



Erstellung eines Datenerfassungssystems (DES) für den Flughafen Berlin Brandenburg (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 1.0

zum Datenerfassungssystem vom 25.04.2022

25. April 2022

Version	Datum	Autor(en)	Bemerkungen
1.0	25.04.2022	Christian Schäffer, Florian Hoffmann, Hartmut Leive	Initiale Fassung der Dokumentation zum BUF-DES für den Flughafen Berlin Brandenburg.

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.....	10
3	Erfassung der Flugplatzinfrastruktur	11
4	IFR-Flugbetrieb	14
4.1	Betriebsrichtung West (25L/R).....	14
4.1.1	Abflugstrecken.....	14
4.1.2	Anflugstrecken.....	17
4.2	Betriebsrichtung Ost (07L/R)	18
4.2.1	Abflugstrecken.....	18
4.2.2	Anflugstrecken.....	21
5	VFR-Flugbetrieb	23
5.1	An- und Abflugstrecken für Flugzeuge	23
5.2	Flugbewegungen mit Hubschraubern.....	26
6	Flugbewegungsangaben im Datenerfassungssystem	28
6.1	Flugbewegungsangaben 2021	28
6.2	Starts und Landungen im DES	29
7	Quellenverzeichnis	32
8	Anlagen	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Flugbewegungszahlen 2021 (vgl. [5]).....	6
Abbildung 2: Angaben zum Flughafen Berlin Brandenburg (Auszug AIP).....	7
Abbildung 3: FANOMOS-Flugspuren (IFR-Verkehr 2021, Auszug).....	8
Abbildung 4: FANOMOS-Flugspuren (VFR-Verkehr 2021, Auszug)	9
Abbildung 5: Flughafen-Infrastruktur (OTSD-Modell)	12
Abbildung 6: Annahmen zur Intersection-Nutzung	13
Abbildung 7: IFR-Abflugstrecken BR 25L (DES-Modell)	14
Abbildung 8: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 25L im DES.....	15
Abbildung 9: IFR-Abflugstrecken BR 25R (DES-Modell).....	16
Abbildung 10: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 25R im DES	17
Abbildung 11: IFR-Anflugstrecken BR 25 L/R (DES-Modell).....	18
Abbildung 12: IFR-Abflugstrecken BR 07L (DES-Modell)	19
Abbildung 13: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 07L im DES.....	19
Abbildung 14: IFR-Abflugstrecken BR 07R (DES-Modell).....	20
Abbildung 15: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 07R im DES	21
Abbildung 16: IFR-Anflugstrecken BR 07 L/R (DES-Modell).....	22
Abbildung 17: VFR-Abflugbetrieb 2021 (Auszug).....	23
Abbildung 18: VFR-Anflugbetrieb 2021 (Auszug).....	24
Abbildung 19: Nutzungsanteile der VFR-Flugstrecken.....	25
Abbildung 20: VFR-Flugstrecken für Hubschrauber	26
Abbildung 21: Mengengerüst der Flugbewegungen 2021 für die DES-Erstellung.....	28
Abbildung 22: Finale Flugbewegungszahlen im DES.....	31

Abkürzungsverzeichnis

AIP	Aeronautical Information Publication (Luftfahrthandbuch)
ARP	Aerodrome 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
BR	Betriebsrichtung
BUF	Berechnungsmethode für den Umgebungslärm von Flugplätzen
DES	Datenerfassungssystem
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
DTK	Digitale Topographische Karte
FANOMOS	Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System
FAF	Final Approach Fix
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)
LBG	Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg
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 Berlin Brandenburg (ICAO-Code EDDB) fällt unter diese Regelung und ist daher im Rahmen der 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 November 2021 wurde OTSD vom Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) des Landes Brandenburg 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 Berlin Brandenburg 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) 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 Bodenberührung (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.

OTSD stand für die DES-Erstellung eine tabellarische Liste aller Flugbewegungen des Jahres 2021 zur Verfügung, die von der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH bereitgestellt wurde (vgl. [5]). Diese war differenziert nach Starts und Landungen.

Luftfahrzeuggruppe	Typische LFZ 2021 (ICAO ATD)	Starts	Landungen	Starts + Landungen
A_P1.0	ULAC	1	1	2
A_P1.3	C172, DA42, PA46	72	71	143
A_P1.4	BE20, C425, PC12	629	630	1.259
H_1.1	EC30, AS55	487	487	974
H_1.2	EC55, EC45	6	6	12
H_2.1	AS32, B412	58	59	117
H_2.2	H64, NH90	4	6	10
M_P2	A400, C160	32	32	64
P3_M015_TU	SF34, D328	281	278	559
P3_MXXX_TU	DH8D, AT45	1.109	1.109	2.218
S3_M020_TU_NU	C56X, E55P	5.208	5.210	10.418
S3_M050_TU_N7	GLEX, CRJ9	2.847	2.845	5.692
S3_M070_TU_N7	E190, B734	2.710	2.711	5.421
S3_M070_TU_NX	BCS3, E295	1.136	1.136	2.272
S3_M100_TU_N2	MD82	8	8	16
S3_M130_T2_N7	A320, B738	33.899	33.862	67.761
S3_M130_T2_NX	A20N, B38M	3.461	3.461	6.922
S3_M220_T2_N7	B762, A310	264	264	528
S3_M320_T2_N7	A333, B772	386	386	772
S3_M320_T2_NX	B788, A359	372	372	744
S3_M320_T4_N7	A343	74	74	148
S3_M500_T2_NX	B77W, A35K	13	13	26
S3_M500_T4_N7	A124, B742	3	3	6
S3_MXXX_T4_NX	A388	1	1	2
Summe:		53.061	53.025	106.086

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

Überflüge über das Bahnsystem (sog. Low Approaches oder Touch&Go-Flugbewegungen) waren nicht explizit enthalten. Daher wurde davon ausgegangen, dass diese Bewegungen jeweils als Folge von Landung und anschließendem Start in den Daten enthalten waren.

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

Von den insgesamt **106.086** Datensätzen wurden keine als nicht verwertbar aussortiert. Die **53.061** Starts und **53.025** Landungen wurden für die DES-Erstellung berücksichtigt.

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

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 Berlin verkehrten.

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 03.01.2022, siehe [4]) verwendet.

LUFTFAHRTHANDBUCH DEUTSCHLAND
AIP GERMANY

AD 2 EDDB 1-1
09 SEP 2021

EDDB AD 2.1 Aerodrome location indicator and name

EDDB BERLIN BRANDENBURG

EDDB AD 2.2 Aerodrome geographical and administrative data

1	ARP coordinates and site at AD	N 52 21 44.09 E 013 30 02.42
2	Direction and distance of ARP from (city)	18 km (9.7 NM) SE Berlin city centre
3	Elevation/Reference temperature	156 ft / 23.5°C
4	Geoid undulation at AD ELEV PSN	40 m
5	MAG VAR/date of information and annual change	3.5° E (2020,01) / -
6	AD operator, address, telephone, telefax, telex, AFS, E-mail, website	FLUGHAFEN BERLIN BRANDENBURG GMBH - FBB- Flughafen Berlin Brandenburg, 12521 BERLIN Tel.: +49 30 6091 60910 (Telefonische Flughafeninfo) +49 30 6091 10110 (Airport Control Center) Fax: +49 30 6091 10119 (Airport Control Center) SITA: BERVZXH AFTN: EDDBYDVA e-mail: vvd@berlin-airport.de Internet: www.berlin-airport.de
7	Types of traffic permitted (IFR/VFR)	IFR/VFR
8	Remarks	Nil

EDDB AD 2.3 Operational hours

1	AD operator	H24
2	Customs and immigration	H24
3	Health and sanitation	H24
4	AIS Briefing Office	AIS-C H24 (see GEN 3.1)

Abbildung 2: Angaben zum Flughafen Berlin Brandenburg (Auszug AIP)¹

Die für das DES wesentlichen Flugplatzdaten sowie Angaben zum IFR-Flugbetrieb wurden dem Abschnitt AD 2 EDDB der AIP IFR entnommen. Ergänzt wurden diese durch Kartendarstellungen für den Sichtflugbetrieb in der AIP VFR.

¹ AIP AD-2 EDDB 1-1 ff., siehe [4]

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. 107.000 FANOMOS-Flugspuren des Zeitraums vom 01.01. bis 31.12.2021 in einem Umkreis von etwa 50 Kilometern um den Flughafen Berlin Brandenburg, die dem Platz zugeordnet werden konnten. Hierin enthalten waren Flugbewegungen nach Instrumentenflugregeln (IFR) und Sichtflugregeln (VFR).

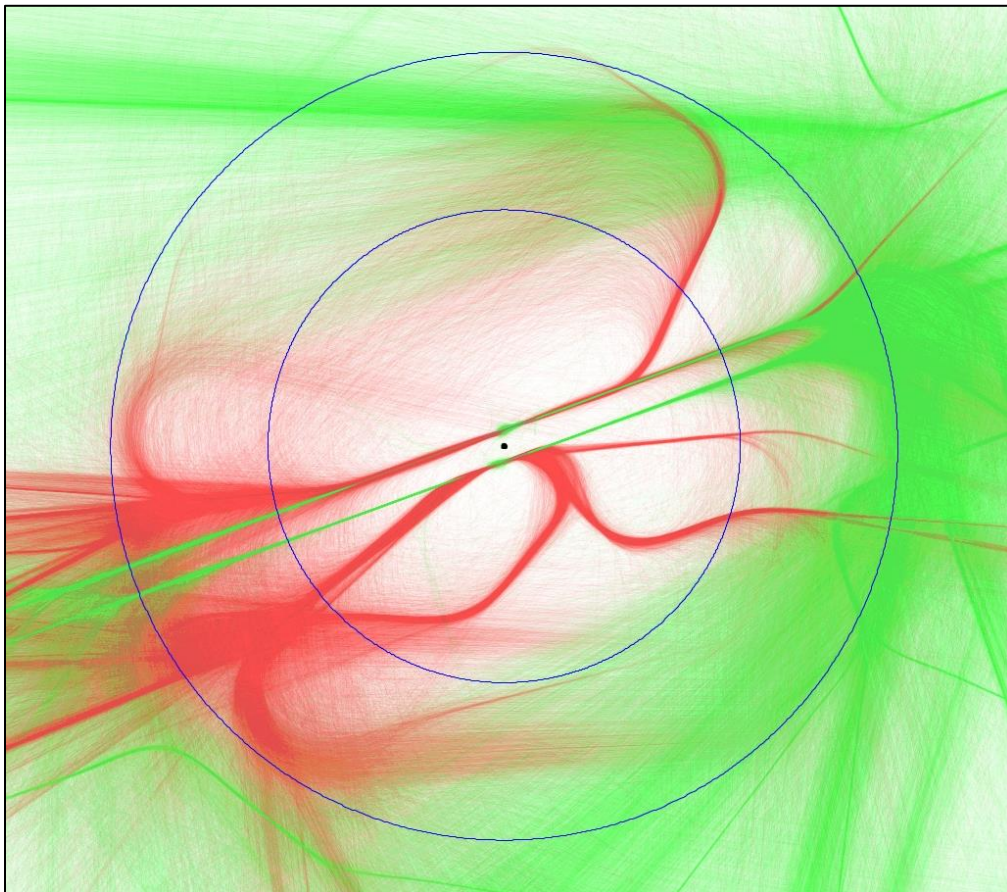


Abbildung 3: FANOMOS-Flugspuren (IFR-Verkehr 2021, Auszug)

Von allen Flugspuren konnten insgesamt 102.646 dem Flugbetrieb nach Instrumentenflugregeln (Starts bzw. Landungen unter Nutzung von IFR-Flugstrecken) am Flughafen Berlin Brandenburg zugeordnet werden (siehe Abbildung 3).

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 Abbildungen sind die Flugspuren für Anflüge (bzw. Landungen) grün und Abflüge (bzw. Starts) rot dargestellt. VFR-Flugspuren, deren Typ von FANOMOS als „unbekannt“ festgehalten wurde, werden schwarz abgebildet. Die Darstellungen zeigen außerdem Umkreise mit einem Radius von 15 bzw. 25 Kilometern um den Flugplatzbezugspunkt (ARP).

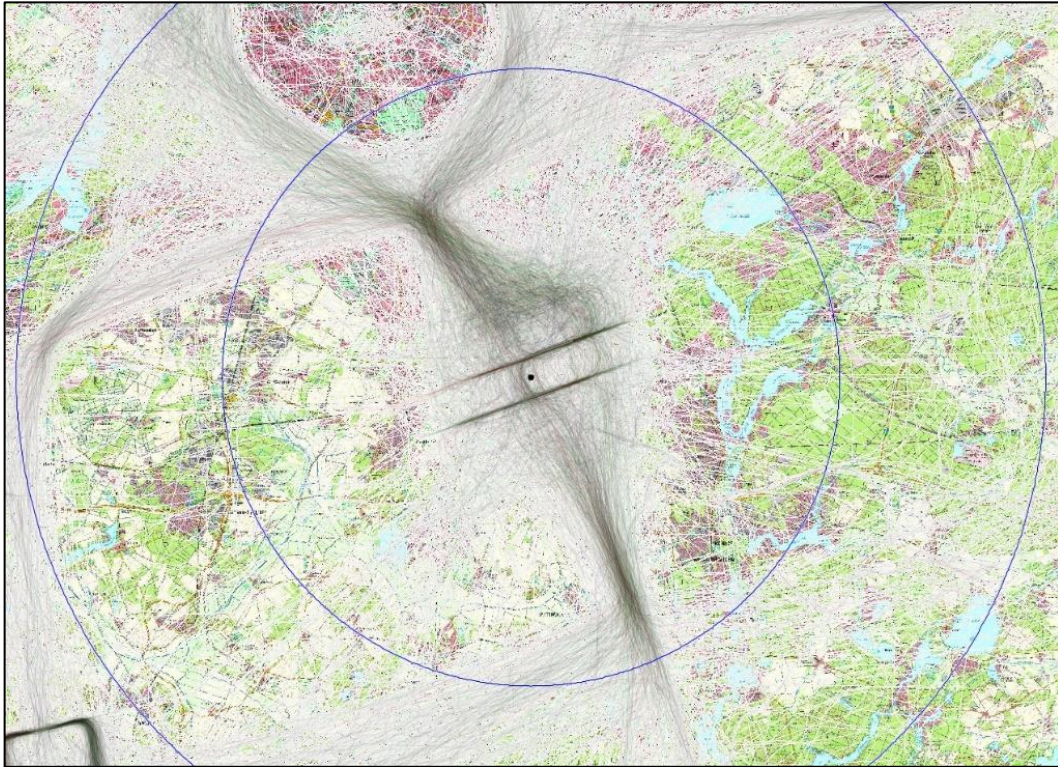


Abbildung 4: FANOMOS-Flugspuren (VFR-Verkehr 2021, Auszug)²

Die Daten enthielten außerdem etwa 2.300 Flugspuren, die dem Flugbetrieb nach Sichtflugregeln mit Flugzeugen (VFR, siehe Abbildung 4) zugeordnet werden konnten. Diese Flugspuren wurden zur Erfassung des Streckenverlaufs für VFR-Flugstrecken im DES-Modell genutzt. Außerdem lieferten sie die Grundlage für eine (grobe) Abschätzung der Nutzungsanteile für die verschiedenen An- und Abflugstrecken. Eine trennscharfe Einteilung dieser Flugspuren in An- und Abflüge war mit vertretbarem Aufwand mit diesen Flugspuren nicht möglich, da häufig Überflüge (Low Approaches bzw. Touch & Go-Flüge) des Start-/Landbahnsystems zu beobachten waren, die im FANOMOS -System nicht differenziert werden.

Weitere Flugspuren konnten dem VFR-Flugbetrieb mit Hubschraubern zugeordnet werden und wurden für die Modellierung der Hubschrauberstrecken verwendet. Ein kleiner Teil der Flugspuren wurde als nicht verwertbar aussortiert.

Die zur Verfügung stehenden Flugspurdaten bildeten insgesamt den IFR- und VFR-Flugbetrieb des Analysejahres 2021 mit einer für die Modellbildung ausreichenden Genauigkeit ab.

² Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0 (2021), siehe [8]

2.4 Topographisches Kartenmaterial

Für die DES-Erstellung stand OTSD öffentlich zugängliches, geo-referenziertes Kartenmaterial der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB) zur Verfügung.

Das Kartenmaterial ist UTM-referenziert (Zone 33U, Mittelmeridian 15°) und deckt eine Fläche von ca. 70 mal 70 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 Berlin Brandenburg direkt oder nach einer Umrechnung übernommen werden:

- der ICAO-Flugplatzcode (EDDB),
- 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 Landeswellen, sowie zur Länge und Breite der Bahnen. Die sehr genau vermessenen Schwellenkoordinaten dienten 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 5 zeigt das von OTSD modellierte vereinfachte Flughafen-Layout mit den zwei Start-/Landebahnen (Runways, RWY) 07L/25R und 07R/25L und drei Hub-schrauberstart-/landestellen H1, H2 und H3. Die farbigen Dreiecke zeigen die Lage der nach AzDF zu beschreibenden Startpunkte (rot) und Landeswellen (grün). 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, wobei für jede BR genau eine Landeschwelle und ein Aufrollweg bzw. Startpunkt anzugeben ist. Da am Flughafen Berlin Brandenburg je BR auch unterschiedliche Startpunkte genutzt werden können (sog. Intersection-Starts), wurden im DES insgesamt 4 Start-/Landebahnen im Datenblatt „Flugplatzdaten“ (siehe Abschnitt 2.4 im DES) mit den folgenden (angepassten) Betriebsrichtungsbezeichnungen zur Nutzung unterschiedlicher Startpunkte erfasst:

- 07L / 25R wird für Starts vom Bahnanfang der Nordbahn über Rollweg L2 (BR 07L) bzw. L7 (BR 25R) verwendet,
- 07LI / 25RI beschreibt sog. Intersection-Starts der Nordbahn über Rollweg L3 (BR 07L) bzw. L6 (BR 25R),
- 07R / 25L wird für Starts vom Bahnanfang der Südbahn über Rollweg M2 (BR 07R) bzw. M8 (BR 25L) verwendet,
- 07RI / 25LI beschreibt sog. Intersection-Starts der Südbahn über Rollweg M3 (BR 07R) bzw. M7 (BR 25L).

Die Varianten der Start-/Landebahnen 07L/25R bzw. 07R/25L im DES-Modell sind – abgesehen von der Beschreibung der Startpunkte – identisch.

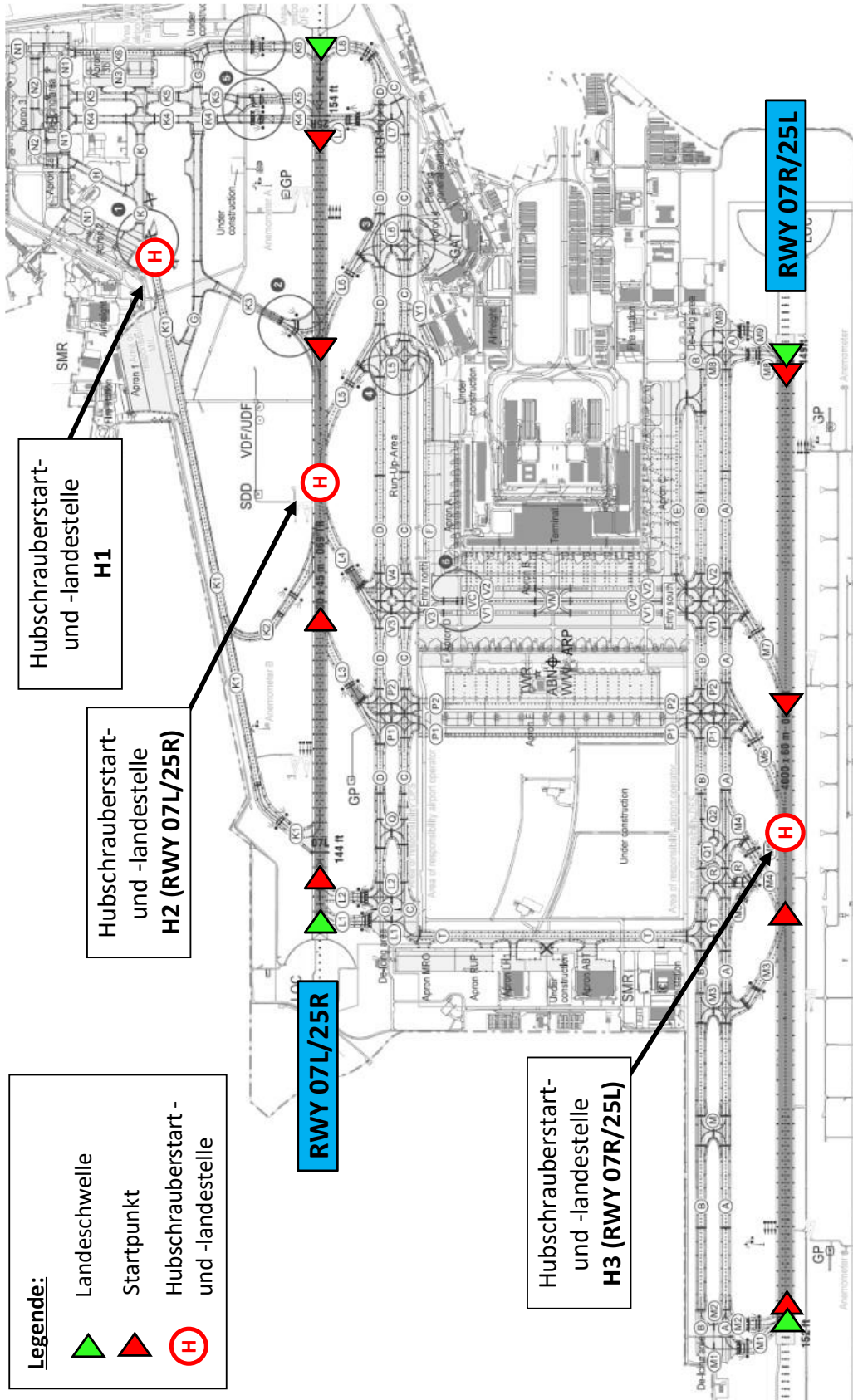


Abbildung 5: Flughafen-Infrastruktur (OTSD-Modell)³

³ Im Hintergrund: Darstellung des Rollwegesystems aus der AIP [4], AD2 EDDB Seite 2-5.

Für die Zuweisung des Startpunktes für Abflüge im DES-Modell wurden detaillierte Flugbewegungsdaten des Flughafens Berlin Brandenburg (siehe [6]) statistisch analysiert, die für Starts zusätzlich den jeweils genutzten Aufrollweg enthielten.

Die vereinfacht im Modell beschriebenen Startmöglichkeiten wurden auf Basis dieser Statistik als repräsentativ für die Nutzung verschiedener Aufrollwege ausgewählt.

In Absprache mit dem Flughafen Berlin Brandenburg wurden hieraus Annahmen für die Startpunktnutzung aller Luftfahrzeuggruppen entwickelt:

Zurollweg für:	Start vom Bahnanfang	Intersection-Starts
	M_P2	A_P1.0 bis A_P1.4
Startrichtung	S3_M100	P3_M015, P3_MXXX
	S3_M130 (anteilig)	S3_M020 bis S3_M070
	S3_M220 bis S3_MXXX	S3_M130 (anteilig)
07L	L2 (45%)	L3 (55%)
25R	L7 (40%)	L6 (60%)
07R	M2 (66%)	M3 (34%)
25L	M8 (38%)	M7 (62%)

Abbildung 6: Annahmen zur Intersection-Nutzung

Abbildung 6 stellt für die verschiedenen BUF-Gruppen (angegeben ist teilweise nur das Präfix der ersten Zeichen der Gruppenbezeichnung) im DES dar, welche Gruppen generell vom Bahnanfang starten und für welche Intersection-Starts angenommen wurde. Außerdem ist für jede Startrichtung der im Modell genutzte Aufrollweg angegeben. Die Angaben in Klammern beziehen sich auf die BUF-Gruppen mit dem Präfix S3_M130, für die aufgrund der Vielzahl von Flugbewegungen eine anteilige Verteilung angenommen wurde.

Für den Flugbetrieb mit Hubschraubern sind insgesamt drei Hubschrauberstart- und -landestellen im DES erfasst:

- H1 befindet sich südlich des Vorfelds (Apron) 2. Die zugehörigen Flugstrecken im DES sind (angelehnt an die Betriebsrichtungen der Start-/Landebahnen) mit „H07“ und „H25“ (für An- und Abflüge grob in Richtung 07 bzw. 25) bezeichnet.
- H2 befindet sich auf der Start-/Landebahn 07L/25R. Die zugehörigen Flugstrecken im DES sind entsprechend mit „H07L“ und „H25R“ (für An- und Abflüge in Richtung der Start-/Landebahnen 07L bzw. 25R) bezeichnet.
- H3 befindet sich auf der Start-/Landebahn 07R/25L. Die zugehörigen Flugstrecken im DES sind entsprechend mit „H07R“ und „H25L“ (für An- und Abflüge in Richtung der Start-/Landebahnen 07R bzw. 25L) bezeichnet.

4 IFR-Flugbetrieb

4.1 Betriebsrichtung West (25L/R)

Für die Modellierung der Abflugstrecken wurden die Veröffentlichungen im Luftfahrt-
handbuch als Basis verwendet und in das DES-Modell umgesetzt. Die Anpassung an
die flugbetriebliche Praxis erfolgte mit Hilfe von FANOMOS-Daten der DFS.

4.1.1 Abflugstrecken

Abbildung 7 zeigt das DES-Modell der IFR-Abflugstrecken für Starts der BR 25L. Flug-
spuren des IFR-Flugbetriebs 2021, die für die Modellbildung verwendet wurden, sind
im Hintergrund zu erkennen.

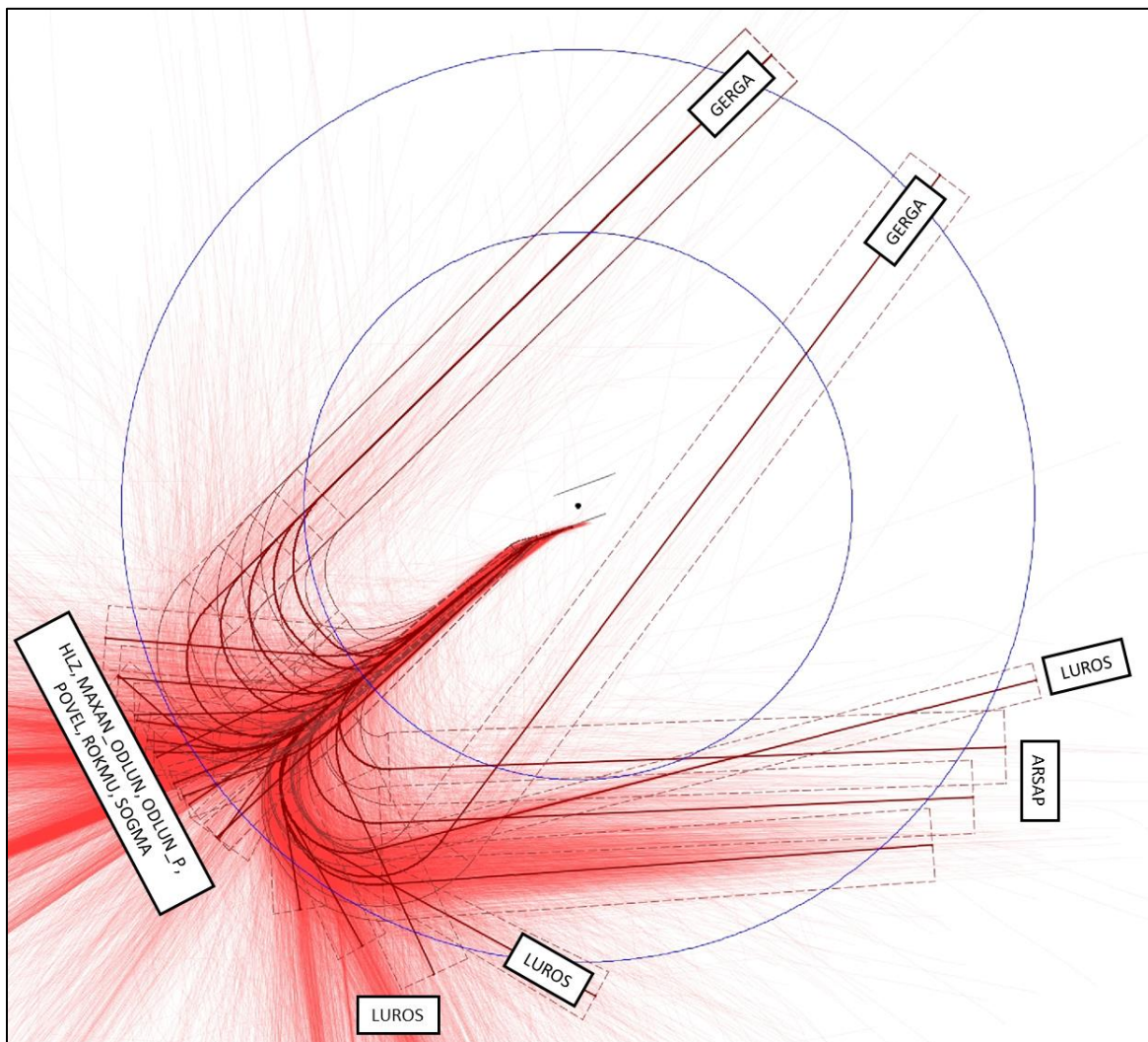


Abbildung 7: IFR-Abflugstrecken BR 25L (DES-Modell)

Das DES-Modell und die DES-Datenblätter enthalten eine Reihe von Streckenvarian-
ten (Stellvertreterstrecken) um unterschiedliche Flugwege abzubilden. Hierbei gelten
die nachfolgend in Abbildung 7 aufgeführten Zuordnungen von durch die DFS veröf-
fentlichten Streckenbezeichnungen und den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecke im DES RWY 25L
ARSAP 1N	IFR_25L_nach_ARSAP_[1 - 3]
GERGA 1N	IFR_25L_nach_GERGA_1/2[A - E]
HLZ 1N	IFR_25L_nach_HLZ_[1 - 5]
LUROS 1N	IFR_25L_nach_LUROS_[1 - 5]
MAXAN 1N	IFR_25L_nach_MAXAN-ODLUN_N_[1 - 4]
ODLUN 1N	
ODLUN 1P	IFR_25L_nach_ODLUN_P_[1 - 2]
POVEL 1N	IFR_25L_nach_POVEL_[1 - 3]
HLZ 1P	IFR_25L_nach_ROKMU
MAXAN 1P	
POVEL 1P	
ROKMU 1P	
SOGMA 1P	
SOGMA 1N	IFR_25L_nach_SOGMA

Abbildung 8: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 25L im DES

Die Liste der Bezeichnungen der IFR-Strecken im DES fasst die Haupt- und Stellvertretervarianten zusammen. Die Hauptvariante besitzt das numerische Suffix „_1“ und ist der in der AIP veröffentlichten Strecke am ähnlichsten. Für die aus den FANOMOS-Flugspurdaten ermittelten Stellvertreterstrecken wird dieses Suffix erhöht (_2, _3 usw.).

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_25L_nach_GERGA_2“ weiter unterteilt in die Varianten 2A bis 2E, um unterschiedliche Drehpunkte der Flüge im DES abbilden zu können (siehe Abbildung 7). 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 – 3][A – C] angegeben. Diese Strecken wurden in diesem Fall als Streckenvarianten 1 bis 3 modelliert und diese wiederum weiter unterteilt in die Untervarianten A bis C. Somit werden nachfolgende Suffixe beschrieben:

1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B und 3C

Ausnahme: „IFR_25L_nach_GERGA_1/2[A – E]“ beschreibt die im Modell modellierten Strecken:

IFR_25L_nach_GERGA_1

IFR_25L_nach_GERGA_2A

IFR_25L_nach_GERGA_2B usw.

Die SIDs MAXAN 1N und ODLUN 1N weisen bis zum Wegpunkt LOGDO außerhalb des Erfassungsradius von 25 Kilometern einen identischen Streckenverlauf auf und wurden daher im DES als Abflugstrecken „nach_MAXAN-ODLUN_N“ zusammenge-

fasst. Das Suffix „_N“ wurde in der Streckenbezeichnung beibehalten, um die Zugehörigkeit der in der AIP veröffentlichten Strecken zu kennzeichnen. Die Varianten „P“ der Strecken Richtung MAXAN (enthalten in der Strecke „IFR_25L_nach_ROKMU“) und ODLUN (gesonderte Modellierung als „IFR_25L_nach_ODLUN_P“) sind getrennt voneinander aufgenommen worden.

Abflüge der SIDs HLZ, MAXAN, POVEL, ROKMU und SOGMA in der Variante 1P wurden im DES-Modell aufgrund des identischen Verlaufs bis zum Wegpunkt ROKMU ebenfalls zusammengefasst und als DES-Strecke „nach_ROKMU“ erfasst.

Abbildung 9 zeigt das DES-Modell der IFR-Abflugstrecken für Starts der BR 25R. Flugspuren des IFR-Flugbetriebs 2021, die für die Modellbildung verwendet wurden, sind im Hintergrund zu erkennen.

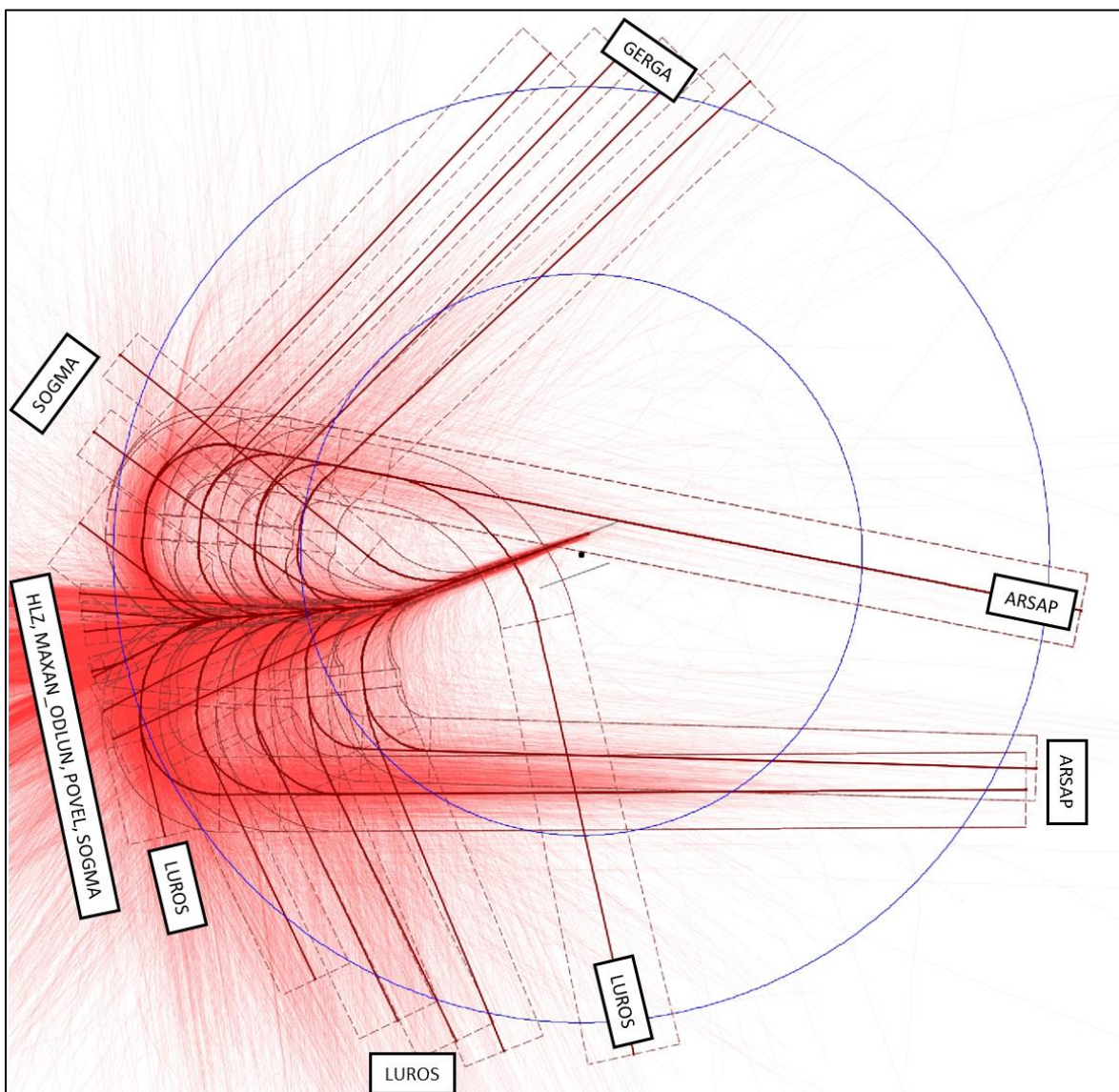


Abbildung 9: IFR-Abflugstrecken BR 25R (DES-Modell)

Für das DES-Modell gelten die nachfolgend in Abbildung 10 aufgeführten Zuordnungen von durch die DFS veröffentlichten Streckenbezeichnungen und den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecke im DES RWY 25R
ARSAP 1A/1C/1M	IFR_25R_nach_ARSAP_1[C - E]/2[A - E]
GERGA 1A/1C/1M	IFR_25R_nach_GERGA [1 - 4]
HLZ 1A/1C	IFR_25R_nach_HLZ [1 - 3]
LUROS 1A/1C/1M	IFR_25R_nach_LUROS [1 - 6]
MAXAN 1A/1C	IFR_25R_nach_MAXAN-ODLUN [1 - 3]
ODLUN 1A/1C	
POVEL 1A/1C	IFR_25R_nach_POVEL [1 - 2]
SOGMA 1A/1C	IFR_25R_nach_SOGMA [1 - 4]

Abbildung 10: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 25R im DES

Die in der AIP veröffentlichten Varianten 1A, 1C und 1M der Strecken ARSAP, GERGA und LUROS bzw. 1A und 1C der Strecken HLZ, MAXAN, ODLUN, POVEL und SOGMA wurden im DES-Streckenmodell zusammengefasst. Die für die Modellierung zur Verfügung stehenden FANOMOS-Flugspurdaten zeigten keinen signifikanten Unterschied in der Streckenführung.

Die SIDs MAXAN 1A / 1C und ODLUN 1A / 1C weisen bis zum Wegpunkt VAVIV außerhalb des Erfassungsradius von 25 Kilometern einen identischen Streckenverlauf auf und wurden daher im DES als Abflugstrecken „nach_MAXAN-ODLUN“ zusammengefasst.

4.1.2 Anflugstrecken

Für die Modellierung der Anflugstrecken der Betriebsrichtung West wurden die Veröffentlichungen im Luftfahrthandbuch [4] als Basis verwendet.

Für den Flughafen Berlin Brandenburg sind 5 Standardanflugstrecken (STARs) veröffentlicht. Sie führen von den Wegpunkten ATGUP, KETAP, KLF, NUKRO und OGBER zum Final Approach Fix (FAF) XANIM für Anflüge auf die Landebahn 25L und UBURU für Anflüge auf die Landebahn 25R. Die in der Praxis beobachteten Flugverläufe sind zum größten Teil bereits auf den FAF und der entsprechenden Landebahn ausgerichtet, weshalb das Modell für Anflüge jeweils nur eine Anflugstrecke je Landebahn bzw. BR ausweist.

Abbildung 11 zeigt das vollständige von OTSD erstellte Streckenmodell für alle Anflüge auf die Landebahnen 25L und 25R. Im Hintergrund sind die für die Modellbildung verwendeten Flugspuraufzeichnungen des Jahres 2021 dargestellt.

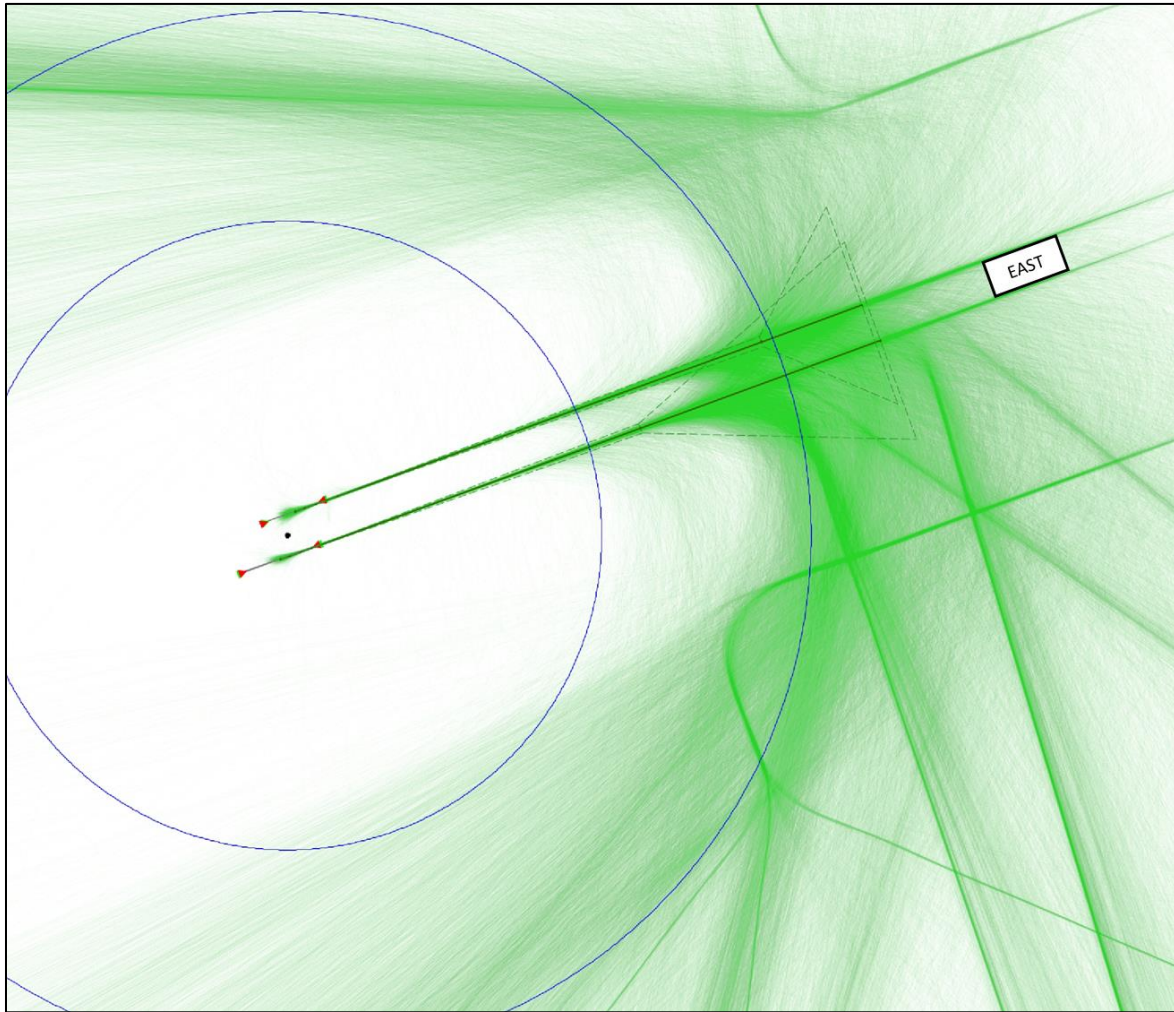


Abbildung 11: IFR-Anflugstrecken BR 25 L/R (DES-Modell)

4.2 Betriebsrichtung Ost (07L/R)

4.2.1 Abflugstrecken

Für die Modellierung der Abflugstrecken wurden die Veröffentlichungen im Luftfahrt-handbuch als Basis verwendet und in das DES-Modell umgesetzt. Die Anpassung an die flugbetriebliche Praxis erfolgte mit Hilfe von FANOMOS-Daten der DFS.

Abbildung 12 zeigt das DES-Modell der IFR-Abflugstrecken für Starts der BR 07L. Flugspuren des IFR-Flugbetriebs 2021, die für die Modellbildung verwendet wurden, sind im Hintergrund zu erkennen.

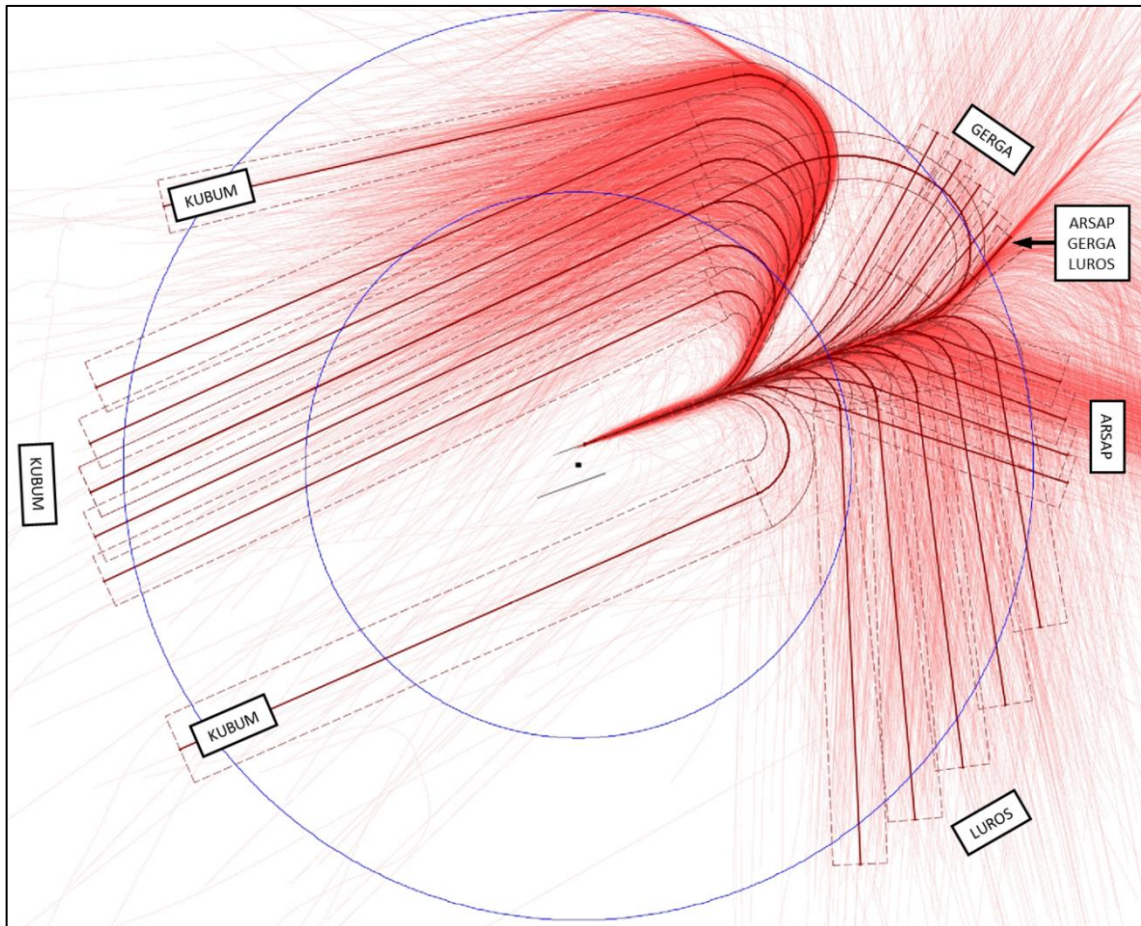


Abbildung 12: IFR-Abflugstrecken BR 07L (DES-Modell)

Für das DES-Modell gelten die nachfolgend in Abbildung 13 aufgeführten Zuordnungen von durch die DFS veröffentlichten Streckenbezeichnungen und den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecke im DES RWY 07L
ARSAP 1B/1D	IFR_07L_nach_ARSAP_[1 - 5]
GERGA 1B/1D	IFR_07L_nach_GERGA [1 - 5]
HLZ 1B/1D	IFR_07L_nach_KUBUM_BD_[1 - 7]
MAXAN 1B/1D	
ODLUN 1B/1D	
POVEL 1B/1D	
SOGMA 1B/1D	
HLZ 1J/1K	IFR_07L_nach_KUBUM_JK
MAXAN 1J/1K	
ODLUN 1J/1K	
POVEL 1J/1K	
SOGMA 1J/1K	
LUROS 1B/1D	IFR_07L_nach_LUROS [1 - 6]

Abbildung 13: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 07L im DES

Die in der AIP veröffentlichten Varianten 1B und 1D der Strecken ARSAP, GERGA, LUROS, HLZ, MAXAN, ODLUN, POVEL und SOGMA bzw. 1J und 1K der Strecken HLZ, MAXAN, ODLUN, POVEL und SOGMA wurden im DES-Streckenmodell zusammengefasst. Die für die Modellierung zur Verfügung stehenden FANOMOS-Flugspurdaten zeigten keinen signifikanten Unterschied in der Streckenführung.

Die SIDs HLZ, MAXAN, ODLUN, POVEL und SOGMA – jeweils in den Streckenvarianten 1B und 1D – weisen bis zum Wegpunkt KUBUM außerhalb des Erfassungsradius von 25 Kilometern einen identischen Streckenverlauf auf und wurden daher im DES als Abflugstrecken „nach_KUBUM_BD“ zusammengefasst. Die gleichen Strecken in den Varianten 1J und 1K weisen bis zum Wegpunkt KUBUM außerhalb des Erfassungsradius von 25 Kilometern ebenfalls einen identischen Streckenverlauf auf und wurden daher im DES als Abflugstrecken „nach_KUBUM_JK“ zusammengefasst.

Abbildung 14 zeigt das DES-Modell der IFR-Abflugstrecken für Starts der BR 07R. Flugspuren des IFR-Flugbetriebs 2021, die für die Modellbildung verwendet wurden, sind im Hintergrund zu erkennen.

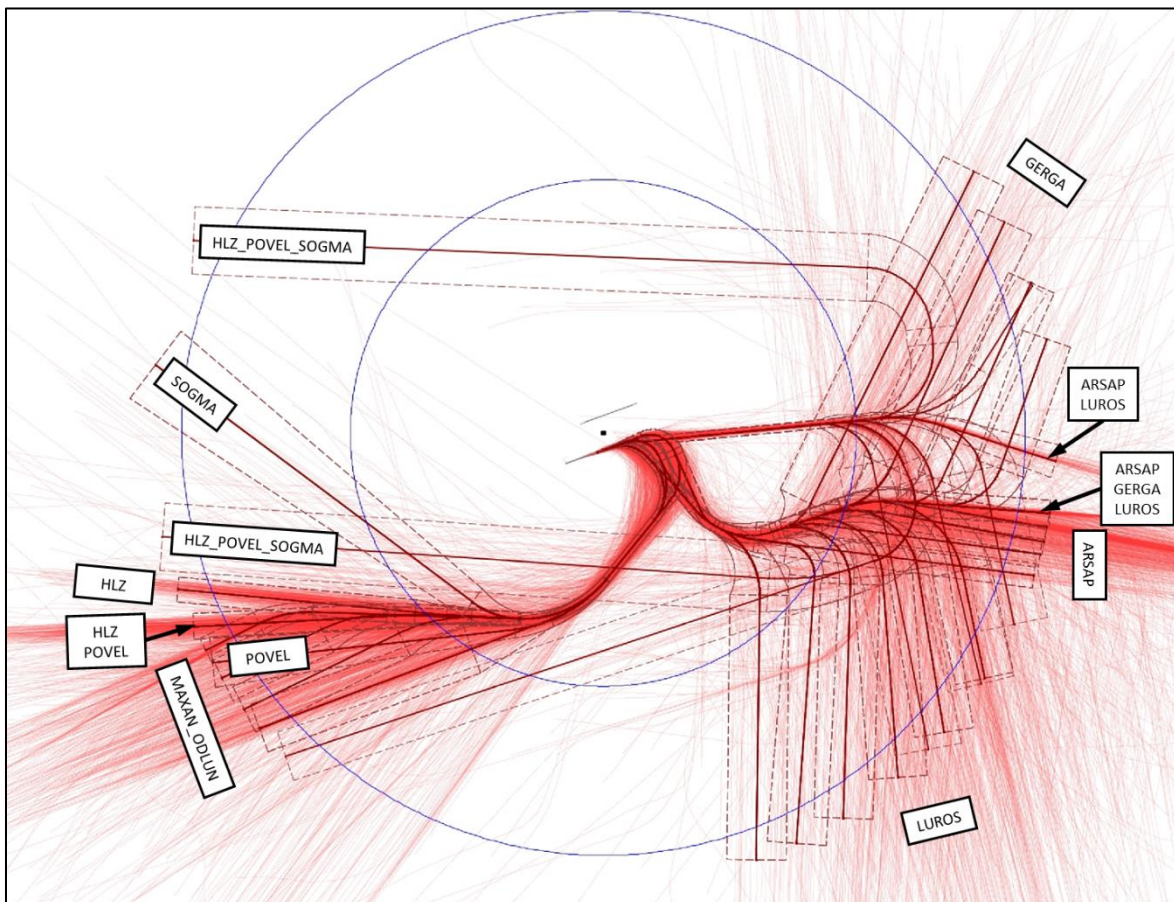


Abbildung 14: IFR-Abflugstrecken BR 07R (DES-Modell)

Hierbei gelten die nachfolgend in Abbildung 15 aufgeführten Zuordnungen von durch die DFS veröffentlichten Streckenbezeichnungen und den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecke im DES RWY 07R
ARSAP 1Q	IFR_07R_nach_ARSAP_Q [1 - 5][A - C]
ARSAP 1Z	IFR_07R_nach_ARSAP_Z
GERGA 1Q	IFR_07R_nach_GERGA_Q [1 - 5][A - C]
GERGA 1Z	IFR_07R_nach_GERGA_Z
HLZ 1Q/1R	IFR_07R_nach_HLZ_QR [1 - 2][A - C]
HLZ 1Y/1Z	
POVEL 1Y/1Z	IFR_07R_nach_HLZ-POVEL-SOGMA_YZ [1 - 2]
SOGMA 1Y/1Z	
LUROS 1Q	IFR_07R_nach_LUROS_Q [1 - 7][A - C]
LUROS 1Z	IFR_07R_nach_LUROS_Z [1 - 4]
MAXAN 1Q/1R	
ODLUN 1Q/1R	IFR_07R_nach_MAXAN-ODLUN_QR [1 - 4][A - C]
MAXAN 1Y/1Z	
ODLUN 1Y/1Z	IFR_07R_nach_MAXAN-ODLUN_YZ
POVEL 1Q/1R	IFR_07R_nach_POVEL_QR [1 - 2][A - C]
SOGMA 1Q/1R	IFR_07R_nach_SOGMA_QR [A - C]

Abbildung 15: IFR-Abflugstrecken für SIDs BR 07R im DES

Die in der AIP veröffentlichten Varianten 1Q und 1R der Strecken MAXAN, ODLUN, POVEL und SOGMA bzw. 1Y und 1Z der Strecken HLZ, MAXAN, ODLUN, POVEL und SOGMA wurden im DES-Streckenmodell zusammengefasst. Die für die Modellierung zur Verfügung stehenden FANOMOS-Flugspurdaten zeigten keinen signifikanten Unterschied in der Streckenführung.

Die SIDs MAXAN 1Q / 1R und ODLUN 1Q / 1R weisen bis zum Wegpunkt POBAM – etwa 3 km innerhalb des 25-km-Erfassungsradius - einen identischen Streckenverlauf auf und wurden daher im DES als Abflugstrecken „nach_MAXAN-ODLUN_QR“ zusammengefasst. Die SIDs MAXAN 1Y / 1Z und ODLUN 1Y / 1Z weisen bis zum Wegpunkt IBIKI – etwa 6 km innerhalb des 25-km-Erfassungsradius – einen identischen Streckenverlauf auf. Diese Strecken wurden im DES als Abflugstrecken „nach_MAXAN-ODLUN_YZ“ zusammengefasst. Die Varianten 1Y und 1Z der SIDs HLZ, POVEL und SOGMA weisen ebenfalls bis zum Wegpunkt IBIKI einen identischen Streckenverlauf auf und wurden daher im DES als Abflugstrecken „nach_HLZ-POVEL-SOGMA_YZ“ zusammengefasst.

4.2.2 Anflugstrecken

Die Modellierung der IFR-Anflugstrecken für die Betriebsrichtung Ost (07L/R) basiert ebenfalls auf den Veröffentlichungen im Luftfahrthandbuch [4]. Abbildung 16 zeigt das von OTSD erstellte Streckenmodell für alle Anflüge auf die Landebahnen 07L/R. Im Hintergrund sind die für die Modellbildung verwendeten Flugspuraufzeichnungen des Jahres 2021 dargestellt.

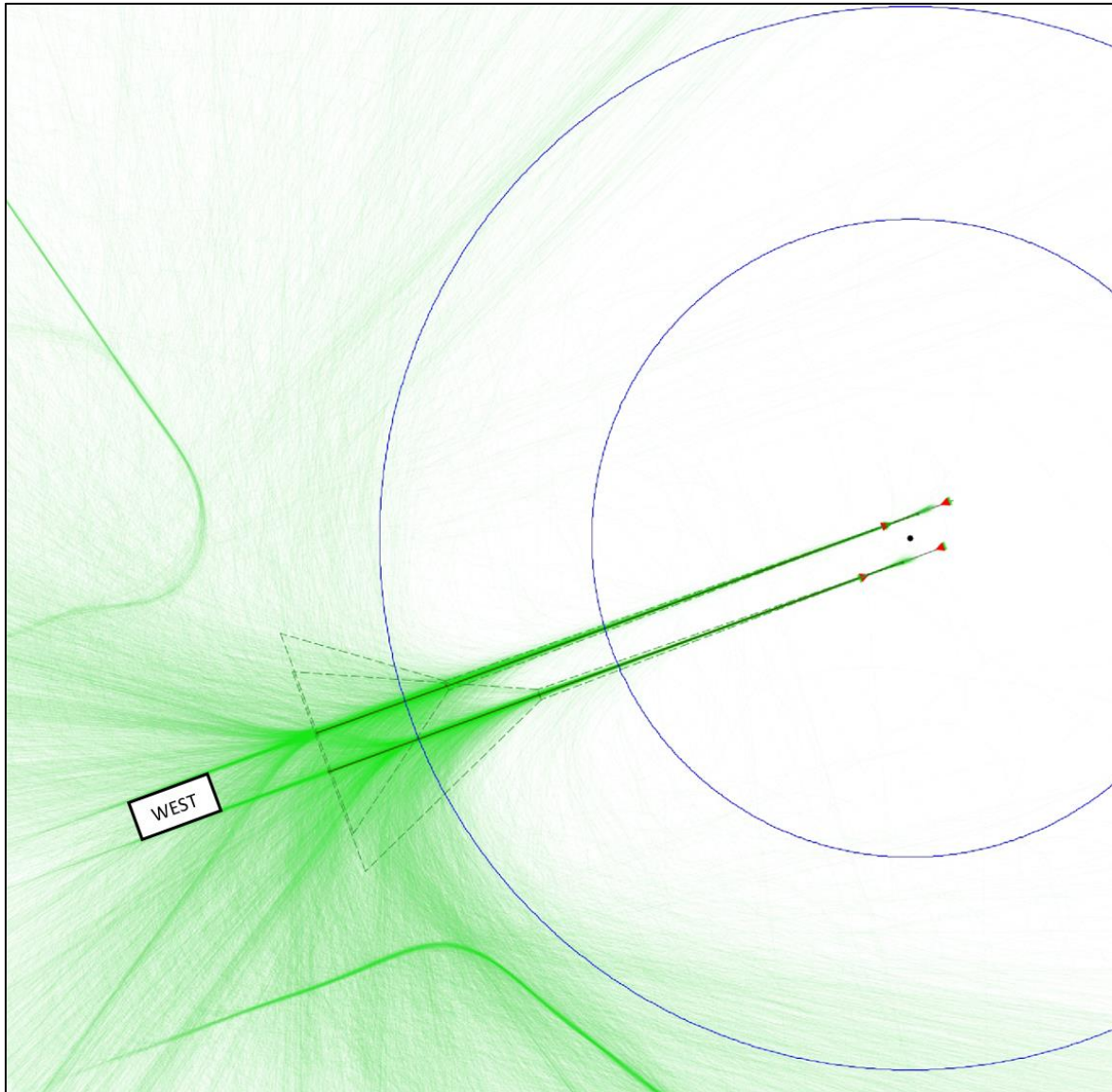


Abbildung 16: IFR-Anflugstrecken BR 07 L/R (DES-Modell)

Für den Flughafen Berlin Brandenburg sind 5 Standardanflugstrecken (STARs) veröffentlicht. Sie führen von den Wegpunkten ATGUP, KETAP, KLF, NUKRO und OGBER zum Final Approach Fix (FAF) ODIDO für Anflüge auf die Landebahn 07L und TEBGO für Anflüge auf die Landebahn 07R. Die in der Praxis beobachteten Flugverläufe sind zum größten Teil bereits auf den FAF und der entsprechenden Landebahn ausgerichtet, weshalb das Modell für Anflüge jeweils nur eine Anflugstrecke je Landebahn ausweist.

5 VFR-Flugbetrieb

5.1 An- und Abflugstrecken für Flugzeuge

An- und Abflugstrecken für Flugzeuge nach Sichtflugregeln (VFR) wurden auf Basis der im Luftfahrthandbuch (AIP-VFR) enthaltenen Darstellungen und Beschreibungen [4] modelliert.

Des Weiteren standen Flugspuraufzeichnungen des DFS-Systems FANOMOS [7] zur Verfügung, anhand derer die tatsächlich genutzten Streckenführungen analysiert werden konnten. Das VFR-Flugstreckenmodell wurde hiermit an die flugbetriebliche Praxis angepasst und bildet somit den VFR-Flugbetrieb realitätsnah ab.

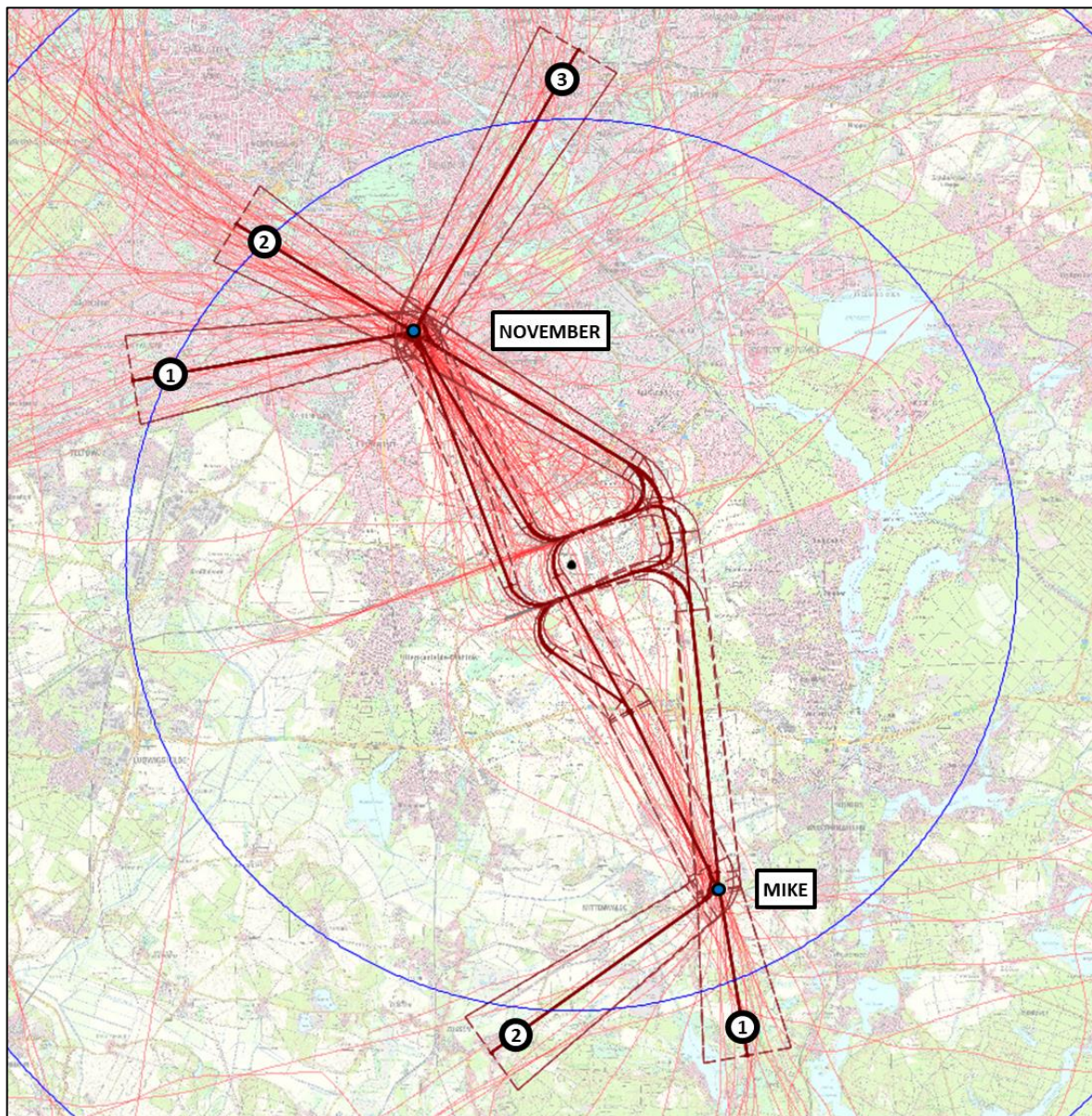


Abbildung 17: VFR-Abflugbetrieb 2021 (Auszug)⁴

⁴ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0 (2021), siehe [8]

Die FANOMOS-Flugspuren, die als VFR-Flüge identifiziert werden konnten, wurden außerdem als Basis für die Verteilung der Flugbewegungen auf die VFR-Flugstrecken im DES verwendet.

Aufgrund der Vielzahl möglicher Flugwege stellt das VFR-Streckenmodell dennoch eine starke Vereinfachung bzw. Zusammenfassung aller Flugbewegungen dar.

Das System der VFR-Flugstrecken verwendet die Meldepunkte „MIKE“ und „NOVEMBER“. Die in Abbildung 17 dargestellten Strecken sind mit Markern 1 bis 3 für die Kennzeichnung der VFR-Abflugstrecken zu den Meldepunkten MIKE und NOVEMBER versehen.

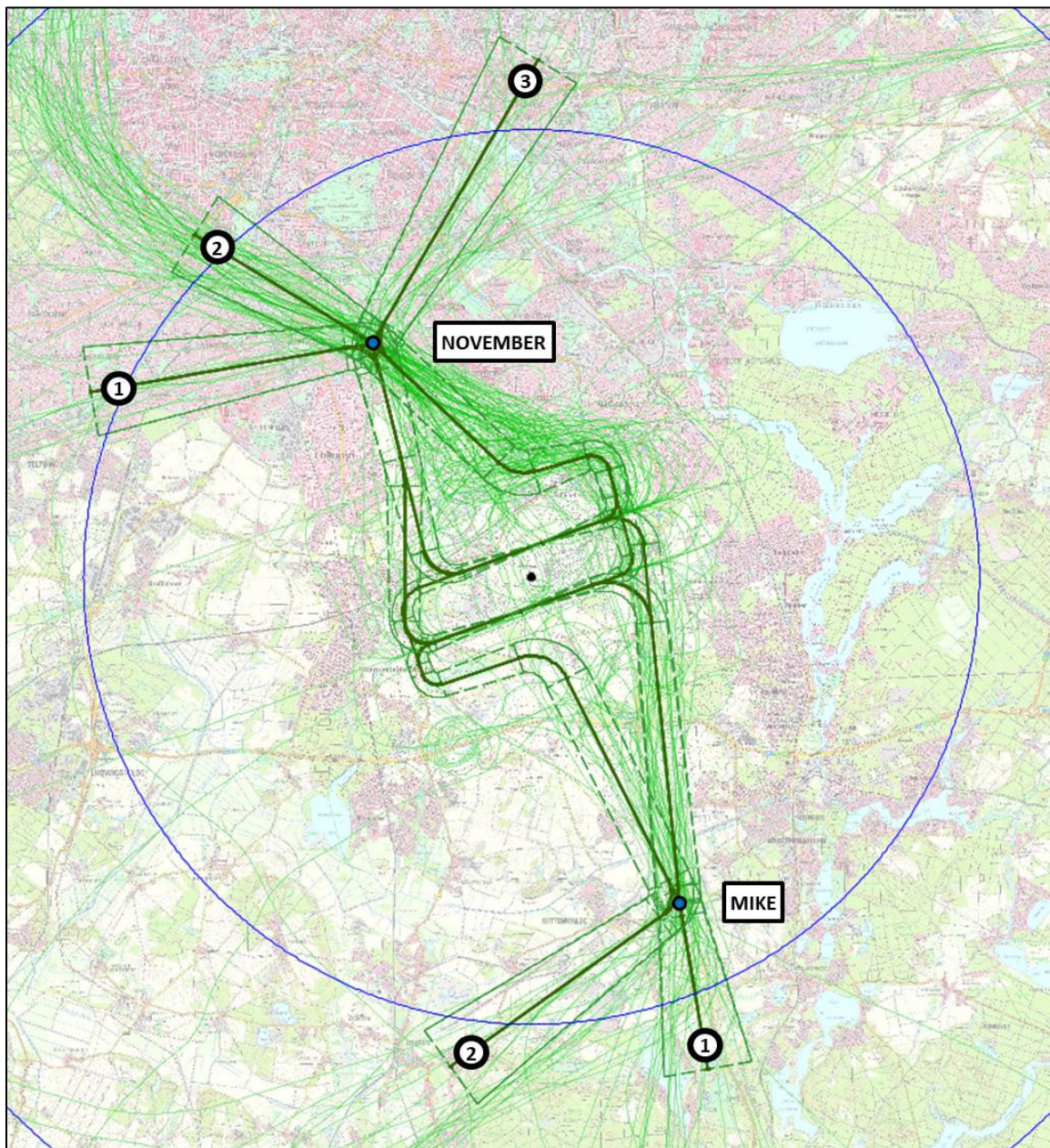


Abbildung 18: VFR-Anflugbetrieb 2021 (Auszug)⁵

⁵ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0 (2021), siehe [8]

In Abbildung 18 dargestellten Strecken sind mit Markern 1 bis 3 für die Kennzeichnung der jeweiligen Varianten der VFR-Anflugstrecken von den Meldepunkten MIKE und NOVEMBER versehen. Die Nutzungsanteile der An- und Abflugstrecken über diese Meldepunkte konnten für das Jahr 2021 mit Hilfe der FANOMOS-Daten grob abgeschätzt werden:

VFR-Strecke	Nutzungsanteil
MIKE_1	24 %
MIKE_2	16 %
NOVEMBER_1	12 %
NOVEMBER_2	24 %
NOVEMBER_3	24 %

Abbildung 19: Nutzungsanteile der VFR-Flugstrecken

Die Modellierung der Flugstrecken im DES wurde so ergänzt, dass alle Anflugstrecken außerhalb des 15 km-Umkreises um den Flugplatzbezugspunkt beginnen und Abflugstrecken dessen Grenze ebenfalls passieren.

Der 15- und 25-km-Umkreis ist in den Abbildungen zur besseren Orientierung jeweils in blauer Farbe eingezeichnet.

Im DES werden VFR An- und Abflugstrecken ausschließlich von Kleinflugzeugen der Luftfahrzeuggruppen A_P1.0, A_P1.3 und A_P1.4 genutzt.

5.2 Flugbewegungen mit Hubschraubern

Das DES-Modell enthält weiterhin VFR-Flugstrecken für Hubschrauber (siehe Abbildung 20):

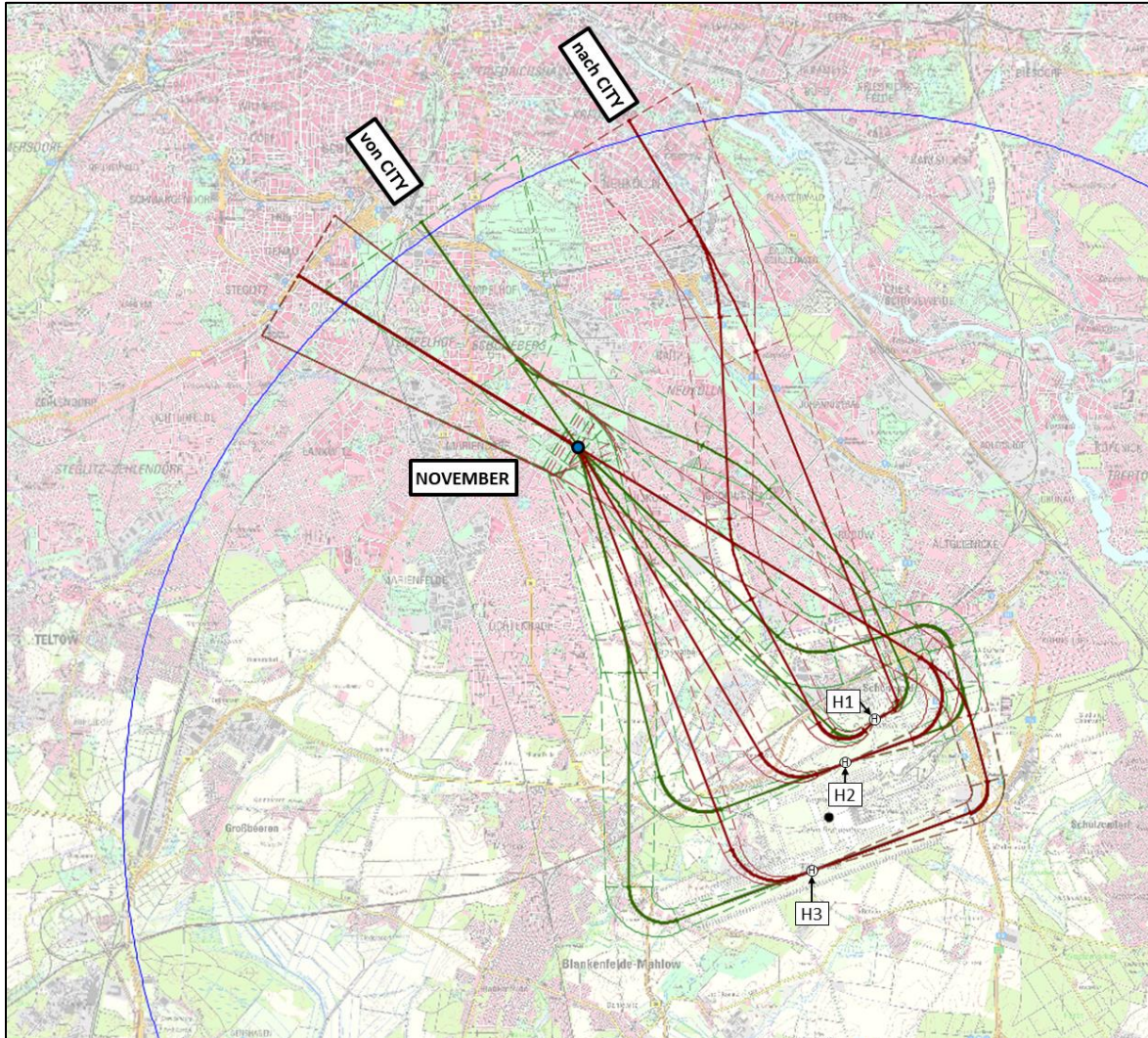


Abbildung 20: VFR-Flugstrecken für Hubschrauber⁶

Die VFR-Flugstrecken für Hubschrauber sind im Modell generell an die Sichtflugstrecken für Flugzeuge angelehnt und mit den Hubschrauberstart-/landestellen verbunden. Sie führen ebenso über den Meldepunkt „NOVEMBER“. Zusätzlich wurden An- und Abflugstrecken von und nach CITY vom Hubschrauberlandeplatz H1 modelliert, um diese Flüge ebenfalls im DES abzubilden.

Die Hubschrauberstart- und -landestelle H2 wurde auf den Bahnbezugspunkt der Runway 07L/25R und H3 auf den der Runway 07R/25L gelegt. Durch die Anlehnung an die Sichtflugstrecken wurden die An- und Abflüge auch in die jeweilige Bahnrichtung modelliert. Dies spiegelt sich in den Streckenbezeichnungen wider (bspw. „VFR_H07L_nach_NOVEMBER“). Der Hubschrauberstart- und -landeplatz H1 bedient

⁶ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0 (2021), siehe [8]

die Strecken von und nach CITY. Für diese Strecken wurden ebenfalls die An- bzw. Abflugrichtung in die Bezeichnung aufgenommen, z. B. „VFR_H25_von_CITY“.

Alle Hubschrauberflüge der BUF-Gruppe H1.1 sind als CITY-Rundflüge festgelegt worden und starten von H1 (nördlich des Start-/Landebahnsystems). Alle anderen BUF-Gruppen (H_1.2, H_2.1 und H_2.2) starten bzw. landen auf den Bahnen. Für diese Hubschrauberbewegungen wurde die VFR-Strecke von bzw. nach NOVEMBER_2 als Kopiervorlage verwendet und an die Hubschrauberstart- und -landestellen angeschlossen.

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 Berlin Brandenburg 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 Berlin 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 21).

Luftfahrzeuggruppe	Typische LFZ 2021 (ICAO ATD)	Starts				Landungen				Starts + Landungen
		Tag	Abend	Nacht	Summe	Tag	Abend	Nacht	Summe	
A_P1.0	ULAC	1	0	0	1	1	0	0	1	2
A_P1.3	C172, DA42, PA46	59	13	0	72	60	11	0	71	143
A_P1.4	BE20, C425, PC12	488	104	37	629	478	106	46	630	1.259
H_1.1	EC30, AS55	462	25	0	487	437	50	0	487	974
H_1.2	EC55, EC45	4	1	1	6	3	1	2	6	12
H_2.1	AS32, B412	50	8	0	58	53	6	0	59	117
H_2.2	H64, NH90	4	0	0	4	6	0	0	6	10
M_P2	A400, C160	29	3	0	32	30	2	0	32	64
P3_M015_TU	SF34, D328	231	39	11	281	88	174	16	278	559
P3_MXXX_TU	DH8D, AT45	616	480	13	1.109	743	340	26	1.109	2.218
S3_M020_TU_NU	C56X, E55P	4.287	801	120	5.208	3.811	1.209	190	5.210	10.418
S3_M050_TU_N7	GLEX, CRJ9	2.209	565	73	2.847	2.108	624	113	2.845	5.692
S3_M070_TU_N7	E190, B734	1.845	538	327	2.710	1.748	662	301	2.711	5.421
S3_M070_TU_NX	BCS3, E295	839	297	0	1.136	858	249	29	1.136	2.272
S3_M100_TU_N2	MD82	8	0	0	8	8	0	0	8	16
S3_M130_T2_N7	A320, B738	25.861	6.892	1.146	33.899	20.926	7.986	4.950	33.862	67.761
S3_M130_T2_NX	A20N, B38M	2.405	962	94	3.461	2.486	763	212	3.461	6.922
S3_M220_T2_N7	B762, A310	65	11	188	264	56	16	192	264	528
S3_M320_T2_N7	A333, B772	216	167	3	386	322	60	4	386	772
S3_M320_T2_NX	B788, A359	363	7	2	372	364	7	1	372	744
S3_M320_T4_N7	A343	56	11	7	74	53	13	8	74	148
S3_M500_T2_NX	B77W, A35K	6	6	1	13	7	6	0	13	26
S3_M500_T4_N7	A124, B742	3	0	0	3	0	3	0	3	6
S3_MXXX_T4_NX	A388	1	0	0	1	1	0	0	1	2
Summe:		40.108	10.930	2.023	53.061	34.647	12.288	6.090	53.025	106.086

Abbildung 21: Mengengerüst der Flugbewegungen 2021 für die DES-Erstellung

Die insgesamt **106.086 Flugbewegungen** sind für die DES-Erstellung als **53.061 Starts** und **53.025 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 Berlin Brandenburg zur Verfügung gestellten Datensätzen aller Flugbewegungen des Jahres 2021, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

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

- Grundlage für alle Flugbewegungen im DES-Modell waren die vom Flughafen Berlin Brandenburg zur Verfügung gestellten Flugbewegungsangaben des Jahres 2021 (siehe Abbildung 21) mit insgesamt **106.086** Flugbewegungen. Die Art der Flugbewegung (Start oder Landung), der Luftfahrzeugtyp bzw. die zugehörige BUF-Luftfahrzeuggruppe, der Start- oder Landezeitpunkt bzw. BUF-Zeitbereich sowie die genutzte Start-/Landerichtung wurden aus diesen Daten übernommen.
- Von insgesamt 1.404 Flugbewegungen der (kleineren, leichteren) Gruppen für Propellerflugzeuge A_P1.0, A_P1.3 und A_P1.4 konnten **1.330 Flugbewegungen** der Gruppen A_P1.3 und A_P1.4 mit Hilfe der FANOMOS-Flugspurdaten als Flugbewegungen für IFR An- und Abflugstrecken klassifiziert werden. Diese wurden als Starts bzw. Landungen in das DES übernommen.
- Für die verbleibenden lediglich **74** Flugbewegungen der Gruppen A_P1.0, A_P1.3 und A_P1.4 wurde angenommen, dass diese unter Sichtflugbedingungen (VFR) durchgeführt wurden und entsprechend eine VFR-Flugstrecke zugewiesen. Die Streckenzuweisung erfolgte nach den in Abschnitt 5.1 beschriebenen Annahmen.
- Bei der Sichtung der FANOMOS-Flugspurdaten wurde festgestellt, dass 2021 offenbar deutlich mehr **VFR-Flugbewegungen** stattfanden, als aus den Flugbewegungsdaten des Flughafens hervorgingen. Hierbei handelte es sich zu einem großen Teil um (teils mehrfache) Überflüge über das Bahnsystem (sog. Low Approaches oder Touch&Go-Flugbewegungen), die in den Daten des Flughafens nicht als Landung oder Starts erfasst sind. Die Flugspurendaten waren mit vertretbarem Aufwand nicht in Flugbewegungsdaten für das DES zu übersetzen, da wesentliche Informationen – vor allem zum Luftfahrzeugtyp – fehlten. Aus diesem Grund wurden die Nutzungsanteile der verschiedenen VFR-Flugwege mit Hilfe der Analysefunktionen des DES-Editors grob geschätzt und Belegungszahlen für die im DES-Modell erfassten VFR-Flugstrecken ermittelt. Die Analyse der Funkrufzeichen (Callsigns) der Bewegungen ließ den Schluss zu, dass es sich hierbei fast ausschließlich um Bewegungen mit Kleinflugzeugen der Gruppe A_P1.3 und kleiner handelte.
- Nach Rücksprache mit dem Flughafen Berlin Brandenburg wurden schließlich **zusätzlich 2.800 VFR-Flugbewegungen** in das DES aufgenommen. Hierbei wurden die oben erwähnten Überflüge über das Bahnsystem als Folge von Landung und Start abgebildet.

- Platzrundenflüge konnten weder in den Flugbewegungsdaten des Flughafens noch in den FANOMOS-Flugspurdaten in einer für das DES relevanten Stückzahl identifiziert werden. Aus diesem Grund enthält das DES keine Flugbewegungen für Platzrunden.
- Die Gesamtzahl der **VFR-Flugbewegungen** im DES beträgt daher insgesamt **2.874 Starts und Landungen**. Die Summe der Flugbewegungen im DES erhöht sich damit um 2.800 auf 108.886.
- Für **1.113 Flugbewegungen** mit Hubschraubern der Gruppen H_1.1 bis H_2.2 wurde vereinfachend angenommen, dass diese nach Sichtflugregeln (VFR) operieren.
- Alle Hubschrauberflüge der Gruppe H_1.1 wurden (basierend auf einer Analyse der FANOMOS-Flugspuren) als Flüge in Richtung des Stadtgebietes Berlin (Flugstrecken „von/nach_CITY“) angenommen. Bei einem Großteil dieser Flüge handelte es sich um Rundflüge mit stets demselben Fluggerät und ähnlichen Flugwegen. Diese Strecken werden ausschließlich vom Hubschrauberstart- und -landeplatz H1 bedient.
- Alle anderen Flugbewegungen von Hubschraubern wurden gemäß den im Flugtagbuch angegebenen Start-/Landebahnen den auf den Bahnen modellierten Hubschrauberstart- bzw. -landestellen zugeordnet:
 - H2: alle Flugbewegungen der BR 07L/25R
 - H3: alle Flugbewegungen der BR 07R/25L
- Für die Flugbewegungen aller anderen (größeren, schwereren) Gruppen für Propellerflugzeuge (M_P2, P3_M015_TU und P3_MXXX_TU) sowie alle Gruppen für Strahlflugzeuge) wurde **IFR-Flugbetrieb** unterstellt. Auch hier waren für die Erfassung im DES die in den Daten des Flughafens Berlin Brandenburg 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 **103.569 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 Berlin Brandenburg – bedingt durch die Auswirkungen der Corona-Pandemie im Analysejahr 2021 - stets die Auslastungsklasse „A“ und entsprechend die jeweils niedrigere Auslastung angenommen.

Die nach den beschriebenen Bearbeitungsschritten in das DES aufgenommenen insgesamt **108.886 Flugbewegungen** werden in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet:

Luftfahrzeuggruppe	Typische LFZ 2021 (ICAO ATD)	Starts				Landungen				Starts + Landungen
		Tag	Abend	Nacht	Summe	Tag	Abend	Nacht	Summe	
A_P1.0	ULAC	1	0	0	1	1	0	0	1	2
A_P1.3	C172, DA42, PA46	1.244	213	15	1.472	1.245	211	15	1.471	2.943
A_P1.4	BE20, C425, PC12	488	104	37	629	478	106	46	630	1.259
H_1.1	EC30, AS55	462	25	0	487	437	50	0	487	974
H_1.2	EC55, EC45	4	1	1	6	3	1	2	6	12
H_2.1	AS32, B412	50	8	0	58	53	6	0	59	117
H_2.2	H64, NH90	4	0	0	4	6	0	0	6	10
M_P2	A400, C160	29	3	0	32	30	2	0	32	64
P3_M015_TU	SF34, D328	231	39	11	281	88	174	16	278	559
P3_MXXX_TU	DH8D, AT45	616	480	13	1.109	743	340	26	1.109	2.218
S3_M020_TU_NU	C56X, E55P	4.287	801	120	5.208	3.811	1.209	190	5.210	10.418
S3_M050_TU_N7	GLEX, CRJ9	2.209	565	73	2.847	2.108	624	113	2.845	5.692
S3_M070_TU_N7	E190, B734	1.845	538	327	2.710	1.748	662	301	2.711	5.421
S3_M070_TU_NX	BCS3, E295	839	297	0	1.136	858	249	29	1.136	2.272
S3_M100_TU_N2	MD82	8	0	0	8	8	0	0	8	16
S3_M130_T2_N7	A320, B738	25.861	6.892	1.146	33.899	20.926	7.986	4.950	33.862	67.761
S3_M130_T2_NX	A20N, B38M	2.405	962	94	3.461	2.486	763	212	3.461	6.922
S3_M220_T2_N7	B762, A310	65	11	188	264	56	16	192	264	528
S3_M320_T2_N7	A333, B772	216	167	3	386	322	60	4	386	772
S3_M320_T2_NX	B788, A359	363	7	2	372	364	7	1	372	744
S3_M320_T4_N7	A343	56	11	7	74	53	13	8	74	148
S3_M500_T2_NX	B77W, A35K	6	6	1	13	7	6	0	13	26
S3_M500_T4_N7	A124, B742	3	0	0	3	0	3	0	3	6
S3_MXXX_T4_NX	A388	1	0	0	1	1	0	0	1	2
Summe:		41.293	11.130	2.038	54.461	35.832	12.488	6.105	54.425	108.886

Abbildung 22: Finale Flugbewegungszahlen im DES

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 31.12.2020 bis 03.01.2022.
- [5] Tabellarische Liste der Flugzeugbewegungen für das Jahr 2021, Flughafen Berlin Brandenburg GmbH, erhalten am 04.03.2022.
- [6] Tabellarische Liste der Flugzeugbewegungen für den Zeitraum vom 04.12.2021 bis 28.02.2022, Flughafen Berlin Brandenburg GmbH, erhalten am 04.03.2022
- [7] Flugspuraufzeichnungen des Systems FANOMOS für das Jahr 2021, DFS Deutsche Flugsicherung GmbH
- [8] Topographisches Kartenmaterial im Maßstab 1:50.000 (DTK50), Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB), <https://geobroker.geobasis-bb.de> (abgerufen am 24.02.2022), 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 Berlin Brandenburg“, Analysejahr 2021, OTSD GmbH, Version 1.0, Datum der DES-Erstellung 25.04.2022.
- [2] QSI-Projektdaten (in Anlehnung an die QSI-Datenschnittstelle nach DIN 45687) zum Datenerfassungssystem (DES) für den Flughafen Berlin Brandenburg, OTSD GmbH, 25.04.2022.
- [3] Übersichten und Statistiken der Flugbewegungen im Datenerfassungssystem für den Flughafen Berlin Brandenburg, OTSD GmbH, 25.04.2022.