

Anlage 1: Umgebungslärmkartierung der Großflughäfen München und Nürnberg 2022 gemäß EG-ULR, Bericht der Wölfel Engineering GmbH + Co. KG vom 01.08.2022 (ohne Anlage 2)

Umgebungslärmkartierung der Großflughäfen München und Nürnberg 2022 gemäß EG-ULR

Auftraggeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt
Referat 25 „Lärmschutz beim Verkehr,
Elektromagnetische Felder“
86177 Augsburg

Berichtsnummer: Y0017.005.01.001

Dieser Bericht umfasst 10 Seiten Text und 4 Seiten Anhang
2 Anlagen

Höchberg, 01.08.2022



Bearbeitung



Prüfung und Freigabe
fachliche Verantwortung



Akkreditierung nach
DIN EN ISO/IEC 17025
für die Prüfarten Geräusche,
Erschütterungen und
Bauakustik

Bekanntgegebene
Messstelle nach
§ 29b BImSchG
für Geräusche und
Erschütterungen

VMPA-anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109,
VMPA-SPG-210-04-BY

Änderungsindex

Version	Datum	Geänderte Seiten/Kapitel	Hinzugefügte Seiten/Kapitel	Erläuterungen
001	31.08.2022	-	-	Erstellung

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Unterlagen, Abkürzungen	4
3	Kartierungsumfang	5
3.1	Beschreibung der Hauptlärmquellen.....	5
3.2	Untersuchungsgebiet.....	5
3.3	Zuständige Behörde	5
4	Eingangsdaten, Modellbildung.....	5
4.1	Übersicht Eingangsdaten.....	5
4.2	Erstellung Datenerfassungssysteme	5
4.3	Qualitätskontrolle Datenerfassungssysteme	6
4.3.1	München	6
4.3.2	Nürnberg.....	7
4.4	Schalltechnische Berechnung	8
5	Berechnungsergebnisse.....	8
5.1	Lärmkarten	8
5.2	Lärmbelastung	9
5.2.1	Übersicht.....	9
5.2.2	Lärmbelastete Flächen.....	9
5.3	Prüfung der Ergebnisse auf Plausibilität	10
Anhang A	Lärmkarten.....	A-1
	Flughafen München L _{DEN}	A-1
	Flughafen München L _{Night}	A-2
	Flughafen Nürnberg L _{DEN}	A-3
	Flughafen Nürnberg L _{Night}	A-4

Anlagen

Anlage 1 Datenerfassungssystem Flughafen München (EDDM)

Anlage 2 Datenerfassungssystem Flughafen Nürnberg (EDDM)

1 Aufgabenstellung

Durch das Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 24. Juni 2005 sowie die Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV) vom 6. März 2006 /3/ wurde die Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 25. Juni 2002 (EG-Umgebungslärmrichtlinie – EG-ULR) /2/ in deutsches Recht umgesetzt. Die Zuständigkeiten für den Vollzug der EG-ULR sind in Bayern seit 1. Juli 2008 im Bayerischen Immissionsschutzgesetz geregelt. Demnach ist das LfU u. a. zuständig für die Kartierung der Großflughäfen.

Die für die Fluglärmkartierung zu verwendende Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (BUF) /4/ ist im Bundesanzeiger vom 05.10.2021 bekannt gemacht und ist in ihrer jeweils aktuell gültigen Fassung den Lärmberechnungen und der hierzu benötigten Erstellung der Datenerfassungssysteme (DES) zu Grunde zu legen. Gleiches gilt für die korrespondierende Datenbank für die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (BUF-D) /5/. Als weitere Vorschrift ist die ebenfalls im Bundesanzeiger vom 05.10.2021 bekannt gemachte Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB) /6/ anzuwenden.

In der 2022 durchzuführenden 4. Stufe der Lärmkartierung sind als Großflughäfen erneut die Verkehrsflughäfen München und Nürnberg zu kartieren. Die Erstellung der hierfür benötigten DES ist Teil der Leistung. In Abstimmung mit dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz hat das LfU entschieden, trotz eines der Corona-Pandemie geschuldeten Einbruchs der Flugbewegungszahlen, das Betriebsjahr 2021 als maßgeblichen Beurteilungszeitraum zu verwenden. Der Flughafen Nürnberg hat den Kartierungsschwellenwert von 50.000 Flugbewegungen im Jahr 2021 nicht erreicht. Eine Kartierung war aber dennoch erforderlich, da für die Ballungsräume Nürnberg und Fürth aufgrund vorhandener erheblicher Betroffenheit auch sonstige Flugplätze nach § 4 der 34. BImSchV zu kartieren sind. Dadurch erfolgt auch eine kontinuierliche Dokumentation der Lärmbelastung.

Das LfU hat Wölfel Engineering mit der Kartierung der Großflughäfen München und Nürnberg in der 4. Stufe (2022) mit folgenden Teilleistungen beauftragt:

- Erstellung der BUF-Datenerfassungssysteme (BUF-DES) für die Flughäfen München und Nürnberg (Unterauftrag an OTSD GmbH).
- Qualitätskontrolle der BUF-Datenerfassungssysteme. Prüfung der Konformität der DES mit den Vorgaben der BUF sowie der Plausibilität der beschriebenen Strecken- und Verkehrsmodelle.
- Fluglärm Berechnung nach BUF für die Flughäfen München und Nürnberg. Rasterberechnung der Lärmindizes L_{DEN} , L_{Night} , L_{Day} und $L_{Evening}$ mit 10 m Schrittweite im Bereich der zu kartierenden Pegelgrenzen. Ermittlung der Lärmindizes an Wohngebäuden, Krankenhäusern und Schulen im Berechnungsgebiet.
- Plausibilitätsprüfung, Aufbereitung und Übergabe der Berechnungsergebnisse und Dokumentation der Arbeiten in einem Kurzbericht.

Die Ermittlung der Anzahl betroffener Bewohner, Schulen und Krankenhäuser erfolgt durch den Auftraggeber und ist nicht Bestandteil dieser Untersuchung.

2 Unterlagen, Abkürzungen

Nr.	Dokument/Quelle
/1/	Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 29. Mai 2017 (BGBl. I S. 1298) geändert worden ist
/2/	RICHTLINIE (EU) 2015/996 DER KOMMISSION vom 19. Mai 2015 zur Festlegung gemeinsamer Lärmbewertungsmethoden gemäß der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates i. V. m. Anhang der Delegierten Richtlinie der Kommission zur Änderung des Anhangs II der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich gemeinsamer Methoden zur Lärmbewertung zwecks Anpassung an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt, C(2020) 9101 final, 21.12.2020
/3/	Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Lärmkartierung) vom 6. März 2006 (BGBl. I S. 516), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 28. Mai 2021 (BGBl. I S. 1251) geändert worden ist
/4/	Bundesanzeiger, BAnz AT 05.10.2021 B4, Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen (BUF)
/5/	Bundesanzeiger, BAnz AT 05.10.2021 B4, Datenbank für die Berechnungsmethoden für den Umgebungslärm von Flugplätzen (BUF-D) Überarbeitung Stand Juni 2022 (unveröffentlicht)
/6/	Bundesanzeiger, BAnz AT 05.10.2021 B4, Berechnungsmethoden zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB)
/7/	OTSD GmbH, Bremen, Dokumentation Erstellung eines Datenerfassungssystems (DES) für den Flughafen München (Analysejahr 2021) im Rahmen der EU-Lärmkartierung 2022, Version 1.1, 30.05.2022 QSI-Datensatz BUF-DES_EDDM_OTSD_30.05.2022_QSI.zip Dokumentation Erstellung eines Datenerfassungssystems (DES) für den Flughafen Nürnberg (Analysejahr 2021) im Rahmen der EU-Lärmkartierung 2022, Version 1.0, 26.04.2022 QSI-Datensatz BUF-DES_EDDN_OTSD_26.04.2022_QSI.zip
/8/	Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat 25; Gebäudedatenbank „EDDM_EDDN_GEBAEUDE.gdb“, 27.05.2022 Geländehöhen DGM25_MUC, DGM25_NUE, 12.05.2022
/9/	Wölfel Engineering GmbH + Co. KG „IMMI“ Release 20220426, Programm zur Schallimmissionsprognose, geprüft auf Konformität gemäß den QSI-Formblättern zu VDI 2714:1988-01, VDI 2720 Blatt1:1997-03, DIN ISO 9613-2:1999-10, Schall 03:1990/2015, RLS 90:1990 und gemäß TEST-20 der BAST für RLS-19:2019

3 Kartierungsumfang

3.1 Beschreibung der Hauptlärmquellen

Als Lärmquelle wird der Flugverkehr in der Luft des Kalenderjahres 2021 an den Flughafen München und Nürnberg im Umkreis von mindestens 25 km um den Flughafenbezugspunkt berücksichtigt.

Triebwerksprobeläufe, das Rollen im Bereich der Flugsteige und bis zur Start- und Landebahn, sowie Bewegungen von Straßenfahrzeugen (Tankfahrzeuge, Busse, etc.) auf dem Flugplatzgelände werden als Bodenlärm bezeichnet und im Rahmen der Kartierung nicht erfasst.

3.2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet wird durch die jeweiligen Fluglärm-Isokontur $L_{DEN} = 50 \text{ dB(A)}$ bzw. $L_{Night} = 45 \text{ dB(A)}$ begrenzt.

3.3 Zuständige Behörde

Zuständige Behörde für die Umgebungslärmkartierung der Flughäfen München und Nürnberg ist das Bayerische Landesamt für Umwelt.

4 Eingangsdaten, Modellbildung

4.1 Übersicht Eingangsdaten

Für die schalltechnischen Berechnungen wurde ein Berechnungsmodell aus folgenden Daten erstellt:

Daten	Format	Stand	Bereitstellung
Datenerfassungssysteme BUF- DES_EDDM_OTSD_30.05.2022_QSI	QSI	30.05.2022	OTSD GmbH
BUF- DES_EDDN_OTSD_26.04.2022_QSI		26.04.2022	
Geländehöhen, DGM25_MUC, DGM25_NUE	Geotiff	26.04.2022	LfU Bayern
Gebäudemodelle EDDM_EDDN_GEBAEUDE.gdb	ESRI- Geodatabase	19.05.2022	LfU Bayern

4.2 Erstellung Datenerfassungssysteme

Die Erstellung der Datenerfassungssysteme der Flughäfen München und Nürnberg erfolgte im Unterauftrag durch die ODSO GmbH /7/. Eine ausführliche Dokumentation der Arbeiten liegt in den Anlagen 1 und 2 bei.

4.3 Qualitätskontrolle Datenerfassungssysteme

4.3.1 München

Das Datenerfassungssystem wurde auf (formale) Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit und Plausibilität der Modellierung geprüft:

Tabelle 4.1: Prüfung DES EDDM

Prüfkriterium	Ergebnis
Beschreibung der Flugstrecken bis zu einem Radius von mindestens 25 km um den Flugplatzbezugspunkt	Vollständig
Übereinstimmung der Zahl der Starts mit der Zahl der Landungen im Bezugszeitraum (für jede Luftfahrzeugklasse), siehe Tabelle 4.2	Plausibel und widerspruchsfrei (Abweichung unter 0,01 %)
Übereinstimmung der Flugbewegungszahlen im (IMMI-)Berechnungsmodell, QSI-Datensatz und Dokumentation /7/	Plausibel und widerspruchsfrei
Flugbewegungsstatistik (siehe Dokumentation /7/)	Plausibel und widerspruchsfrei
Konformität des DES zum Datenformat der QSI-Datenschnittstelle	Vollständige Konformität gegeben

Tabelle 4.2: Flugbewegungszahlen für das Bezugsjahr 2021 EDDM (gesamtes Jahr)

Luftfahrzeuggruppe	Typische LFZ 2021 (ICAO ATD)	Starts	Landungen	Starts + Landungen
A_P1.3	P210	2	2	4
A_P1.4	PC12, BE20	570	570	1.140
H_1.1	EC35, AS50	1.357	1.358	2.715
H_1.2	EC35, BK17	14	17	31
H_2.1	AS32, PUMA	8	8	16
H_2.2	H47, H60	5	5	10
M_P2	CN35, A400	17	17	34
M_S1	C5M	1	1	2
P3_M015_TU	SW4, D328	224	226	450
P3_MXXX_TU	DH8D, AT75	1.137	1.137	2.274
S3_M020_TU_NU	C56X, C55B, C25A	4.868	4.869	9.737
S3_M050_TU_N7	CRJ9, E170	13.688	13.678	27.366
S3_M070_TU_N7	E195, B734	8.472	8.472	16.944
S3_M070_TU_NX	BCS3, E295	1.045	1.045	2.090
S3_M100_TU_N2	MD82	11	11	22
S3_M130_T2_N7	A320, B738	31.516	31.518	63.034
S3_M130_T2_NX	A20N, B38M	8.225	8.224	16.449
S3_M220_T2_N7	B763, A306	985	985	1.970
S3_M220_T4_N7	B703	1	1	2
S3_M320_T2_N7	A333, B772	216	216	432
S3_M320_T2_NX	A359, B788	3.400	3.393	6.793
S3_M320_T4_N7	A343	21	21	42
S3_M500_T2_NX	B77W, A35K	313	313	626
S3_M500_T4_N7	B744, A124	214	214	428
S3_M500_T4_NX	B748, A345	34	34	68
S3_MXXX_T4_NX	A388	209	209	418
Summe:		76.553	76.544	153.097

4.3.2 Nürnberg

Das Datenerfassungssystem wurde auf (formale) Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit und Plausibilität der Modellierung geprüft:

Tabelle 4.3: Prüfung DES EDDN

Prüfkriterium	Ergebnis
Beschreibung der Flugstrecken bis zu einem Radius von mindestens 25 km um den Flugplatzbezugspunkt	Vollständig
Übereinstimmung der Zahl der Starts mit der Zahl der Landungen im Bezugszeitraum (für jede Luftfahrzeugklasse), siehe Tabelle 4.4	Plausibel und widerspruchsfrei (Abweichung unter 0,02 %)
Übereinstimmung der Flugbewegungszahlen im (IMMI-)Berechnungsmodell, QSI-Datensatz und Dokumentation /7/	Plausibel und widerspruchsfrei
Flugbewegungsstatistik (siehe Dokumentation /7/)	Plausibel und widerspruchsfrei
Konformität des DES zum Datenformat der QSI-Datenschnittstelle	Vollständige Konformität gegeben

Tabelle 4.4: Flugbewegungszahlen für das Bezugsjahr 2021 EDDN (gesamtes Jahr)

Luftfahrzeuggruppe	Typische LFZ 2021 (ICAO ATD)	Starts	Landungen	Überflüge	Starts + Landungen + Überflüge
A_P1.0	CRUZ, C42	39	39	18	96
A_P1.1	SF25, G109	18	18	20	56
A_P1.3	C172, P28A	4.284	4.282	669	9.235
A_P1.4	PC12, BE58, BE9L	924	922	63	1.909
H_1.1	H269			1	1
H_1.2	EC35, A109	1.536	1.535	197	3.268
H_2.1	EC45, UH1	846	846	160	1.852
H_2.2	AS32, B412	11	11	10	32
M_P1	H60, H47	16	16	121	153
M_P2	C30J, A400	76	76	32	184
P3_M015_TU	C5M	4	4		8
P3_MXXX_TU	L39	14	14		28
S2_M100_TU_NU	EUFI	4	4	1	9
S3_M020_TU_NU	BE30, SF34	139	136	80	355
S3_M050_TU_N7	AT72, DH8D	32	32		64
S3_M070_TU_N7	LJ60, J328	2.075	2.078	154	4.307
S3_M070_TU_NX	CL60, E75L	1.651	1.650	147	3.448
S3_M100_TU_N2	B734, E190	980	980	6	1.966
S3_M130_T2_N7	BCS3	92	92		184
S3_M130_T2_NX	B738, A320	3.312	3.314	28	6.654
S3_M220_T2_N7	A21N, B38M	373	373	3	749
S3_M220_T4_N7	B763, A310	35	35	3	73
S3_M320_T2_N7	A333, B772	53	53	8	114
S3_M320_T4_N7	B789, A359	16	16		32
S3_M500_T4_N7	C17, A343	9	9	2	20
S3_MXXX_T4_NX	B744	10	10		20
Summe:		16.549	16.545	1.723	34.817

4.4 Schalltechnische Berechnung

Für die schalltechnischen Berechnungen der strategischen Lärmkarten sowie der in ihren Wohnungen belasteten Menschen, der Schulen und der Krankenhäuser wird die Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen (BUF) /4/ i. V. m. der Datenbank für die Berechnungsmethoden für den Umgebungslärm von Flugplätzen (BUF-D) /5/ verwendet (vgl. § 5 Abs.1, 34. BImSchV). Gemäß 34. BImSchV werden dabei sämtliche Pegel auf ganze Zahlen gerundet.

Der Belastungsermittlung liegen gemäß der Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (BEB) /6/ die an den Gebäuden aus den Lärmkarten abgeleiteten Pegel zu Grunde. Dabei wird jeweils der höchste Rasterpegelwert am Gebäude übernommen. Die vollständige Liste der Gebäude mit zugeordnetem Pegel wird digital übergeben.

Berechnet werden die Lärmindizes L_{DEN} , L_{Night} , L_{Day} und $L_{Evening}$ mit einer Rasterweite von 10 m x 10 m. Die Berechnungen erfolgen mit der Fluglärm-Berechnungssoftware IMMI 2021 /9/.

5 Berechnungsergebnisse

5.1 Lärmkarten

Die strategischen Lärmkarten stellen die Lärmsituation in 5 dB-Pegelbereichen grafisch dar:

Pegelbereich	
L_{DEN}	L_{Night}
	ab 45 bis 49 dB(A)
	ab 50 bis 54 dB(A)
ab 55 bis 59 dB(A)	ab 55 bis 59 dB(A)
ab 60 bis 64 dB(A)	ab 60 bis 64 dB(A)
ab 65 bis 69 dB(A)	ab 65 bis 69 dB(A)
ab 70 bis 74 dB(A)	ab 70 dB(A)
ab 75 dB(A)	

Die Rasterdatensätze mit den Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} und zusätzlich L_{Day} und $L_{Evening}$ werden digital im Format GeoTIFF übergeben. Übersichtskarten den L_{DEN} und L_{Night} sind in Anhang A-1 bis A-4 dargestellt.

Zusätzlich werden die Pegelflächen der genannten Pegelbereiche im Format ESRI-Shape übergeben.

5.2 Lärmbelastung

5.2.1 Übersicht

Die Fluglärmbelastung wird durch folgende Größen angegeben:

- Eine tabellarische Angabe über die geschätzte Zahl der Menschen, die in Gebieten wohnen, die innerhalb der Pegelbereiche nach Kapitel 5.1 liegen. Die Zahlenangaben sind dabei auf die nächste Hunderterstelle auf- oder abzurunden.
Die Ermittlung erfolgt durch den Auftraggeber.
- Eine tabellarische Angabe über lärmbelastete Flächen (siehe Kapitel 5.2.2) sowie über die geschätzte Zahl der Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser in diesen Gebieten für die L_{DEN} -Wertebereiche $L_{DEN} > 55 \text{ dB(A)}$, $L_{DEN} > 65 \text{ dB(A)}$ und $L_{DEN} > 75 \text{ dB(A)}$.
Die Zahlenangabe für Wohnungen ist auf 100 Wohnungen zu runden.
Die Ermittlung der Zahl der Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser erfolgt durch den Auftraggeber.
- Eine tabellarische Angabe über die geschätzte Zahl der Fälle starker Belästigung (HA, high annoyance) und die geschätzte Zahl der Fälle starker Schlafstörung (HSD, high sleep disturbance) in Gebieten, die innerhalb der Pegelbereiche nach Kapitel 5.1 liegen.
Die Ermittlung erfolgt durch den Auftraggeber.

5.2.2 Lärmbelastete Flächen

Tabelle 5.1: Lärmbelastete Flächen der Gemeinden am Flughafen München

Gemeinde	Pegelbereich L_{DEN}		
	ab 55 dB(A)	ab 65 dB(A)	ab 75 dB(A)
Fläche in Quadratmetern (m^2)			
Berglern	2.897.900	0	0
Eching	0	0	0
Eitting	8.295.700	0	0
Erding	2.645.100	0	0
Fahrenzhausen	0	0	0
Fraunberg	475.000	0	0
Freising	16.469.800	1.101.900	185.200
Hallbergmoos	10.174.900	1.452.000	213.100
Inning a. Holz	0	0	0
Ismaning	0	0	0
Kirchberg	0	0	0
Kranzberg	0	0	0
Marzling	355.500	25.500	0
Neufahrn b. Freising	5.226.700	0	0
Oberding	17.343.200	3.554.500	696.100
Steinkirchen	0	0	0
Wartenberg	219.400	0	0
Summe EDDM	64.103.200	6.133.900	1.094.400

Tabelle 5.2: Lärmbelastete Flächen der Gemeinden am Flughafen Nürnberg

Gemeinde	Pegelbereich L_{DEN}		
	ab 55 dB(A)	ab 65 dB(A)	ab 75 dB(A)
	Fläche in Quadratmetern (m ²)		
Behringersdorfer Forst	537.800	0	0
Erlenstegener Forst	1.914.700	0	0
Fürth	2.357.700	0	0
Kraftshofer Forst	869.700	0	0
Lauf a.d.Pegnitz	0	0	0
Nürnberg	8.753.200	1.623.700	297.300
Obermichelbach	0	0	0
Röthenbach a. d. Pegnitz	0	0	0
Rückersdorf	0	0	0
Schwaig b. Nürnberg	0	0	0
Veitsbronn	0	0	0
Summe EDDN	14.433.100	1.623.700	297.300

Tabelle 5.3: Lärmbelastete Flächen Flughafen München und Nürnberg

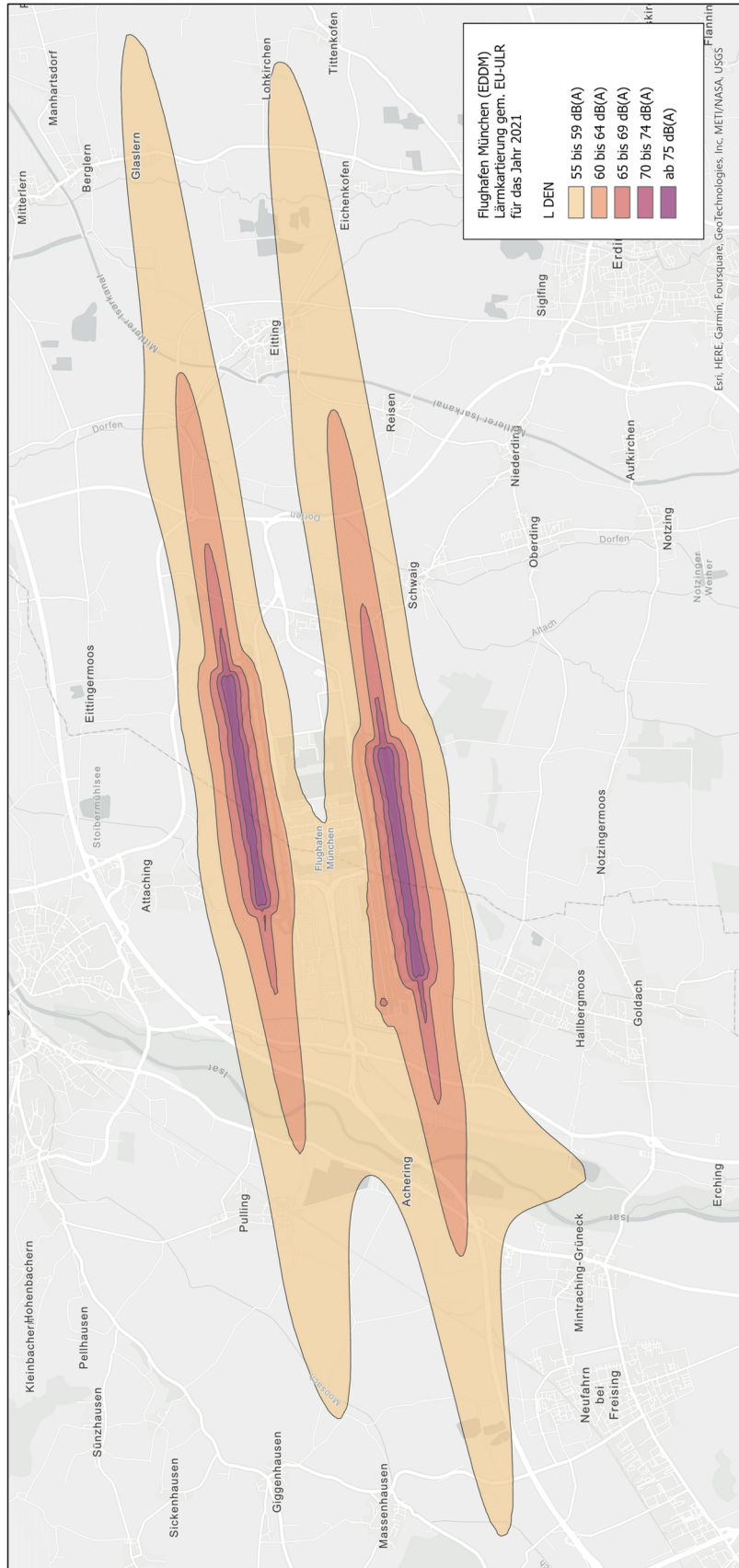
Flughafen	Pegelbereich L_{DEN}		
	ab 55 dB(A)	ab 65 dB(A)	ab 75 dB(A)
	Fläche in Quadratmetern (m ²)		
München	64.103.200	6.133.900	1.094.400
Nürnberg	14.433.100	1.623.700	297.300
Summe	78.536.300	7.757.600	1.391.700

5.3 Prüfung der Ergebnisse auf Plausibilität

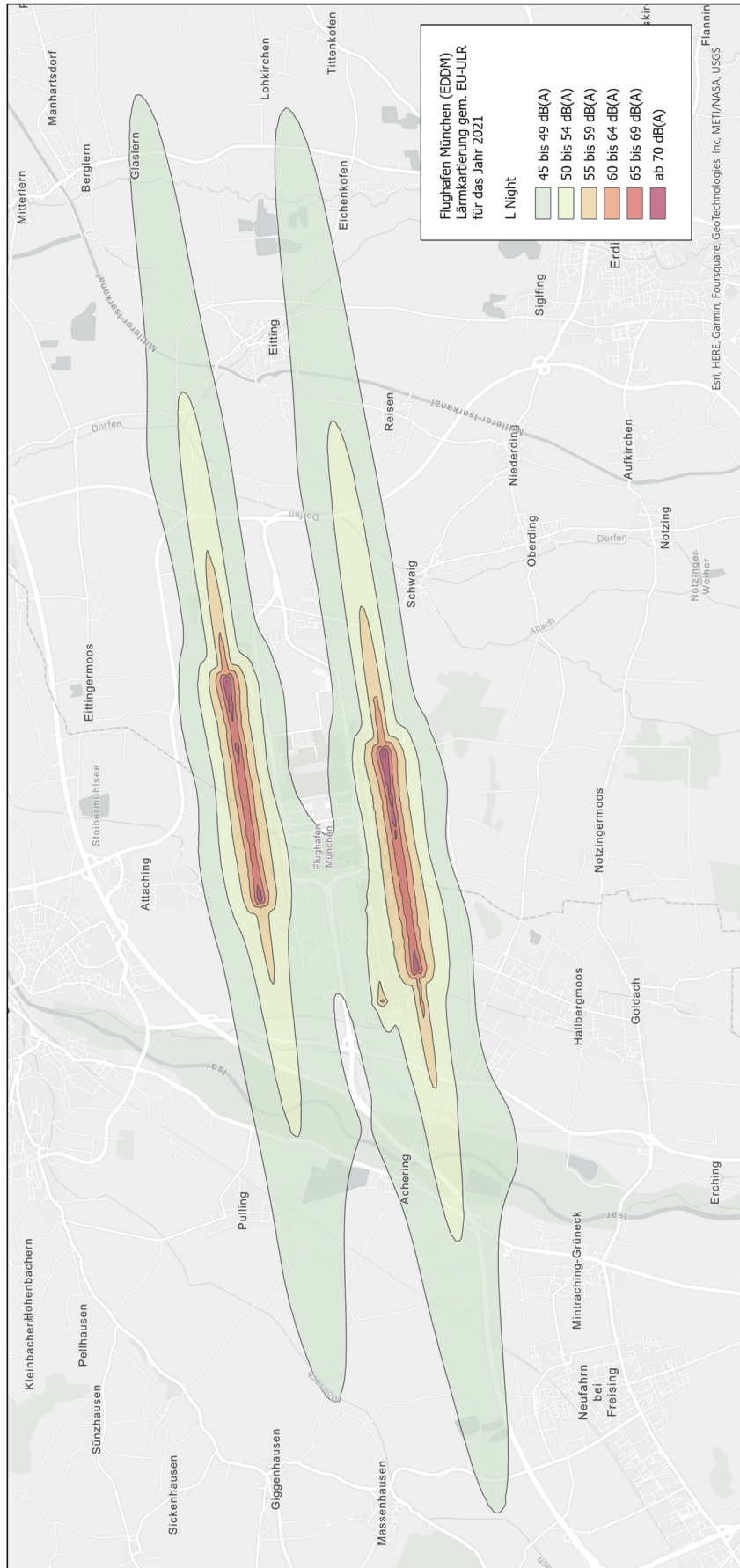
Die Qualitätsprüfung der Datenerfassungssysteme und der darauf aufgebauten Berechnungsmodelle i. V. m. der Qualitätssicherung der Berechnungssoftware garantiert plausible Berechnungsergebnisse. Ein Vergleich mit der Kartierung des Jahres 2017 wird nicht nur durch den pandemiebedingten Verkehrseinbruch, sondern auch durch die neue Berechnungsvorschrift (heute BUF, damals VBUF) erschwert. Dieser Wechsel der Berechnungsvorschrift führt auch bei identischen Eingangsdaten zu veränderten Berechnungsergebnissen.

Anhang A Lärmkarten

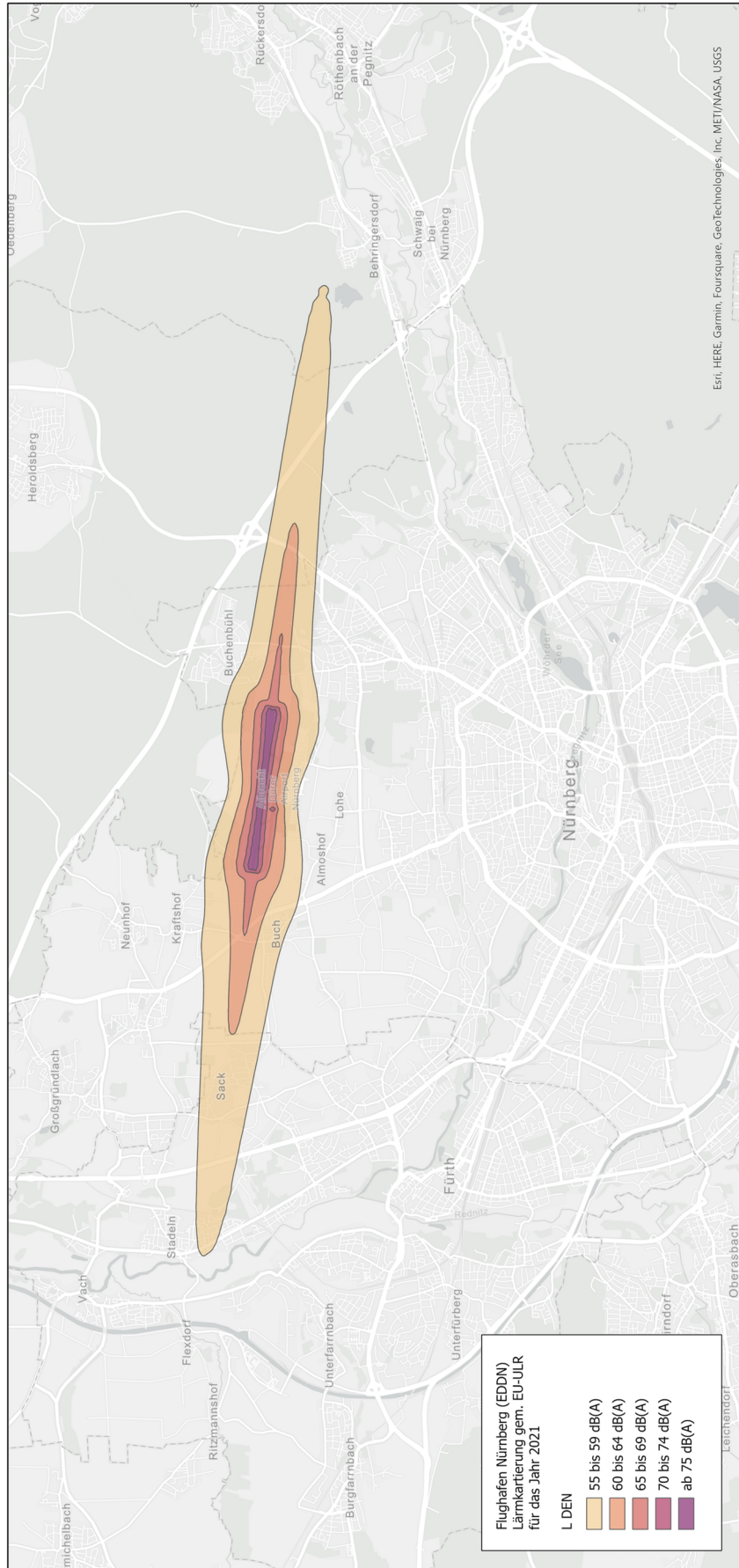
Flughafen München L_{DEN}



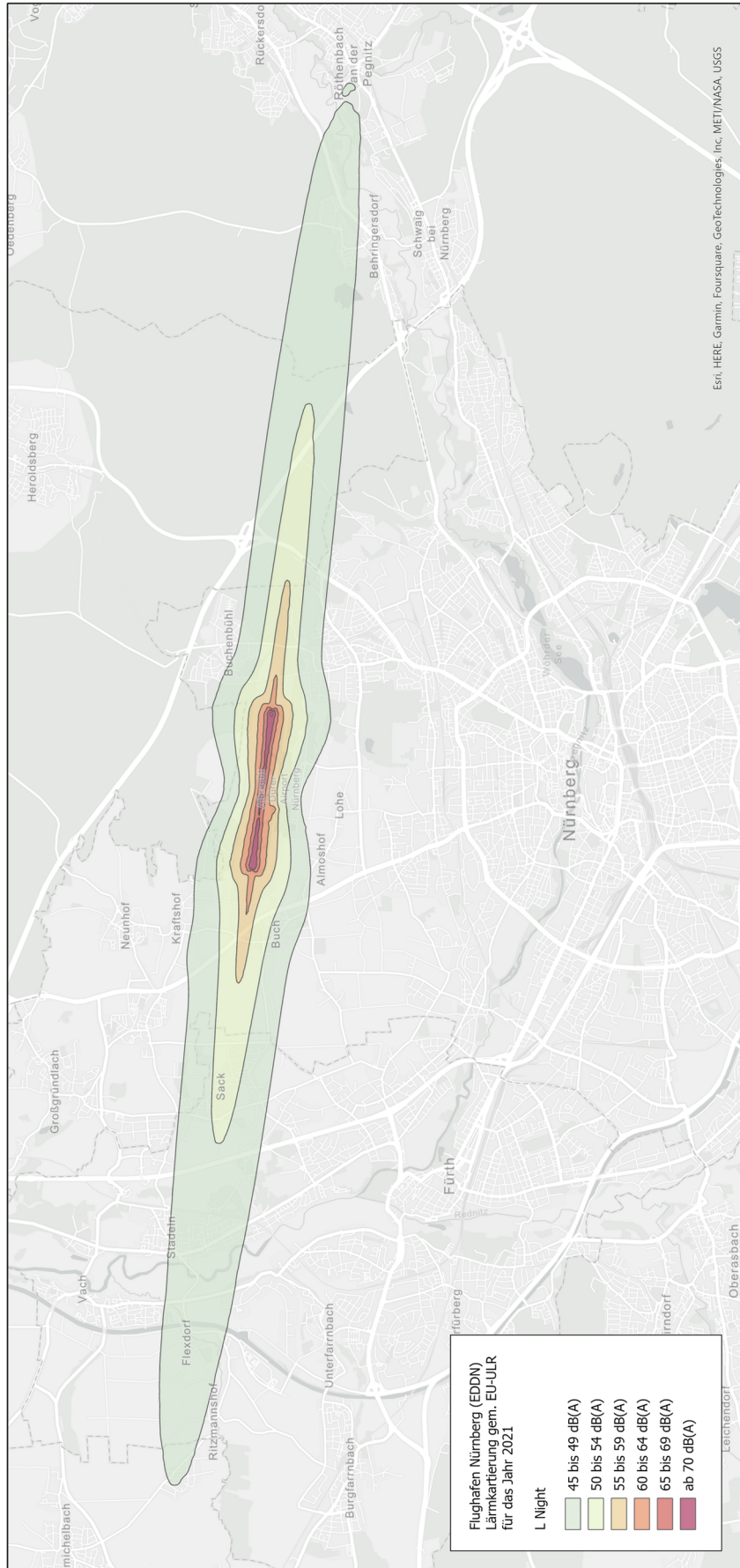
Flughafen München L_{Night}



Flughafen Nürnberg L_{DEN}



Flughafen Nürnberg L_{Night}





Erstellung eines Datenerfassungssystems (DES) für den Flughafen München (Analysejahr 2021)

im Rahmen der EU-Lärmkartierung 2022

**gemäß der
„Berechnungsmethode für den Umgebungslärm
von Flugplätzen“ (BUF)**

**und der
„Anleitung zur Datenerfassung
an Flugplätzen“ (AzDF)**

Dokumentation der DES-Erstellung

Version 1.1

zum Datenerfassungssystem vom 30.05.2022

30. Mai 2022

Version	Datum	Autor(en)	Bemerkungen
1.0	28.04.2022	[REDACTED]	Initiale Fassung der Dokumentation zum BUF-DES für den Flughafen München.
1.1	30.05.2022	[REDACTED]	Anpassungen nach Review durch den Auftraggeber und den Flughafen München

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Datengrundlage	6
2.1	Flugbewegungsdaten des Jahres 2021	6
2.2	Angaben im Luftfahrthandbuch (AIP)	7
2.3	Flugverlaufsdaten (FANOMOS).....	8
2.4	Topographisches Kartenmaterial.....	9
3	Erfassung der Flugplatzinfrastruktur	9
4	IFR-Flugbetrieb	13
4.1	Abflugstrecken.....	13
4.1.1	Betriebsrichtung West (26)	13
4.1.2	Betriebsrichtung Ost (08).....	15
4.2	Anflugstrecken.....	18
5	VFR-Flugbetrieb.....	19
5.1	Flugbetrieb mit Flugzeugen	19
5.2	Flugbewegungen mit Hubschraubern.....	19
6	Flugbewegungsangaben im Datenerfassungssystem.....	21
6.1	Flugbewegungsangaben 2021	21
6.2	Starts und Landungen im DES	22
7	Quellenverzeichnis	23
8	Anlagen	23

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flugbewegungszahlen 2021 (vgl. [5])	6
Abbildung 2: Angaben zum Flughafen München (Auszug, AIP AD-2 EDDM 1-1 ff.) ...	7
Abbildung 3: FANOMOS-Flugspuren (IFR-Verkehr 2021, Auszug).....	8
Abbildung 4: Flughafen-Infrastruktur (OTSD-Modell)	10
Abbildung 5: Nutzung verschiedener Zurollwegen für Starts	11
Abbildung 6: Anteilige Nutzung von Zurollwegen für Starts.....	11
Abbildung 7: IFR-Abflugstrecken BR 26 (DES-Modell)	14
Abbildung 8: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 26L im DES.....	14
Abbildung 9: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 26R im DES	15
Abbildung 10: IFR-Abflugstrecken BR 08 (DES-Modell)	16
Abbildung 11: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 08L im DES	16
Abbildung 12: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 08R im DES	17
Abbildung 13: IFR-Anflugstrecken BR 08/26 (DES-Modell)	18
Abbildung 14: VFR-Flugstrecken für Hubschrauber (DES-Modell).....	19
Abbildung 15: Nutzungsanteile der VFR-Flugstrecken für Hubschrauber	20
Abbildung 16: Mengengerüst der Flugbewegungen 2021 für die DES-Erstellung.....	21

Abkürzungsverzeichnis

AIP	Aeronautical Information Publication (Luftfahrthandbuch)
ARP	Airport Reference Point (Flugplatzbezugspunkt)
ATD	Aircraft Type Designator (Luftfahrzeugtyp)
AzDF	Anleitung zur Datenerfassung an Flugplätzen (Teil der BUF)
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BR	Betriebsrichtung
BUF	Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen
DES	Datenerfassungssystem
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
FANOMOS	Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System
IAF	Initial Approach Fix
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)
LFZ	Luftfahrzeug
OTSD	Optimized Traffic Systems Development GmbH
RWY	Runway (Start- und Landebahn)
SID	Standard Instrument Departure
STAR	Standard Arrival Route
UTM	Universal Transverse Mercator
VFR	Visual Flight Rules (Sichtflugregeln)

1 Einleitung

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie (Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm) bietet ein vergleichbares Verfahren, um Schwerpunkte des Umgebungslärms durch strategische Lärmkartierung zu ermitteln. Auf der Grundlage der Lärmkarten werden Lärmaktionspläne aufgestellt.

Die Umsetzung der Richtlinie in Bundesrecht erfolgte mit der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV – Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) für die Kartierung von Umgebungslärm, welche die Anforderungen nach § 47c des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) konkretisiert. Die Lärmkarten bilden Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Industrie- und Gewerbelärm sowie Flugverkehrslärm ab.

Die Fluglärmkartierung ist verpflichtend für Großflughäfen mit mehr als 50.000 Flugbewegungen (Starts und Landungen) pro Kalenderjahr durchzuführen. Der Flughafen München (ICAO-Code EDDM) fällt unter diese Regelung und ist daher im Rahmen Kartierung 2022 zu berücksichtigen.

Hierfür ist ein Datenerfassungssystem (DES) gemäß der „Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen“ (BUF) zu erstellen, welche für die Kartierungsrunde 2022 erstmals in einer überarbeiteten Form zum Einsatz kommt (BUF 2021, siehe [1]).

Im Januar 2022 wurde OTSD vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) im Unterauftrag der Firma Wölfel beauftragt, das für die Lärmkartierung erforderliche DES zu erstellen.

Diese Dokumentation erläutert und dokumentiert die im DES modellierten bzw. erfassten Daten über den Flugbetrieb am Flughafen München im Analysejahr 2021.

Für das Projekt wurde das von OTSD entwickelte Software-System „DES-Editor“ eingesetzt, das den Prozess der DES-Erstellung von der Datenerhebung, über die Modellierung und Qualitätssicherung des DES-Modells, bis zur Erzeugung der amtlichen „Datenblätter für Flugplätze“ gemäß AzDF optimal unterstützt.

In Kapitel 2 werden zunächst alle Eingangsdaten beschrieben, die von OTSD zur Erstellung des DES verwendet wurden. Kapitel 3 beschreibt den Aufbau des erstellten Modells der Flugplatzinfrastruktur, insbesondere der Start- und Landebahnen sowie Hubschrauberstart- und -landestellen. Kapitel 4 geht auf die Modellierung der Flugstrecken nach Instrumentenflugregeln (IFR) ein, während in Kapitel 5 die Sichtflugstrecken (VFR) für Hubschrauber beschrieben werden.

Die Erfassung der Flugbewegungen im DES ist Gegenstand des Kapitels 6. Abschließend sind wesentliche Daten- und Rechtsquellen zusammengefasst (Kapitel 7).

2 Datengrundlage

In diesem Kapitel werden die für das DES als Datengrundlage verwendeten Quellen genannt und kurz beschrieben.

2.1 Flugbewegungsdaten des Jahres 2021

Das DES muss gemäß AzDF [2] sämtliche Flugbewegungen des Analysejahres 2021 enthalten. Bei dieser Ist-Erfassung sind neben Starts und Landungen des betrachteten Flughafens auch Überflüge des Start-/Landebahnsystems mit oder ohne Bahnberührung (sog. Touch&Go-Flugbewegungen bzw. Low Approaches) zu erfassen.

Überflüge des Start-/Landebahnsystems werden dabei im DES stets als zwei Flugbewegungen (eine Landung und ein Start) erfasst.

Luftfahrzeuggruppe	Typische LFZ 2021 (ICAO ATD)	Starts	Landungen	Starts + Landungen
A_P1.3	P210	2	2	4
A_P1.4	PC12, BE20	570	570	1.140
H_1.1	EC35, AS50	1.357	1.358	2.715
H_1.2	EC35, BK17	14	17	31
H_2.1	AS32, PUMA	8	8	16
H_2.2	H47, H60	5	5	10
M_P2	CN35, A400	17	17	34
M_S1	C5M	1	1	2
P3_M015_TU	SW4, D328	224	226	450
P3_MXXX_TU	DH8D, AT75	1.137	1.137	2.274
S3_M020_TU_NU	C56X, C55B, C25A	4.868	4.869	9.737
S3_M050_TU_N7	CRJ9, E170	13.688	13.678	27.366
S3_M070_TU_N7	E195, B734	8.472	8.472	16.944
S3_M070_TU_NX	BCS3, E295	1.045	1.045	2.090
S3_M100_TU_N2	MD82	11	11	22
S3_M130_T2_N7	A320, B738	31.516	31.518	63.034
S3_M130_T2_NX	A20N, B38M	8.225	8.224	16.449
S3_M220_T2_N7	B763, A306	985	985	1.970
S3_M220_T4_N7	B703	1	1	2
S3_M320_T2_N7	A333, B772	216	216	432
S3_M320_T2_NX	A359, B788	3.400	3.393	6.793
S3_M320_T4_N7	A343	21	21	42
S3_M500_T2_NX	B77W, A35K	313	313	626
S3_M500_T4_N7	B744, A124	214	214	428
S3_M500_T4_NX	B748, A345	34	34	68
S3_MXXX_T4_NX	A388	209	209	418
Summe:		76.553	76.544	153.097

Abbildung 1: Flugbewegungszahlen 2021 (vgl. [5])

OTSD stand für die DES-Erstellung eine tabellarische Liste aller Flugbewegungen des Jahres 2021 zur Verfügung, die von der Flughafen München GmbH bereitgestellt wurde (vgl. [5]). Diese war differenziert nach Starts und Landungen. Überflüge des Bahnsystems (Low Approaches) waren nicht eindeutig zu identifizieren, da die Zeitpunktangaben zu den Bewegungen minutengenau erfolgte und Stichproben keine sol-

che Flugbewegungen ergaben. Im Flugtagebuch wurden insgesamt 4 Flugbewegungen explizit als Touch&Go-Flugbewegungen gekennzeichnet. Für Flugbewegungen mit Hubschraubern war statt der Start-/Landebahn bei ca. 50 % der Einträge die Angabe „H“ erfasst.

Für alle Flugbewegungen war das Luftfahrzeugmuster (Typ- bzw. Typgruppe), der Start-, Lande- bzw. Überflugzeitpunkt sowie die genutzte Start-/Landebahn angegeben.

Die insgesamt **153.097** Datensätze (davon **76.553** Starts und **76.544** Landungen) konnten vollständig für die DES-Erstellung verwendet werden. Das DES enthält somit exakt diese Flugbewegungen (siehe Kapitel 6).

Die Bewegungen wurden anhand ihres Luftfahrzeugtyps in die (neuen) Luftfahrzeuggruppen eingeordnet, die das Umweltbundesamt im Juni 2021 für die Verwendung in BUF-Datenerfassungssystemen veröffentlicht hat (siehe [3]). Für jede dieser Gruppen sind als Information ein oder mehrere typische Luftfahrzeuge angegeben, die im Analysejahr in München verkehrten.

Die Übersicht in Abbildung 1 fasst alle Flugbewegungen des Jahres 2021 zusammen, die für das DES berücksichtigt werden konnten.

2.2 Angaben im Luftfahrthandbuch (AIP)

Für die DES-Erstellung wurde das Luftfahrthandbuch Deutschland (Aeronautical Information Publication, AIP IFR und AIP VFR) der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH in Form mehrerer Veröffentlichungen für das Analysejahr 2021 (Aktualisierungen vom 31.12.2020 bis 30.12.2021, siehe [4]) verwendet.

LUFTFAHRTHANDBUCH DEUTSCHLAND
AIP GERMANY

AD 2 EDDM 1-1
02 DEC 2021

EDDM AD 2.1 Aerodrome location indicator and name

EDDM MUENCHEN

EDDM AD 2.2 Aerodrome geographical and administrative data

1	ARP coordinates and site at AD	N 48 21 13.62 E 011 47 09.91 In the centre of the passenger terminal facilities, approximately 85 m north of control tower.
2	Direction and distance of ARP from (city)	28,5 km (15.4 NM) NE München city centre
3	Elevation/Reference temperature	1487 ft / 24.0°C
4	Geoid undulation at AD ELEV PSN	46 m
5	MAG VAR/date of information and annual change	3.2° E (2021,01) / -
6	AD operator, address, telephone, telefax, telex, AFS, E-mail, website	Flughafen München GmbH Postfach 23 17 55, 85326 München Tel.: +49 (0)89 975-00 +49 (0)89 975-21420 (Airport Operations Management) +49 (0)89 975-21155 (Ramp Supervisor) +49 (0)89 975-21410 (Airport Operations Duty Manager) +49 (0)89 975-21498 (General Aviation) SITA: MUCKDXH AFTN: EDDMYDYX Telex: 5270922 fmg d e-mail: airport.authority@munich-airport.de
7	Types of traffic permitted (IFR/VFR)	IFR/VFR
8	Remarks	Nil

Abbildung 2: Angaben zum Flughafen München (Auszug, AIP AD-2 EDDM 1-1 ff.)

2.3 Flugverlaufsdaten (FANOMOS)

OTSD standen für die DES-Erstellung Flugspuraufzeichnungen des Systems FANOMOS [7] der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH für das Jahr 2021 zur Verfügung.

Die Flugspurdaten wurden von OTSD für die Verwendung im „DES-Editor“ aufbereitet, visualisiert und als Grundlage für die Verteilung der Flugbewegungen auf die Flugstrecken verwendet.

Die gelieferten Dateien enthielten ca. **152.000** FANOMOS-Flugspuren des Zeitraums vom 01.01. bis 31.12.2021 in einem Umkreis von etwa 75 Kilometern um den Flughafen München, die diesem zugeordnet werden konnten. Hierin enthalten waren Flugbewegungen nach Instrumentenflugregeln (IFR) und Sichtflugregeln (VFR).

Von allen Flugspuren konnten insgesamt **148.987** dem Flugbetrieb nach Instrumentenflugregeln (Starts bzw. Landungen unter Nutzung von IFR-Flugstrecken) am Flughafen München zugeordnet werden (siehe Abbildung 3). Weitere Flugspuren ließen sich dem Flugbetrieb mit Hubschraubern zuordnen.

Diesen als IFR klassifizierten Flugbewegungen konnte jeweils ein Luftfahrzeugtyp (ICAO Typgruppe bzw. ATD) zugeordnet werden, der für die spätere Einordnung in Luftfahrzeuggruppen benötigt wird.

In den folgenden Abbildungen sind die Flugspuren für Anflüge (bzw. Landungen) grün und Abflüge (bzw. Starts) rot dargestellt. Sie zeigen außerdem Umkreise mit einem Radius von 15 bzw. 25 Kilometern um den Flugplatzbezugspunkt (ARP).

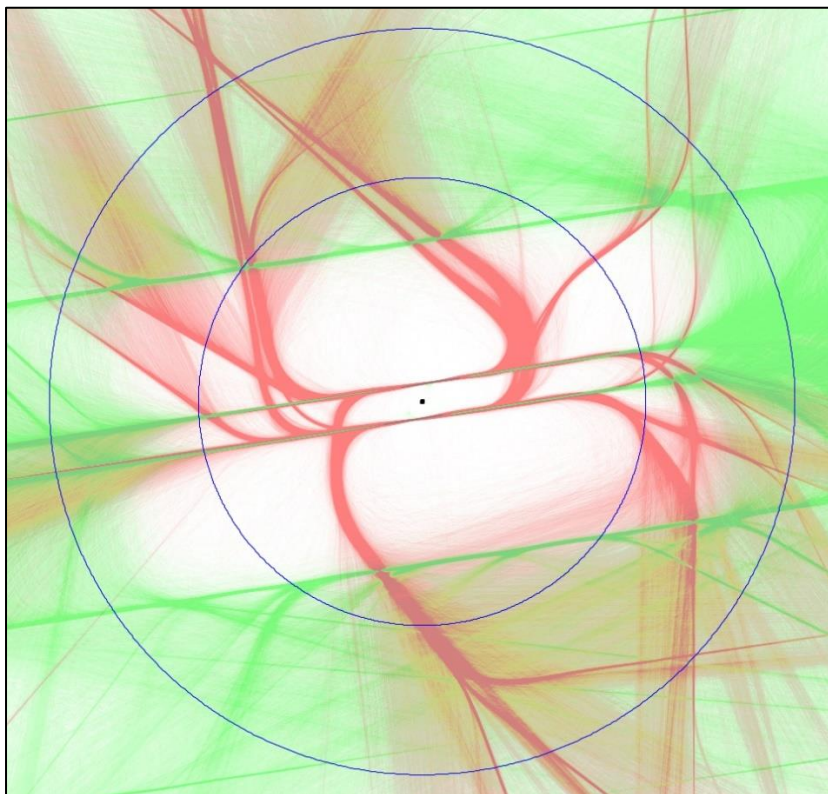


Abbildung 3: FANOMOS-Flugspuren (IFR-Verkehr 2021, Auszug)

2.4 Topographisches Kartenmaterial

Für die DES-Erstellung stand OTSD geo-referenziertes, öffentlich zugängliches Kartenmaterial (Maßstab 1:250.000) des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) zur Verfügung (siehe [8]).

Das Kartenmaterial ist UTM-referenziert (Zone 32 U, Mittelmeridian 9°) und deckt eine Fläche von 160 mal 160 Kilometern mit dem darin enthaltenen Flugplatz sowie dem für die DES-Erstellung erforderlichen Umkreis von 50 km ab. In der Kartendarstellung sind die Bebauung, Straßen und Flüsse sowie weitere markante Punkte gut zu erkennen.

3 Erfassung der Flugplatzinfrastruktur

Aus dem Luftfahrthandbuch konnten einige der gemäß AzDF geforderten allgemeinen Angaben zum Flughafen München direkt oder nach einer Umrechnung übernommen werden:

- der ICAO-Flugplatzcode (EDDM),
- der Flugplatzbezugspunkt (Aerodrome Reference Point, ARP),
- die Bezeichnungen der Start- und Landebahnen (Runways, RWY) sowie
- die Platzhöhe (angegeben in Fuß).

Die Modellierung der Start- und Landebahnen (Datenblatt „Flugplatzdaten“) erfolgte auf Basis der in der AIP veröffentlichten Angaben zu den Koordinaten der Landeschwellen, sowie zur Länge und Breite der Bahnen.

Die sehr genau vermessenen Schwellenkoordinaten dienen darüber hinaus zur genauen Festlegung der Runway-Richtung und des Bahnbezugspunktes in der Mitte der Bahn, die im Formular für die Flugplatzdaten ebenfalls anzugeben sind.

Abbildung 4 zeigt das von OTSD modellierte vereinfachte Flughafen-Layout mit den zwei Start-/Landebahnen und einer Hubschrauberstart-/landestelle. Die farbigen Dreiecke zeigen die Lage der nach AzDF zu beschreibenden Startpunkte (rot) und Landeschwellen (grün). Das DES-Modell enthält keine Modellierung des Rollverkehrs. Die im Hintergrund zu erkennende Darstellung des Flughafengeländes und der Rollwege stammt aus dem Luftfahrthandbuch [4].

Im DES werden Start- und Landebahnen stets mit ihren zwei Betriebsrichtungen (BR) erfasst. Das DES-Modell beschreibt die zwei Start- und Landebahnen (RWY) 08L/26R und 08R/26L.

Im DES-Modell starten Abflüge sowohl auf der Nordbahn 08L/26R als auch auf der Südbahn 08R/26L von zwei verschiedenen Startpunkten bzw. über verschiedene Zurollwege. Daher mussten im DES (Abschnitt 2.4) insgesamt zwei Varianten der Start-/Landebahnen erfasst werden, um Starts vom Bahnanfang und sog. Intersection-Starts beschreiben zu können.

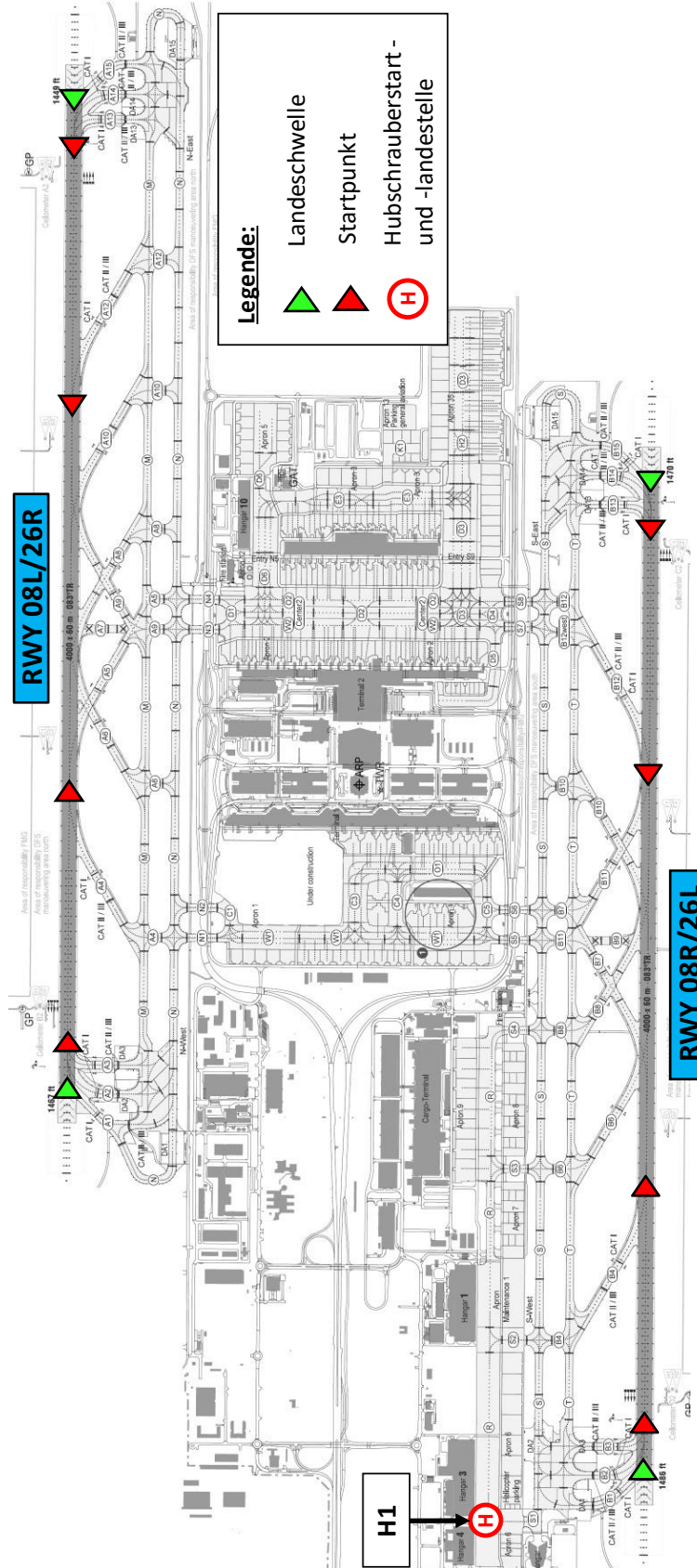


Abbildung 4: Flughafen-Infrastruktur (OTSD-Modell)¹

¹ Im Hintergrund: Darstellung des Rollwegesystems aus der AIP [4], AD2 EDDM Seite 2-5.

Die Erfassung der Startpunkte im Modell erfolgte auf Basis einer Nutzungsstatistik der verschiedenen Zurollwege im Jahr 2021 (siehe [6]). Die Startpunkte fassen zum Teil vereinfachend auch die davor oder dahinter liegenden Zurollmöglichkeiten zusammen.

Die Startpunkte für Intersection-Starts sind anhand des Suffixes „I“ der zugehörigen Bahnrichtungen (siehe Angaben zur Bezeichnung der Start-/Landebahnen im Abschnitt 2.4 der DES-Datenblätter und zur „Startrichtung“ bei Abflugstrecken) zu unterscheiden. Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche Zurollwege für Starts vom Bahnanfang und für Intersection-Starts für verschiedene Startrichtungen genutzt werden.

Zurollweg für:	Start vom Bahnanfang	Intersection-Starts
Startrichtung	M_P2	A_P1.3 bis A_P1.4
	M_S1	P3_M015, P3_MXXX
	S3_M050 (%)	S3_M020
	S3_M070 (%)	S3_M050 (%)
	S3_M100	S3_M070 (%)
	S3_M130 (%)	S3_M130 (%)
	S3_M220 bis S3_MXXX	
08L	A3	A4
26R	A13	A12
08R	B3	B4
26L	B13	B12

Abbildung 5: Nutzung verschiedener Zurollwegen für Starts

Die Wahl des Startpunktes für Abflüge erfolgt im DES-Modell in Abhängigkeit von der BUF-Luftfahrzeuggruppe, wobei einige kleinere, leichtere Gruppen grundsätzlich von der Möglichkeit eines Intersection-Starts Gebrauch machen. Einige der größeren, schwereren Gruppen starten grundsätzlich vom Bahnanfang (siehe Abbildung 5).

Die in Abbildung 5 aufgeführten Luftfahrzeuggruppen mit dem Zusatz „(%)“ sind anteilig – im Rahmen der durch die Verwendung ganzzahliger Flugbewegungszahlen auftretenden Rundungsfehler – auf die Nutzung des Bahnanfangs und des Intersection-Starts wie folgt aufgeteilt:

Gruppe / Startpunkt	08L		26R		08R		26L	
	A3	A4	A13	A12	B3	B4	B13	B12
S3_M050_TU_N7	63 %	37 %	63 %	37 %	65 %	35 %	73 %	27 %
S3_M070_TU_N7	63 %	37 %	62 %	38 %	64 %	36 %	68 %	32 %
S3_M070_TU_NX	43 %	57 %	44 %	56 %	50 %	50 %	41 %	59 %
S3_M130_T2_N7	73 %	27 %	72 %	28 %	81 %	19 %	86 %	14 %
S3_M130_T2_NX	78 %	22 %	78 %	22 %	82 %	18 %	89 %	11 %

Abbildung 6: Anteilige Nutzung von Zurollwegen für Starts

Die Annahmen in Abbildung 6 basieren sich auf den zur Verfügung stehenden Daten aus 2021 als Stichprobe und müssen daher nicht repräsentativ für die jeweilige Luftfahrzeuggruppe sein. Unterschiedliche Anteile bei der Nutzung von Intersection-Starts für Luftfahrzeuge ähnlicher Luftfahrzeuggruppen können durch die stark unterschiedlichen Anzahlen von Starts je Gruppe bedingt sein.

Die im DES-Modell modellierten Varianten der Start-/Landebahnen 08L/26R sowie 08R/26L sind – abgesehen von der Beschreibung der Startpunkte – identisch.

Für den Flugbetrieb mit Hubschraubern wurde eine Hubschrauberstart- und -landestelle mit der Bezeichnung „H1“ im Modell vorgesehen. Diese befindet sich vor den Hangars 3 und 4 auf dem Vorfeld 6. Von dieser Position starten und landen im Modell sämtliche Hubschrauber, hauptsächlich der am Platz stationierten Polizeihubschrauberstaffel Bayern.

4 IFR-Flugbetrieb

4.1 Abflugstrecken

Bei der Modellierung der DES-Flugstrecken für Abflüge wurden zunächst die in der AIP veröffentlichten Streckenverläufe der Standardabflugstrecken (SIDs) modelliert. Im Anschluss wurden die modellierten Strecken mit Hilfe von FANOMOS-Flugspurdaten an die flugbetriebliche Praxis angepasst, sodass die Flugstreckenmittellinien die am häufigsten genutzten Flugwege (sog. „Backbones“) beschreiben.

Für jede veröffentlichte SID sind im Modell in der Regel mehrere DES-Flugstrecken erfasst (sog. Streckenvarianten bzw. Stellvertreterstrecken) um unterschiedliche Flugwege oder Direktführungen abzubilden, die durch die Arbeitsweise der Flugverkehrsleuten der Flugsicherung entstehen. Die sog. Hauptvariante ist im DES-Modell mit dem Suffix „_1“ gekennzeichnet und ist dem in der AIP veröffentlichten Streckenverlauf am ähnlichsten. Alle weiteren Stellvertreterstrecken wurden ebenfalls mit einem numerischen Suffix („_2“, „_3“ usw.) versehen.

Die Liste der Bezeichnungen (siehe z. B. Abbildung 8, Spalte „IFR-Abflugstrecke im DES RWY 26L“) der IFR-Strecken im DES fasst die Haupt- und Stellvertretervarianten zusammen. Im DES-Modell mussten teilweise Streckenvarianten weiter differenziert werden um unterschiedliche Flugwege zu beschreiben. Hierfür wurde die Streckenbezeichnung um einen Buchstaben als weiteres Suffix erweitert. Beispielsweise wurde die Stellvertreterstrecke „IFR_26L_nach_TURBU_2“ weiter unterteilt in die Varianten 2A und 2B, um unterschiedliche Drehpunkte der Abflüge kurz nach dem Start abbilden zu können. Die Streckenvariante mit dem Suffix „A“ beschreibt hierbei i. d. R. den Streckenverlauf, der näher am modellierten Flugplatz verläuft.

INFO Die verwendete Notation in den Tabellen fast Suffix-Bereiche – sowohl numerisch, als auch alphabetisch – in eckigen Klammern zusammen. Sind zwei Bereiche hintereinander angegeben, so sind diese als Kombination zu lesen.

Beispiel: Eine Strecke wird mit der Kombination [1 – 2][A – B] angegeben. Diese Strecken wurden in diesem Fall als Streckenvarianten 1 bis 2 modelliert und diese wiederum weiter unterteilt in die Untervarianten A bis B. Somit werden nachfolgende Suffixe beschrieben:
1A, 1B, 2A und 2B

4.1.1 Betriebsrichtung West (26)

Für die Modellierung der Abflugstrecken der Betriebsrichtung (BR) West wurden die Veröffentlichungen im Luftfahrthandbuch als Basis verwendet und in das DES-Modell umgesetzt.

Abbildung 7 zeigt das an die flugbetriebliche Praxis angepasste Modell des IFR-Flugbetriebs 2021 für Abflüge der BR 26. Im Hintergrund sind die für die Modellbildung verwendeten Flugspuren des Systems FANOMOS der DFS zu erkennen.

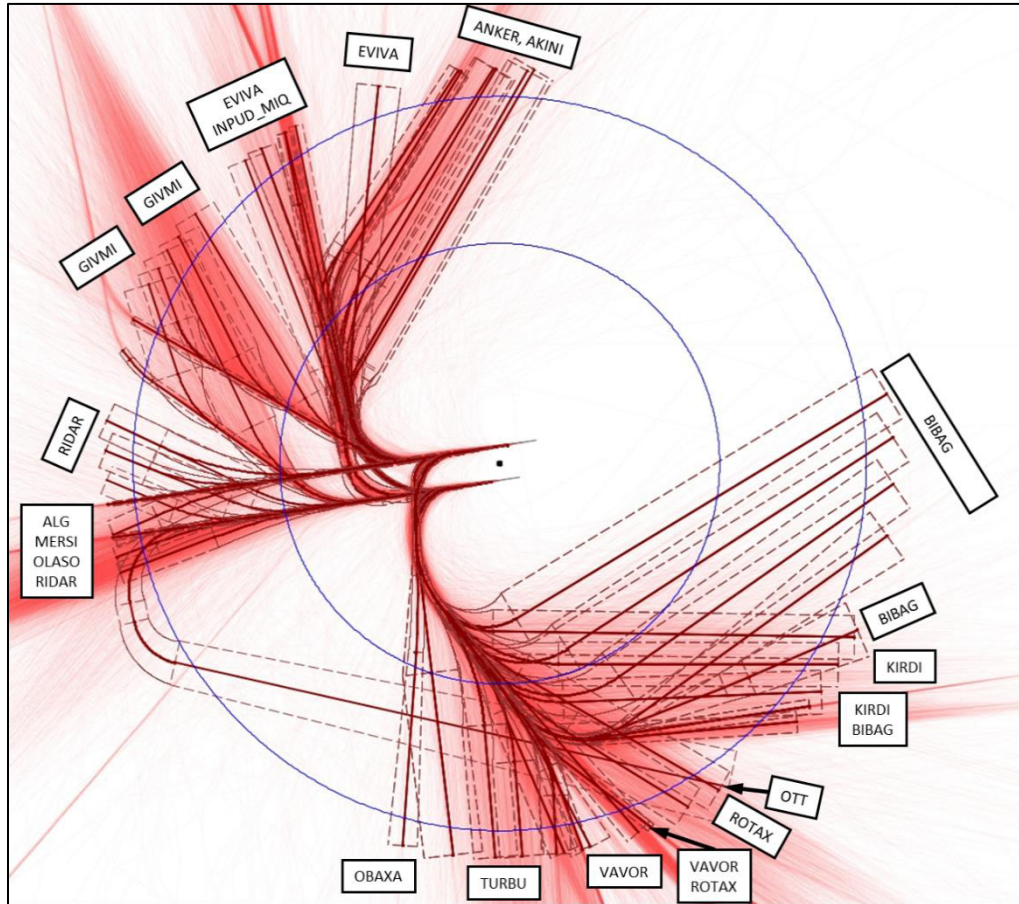


Abbildung 7: IFR-Abflugstrecken BR 26 (DES-Modell)

Für das DES-Modell gelten die nachfolgend in Abbildung 8 und Abbildung 9 dargestellten Zuordnungen von durch die DFS veröffentlichten Streckenbezeichnungen und den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecke im DES RWY 26L
AKINI 1S	IFR_26L_nach_AKINI_[1 - 3]
ALG 2S	IFR_26L_nach_ALG_[1 - 3]
ANKER 7S	IFR_26L_nach_ANKER_[1 - 3]
BIBAG 3S	IFR_26L_nach_BIBAG_[1 - 6][A - B]
EVIVA 4S	IFR_26L_nach_EVIVA_[1 - 2]
GIVMI 6S	IFR_26L_nach_GIVMI_[1 - 3]
INPUD 2S	IFR_26L_nach_INPUD-MIQ_[1 - 3]
MIQ 8S	
KIRDI 3S	IFR_26L_nach_KIRDI_[1 - 5][A - B]
MERSI 5S	IFR_26L_nach_MERSI_[1 - 3]
OBAXA 6S	IFR_26L_nach_OBAXA
OLASO 2S	IFR_26L_nach_OLASO
BIBAG 3W	IFR_26L_nach_OTT
KIRDI 3W	
ROTAX 3W	
TULSI 4W	
TURBU 7W	
VAVOR 3W	
RIDAR 6S	IFR_26L_nach_RIDAR_[1 - 4]
ROTAX 3S	IFR_26L_nach_ROTAX_[1 - 3]
TULSI 7S	-
TURBU 7S	IFR_26L_nach_TURBU_[1 - 6][A - B]
VAVOR 3S	IFR_26L_nach_VAVOR_[1 - 3]

Abbildung 8: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 26L im DES

Die FANOMOS-Flugspurdaten weisen sowohl für die SID BIBAG 3S, als auch für KIRDI 3S im Nahbereich des Flughafens zwei deutlich erkennbare Verläufe mit unterschiedlichen Kurvenradien aus. Die zugehörigen DES-Abflugstrecken wurden daher im Modell mit den Untervarianten A und B aufgenommen, wobei letztere eine etwas engere und später ausgeführte Linkskurve beschreibt.

Die SIDs BIBAG 3W, KIRDI 3W, ROTAX 3W, TULSI 4W, TURBU 7W und VAVOR 3W weisen in der Veröffentlichung bis zum Wegpunkt OTT einen identischen Streckenverlauf auf. Dies spiegelt sich auch in ähnlichen Flugverläufen in den FANOMOS-Daten wider. Die (wenigen) Flugbewegungen auf diesen SIDs wurden daher im DES als Abflugstrecke „nach_OTT“ zusammengefasst.

Die SIDs INPUD 2S und MIQ 8S wurden zusammengefasst, da die FANOMOS-Flugspuren der (wenigen) MIQ-Abflüge weitgehend der Strecke nach INPUD entsprechen.

Die SID TULSI 7S wurde nicht in das DES-Modell aufgenommen, weil für diese im Analysezeitraum 2021 keine Flugbewegung zu verzeichnen war.

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecke im DES RWY 26R
AKINI_1N	IFR_26R_nach_AKINI [1 - 3]
ALG_2N	IFR_26R_nach_ALG [1 - 2]
ANKER_9N	IFR_26R_nach_ANKER [1 - 3]
BIBAG_4N	IFR_26R_nach_BIBAG [1 - 6]
EVIVA_5N	IFR_26R_nach_EVIVA [1 - 2]
GIVMI_1N	IFR_26R_nach_GIVMI [1 - 4]
INPUD_2N	IFR_26R_nach_INPUD-MIQ [1 - 2]
MIQ_9N	
KIRDI_4N	IFR_26R_nach_KIRDI [1 - 5]
MERSI_6N	IFR_26R_nach_MERSI [1 - 2]
OBAXA_6N	IFR_26R_nach_OBAXA
OLASO_2N	IFR_26R_nach_OLASO
RIDAR_6N	IFR_26R_nach_RIDAR [1 - 3]
ROTAX_4N	IFR_26R_nach_ROTAX [1 - 3]
TULSI_4N	-
TURBU_7N	IFR_26R_nach_TURBU [1 - 6]
VAVOR_4N	IFR_26R_nach_VAVOR [1 - 3]

Abbildung 9: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 26R im DES

Die SIDs INPUD 2N und MIQ 9N wurden (wie bei BR 26L) zusammengefasst, da die wenigen MIQ-Abflüge in den FANOMOS-Flugspuren eher dem Verlauf der SID Richtung INPUD entsprachen.

Die SID TULSI 4N wurde nicht in das DES-Modell aufgenommen, weil für diese im Analysezeitraum keine Flugbewegungen zu verzeichnen waren.

4.1.2 Betriebsrichtung Ost (08)

Für die Modellierung der Abflugstrecken der Betriebsrichtung (BR) Ost wurden die Veröffentlichungen im Luftfahrthandbuch als Basis verwendet und in das DES-Modell umgesetzt.

Abbildung 10 zeigt das an die flugbetriebliche Praxis angepasste Modell des IFR-Flugbetriebs 2021 für Abflüge der BR 08. Im Hintergrund sind wiederum die für die Modellbildung verwendeten FANOMOS-Flugspuren zu erkennen.

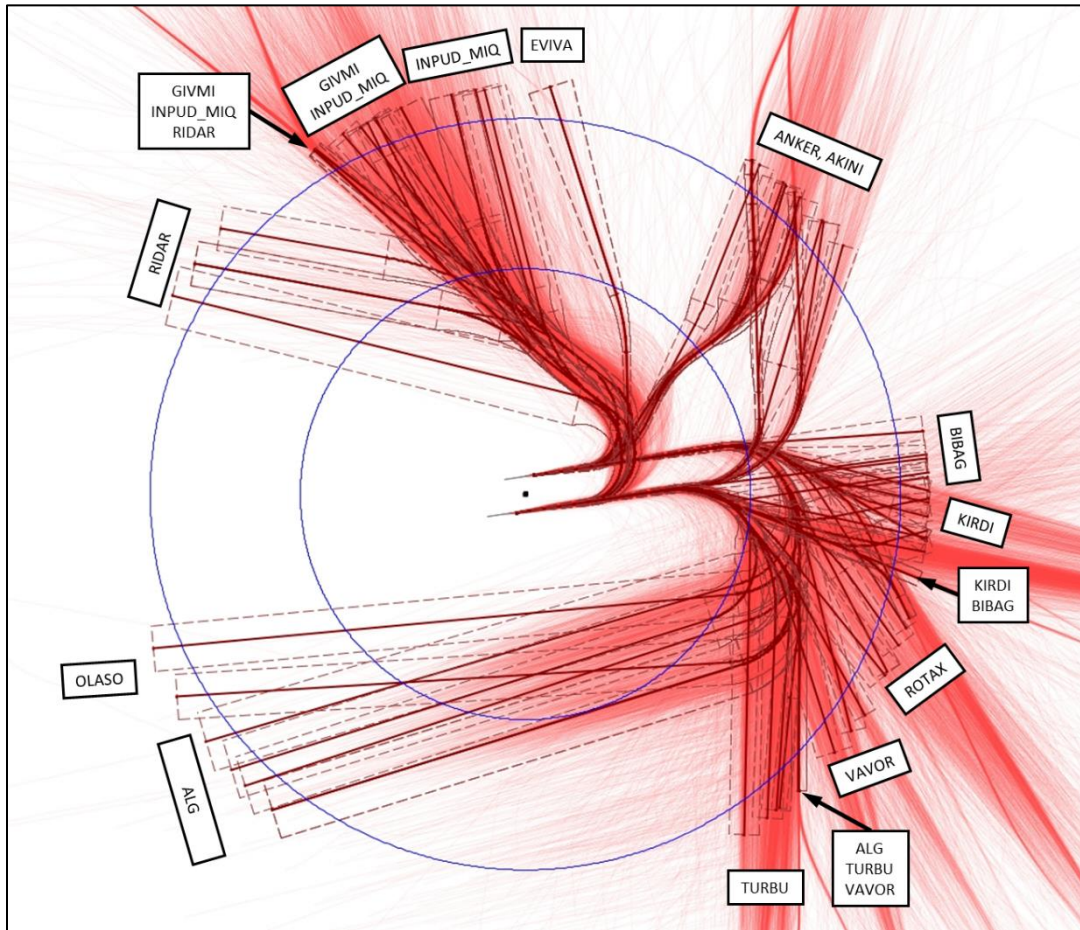


Abbildung 10: IFR-Abflugstrecken BR 08 (DES-Modell)

Für das DES-Modell gelten die nachfolgend in Abbildung 11 und Abbildung 12 aufgelisteten Zuordnungen von durch die DFS veröffentlichten Streckenbezeichnungen zu den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecke im DES RWY 08L
AKINI 1Q	IFR_08L_nach_AKINI_[1 - 3]
ALG 2Q	IFR_08L_nach_ALG_[1 - 4]
MERSI 4Q, 2T	
OBAXA 2T	
ANKER 9Q	
BIBAG 2Q	IFR_08L_nach_BIBAG_[1 - 4]
EVIVA 4Q	IFR_08L_nach_EVIVA
GIVMI 6Q	IFR_08L_nach_GIVMI_[1 - 3]
INPUD 3Q	IFR_08L_nach_INPUD-MIQ_[1 - 5]
MIQ 9Q	
KIRDI 2Q	IFR_08L_nach_KIRDI_[1 - 4]
OLASO 2Q	IFR_08L_nach_OLASO
RIDAR 7Q	IFR_08L_nach_RIDAR_[1 - 3]
ROTAX 4Q	IFR_08L_nach_ROTAX_[1 - 2]
TULSI 2Q	-
TURBU 7Q	IFR_08L_nach_TURBU_[1 - 2]
VAVOR 3Q	IFR_08L_nach_VAVOR_[1 - 3]

Abbildung 11: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 08L im DES

Die SIDs ALG 2Q, MERSI 2T, MERSI 4Q und OBAXA 2T weisen ab dem Wegpunkt OBAXA und bis zum Wegpunkt ALG außerhalb des Erfassungsradius von 25 Kilometern einen identischen Streckenverlauf auf. Die zugehörigen FANOMOS-Flugspuren dieser SIDs verlaufen im Nahbereich des Flughafens – unabhängig von der gewählten SID – sehr ähnlich. Aus diesem Grund wurden diese SIDs im DES durch die Stellvertreterstrecken „nach_ALG“ zusammengefasst.

Die SID TULSI 2Q wurde nicht in das DES-Modell aufgenommen, weil für diese im Analysezeitraum keine Flugbewegungen zu verzeichnen waren.

Für die SID ANKER 9Q wurden zwei Untervarianten „A“ und „B“ erstellt, um den FANOMOS-Flugspurverlauf im Nahbereich des Flugplatzes genauer abzubilden. Die Untervariante B weist einen weiteren Kurvenradius aus.

Die SIDs INPUD 3Q und MIQ 9Q wurden wiederum zusammengefasst, weil die Flugverlaufsdaten der (wenigen) MIQ-Abflügen eher dem Streckenverlauf Richtung INPUD entsprachen.

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecke im DES RWY 08R
AKINI 1E	IFR_08R_nach_AKINI_[1 - 3]
ALG 2E	IFR_08R_nach_ALG_[1 - 3]
MERSI 4E, 2P	
OBAXA 2P	
ANKER 9E	IFR_08R_nach_ANKER_[1 - 3]
BIBAG 2E	IFR_08R_nach_BIBAG_[1 - 5]
EVIVA 4E	IFR_08R_nach_EVIVA
GIVMI 6E	IFR_08R_nach_GIVMI_[1 - 2]
INPUD 3E	IFR_08R_nach_INPUD-MIQ_[1 - 5]
MIQ 8E	
KIRDI 2E	IFR_08R_nach_KIRDI_[1 - 3]
OLASO 2E	IFR_08R_nach_OLASO
RIDAR 7E	IFR_08R_nach_RIDAR_[1 - 3]
ROTAX 4E	IFR_08R_nach_ROTAX_[1 - 3]
TULSI 3E	-
TURBU 6E	IFR_08R_nach_TURBU_[1 - 4]
VAVOR 3E	IFR_08R_nach_VAVOR_[1 - 3]

Abbildung 12: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 08R im DES

Wie oben für die Abflugstrecken der BR 08L beschrieben wurden auch die Strecken von der Startbahn 08R ähnlich zusammengefasst.

Die SIDs ALG 2E, MERSI 2P, MERSI 4E und OBAXA 2P wurden (wie bei BR 08L) im DES als Stellvertreterstrecken „nach_ALG“ zusammengefasst.

Die SID TULSI 3E wurde nicht in das DES-Modell aufgenommen, weil für diese im Analysezeitraum keine Flugbewegungen zu verzeichnen waren.

Die SIDs INPUD 3E und MIQ 8E wurden (wie bei BR 08L) als „nach_INPUD-MIQ“ zusammengefasst.

4.2 Anflugstrecken

Für die Modellierung der Anflugstrecken wurden die die Veröffentlichungen im Luftfahrthandbuch [4] als Basis verwendet. Für den Flughafen München sind 4 Standardanflugstrecken (STARs) veröffentlicht. Sie führen von den Wegpunkten BETOS und NAPSA zum Initial Approach Fix (IAF) OTT und von den Wegpunkten LANDU und ROKIL zum IAF MIQ.

Die in der Praxis zu beobachtenden Flugverläufe in dem für die DES-Erstellung betrachteten Bereich folgen überwiegend den für den Flughafen München veröffentlichten sog. Transition-Anflugverfahren², deren Beschreibungen bei den o.g. Wegpunkten beginnen und die über unterschiedliche Drehpunkte eine Vielzahl von Flugwegen bis zum Endanflug ermöglichen.

Zur Abbildung Flugwegen wurde ein vereinfachtes System von Stellvertreterstrecken für Anflüge erstellt, das Anflüge aus unterschiedlichen Himmelsrichtungen (NE, EAST, SE, SW, WEST, NW) beschreibt. Die unterschiedlichen Flugwege wurden außerdem mit Hilfe von Streckenvarianten differenziert, die anhand eines Suffixes in der Streckenbezeichnung erkennbar sind (z.B. „.IFR_26R_von_NE_4D“).

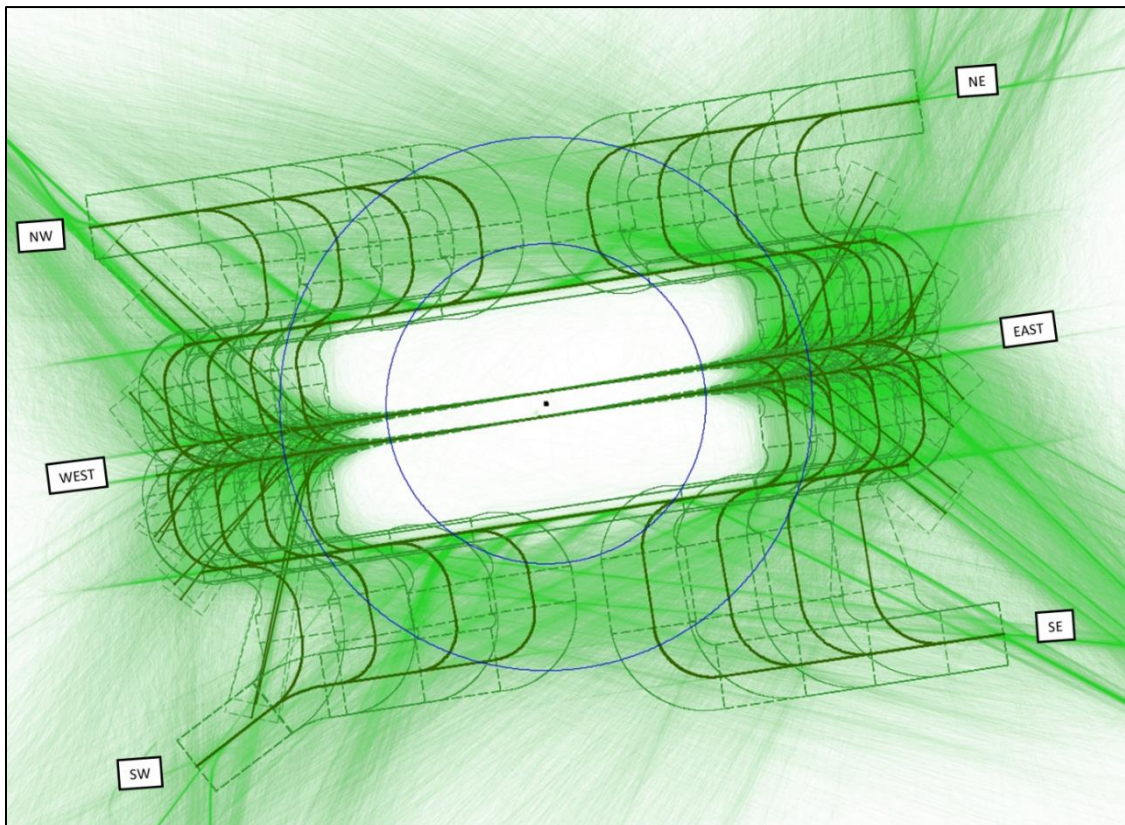


Abbildung 13: IFR-Anflugstrecken BR 08/26 (DES-Modell)

Abbildung 13 zeigt das von OTSD erstellte Streckenmodell für Anflüge bei West- (BR 26L/26R) und Ostbetrieb (BR 08L/08R). Im Hintergrund sind die für die Modellbildung verwendeten Flugspuraufzeichnungen des Jahres 2021 dargestellt.

² vgl. [4] AD 2 EDDM 3-1.5 bis 3-1-8

5 VFR-Flugbetrieb

5.1 Flugbetrieb mit Flugzeugen

Die für die DES-Erstellung vom Flughafen München bereitgestellten Flugbewegungsdaten des Jahres 2021 enthielten insgesamt 1.144 Starts und Landungen mit kleineren Flugzeugen der BUF-Luftfahrzeuggruppen A_P1.3 und A_P1.4. Hiervon entfielen 1.140 Bewegungen auf die (größere, schwerere) Gruppe A_P1.4. In den FANOMOS-Flugspurdaten konnten hiervon 1.100 Starts und Landungen (ca. 96%) identifiziert und einer IFR-Flugstrecke zugeordnet werden.

Im DES-Modell wird daher davon ausgegangen, dass am Flughafen München kein Flugbetrieb nach Sichtflugregeln (VFR-Flugbetrieb) stattfindet. Alle Flugbewegungen mit Kleinflugzeugen der o.g. Gruppen wurden einer IFR-Flugstrecke zugeordnet.

5.2 Flugbewegungen mit Hubschraubern

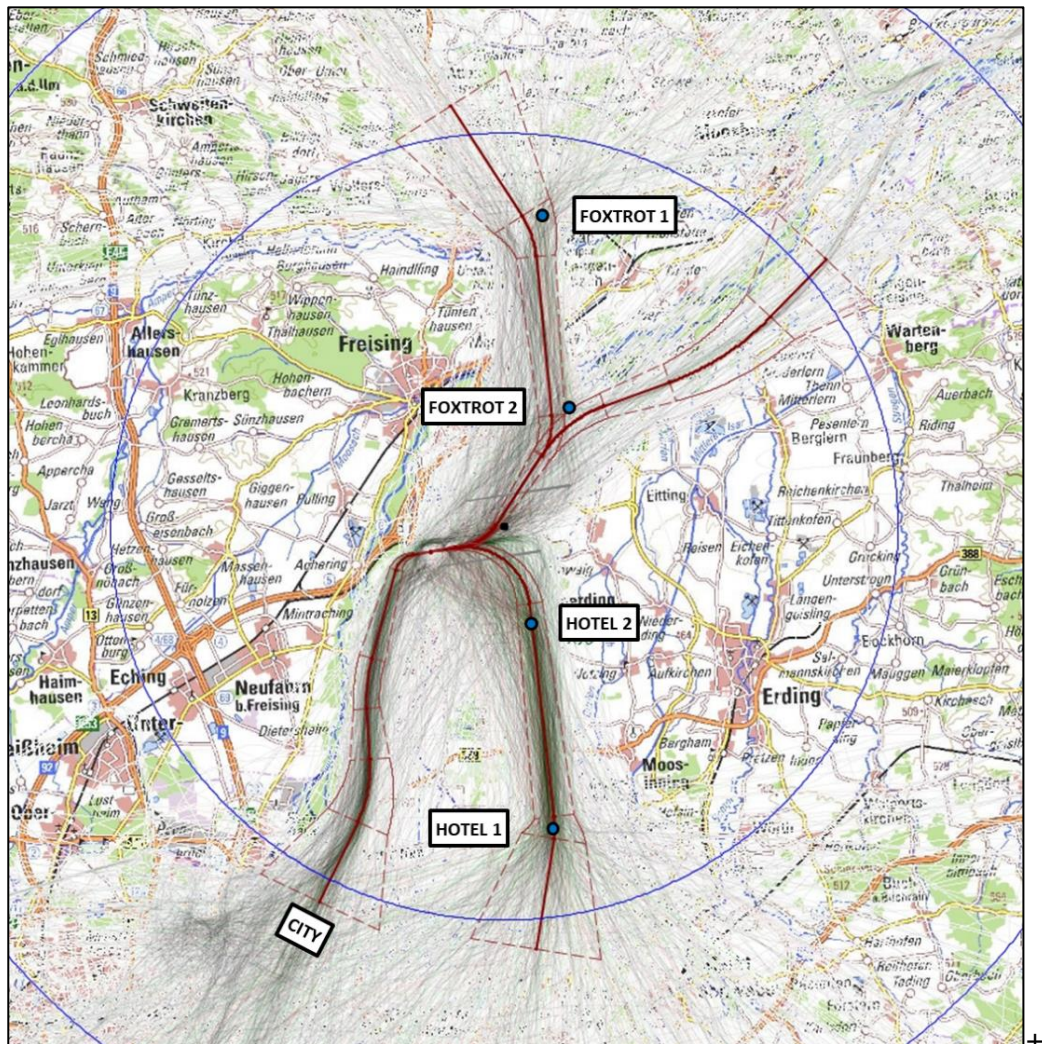


Abbildung 14: VFR-Flugstrecken für Hubschrauber (DES-Modell)³

³ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE / BKG (2021), siehe [7]

In das DES-Modell wurden VFR-Flugstrecken ausschließlich für Hubschrauber (siehe Abbildung 14) aufgenommen, deren Verlauf sich in an den in den FANOMOS-Daten identifizierten Flugspuren von Hubschraubern orientiert. Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um Flüge der Polizeihubschrauberstaffel Bayern.

Die Flugstrecken für Hubschrauber sind generell an die in der AIP VFR veröffentlichten Strecken für Flugzeuge angelehnt. Sie führen entlang der Meldepunkte „FOXTROT 1“, „FOXTROT 2“, „HOTEL 1“ und „HOTEL 2“. Für An- und Abflüge über den Meldepunkt FOXTROT 2 wurden jeweils zwei Streckenvarianten für An- und Abflüge beschrieben:

- Die Streckenvarianten von bzw. nach FOXTROT_1 verlaufen über beide Meldepunkte „FOXTROT 1“ und „FOXTROT 2“.
- Die Streckenvarianten von bzw. nach FOXTROT_2 verlaufen über „FOXTROT 2“ und starten bzw. enden nordöstlich von diesem Punkt.

Zusätzlich wurden An- und Abflugstrecken in Richtung des Stadtgebietes München (von und nach „CITY“) modelliert.

Anhand der FANOMOS-Flugspurdaten konnte (grob) eine Verteilung der Flugbewegungen von Hubschraubern auf diese Flugstrecken geschätzt werden (siehe Abbildung 15).

Streckenbezeichnung	Nutzungsanteil
CITY	32 %
FOXTROT 1	21 %
FOXTROT 2	9 %
HOTEL	38 %

Abbildung 15: Nutzungsanteile der VFR-Flugstrecken für Hubschrauber

6 Flugbewegungsangaben im Datenerfassungssystem

Neben dem Modell des Flughafens und der Flugstrecken bestimmen die im DES erfassten Flugbewegungsangaben wesentlich die spätere Ausdehnung der Lärmkonturen.

Dieses Kapitel erläutert, wie auf Basis der von der Flughafen München GmbH und der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH bereitgestellten Daten und Informationen die Flugbewegungsangaben für das DES erstellt wurden.

6.1 Flugbewegungsangaben 2021

Die für das DES zu berücksichtigenden Flugbewegungen für das Analysejahr 2021 wurden, differenziert nach Starts und Landungen, vom Flughafen München bereitgestellt (siehe Abschnitt 2.1).

Die von OTSD aufbereiteten Flugbewegungsdaten wurden zunächst den Luftfahrzeuggruppen nach [3] und den Zeitbereichen Tag (6 bis 18 Uhr Ortszeit), Abend (18 bis 22 Uhr) und Nacht (22 bis 6 Uhr) zugeordnet (siehe Abbildung 16).

Luftfahrzeuggruppe	Typische LFZ 2021 (ICAO ATD)	Starts				Landungen				Starts + Landungen
		Tag	Abend	Nacht	Summe	Tag	Abend	Nacht	Summe	
A_P1.3	P210	1	1		2	1	1		2	4
A_P1.4	PC12, BE20	468	85	17	570	434	112	24	570	1.140
H_1.1	EC35, AS50	829	260	268	1.357	730	288	340	1.358	2.715
H_1.2	EC35, BK17	11	2	1	14	14	2	1	17	31
H_2.1	AS32, PUMA	8			8	8			8	16
H_2.2	H47, H60	4	1		5	4	1		5	10
M_P2	CN35, A400	17			17	16	1		17	34
M_S1	C5M	1			1	1			1	2
P3_M015_TU	SW4, D328	186	25	13	224	53	54	119	226	450
P3_MXXX_TU	DH8D, AT75	654	480	3	1.137	682	454	1	1.137	2.274
S3_M020_TU_NU	C56X, C55B, C25A	4.069	730	69	4.868	3.489	1.261	119	4.869	9.737
S3_M050_TU_N7	CRJ9, E170	11.046	2.529	113	13.688	10.315	3.098	265	13.678	27.366
S3_M070_TU_N7	E195, B734	6.340	1.682	450	8.472	5.916	1.978	578	8.472	16.944
S3_M070_TU_NX	BCS3, E295	554	489	2	1.045	652	392	1	1.045	2.090
S3_M100_TU_N2	MD82	8	3		11	9	2		11	22
S3_M130_T2_N7	A320, B738	24.034	6.280	1.202	31.516	22.650	7.061	1.807	31.518	63.034
S3_M130_T2_NX	A20N, B38M	6.329	1.542	354	8.225	5.525	2.187	512	8.224	16.449
S3_M220_T2_N7	B763, A306	496	29	460	985	235	230	520	985	1.970
S3_M220_T4_N7	B703	1			1	1			1	2
S3_M320_T2_N7	A333, B772	108	102	6	216	198	13	5	216	432
S3_M320_T2_NX	A359, B788	3.224	102	74	3.400	3.215	102	76	3.393	6.793
S3_M320_T4_N7	A343	18	3		21	16	4	1	21	42
S3_M500_T2_NX	B77W, A35K	209	72	32	313	254	56	3	313	626
S3_M500_T4_N7	B744, A124	141	46	27	214	152	46	16	214	428
S3_M500_T4_NX	B748, A345	15	15	4	34	23	11		34	68
S3_MXXX_T4_NX	A388	187	8	14	209	188	21		209	418
Summe:		58.958	14.486	3.109	76.553	54.781	17.375	4.388	76.544	153.097

Abbildung 16: Mengengerüst der Flugbewegungen 2021 für die DES-Erstellung

Die insgesamt **153.097 Flugbewegungen** sind für die DES-Erstellung als **76.553 Starts und 76.544 Landungen** zu berücksichtigen.

6.2 Starts und Landungen im DES

Die für das DES zu erfassenden Flugbewegungszahlen ergeben sich nach einer Reihe von Bearbeitungsschritten aus den vom Flughafen München zur Verfügung gestellten Datensätzen aller Flugbewegungen des Jahres 2021, die im Folgenden kurz beschrieben werden. Ausgangsbasis sind die in den Flugbewegungsdaten des Flughafens München enthaltenen **153.097 Flugbewegungen**.

Die Erstellung der Flugbewegungszahlen zur Berücksichtigung im DES umfasste folgende Arbeitsschritte:

- Für Flugbewegungen mit Hubschraubern der Gruppen H_1.1 bis H_2.2 wurde vereinfachend angenommen, dass diese nach Sichtflugregeln (VFR) operieren, da gemäß AzDF eine Nutzung von Flugstrecken für Start-/Landebahnen durch Luftfahrzeuggruppen für Hubschrauber nicht vorgesehen ist. Ferner fanden sich in den FANOMOS-Daten lediglich wenige Flugspuren, die (mit einiger Unsicherheit) dem IFR-Flugbetrieb hätten zugeordnet werden können.
- Die Zuordnung von DES-Flugstrecken für Hubschrauber basierte auf in Abschnitt 5.2 beschriebenen Verteilungsschlüssel (siehe Abbildung 15). Insgesamt wurden **2.772 An- und Abflüge mit Hubschraubern** im DES-Modell erfasst.
- Für die Flugbewegungen aller anderen (größeren, schwereren) Gruppen von Propellerflugzeugen (M_P2, P3_M015_TU und P3_MXXX_TU) sowie alle Gruppen von Strahlflugzeugen wurde IFR-Flugbetrieb unterstellt. Auch hier waren für die Erfassung im DES die in den Daten des Flughafens München enthaltenen Bewegungen mit den Angaben zum Start- bzw., Landezeitpunkt sowie der genutzten Bahn maßgeblich. Die Zuweisung einer IFR-Flugstrecke erfolgte auf Basis der in den FANOMOS-Daten der DFS vorgefundenen Verteilung je Luftfahrzeuggruppe. Insgesamt wurden so **150.325 IFR-Flugbewegungen** dieser Gruppen in das DES aufgenommen.
- Bei Starts mit Flugzeugen der Luftfahrzeuggruppen, die in verschiedene Auslastungsklassen unterteilt sind, wurde nach Rücksprache mit dem Flughafen München stets die Auslastungsklasse „A“ und entsprechend die jeweils niedrigere Auslastung verwendet. Dies basierte auf der Annahme, dass bedingt durch die Coronapandemie die Flugzeuge weniger stark und überwiegend nicht über 85 % ausgelastet waren.

Eine detaillierte Übersicht aller Flugstrecken und ihrer Belegung liegt dem DES in Tabellenform bei (siehe Anlage [3]).

7 Quellenverzeichnis

- [1] „BUF – Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen“, Bekanntmachung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 05.10.2021, Bundesanzeiger AT 05.10.2021 B4.
- [2] „Anleitung zur Datenerfassung an Flugplätzen (AzDF)“, Bestandteil der BUF [1]
- [3] „Überprüfung und Verbesserung der Berechnungsverfahren beim Fluglärm“, Abschlussbericht, Umweltbundesamt, Juni 2021, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ueberpruefung-verbesserung-der-berechnungsverfahren> (zuletzt abgerufen am 23.11.2021).
- [4] Luftfahrthandbuch Deutschland (Aeronautical Information Publication, AIP IFR und AIP VFR), DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Veröffentlichungen im Zeitraum 21.12.2020 bis 30.12.2021.
- [5] Tabellarische Liste der Flugzeugbewegungen für das Jahr 2021, Flughafen München GmbH, erhalten am 11.02.2022.
- [6] Tabellarische Liste zur Nutzung von Intersection-Starts im Jahr 2021, Flughafen München GmbH, erhalten am 04.03.2022.
- [7] Flugspuraufzeichnungen des Systems FANOMOS für das Jahr 2021, DFS Deutsche Flugsicherung GmbH
- [8] Topographisches Kartenmaterial im Maßstab 1:250.000 (DTK250), Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, © GeoBasis-DE / BKG (2021), <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data/digitale-topographische-karte-1-250-000-dtk250.html> (abgerufen am 28.09.2021), Lizenz: Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0, siehe <http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>

8 Anlagen

Folgende Dokumente bzw. Dateien liegen dieser Dokumentation als Anlagen bei:

- [1] „Datenerfassungssystem (DES) gemäß der Anleitung zur Datenerfassung an Flugplätzen (AzDF) für den Flughafen München“, Analysejahr 2021, OTSD GmbH., Version 1.1, Datum der DES-Erstellung 30.05.2022.
- [2] QSI-Projektdateien (in Anlehnung an die QSI-Datenschnittstelle nach DIN 45687) zum Datenerfassungssystem (DES) für den Flughafen München, OTSD GmbH., 30.05.2022.
- [3] Übersichten und Statistiken der Flugbewegungen im Datenerfassungssystem für den Flughafen München, OTSD GmbH., 30.05.2022.