiringen, Lärmbelastungskataster Prognose 2020, Berechnungen 2018/2019*. Bericht Nr. 5214.019717-3. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf
- [15] Empa 2024. *Militärflugplatz Emmen, Lärmbelastungskataster Prognose 2035, Berechnungen 2023/2024*. Bericht Nr. 5214.030149-1. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf
- [16] Empa, Lobsiger Consulting, 2012. *SANC-DB, Swiss Aircraft Noise Calculation Database, Technische Dokumentation Version 2.0*. Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, Dübendorf; Lobsiger Consulting, Belp.
- [17] LSV, 1986. Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. November 2023). SR 814.41. URL: <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19860372/index.html>.
- [18] Schwab, O., 2019. *Construction of Ground Subtracks for Aircraft Noise Calculations Using an Estimate of Lateral Flight Dispersion*. Acta Acustica united with Acustica 105, S. 779-783.
- [19] Thomann, G., 2007. *Mess- und Berechnungsunsicherheit von Fluglärmbelastungen und ihre Konsequenzen*. Dissertation, Diss. ETH Nr. 17433. ETH Zürich, Zürich.
URL: <http://dx.doi.org/10.3929/ethz-a-005484556>.

7. Technischer Anhang

7.1. Prognostizierte Bewegungsstatistiken

7.1.1. Jährliche Starts und Landungen von Flugzeugen mit Strahlantrieb

Starts		RWY04							RWY22					Total	Anteil
RC	Perf	SJ04B	SJ04IE	SJ04O	SJ04IS	SJ04R	SJ04S	SJ04E	SJ22B	SJ22W	SJ22R	SJ22IC	SJ22S		
C550	VG	0	0	17		35	0	0	0	0	5		73	130	6%
CL65	VG	0	0	3		7	0	0	0	0	5		10	25	1%
DA90	VG	0	0	4		4	0	0	0	0	6		6	20	1%
F18	VG	0	76		196	0	98	19	13	22		71	0	495	22%
	D1	0	21		44	0	22	5	3	2		9	0	105	5%
TIG	D1	81	89		483	0	330	161	53	132		105	16	1'450	65%
Total		81	185	24	723	46	450	185	69	156	16	185	105	2'225	100%
Route		4%	8%	1%	33	2%	20%	8%	3%	7%	1%	8	5%	100%	
Piste		76%							24%					100%	

Files: LBKMIL_EMM_JET_F18_S.TXT, LBKMIL_EMM_JET_UEBRIGE_S.TXT. rot markiert: neue Routen F18/F15 (SJ04G → SJ04IE; SJ04O → SJ04IS; SJ04Y → SJ04E; SJ22G → SJ22W; SJ22R → SJ22IC)

Landungen		RWY043						RWY22				Total	Anteil
RC	Perf	LJ04B2	LJ04O	LJ04R	LJ04S	LJ04V *	LJ22B2	LJ22O	LJ22R	LJ22S	LJ22Y		
C550	AP	0	6	46	0	0	0	0	0	78	0	130	6%
CL65	AP	0	6	4	0	0	0	0	0	15	0	25	1%
DA90	AP	0	8	0	0	0	0	0	0	12	0	20	1%
F18	AP	104	104	160	112	0	8	16	56	32	8	600	27%
TIG	AP	245	329	168	322	81	24	40	129	73	40	1'450	65%
Total		349	453	378	434	81	32	56	185	210	48	2'225	100%
Route		16%	20%	17%	20%	4%	1%	3%	8%	9%	2%	100%	
Piste		76%						24%				100%	

Files: LBKMIL_EMM_JET_F18_S.TXT, LBKMIL_EMM_JET_UEBRIGE_S.TXT. rot markiert: neue Routen F18/F15 (LJ04B → LJ04B2; LJ22B → LJ22B2)

*Interne Bezeichnung: LJ04V2

7.1.2. Jährliche Starts und Landungen von Propellerflugzeugen

Starts		RWY04									RWY22							Total	Anteil
RC	Perf	SP0401	SP0402	SP0403	SP0404	SP0407	SP0409	SP0410	SP0411	SP04V1	SP2212	SP2213	SP2214	SP2215	SP2218	SP2219	SP2221		
ADS15	VG	0	0	70	130	0	0	0	0	0	200	100	0	0	0	0	0	500	8%
BE20 (DH6)*	VG	2	0	0	5	0	2	4	7	0	4	0	0	10	3	3	10	50	1%
BE20 (B350)*	VG	2	0	0	5	0	6	4	7	0	4	0	0	10	9	3	10	60	1%
DA42	VG	0	0	0	0	0	10	6	44	0	0	0	0	10	30	10	40	150	2%
PC6	VG	65	25	100	80	80	20	30	40	60	90	100	150	250	100	10	50	1'250	19%
PC7	VG	60	20	80	60	60	50	60	60	50	40	100	150	200	100	60	100	1'250	19%
PC9	VG	5	0	65	50	45	15	30	30	20	18	120	25	107	70	20	30	650	10%
PC21	VG	0	0	215	150	60	15	110	400	100	100	220	25	500	130	220	380	2'625	40%
Total		134	45	530	480	245	118	244	588	230	456	640	350	1'087	442	326	620	6'535	100%
Route		2%	1%	8%	7%	4%	2%	4%	9%	4%	7%	10%	5%	17%	7%	5%	9%	100%	
Piste		40%									60%							100%	

File: LBKM18_EMM_PROP_S_rout.txt

* gleiche RC, für die beiden Typen DH6 und B350 jedoch unterschiedliche Profile

Landungen		RWY04								RWY22						Total	Anteil
RC	Perf	LP0422	LP0424	LP0425	LP0426	LP0427	LP0428	LP0429	LP04V1	LP2230	LP2231	LP2232	LP2233	LP2234	LP2235		
ADS15	AP	0	130	70	0	0	0	0	0	150	50	0	50	50	0	500	8%
BE20 (DH6)*	AP	4	8	0	0	0	8	0	0	0	7	0	0	11	12	50	1%
BE20 (B350)*	AP	4	12	0	0	0	8	0	0	0	7	0	0	11	18	60	1%
DA42	AP	12	24	0	0	0	24	0	0	20	15	0	0	13	42	150	2%
PC6	AP	120	20	90	60	0	130	20	60	250	75	20	180	50	175	1'250	19%
PC7	AP	100	20	90	50	10	130	50	50	250	75	20	180	50	175	1'250	19%
PC9	AP	40	43	53	10	23	43	30	20	75	65	31	10	59	150	650	10%
PC21	AP	180	233	193	0	93	93	160	100	270	355	285	0	305	360	2'625	40%
Total		460	489	495	120	125	435	260	230	1'015	649	356	420	549	932	6'535	100%
Route		7%	7%	8%	2%	2%	7%	4%	4%	16%	10%	5%	6%	8%	14%	100%	
Piste		40%								60%						100%	

File: LBKM18_EMM_PROP_L_rout.txt

* gleiche RC, für die beiden Typen DH6 und B350 jedoch unterschiedliche Profile

7.1.3. Jährliche Starts und Landungen von Helikoptern

Starts		RWYTA							RWTW04				RWYTW22					Total	Anteil
RC-Typ	Perf	SHTA01	SHTA03	SHTA05	SHTA08	SHTA12	SHTA34	SHTW0402	SHTW0403	SHTW0404	SHTW0407	SHTW0408	SHTW2210	SHTW2211	SHTW2213	SHTW2216	SHTW2233		
AS332	VG	0	0	0	0	0	0	30	60	25	36	15	30	20	20	44	60	340	43%
EC635	VG	45	135	75	45	75	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	450	57%
Total		45	135	75	45	75	75	30	60	25	36	15	30	20	20	44	60	790	
Route		6%	17%	9%	6%	9%	9%	4%	8%	3%	5%	2%	4%	3%	3%	6%	8%	100%	
Piste		57%							21%				22%					100%	

File: LBKM18_EMM_HELI_S_rout.txt

Landungen		RWYTA							RWTW04					RWYTW22						Total	Anteil
RC-Typ	Perf	LHTA20	LHTA21	LHTA22	LHTA23	LHTA24	LHTA31	LHTA32	LHTW0417	LHTW0419	LHTW0420	LHTW0423	LHTW0424	LHTW2225	LHTW2226	LHTW2227	LHTW2228	LHTW2229	LHTW2230		
AS332	AP	0	0	0	0	0	0	0	30	36	60	30	10	20	20	20	30	20	64	340	43%
EC635	AP	90	115	55	45	55	45	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	450	57%
Total		90	115	55	45	55	45	45	30	36	60	30	10	20	20	20	30	20	64	790	100%
Route		11%	15%	7%	6%	7%	6%	6%	4%	5%	8%	4%	1%	3%	3%	3%	4%	3%	8%	100%	
Piste		57%							21%					22%						100%	

File: LBKM18_EMM_HELI_L_rout.txt

7.2. Monatsstatistik der Jahre 2013 bis 2018

Jahr	Kategorie													Summe		GF
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	N _x	M _x	
2018	Jet	204	185	485	433	197	319	1186	0	363	291	205	168	4'036	3077	1.52
	Prop	1445	1116	1339	1239	1559	1617	889	58	1359	1322	1064	443	13'450	8641	1.28
	gesamt	1649	1301	1824	1672	1756	1936	2075	58	1722	1613	1269	611	17'486		
2017	Jet	160	216	349	268	378	287	7	882	264	249	406	122	3'588	2'570	1.43
	Prop	1'146	1'007	1'969	824	1'872	1'495	38	697	1'377	1'398	1'233	462	13'518	9'344	1.38
	gesamt	1'306	1'223	2'318	1'092	2'250	1'782	45	1'579	1'641	1'647	1'639	584	17'106		
2016	Jet	236	207	303	439	231	171	37	1'390	258	233	368	71	3'944	2'994	1.52
	Prop	1'037	1'227	1'609	1'591	810	1'150	51	780	1'456	1'094	1'563	224	12'592	8'596	1.37
	gesamt	1'273	1'434	1'912	2'030	1'041	1'321	88	2'170	1'714	1'327	1'931	295	16'536		
2015	Jet	175	52	444	454	336	260	32	1'201	192	95	128	59	3'428	2'887	1.68
	Prop	1'236	1'211	1'851	1'438	804	931	90	915	1'633	1'662	893	414	13'078	9'031	1.38
	gesamt	1'411	1'263	2'295	1'892	1'140	1'191	122	2'116	1'825	1'757	1'021	473	16'506		
2014	Jet	197	101	258	304	255	241	237	913	202	147	138	71	3'064	2'208	1.44
	Prop	1'324	1'552	1'523	1'360	1'263	966	240	860	1'528	1'358	1'127	505	13'606	8'645	1.27
	gesamt	1'521	1'653	1'781	1'664	1'518	1'207	477	1'773	1'730	1'505	1'265	576	16'670		
2013	Jet	181	139	278	388	247	184	65	1'342	168	286	300	84	3'662	2'841	1.55
	Prop	1'264	1'577	1'801	1'427	1'120	801	85	718	1'034	1'710	1'394	419	13'350	9'173	1.37
	gesamt	1'445	1'716	2'079	1'815	1'367	985	150	2'060	1'202	1'996	1'694	503	17'012		

Die 6 verkehrsreichsten Monate sind schattiert

Mittelwerte:

Jets	3'620	2'763	1.526
Props	13'266	8'905	1.343

7.3. Akustische Kenngrössen

Akustische Kennzahlen des Quelldatensatzes RC2019_01

Richtcharakteristiken Landung (LAP)

	TYP10	RC	RC Bezeichnung	LA _{max} [dB]	Theta(LA _{max}) [°]	LAE [dB]	CB [dB]
Jet	F18	F18	RCLAPF18	93.1	122.1	102.2	-6.0
	TIG	TIG	RCLAPTIG	77.6	105.6	86.8	-6.0
	CL60	CL65	RCLAPCL65	70.8	68.0	80.8	0.0
	DA90	DA90	RCLAPDA90	71.6	100.3	79.8	0.0
	PC24	C550	RCLAPC550	65.9	96.5	75.3	0.0
Helikopter	AS332	AS332	RCLAPAS332	76.3	82.4	85.3	0.0
	EC635	EC635	RCLAPE635	71.0	66.3	80.8	0.0
Propeller	B350	BE20	RCLAPBE20	68.4	81.6	77.4	0.0
	DA42	DA42	RCLAPDA42	50.0	90.0	57.1	-6.0
	DH6	BE20	RCLAPBE20	68.4	81.6	77.4	0.0
	PC6	PC6	RCLAPPC6	65.9	90.0	73.0	-6.0
	PC7	PC7	RCLAPPC7	62.9	90.0	70.0	-6.0
	PC9	PC9	RCLAPPC9	63.6	90.0	70.7	-6.0
	PC21	PC21	RCLAPPC21	73.2	87.3	80.9	-6.0
	ADS15	ADS15	RCLAPADS15	65.5	90.0	72.6	-6.0

Richtcharakteristiken Start / Vollgas (SVG)

	TYP10	RC	RC Bezeichnung	LA _{max} [dB]	Theta(LA _{max}) [°]	LAE [dB]	CB [dB]
Jet	F18	F18	RCSVGF18	107.3	128.0	116.4	0.0
	TIG	TIG	RCSVGTIG	100.3	130.9	109.1	0.0
	CL60	CL65	RCSVGCL65	76.6	105.7	85.2	0.0
	DA90	DA90	RCSVGDA90	86.2	102.3	93.1	0.0
	PC24	C550	RCSVGC550	80.3	112.1	88.4	0.0
Helikopter	AS332	AS332	RCSVGAS332	76.3	80.6	84.5	0.0
	EC635	EC635	RCSVGEC635	65.3	92.9	73.2	0.0
Propeller	B350	BE20	RCSVGBE20	76.5	80.9	82.8	0.0
	DA42	DA42	RCSVGDA42	65.1	90.0	72.1	-7.0
	DH6	BE20	RCSVGBE20	76.5	80.9	82.8	0.0
	PC6	PC6	RCSVGPC6	81.0	90.0	88.0	-4.0
	PC7	PC7	RCSVGPC7	78.0	90.0	85.0	-4.0
	PC9	PC9	RCSVGPC9	78.7	90.0	85.7	-4.0
	PC21	PC21	RCSVGPC21	77.7	81.3	83.96	0.0
	ADS15	ADS15	RCSVGADS15	80.6	90.0	87.6	0.0

Richtcharakteristiken Start / Nachbrenner (SNB)

TYP10	RC	RC Bezeichnung	LA _{max} [dB]	Theta(LA _{max}) [°]	LAE [dB]	CB [dB]
F18	F18	RCSNBF18	113.2	123.9	120.6	0.0
TIG	TIG	RCSNBTIG	106.0	126.5	112.7	0.0

Legende:

TYP10	Referenztyp für eine Gruppe von Flugzeugen mit ähnlichen Eigenschaften
RC	Richtcharakteristik-Typ (zugeordnetes Quellenmodell)
RC Bezeichnung	Filename der Richtcharakteristik
LA _{max}	Maximalpegel [dB] bei einem Vorbeiflug in Referenzdistanz von 305 m
Theta (LA _{max})	Emissionswinkel [°] bezüglich Flugrichtung beim Maximalpegel
LAE	Einzelereignispegel [dB] geradliniger Vorbeiflug in 305 m Höhe mit konstanter Geschwindigkeit v = 160 kt
CB	Pegelveränderung [dB] bei Leistungsreduktion nach Start (Cutback) bzw. nach Aufsetzen bei der Landung

7.4. Startverfahren mit Nachbrenner

TYP10	PERF	DNB
F18	D1	1'300 m
	NB	10'000 m
TIG	D1	3'000 m
	NB	10'000 m

Legende

TYP10	Referenztyp für eine Gruppe von Flugzeugen mit ähnlichen akustischen Eigenschaften
PERF	Kennzeichnung der Startprozedur:
	D1 Start mit Nachbrenner und Abschaltung bei der Distanz DNB
	NB Start mit dauernd eingeschaltetem Nachbrenner (DNB=10'000)
DNB	Zurückgelegte Distanz bis zu NB-Abschaltung nach dem Startpunkt [m]

7.5. Profiluordnung

7.5.1. Profilwahl von Jetflugzeugen

Starts	Route *	C550	CL65	DA90	F18	F18 D1	TIG D1
RWY04	SJ04B	TO07 LR35	TO07 LR35	TO DA50	TO11	TO10	TO07
	SJ04G	TO07 LR35	TO07 LR35	TO DA50			
	SJ04IE				TO11 IFR	TO10 IFR	TO07 IFR
	SJ04O	TO07 LR35 IFR	TO07 LR35 IFR	TO DA50 IFR			
	SJ04IS				TO11 IFR	TO10 IFR	TO07 IFR
	SJ04R	TO07 LR35	TO07 LR35	TO DA50	TO11 IFR	TO10 IFR	TO07 IFR
	SJ04S	TO07 LR35	TO07 LR35	TO DA50	TO11	TO10	TO07
	SJ04Y	TO07 LR35	TO07 LR35	TO DA50			
RWY22	SJ04E				TO11	TO10	TO07
	SJ22B	TO07 LR35	TO07 LR35	TO DA50	TO11	TO10	TO07
	SJ22G	TO07 LR35	TO07 LR35	TO DA50			
	SJ22W				TO11	TO10	TO07
	SJ22R	TO07 LR35 IFR	TO07 LR35 IFR	TO DA50 IFR			
	SJ22IC				TO11 IFR	TO10 IFR	TO07 IFR
	SJ22S	TO07 LR35	TO07 LR35	TO DA50	TO11	TO10	TO07

Landungen	Route *	C550	CL65	DA90	F18	TIG
RWY04	LJ04B	AP04 LR35	AP04 LR35	AP04 DA50		
	LJ04B2				AP04D	AP04D
	LJ04O	AP04 LR35	AP04 LR35	AP04 DA50	AP04D	AP04D
	LJ04R	AP04 LR35	AP04 LR35	AP04 DA50	AP04D	AP04D
	LJ04S	AP08 LR35 IFR	AP08 LR35 IFR	AP08 DA50 IFR	AP09 IFR	AP09 IFR
	LJ04V ‡	AP04 LR35	AP04 LR35	AP04 DA50	AP04D	AP04D
RWY22	LJ22B	AP04 LR35	AP04 LR35	AP04 DA50		
	LJ22B2				AP04D	AP04D
	LJ22O	AP04 LR35	AP04 LR35	AP04 DA50	AP04D	AP04D
	LJ22R	AP04 LR35	AP04 LR35	AP04 DA50	AP04D	AP04D
	LJ22S	AP04 LR35 IFR	AP04 LR35 IFR	AP04 DA50 IFR	AP04 IFR	AP04 IFR
	LJ22Y	AP04 LR35	AP04 LR35	AP04 DA50	AP04D	AP04D

* rot markiert: neue Routen F18/F15

‡ Interne Bezeichnung: LJ04V2

7.5.2. Profilwahl von Propellerflugzeugen

Starts	Route	ADS15	B350	DA42	DH6	PC21	PC6	PC7	PC9
RWY04	SP0401	TO	TO07A	TO	TO10	TO10 PC9	TO03	TO13	TO10
	SP0402	TO	TO07A	TO	TO10	TO10 PC9	TO03	TO13	TO10
	SP0403	TO mod	TO07A	TO	TO10	TO10 PC9	TO03	TO13	TO10
	SP0404	TO	TO07A	TO	TO10	TO10 PC9	TO03	TO13	TO10
	SP0407	TO	TO07A	TO	TO10	TO10 PC9	TO03	TO13	TO10
	SP0409	TO IFR	TO07A IFR	TO IFR	TO10 IFR	TO09 PC9 IFR	TO03 IFR	TO14 IFR	TO09 IFR
	SP0410	TO IFR	TO07A IFR	TO IFR	TO10 IFR	TO09 PC9 IFR	TO03 IFR	TO14 IFR	TO09 IFR
	SP0411	TO IFR	TO07A IFR	TO IFR	TO10 IFR	TO09 PC9 IFR	TO03 IFR	TO14 IFR	TO09 IFR
	SP04V1					TO09VA PC9	TO08VA	TO09VA	TO09VA
RWY22	SP2212	TO	TO07A	TO	TO10	TO10 PC9	TO03	TO13	TO10
	SP2213	TO	TO07A	TO	TO10	TO10 PC9	TO03	TO13	TO10
	SP2214		TO07A	TO	TO10	TO10 PC9	TO03	TO13	TO10
	SP2215	TO	TO07A	TO	TO10	TO10 PC9	TO03	TO13	TO10
	SP2218	TO IFR	TO07A IFR	TO IFR	TO10 IFR	TO09 PC9 IFR	TO03 IFR	TO14 IFR	TO09 IFR
	SP2219	TO IFR	TO07A IFR	TO IFR	TO10 IFR	TO09 PC9 IFR	TO03 IFR	TO14 IFR	TO09 IFR
	SP2221	TO IFR	TO07A IFR	TO IFR	TO10 IFR	TO09 PC9 IFR	TO03 IFR	TO14 IFR	TO09 IFR

Landungen	Route	ADS15	B350	DA42	DH6	PC21	PC6	PC7	PC9
RWY04	LP0422	AP	AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP0424	AP	AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP0425	AP	AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP0426	AP	AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP0427		AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP0428		AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP0429		AP08 IFR	AP IFR	AP08 IFR	AP08 PC9 IFR	AP08 IFR	AP08 IFR	AP08 IFR
	LP04V1					AP04VA PC9	AP04VA	AP04VA	AP04VA
	LP2230	AP	AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
RWY22	LP2231	AP	AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP2232	AP	AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP2233	AP	AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP2234	AP	AP07	AP	AP05	AP08 PC9	AP08	AP07	AP08
	LP2235	AP IFR	AP08 IFR	AP IFR	AP08 IFR	AP04 PC9 IFR	AP04 IFR	AP04 IFR	AP04 IFR

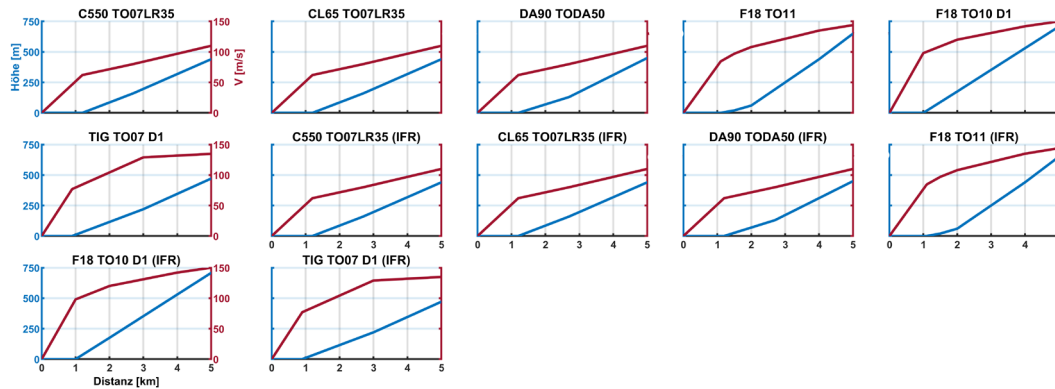
7.5.3. Profilwahl von Helikoptern

Starts	Route	AS332	EC635
RWY00	SHTA01		TO11C SA316
	SHTA03		TO11C SA316
	SHTA05		TO11C SA316
	SHTA08		TO11C SA316
	SHTA12		TO11C SA316
	SHTA34		TO11C SA316
RWY04	SHTW0402	TO11C	
	SHTW0403	TO11C	
	SHTW0404	TO11C	
	SHTW0407	TO11C IFR	
	SHTW0408	TO11C	
RWY22	SHTW2210	TO11C	
	SHTW2211	TO11C	
	SHTW2213	TO11C	
	SHTW2216	TO11C IFR	
	SHTW2233	TO11C	

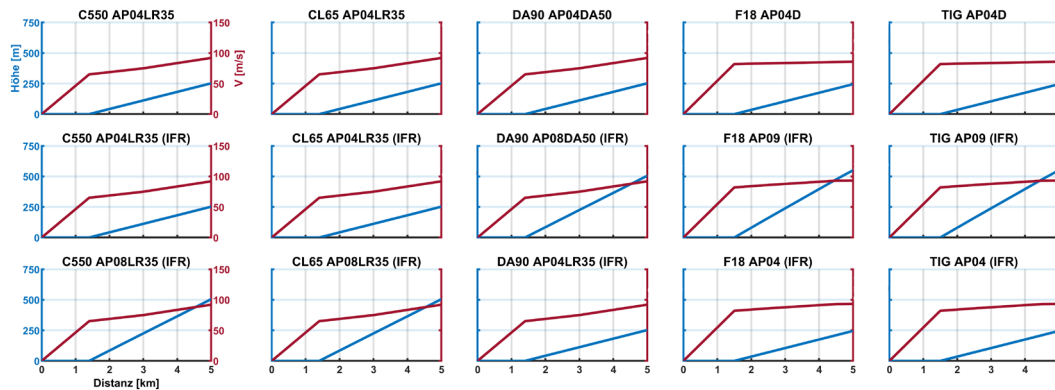
Landungen	Route	AS332	EC635
RWY00	LHTA20		AP11C SA316
	LHTA21		AP11C SA316
	LHTA22		AP11C SA316
	LHTA23		AP11C SA316
	LHTA24		AP11C SA316
	LHTA31		AP11C SA316
	LHTA32		AP11C SA316
RWY04	LHTW0417	AP11C	
	LHTW0419	AP11C	
	LHTW0420	AP11C	
	LHTW0423	AP11C	
	LHTW0424	AP11C IFR	
RWY22	LHTW2225	AP11C	
	LHTW2226	AP11C	
	LHTW2227	AP11C	
	LHTW2228	AP11C	
	LHTW2229	AP11C	
	LHTW2230	AP11C IFR	

Flugprofile Militärflugplatz Emmen (EMM)

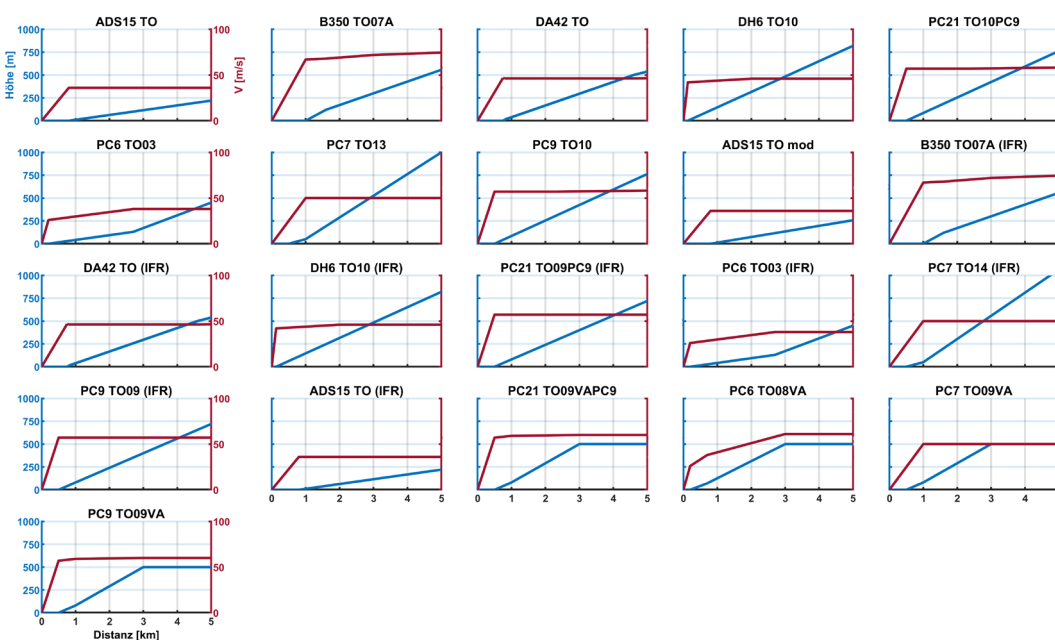
Jets Starts



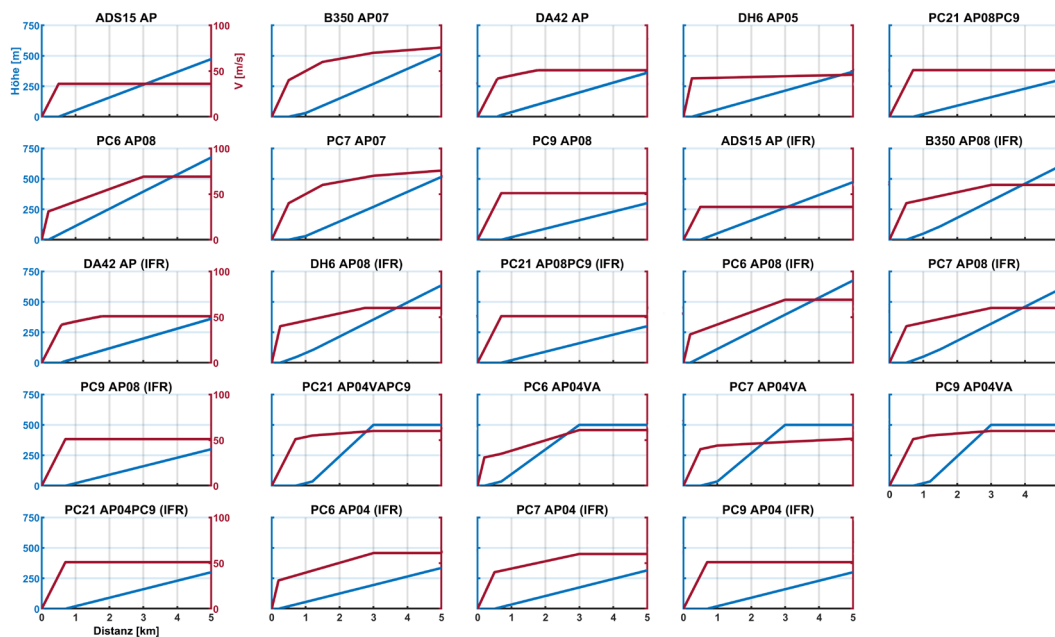
Jets Landungen



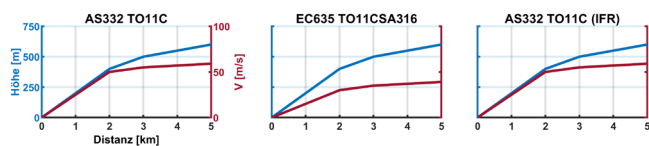
Propellerflugzeuge Starts



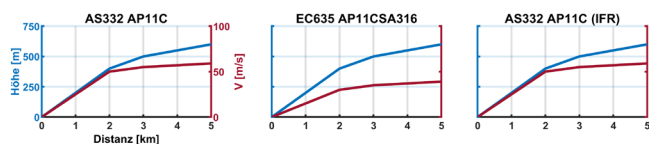
Propellerflugzeuge Landungen

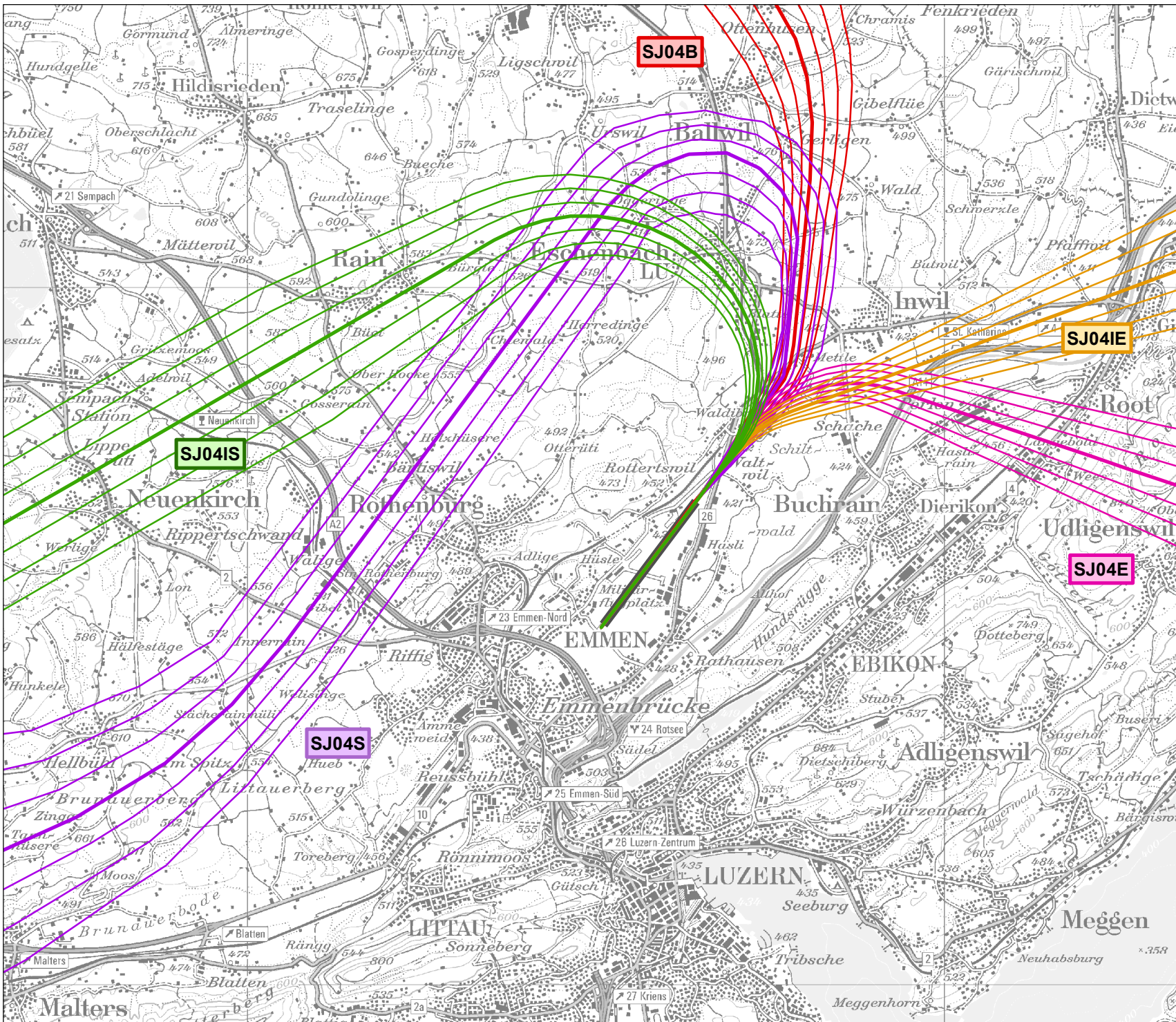


Helikopter Starts



Helikopter Landungen





Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 1

Spuren: Flugzeuge mit Strahltrieb
(F18 und F5)

Start Piste 04

IFR: SJ04IE, SJ04IS

VFR: SJ04B, SJ04E, SJ04S

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie

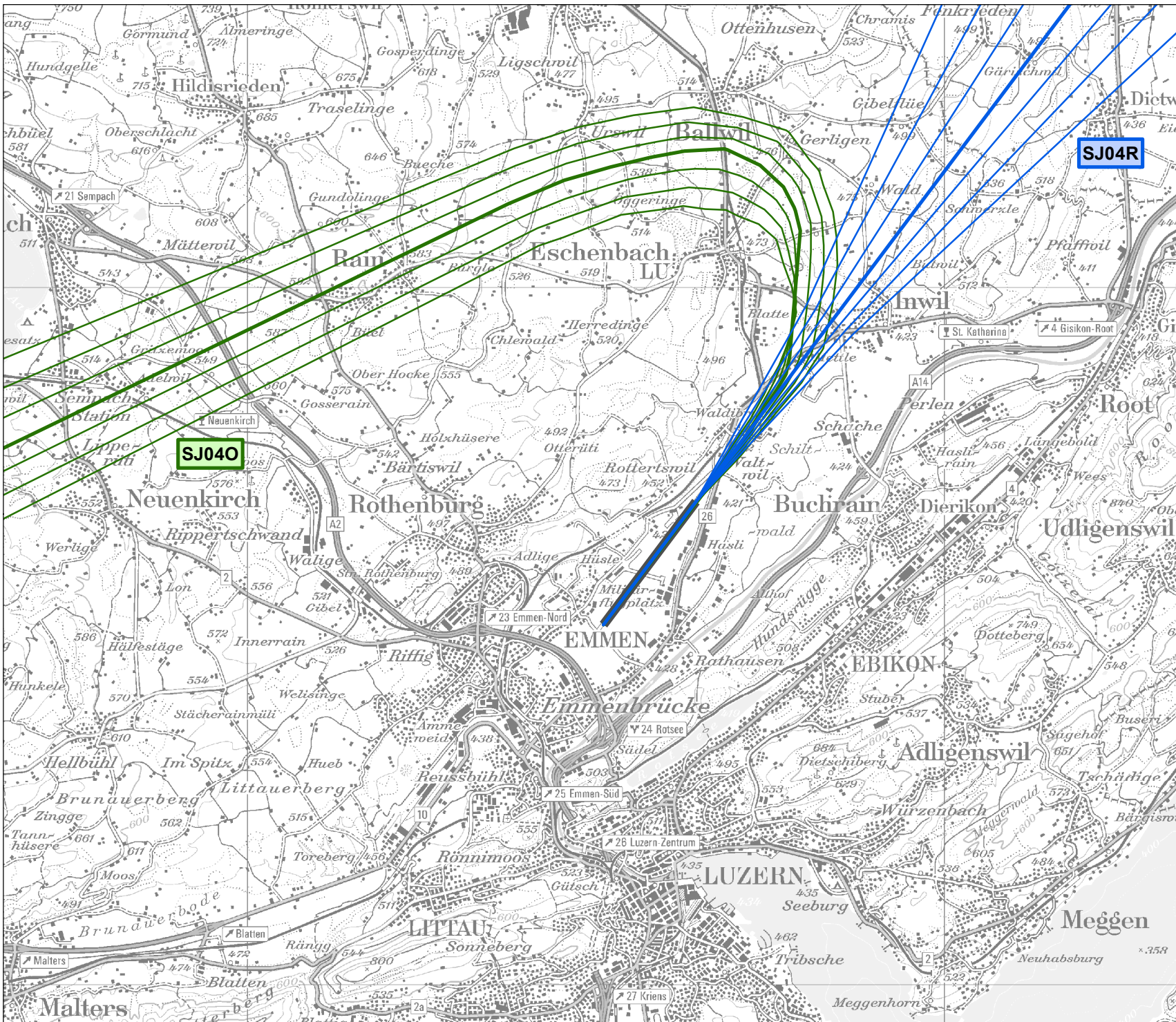
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[01_LBK MIL18_EMM_Spuren_J_F18_F5_S04.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM_v1.0_20230424.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 2

Spuren: Flugzeuge mit Strahltrieb
(übrige Jets)

Start Piste 04

IFR: SJ040

VFR: SJ04R

Legende



Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

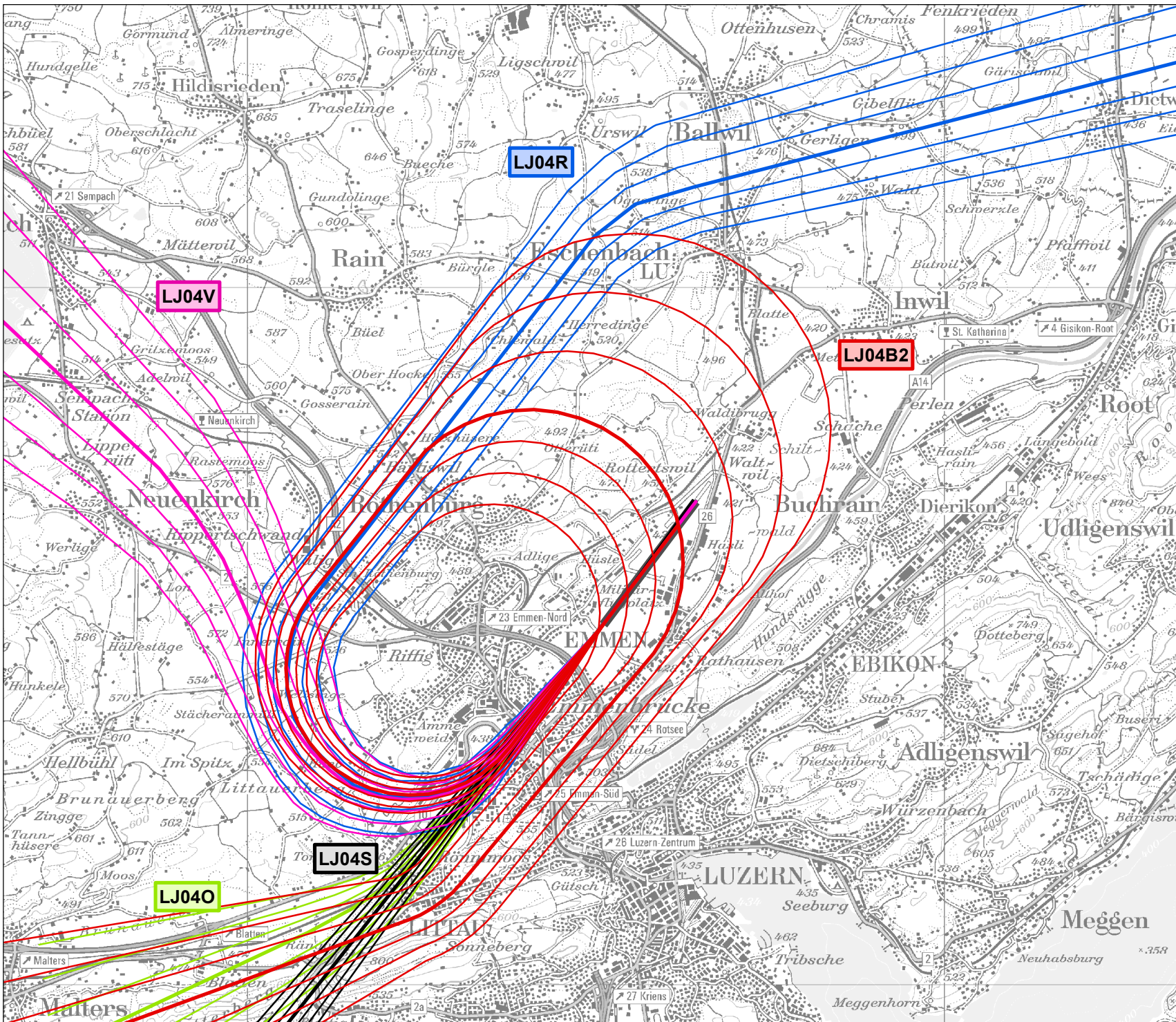
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[02_LBK MIL18_EMM_Spuren_J_uebrige_S04.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 3

Spuren: Flugzeuge mit Strahltrieb
(F18 und F5)

Landung Piste 04

IFR: LJ04S

VFR: LJ04B2, LJ04O, LJ04R,
LJ04V

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie

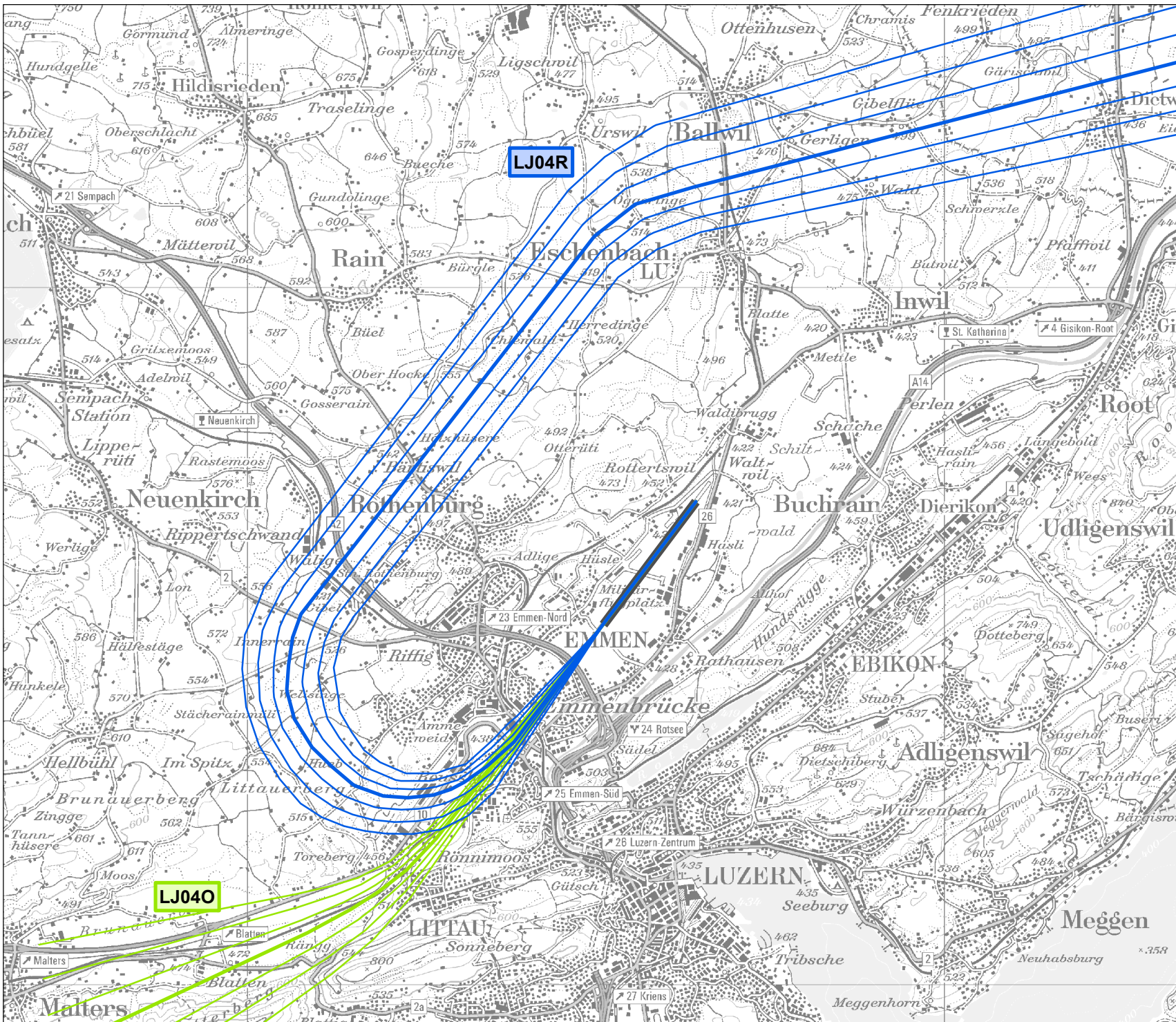
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[03_LBK MIL18_EMM_Spuren_J_F18_F5_L04.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM_v1.0_20230424]



Empa

Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 4

Spuren: Flugzeuge mit Strahltrieb
(übrige Jets)

Landung Piste 04

IFR: -

VFR: LJ040, LJ04R

Legende



Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter



Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie

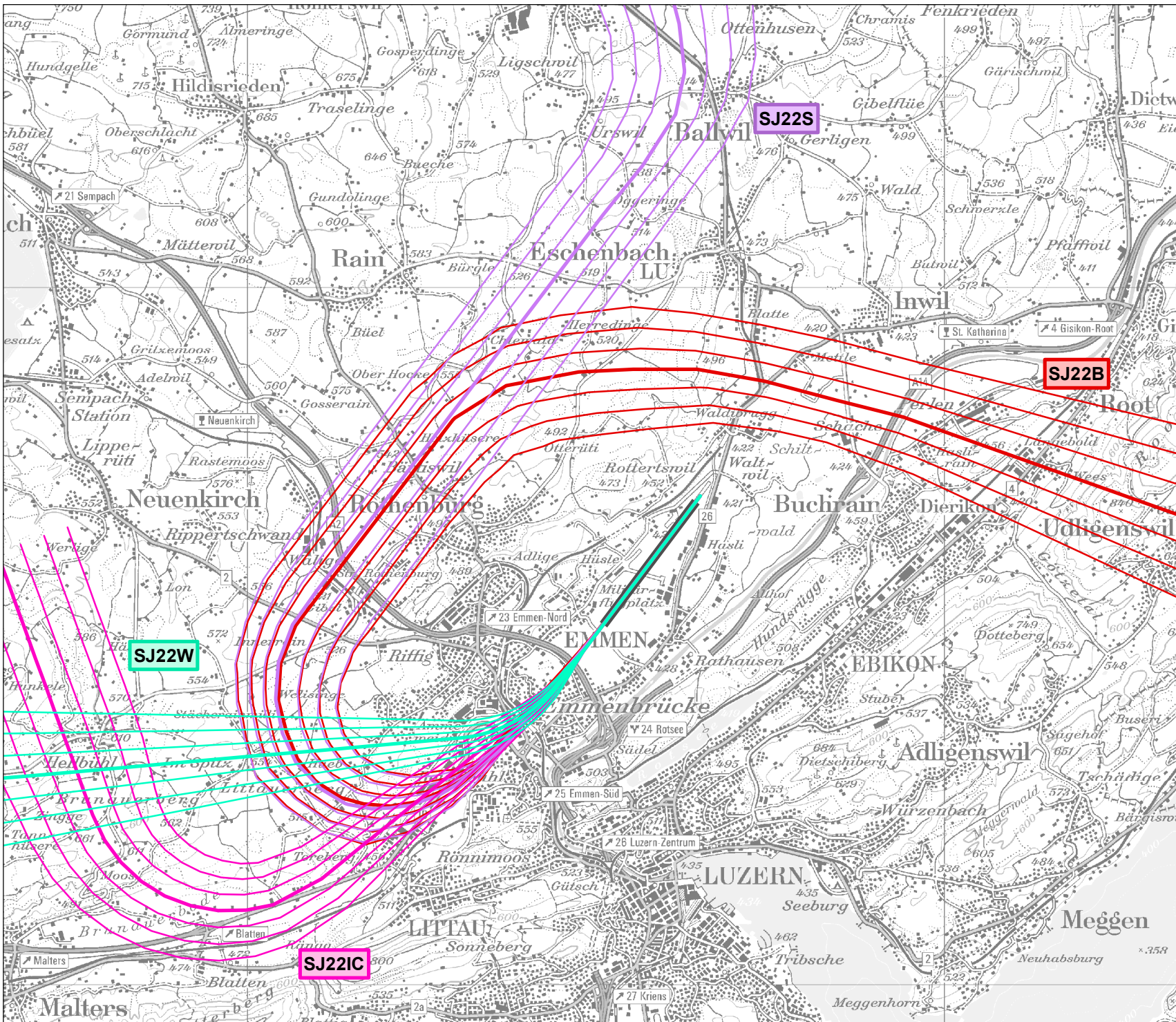
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[04_LBK MIL18_EMM_Spuren_J_uebrige_L04.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Empa

Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 5

Spuren: Flugzeuge mit Strahltrieb
(F18 und F5)

Start Piste 22

IFR: SJ22IC

VFR: SJ22B, SJ22S, SJ22W

Legende



Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter



Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie

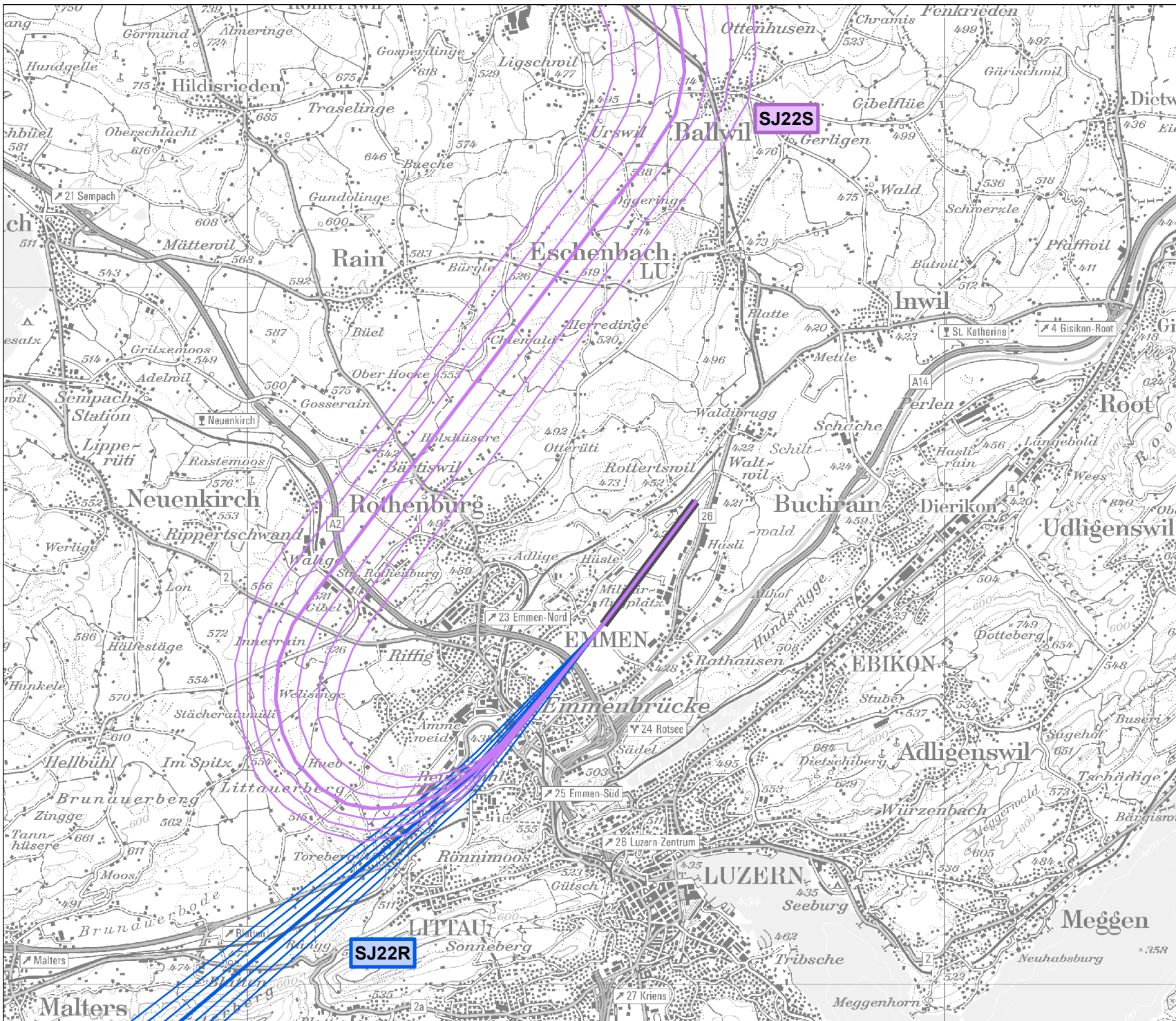
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[05_LBK MIL18_EMM_Spuren_J_F18_F5_S22.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM_v1.0_20230424.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 6

Spuren: Flugzeuge mit Strahltrieb
(übrige Jets)

Start Piste 22

IFR: SJ22R

VFR: SJ22S

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie

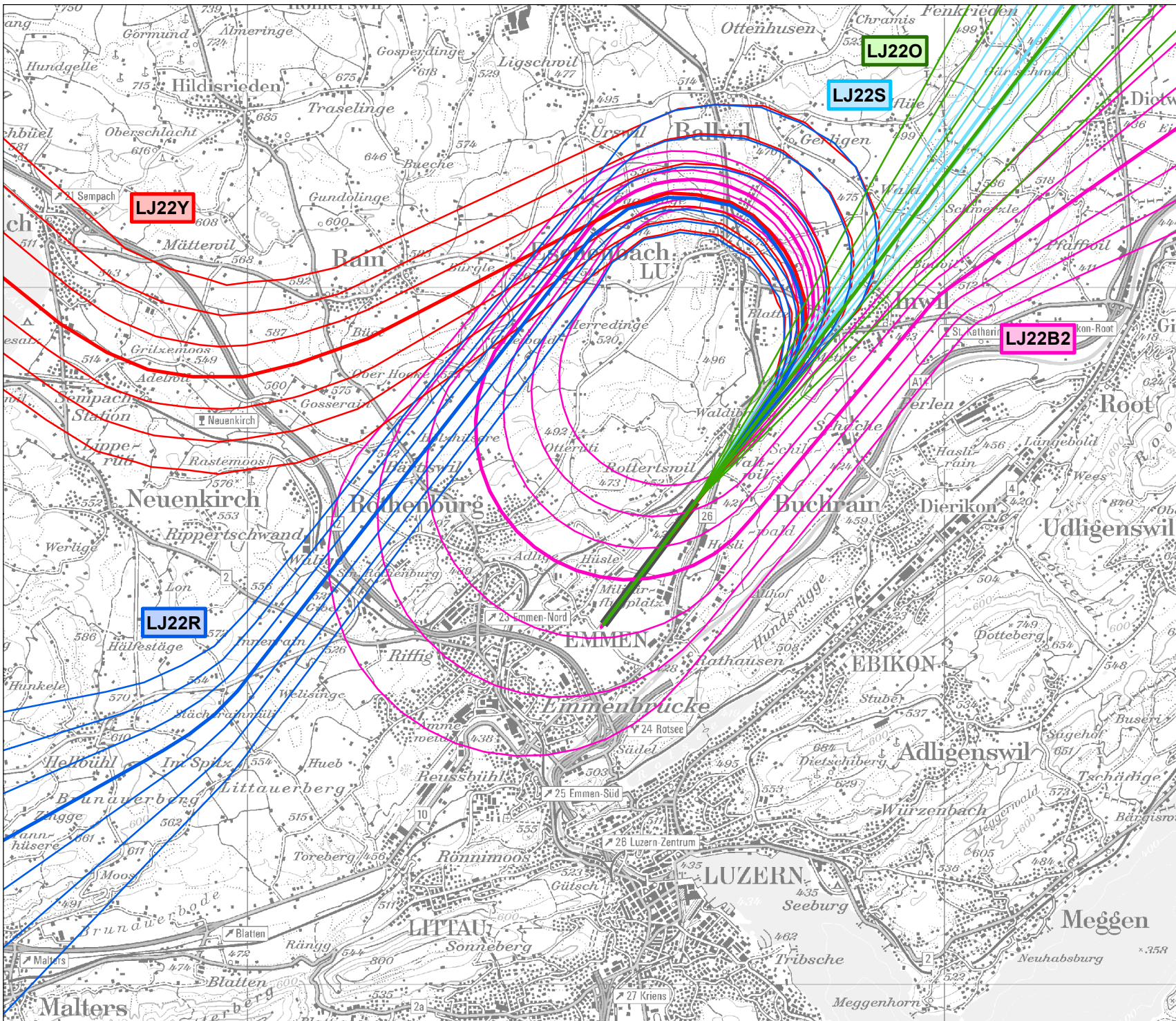
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[06_LBK MIL18_EMM_Spuren_J_uebrige_S22.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 7

Spuren: Flugzeuge mit Strahlantrieb

Landung Piste 22

IFR: LJ22S

VFR: LJ22B2, LJ220, LJ22R,
LJ22Y

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt
für Landestopografie

Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS
Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes
Ersteller:

[07_LBK MIL18_EMM_Spuren_J_F18_F5_L22.mxd]
[Spuren_aktuell_EMM_v1.0_20230424.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 8

Spuren: Flugzeuge mit Strahlantrieb
(übrige Jets)

Landung Piste 22

IFR: LJ22S

VFR: -

Legende



Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

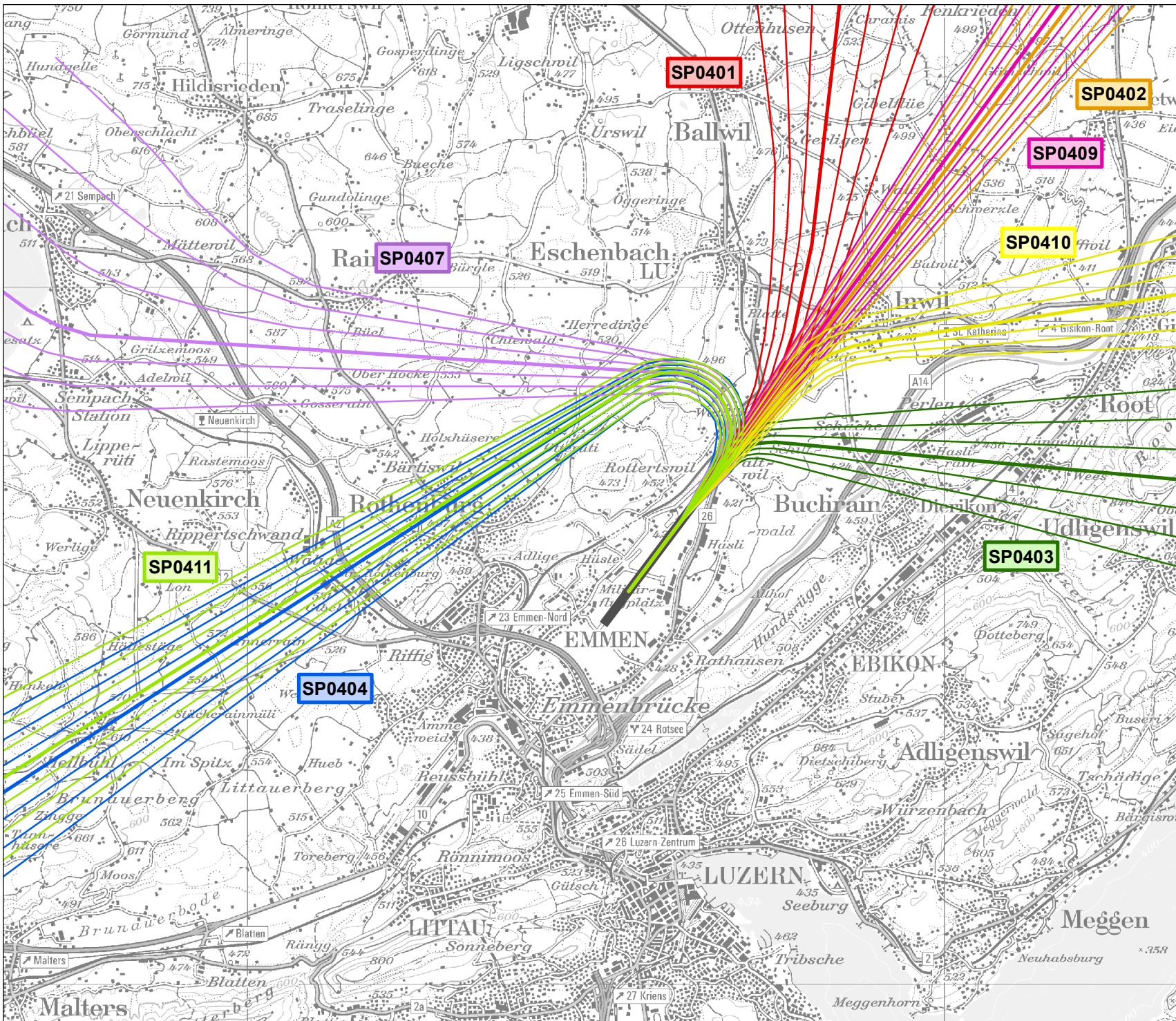
1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS
Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes
Ersteller:

[08_LBK MIL18_EMM_Spuren_J_uebrige_L22.mxd]
[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 9

Spuren: Propellerflugzeuge

Start Piste 04

IFR: SP0409, SP0410, SP0411

VFR: SP0401, SP0402, SP0403
SP0404, SP0407

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

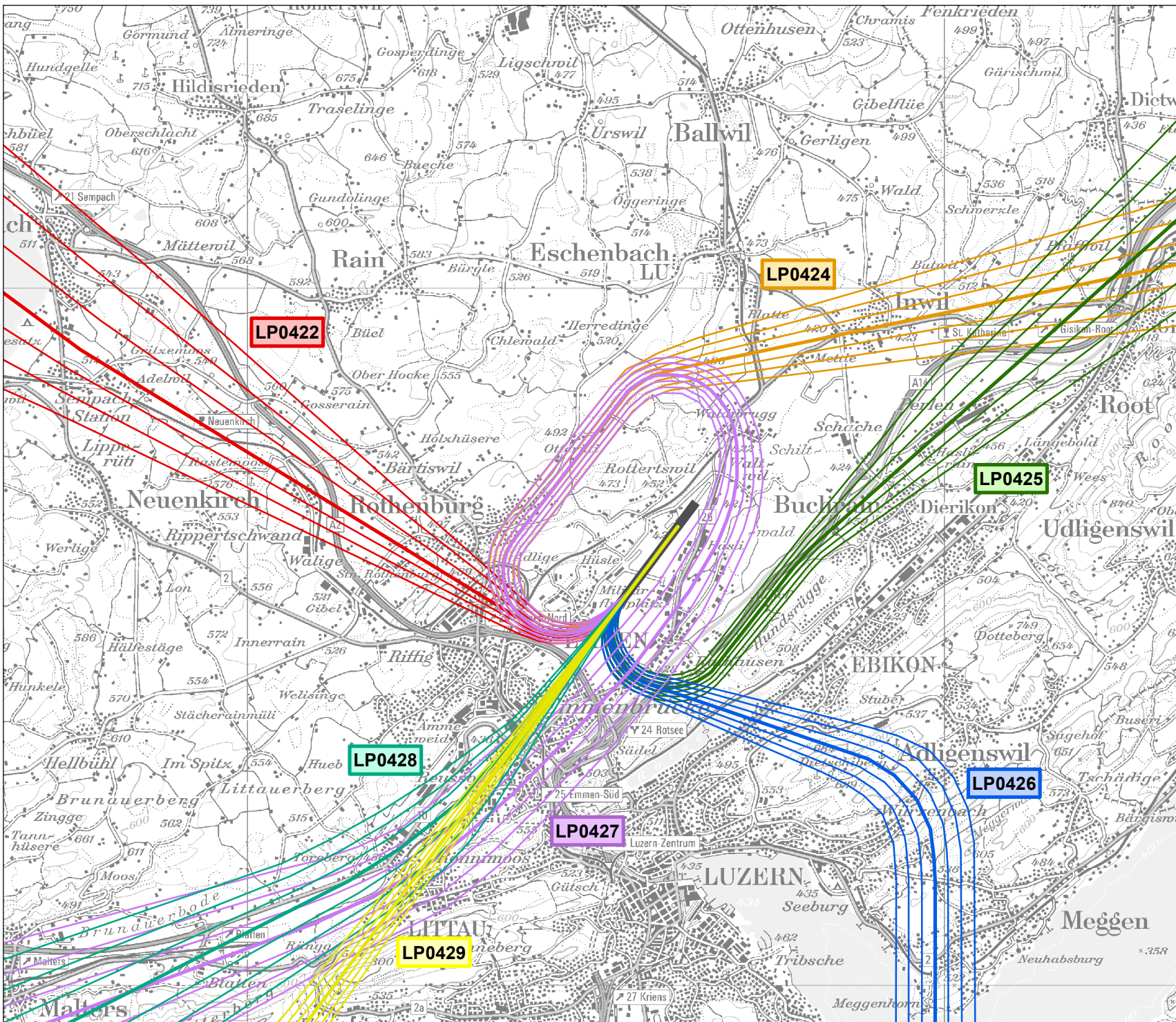
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[09_LBK MIL18_EMM_Spuren_P_S04.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 10

Spuren: Propellerflugzeuge

Landung Piste 04

IFR: LP0429

VFR: LP0422, LP0424, LP0425
LP0426, LP0427, LP0428
LP0429

Legende



Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

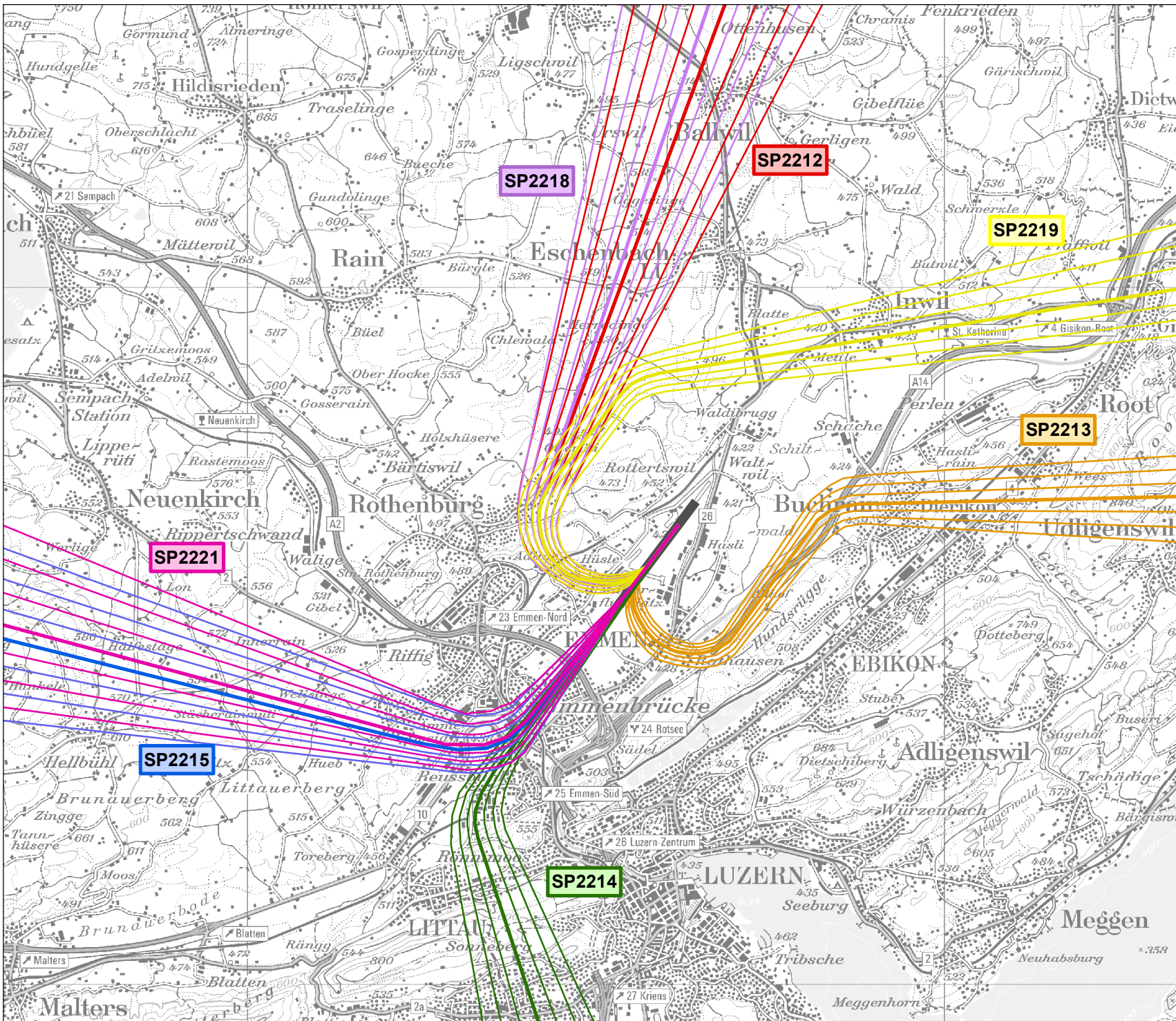
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[10_LBK MIL18_EMM_Spuren_P_L04.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 11

Spuren: Propellerflugzeuge

Start Piste 22

IFR: SP2218, SP2219, SP2221

VFR: SP2212, SP2213, SP2214
SP2215

Legende



Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

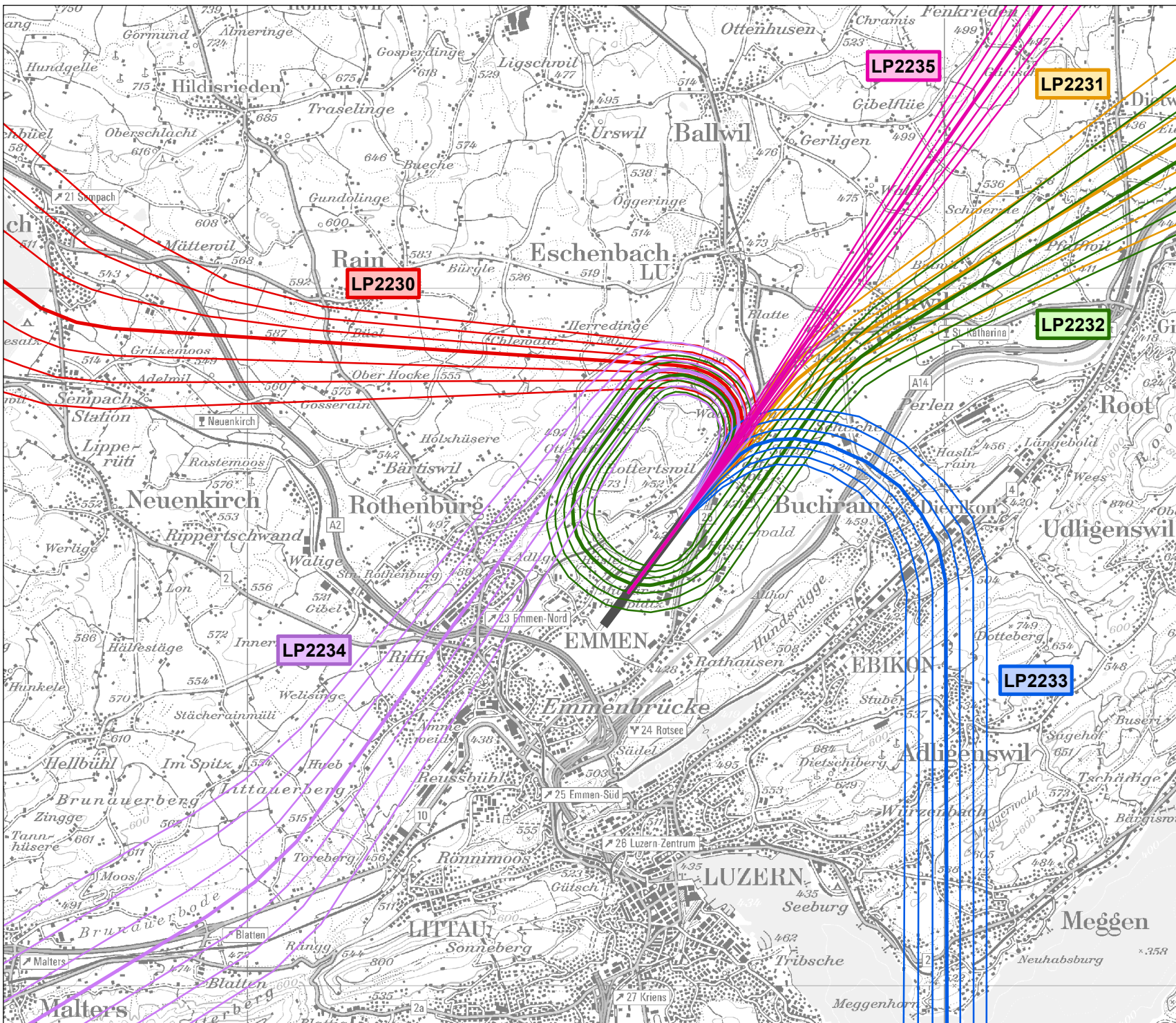
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[11_LBK MIL18_EMM_Spuren_P_S22.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 12

Spuren: Propellerflugzeuge

Landung Piste 22

IFR: LP2235

VFR: LP2230, LP2231, LP2232
LP2233, LP2234

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

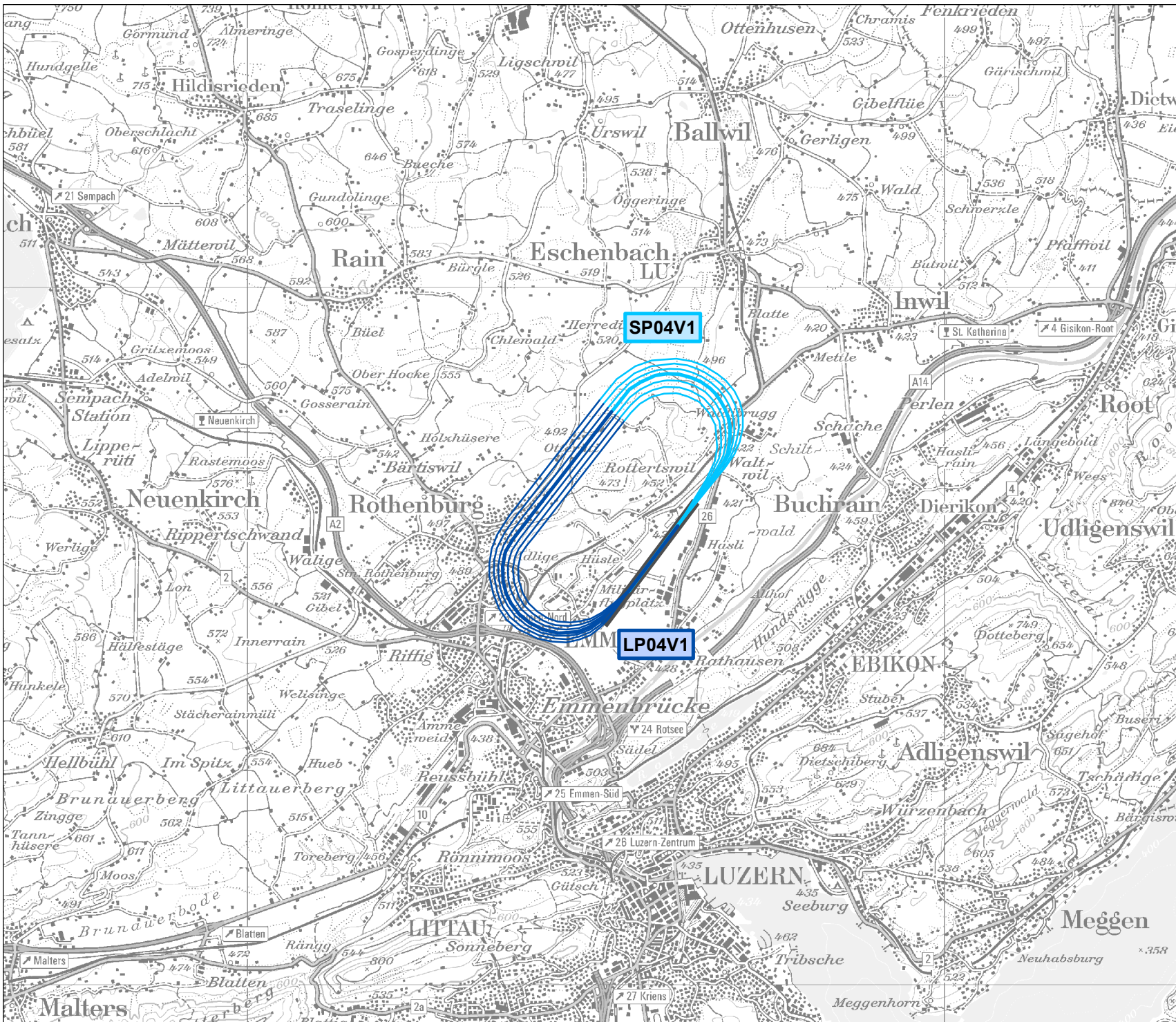
1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS
Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes
Ersteller:

[12_LBK MIL18_EMM_Spuren_P_L22.mxd]
[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 13

Spuren: Propellerflugzeuge

Volten

Legende

Start Landung

P04V



Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

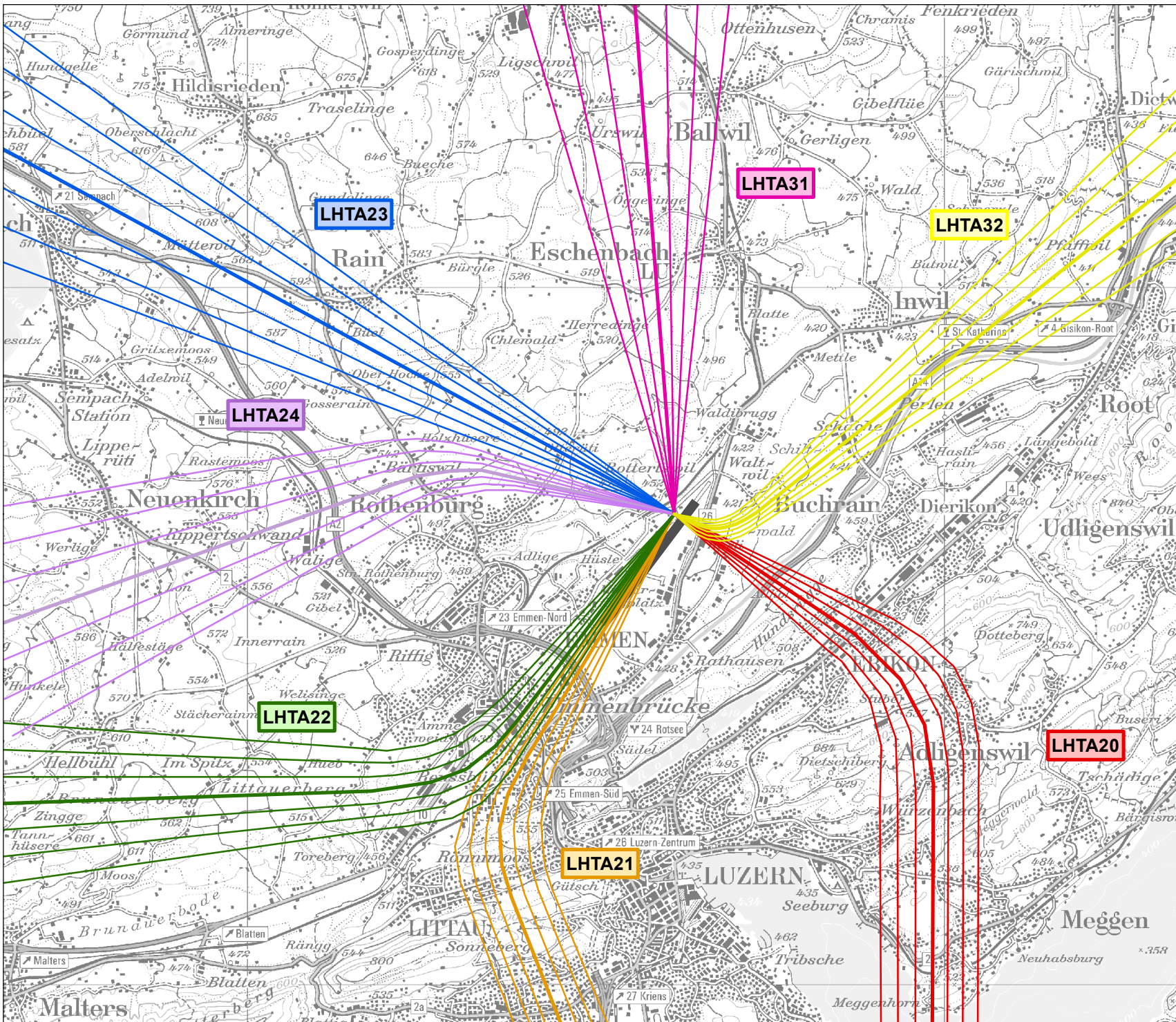


Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS
Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes
Ersteller:

[13_LBK MIL18_EMM_Spuren_P_04_Volten.mxd]
[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 14

Spuren: Helikopter

Landung Piste TA

IFR: —

VFR: LHTA20, LHTA21, LHTA22
LHTA23, LHTA24, LHTA31
LHTA32

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[14_LBK MIL18_EMM_Spuren_H_LHTA.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 15

Spuren: Helikopter

Start Piste TA

IFR: —

VFR: SHTA01, SHTA03, SHTA05
SHTA08, SHTA12, SHTA34

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

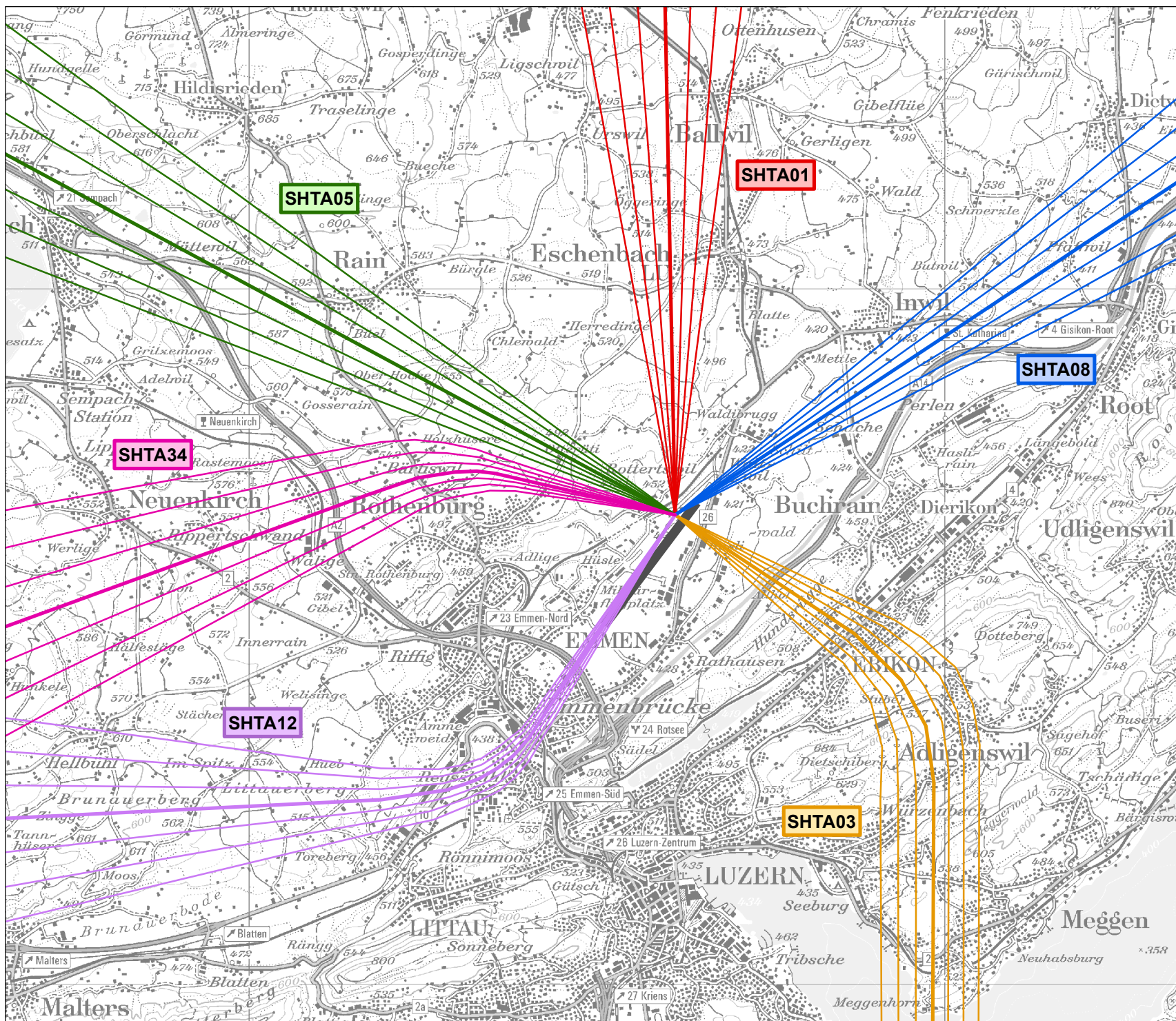
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

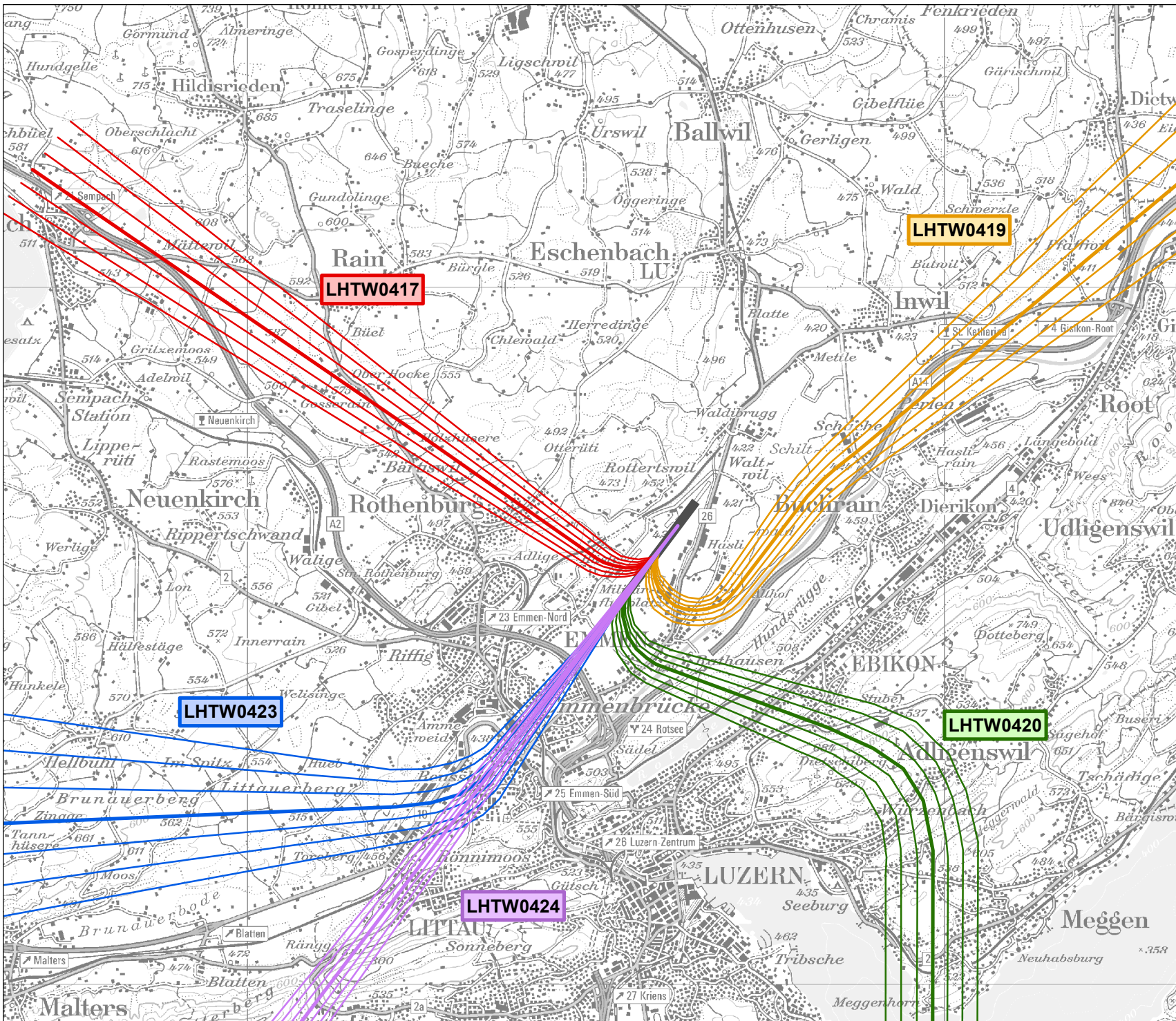
Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[15_LBK MIL18_EMM_Spuren_H_SHTA.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]





Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 16

Spuren: Helikopter

Landung Piste TW04

IFR: LHTW0424

VFR: LHTW0417, LHTW0419
LHTW0420, LHTW0423

Legende



Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

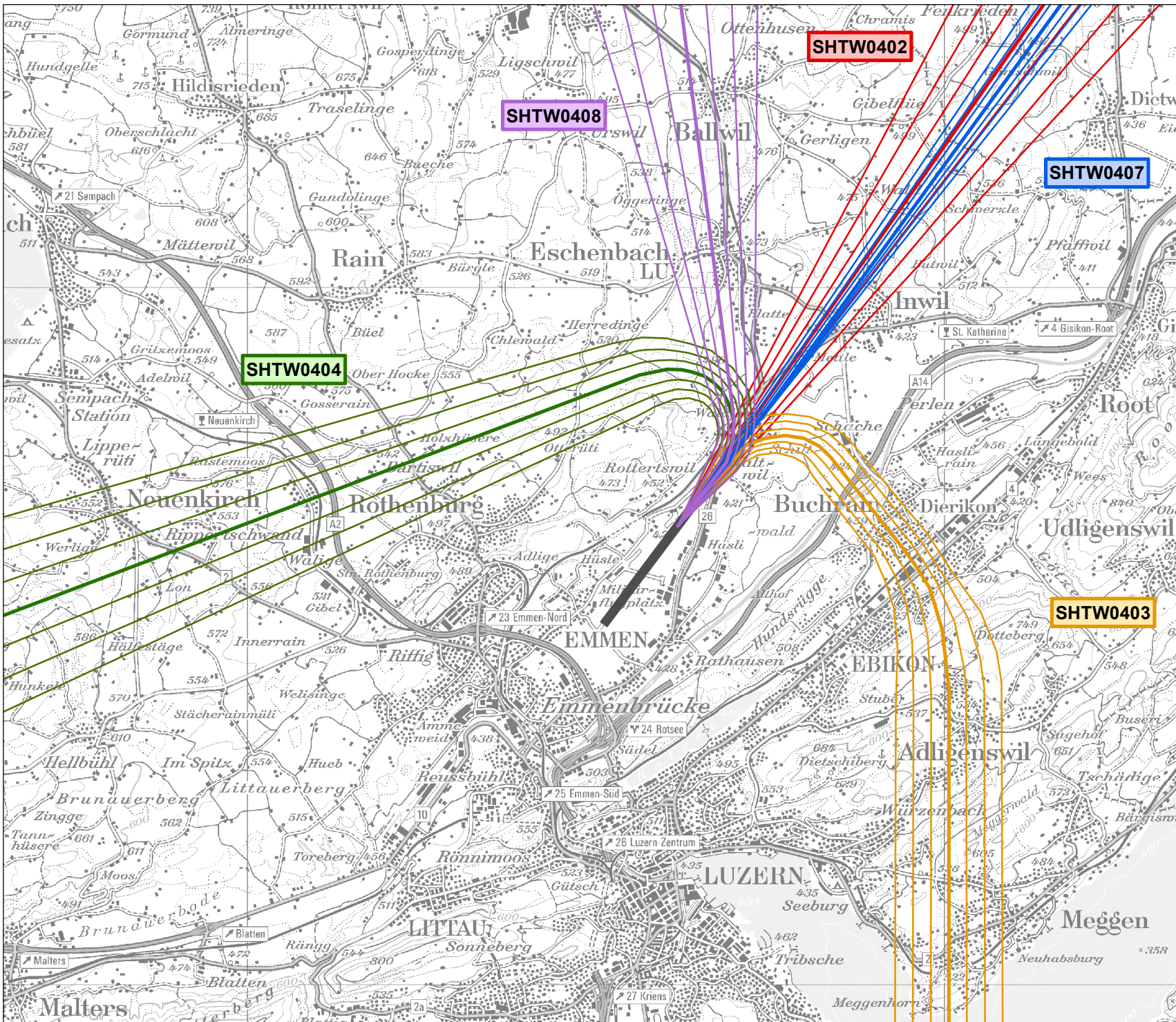
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[16_LBK MIL18_EMM_Spuren_H_LHTW04.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 17

Spuren: Helikopter

Start Piste TW04

IFR: SHTW0407

VFR: SHTW0402, SHTW0403
SHTW0404, SHTW0408

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

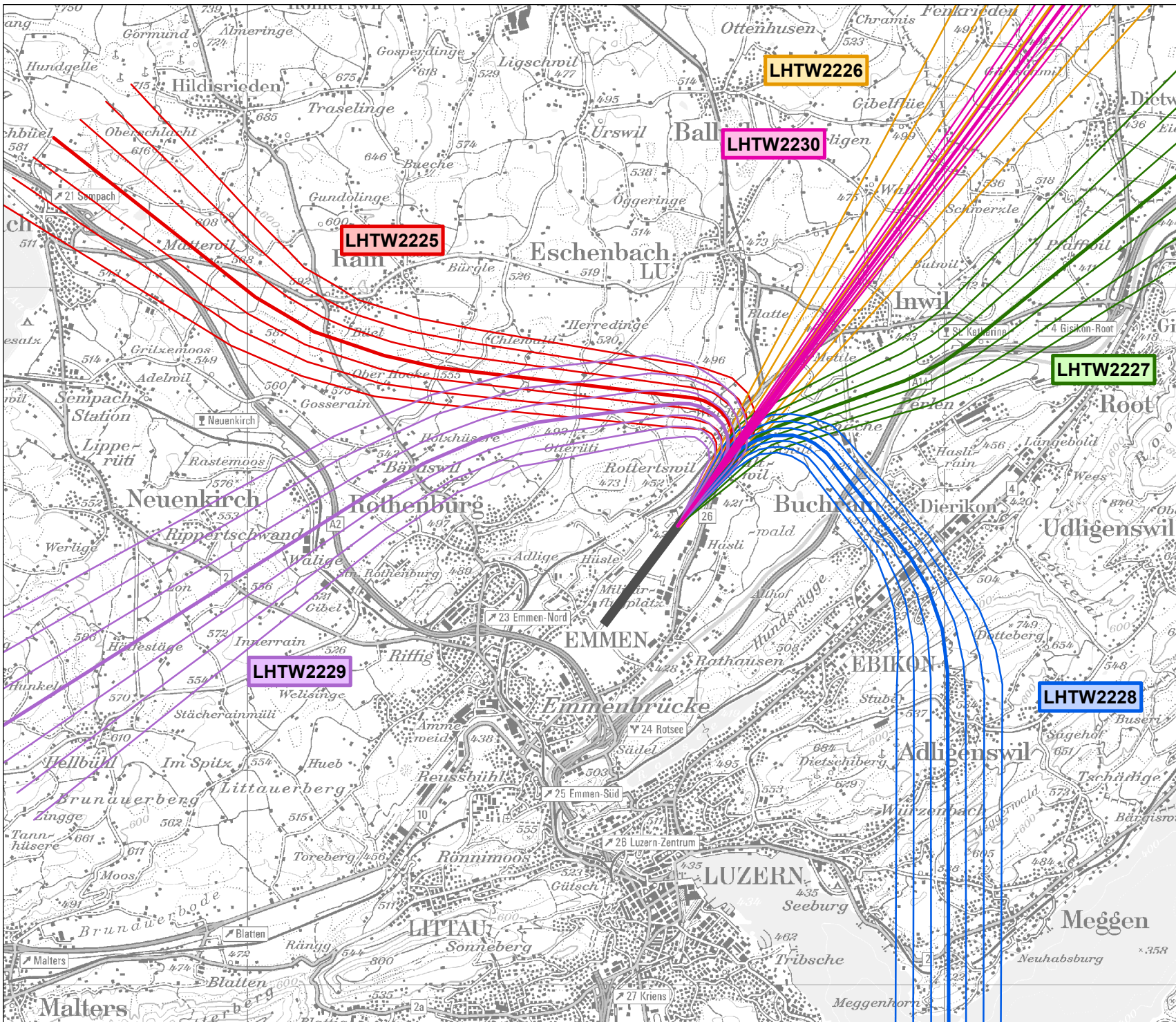
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[17_LBK MIL18_EMM_Spuren_H_SHTW04.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 18

Spuren: Helikopter

Landung Piste TW22

IFR: LHTW2230

VFR: LHTW2225, LHTW2226
LHTW2227, LHTW2228
LHTW2229

Legende

 Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

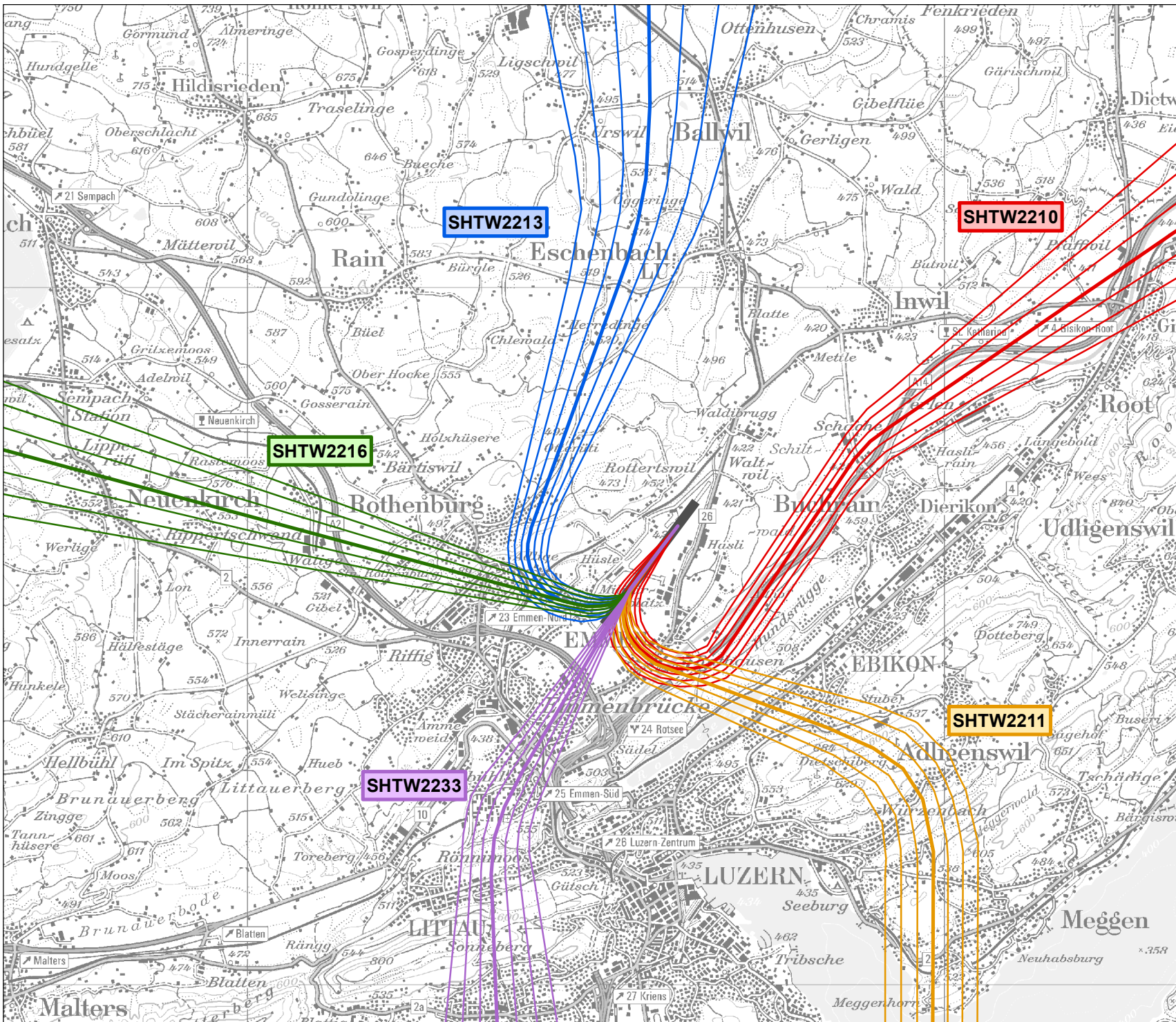
1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS
Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes
Ersteller:

[18_LBK MIL18_EMM_Spuren_H_LHTW22.mxd]
[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Empa

Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung
Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 19

Spuren: Helikopter

Start Piste TW22

IFR: SHTW2216

VFR: SHTW2210, SHTW2211
SHTW2213, SHTW2233

Legende



Idealisierte Flugspuren

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

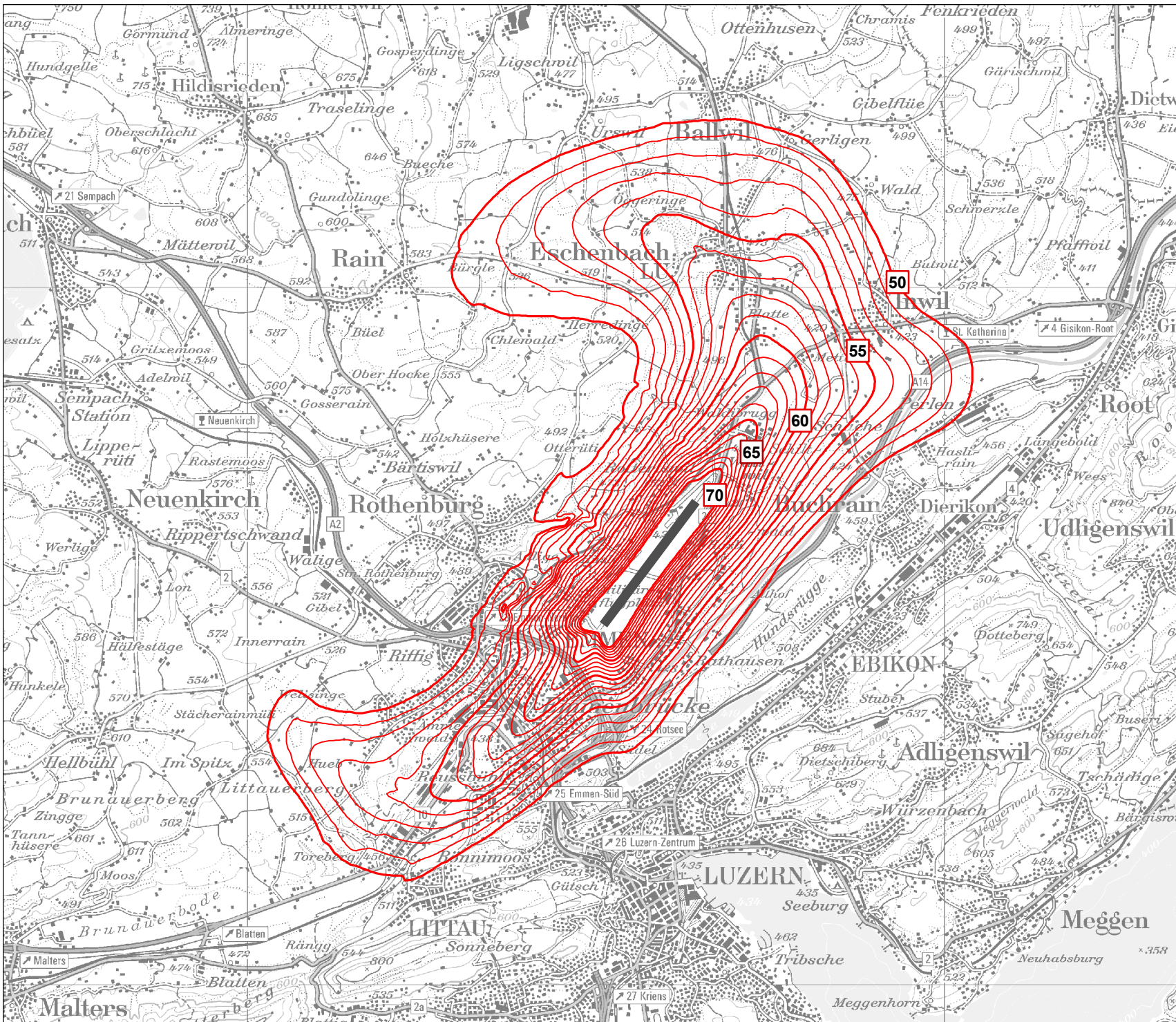
Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 03.05.2024 / bes

Ersteller:

[19_LBK MIL18_EMM_Spuren_H_SHTW22.mxd]

[Spuren_aktuell_EMM.shp]



Materials Science and Technology

Abteilung Akustik / Lärminderung

Bericht-Nr.: 5214.019717-2

Militärflugplatz Emmen

LBK Prognose 2020

Karte 20

Beurteilungspegel Lr (L_r) nach LSV Anhang 8

Kennzahlen Flugbetrieb:

N_f = 4'450, KGF_f = 1.836 dB

N_p = 14'650, KGF_p = 1.279 dB

K₀ = -8 dB, K₁ = 0 dB, K₂ = 0 dB

Legende

N: jährliche Flugbewegungszahlen

KGF: Gewichtungsfaktor Spitzenbetrieb

K: Pegelkorrekturen

j: Strahltrieb (Jets)

p: Propellerantrieb (Prop und Heli)

Fluglärmbelastung

Lr (50 bis 70 dB)

Massstab: 1:75'000

1'500 0 1'500 Meter

Impressum

Übersichtskarte: PK100: Quelle: Bundesamt für Landestopografie

Auftraggeber: armasuisse Immobilien/GS-VBS

Version / Datum / 2 / 16.05.2024 / bes

Ersteller:

[20_LBK MIL18_EMM_LRM.mxd]

[LRM_LBK MIL18_EMM_V3.shp]