



Erstellung eines Datenerfassungssystems (DES) für den Flughafen Bremen (Prognosejahr 2030)

**gemäß dem
„Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm“
in der Fassung vom 31.10.2007**

**und der
„Anleitung zur Datenerfassung
über den Flugbetrieb (AzD 2008)“**

Dokumentation der DES-Erstellung

Version 1.0

zum Datenerfassungssystem vom 04.12.2019

4. Dezember 2019

Version	Datum	Autor(en)	Bemerkungen
1.0	04.12.2019	Christian Schäffer Hartmut Leive	Abgestimmte Fassung zum DES vom 04.12.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Datengrundlage	8
2.1	Angaben im Luftfahrthandbuch (AIP)	8
2.2	Luftverkehrsprognose 2030	9
2.3	Statistiken zu Flugbewegungen des Jahres 2018	10
2.4	Flughafen-Layout und Rollkonzept	10
2.5	Beschreibung der Flugstrecken	11
2.6	Flugverlaufsdaten (FANOMOS).....	12
2.7	Angaben über den Flugbetrieb der Vorjahre	13
2.8	Topographisches Kartenmaterial	14
3	Erfassung der Flugplatzinfrastruktur	15
3.1	Start-/Landebahnen und Hubschrauberstart-/landestellen	15
3.2	Ersatz-Abstellpositionen	17
3.3	Rollverkehr und Hover-Bewegungen.....	18
4	Modellierung der IFR-Flugstrecken	21
4.1	Vorgehensweise	21
4.1.1	Modellierung der IFR-Flugstrecken nach DFS-Vorgaben.....	21
4.1.2	Anpassung des Modells an die flugbetriebliche Praxis.....	21
4.1.3	Darstellung des DES-Flugstreckenmodells	23
4.2	Betriebsrichtung West (27)	23
4.2.1	Abflugstrecken.....	23
4.2.2	Anflugstrecken.....	26
4.2.3	Übungsanflüge	28
4.3	Betriebsrichtung Ost (09).....	30
4.3.1	Abflugstrecken.....	30
4.3.2	Anflugstrecken.....	32
4.3.3	Übungsanflüge	34
4.4	IFR-Flugstrecken für Hubschrauber	36
5	Modellierung der VFR-Flugstrecken	37
5.1	Flugbewegungen mit Flugzeugen.....	37
5.1.1	Anflugstrecken.....	38
5.1.2	Abflugstrecken.....	39
5.1.3	Platzrunden	40
5.2	Flugbewegungen mit Hubschraubern.....	40

6	Flugbewegungsangaben im Datenerfassungssystem.....	42
6.1	Starts, Landungen und Platzrundenflüge	42
6.2	Rollbewegungen	45
6.3	APU-Betriebsdaten	46
6.4	Flugbetrieb der Vorjahre (Sigma-Regelung)	46
7	Quellenverzeichnis.....	48
8	Anlagen	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Angaben zum Flughafen Bremen (Auszug, AIP AD-2 EDDW 1-1 ff.)	8
Abbildung 2: Flugbewegungszahlen im Prognosejahr 2030	9
Abbildung 3: Flughafen-Layout EDDW	10
Abbildung 4: DFS-Darstellung der IFR-Flugstrecken (Beispiel)	11
Abbildung 5: FANOMOS-Flugspuren (6vM 2018, Ausschnitt)	12
Abbildung 6: Flugbetrieb der Vorjahre (TAG, 6 bis 22 Uhr)	13
Abbildung 7: Flugbetrieb der Vorjahre (NACHT, 22 bis 6 Uhr)	13
Abbildung 8: Flughafen-Infrastruktur (OTSD-Modell).....	15
Abbildung 9: Lage der Ersatz-Abstellpositionen (OTSD-Modell)	17
Abbildung 10: Ersatz-Abstellpositionen (Positionsgruppen).....	17
Abbildung 11: Abflug-Rollwege für Starts in Richtung 27.....	18
Abbildung 12: Abflug-Rollwege für Starts in Richtung 09.....	19
Abbildung 13: Anflug-Rollwege für Landungen in Richtung 27	19
Abbildung 14: Anflug-Rollwege für Landungen in Richtung 09	20
Abbildung 15: Modellierung von IFR-Flugstrecken (Beispiel: SID GESTO 5K).....	21
Abbildung 16: Streckenanpassung an die flugbetriebliche Praxis (Beispiel).....	22
Abbildung 17: IFR-Abflugstrecken BR 27 (DFS-Datenlieferung)	23
Abbildung 18: IFR-Abflugstrecken BR 27 (DES-Modell)	24
Abbildung 19: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken BR 27 im DES	25
Abbildung 20: Transition-Anflugverfahren BR 27 (DFS-Datenlieferung).....	26
Abbildung 21: IFR-Anflugstrecken BR 27 (DES-Modell)	27
Abbildung 22: Bezeichnungen der IFR-Anflugstrecken BR 27 im DES	27
Abbildung 23: ILS-Z-Anflugverfahren BR 27 (DFS-Datenlieferung).....	28
Abbildung 24: GLS-Z-Anflugverfahren BR 27 (DFS-Datenlieferung)	28
Abbildung 25: IFR-Übungsanflüge BR 27 (DES-Modell).....	29
Abbildung 26: IFR-Abflugstrecken BR 09 (DFS-Datenlieferung)	30
Abbildung 27: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken BR 09 im DES	30
Abbildung 28: IFR-Abflugstrecken BR 09 (DES-Modell).....	31
Abbildung 29: Transition-Anflugverfahren BR 09 (DFS-Datenlieferung).....	32
Abbildung 30: Bezeichnungen der IFR-Anflugstrecken BR 09 im DES	32
Abbildung 31: IFR-Anflugstrecken BR 09 (DES-Modell).....	33
Abbildung 32: ILS-Z-Anflugverfahren BR 09 (DFS-Datenlieferung).....	34
Abbildung 33: GLS-Z-Anflugverfahren BR 09 (DFS-Datenlieferung)	34
Abbildung 34: IFR-Übungsanflüge BR 09 (DES-Modell).....	35
Abbildung 35: Nutzungsanteile der VFR-Flugstrecken	37
Abbildung 36: VFR-Anflugstrecken BR 09 und 27 (DES-Modell).....	38
Abbildung 37: VFR-Abflugstrecken BR 09, 23 und 27 (DES-Modell).....	39
Abbildung 38: Platzrunden BR 09 und 27 (DES-Modell).....	40

Abbildung 39: VFR-Flugstrecken für Hubschrauber H1/DRF (DES-Modell).....	41
Abbildung 40: Ergänzung der Prognosedaten 2030.....	42
Abbildung 41: Flugbewegungen (Starts, Landungen, Platzrunden) im DES	44
Abbildung 42: Rollbewegungen (Anflug- und Abflug-Rollwege) im DES	45
Abbildung 43: APU-Betriebsdaten (vor dem Start/nach der Landung) im DES	46
Abbildung 44: Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen am Tag	47
Abbildung 45: Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen in der Nacht	47

Abkürzungsverzeichnis

6vM	6 verkehrsreichste Monate
AIP	Aeronautical Information Publication (Luftfahrthandbuch)
APU	Auxiliary Power Unit (Hilfstriebwerk)
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
AzD	Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb
BGBI	Bundesgesetzblatt
BR	Betriebsrichtung
DES	Datenerfassungssystem
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
DRF	Deutsche Rettungsflugwacht
FANOMOS	Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System
FBG	Flughafen Bremen GmbH
ft	Fuß (Maßeinheit)
GBAS	Ground Based Augmentation System
GLS	GBAS Landing System
IFR	Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)
ILS	Instrument Landing System (Instrumentenlandesystem)
MSL	Mean Sea Level (Mittlerer Meeresspiegel/Normal Null (NN))
MTOM	Maximum Takeoff Mass (maximale Startmasse)
OTSD	Optimized Traffic Systems Development
RNAV	Area Navigation (Flächennavigation)
RWY	Runway (Start- und Landebahn)
SID	Standard Instrument Departure
STAR	Standard Arrival Route
SWAH	Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen
SWH	Senatorin für Wissenschaft und Häfen
UTM	Universal Transverse Mercator
VOR	Very High Frequency Omnidirectional Radio Range (Drehfunkfeuer)
VFR	Visual Flight Rules (Sichtflugregeln)
WGS84	World Geodetic System 1984

1 Einleitung

Das „Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm“ in der Fassung der Bekanntmachung vom 31.10.2007 (BGBl. I S. 2550) bestimmt, dass die Fluglärmbelastung in der Umgebung bestimmter Flugplätze unter Berücksichtigung von Art und Umfang des voraussehbaren Flugbetriebs zu ermitteln ist.

Der Flughafen Bremen (EDDW) fällt als Verkehrsflughafen mit Linien- und Pauschalflugreiseverkehr unter diese Regelung und ist damit verpflichtet, ein Datenerfassungssystem (DES) nach der "Anleitung zur Datenerfassung" (AzD 2008) als Grundlage für die Festlegung eines Lärmschutzbereiches vorzulegen.

Die Konturen des im Jahr 2009 festgelegten Lärmschutzbereiches sind nun, nach einer Frist von 10 Jahren, zu überprüfen. Hierfür müssen erneut ein DES erstellt und Fluglärmrechnungen durchgeführt werden.

Im Mai 2019 wurde OTSD vom Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen (SWAH, heute Senatorin für Wissenschaft und Häfen, SWH) in Bremen beauftragt, das für die Überprüfung des Lärmschutzbereiches erforderliche DES zu erstellen.

Diese Dokumentation erläutert und dokumentiert die im DES modellierten Daten über den Flugbetrieb am Flughafen Bremen im Prognosejahr 2030. Sie beschreibt, wie die Modellierung der Flugplatzinfrastruktur sowie der Roll- und Flugstrecken durch OTSD erfolgt ist.

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 AzD optimal unterstützt.

In Kapitel 2 werden zunächst alle Eingangsdaten aufgezählt, die von OTSD zur Erstellung des DES verwendet wurden. Des Weiteren wird erläutert, wie diese bei der DES-Modellierung berücksichtigt wurden.

Kapitel 3 beschreibt den Aufbau des durch OTSD erstellten Modells der Flugplatzinfrastruktur, insbesondere der Start- und Landebahnen, Rollwege und Abstellpositionen. Das folgende Kapitel 4 geht detailliert auf die Modellierung der Flugstrecken nach Instrumentenflugregeln (IFR) ein, während in Kapitel 5 die Sichtflugstrecken (VFR) beschrieben werden.

Die Erfassung der für das DES relevanten Flugbewegungsangaben 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 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 der während des Projektzeitraums aktuellen Fassung (letzte Aktualisierung vom 12. September 2019, siehe [4]) verwendet.

Im Luftfahrthandbuch (AIP IFR) sind für den Flughafen Bremen (Abschnitt AD-2 EDDW) ab Seite 1-1 allgemeine Angaben zu finden, von denen der Flugplatzbezugspunkt, die Platzhöhe sowie die Daten zur Start- und Landebahn für das DES relevant sind.

LUFTFAHRTHANDBUCH DEUTSCHLAND
AIP GERMANY

AD 2 EDDW 1-1
23 MAY 2019

EDDW AD 2.1 aerodrome location indicator and name

EDDW BREMEN

EDDW AD 2.2 Aerodrome geographical and administrative data

1	ARP coordinates and site at AD	N 53 02 50.64 E 008 47 12.29 35 m N of RWY 09/27 and near TWY C
2	Direction and distance of ARP from (city)	3.5 km (2 NM) S Bremen
3	Elevation/Reference temperature	14 ft / 21.8°C
4	Geoid undulation at AD ELEV PSN	Not AVBL
5	MAG VAR/date of information and annual change	1.8° E (2016,12) / -
6	AD operator, address, telephone, telefax, telex, AFS, E-mail, website	Flughafen Bremen GmbH Flughafenallee 20, 28199 Bremen Postfach 286152, 28361 Bremen, Flughafen Bremen Tel.: +49 (0)421 5595-242 (Traffic Supervision Office) +49 (0)421 5595-243 (Traffic Supervision Office) Fax: +49 (0)421 5595-525 (fire department, during curfew times only) +49 (0)421 5595-598 (Traffic Supervision Office) SITA: BREVAXH (Traffic Supervision Office) e-mail: verkehrsaufsicht@airport-bremen.de
7	Types of traffic permitted (IFR/VFR)	IFR/VFR
8	Remarks	Nil

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

Auf weiteren Seiten zum Flughafen Bremen werden detailliert das Flugplatz-Layout sowie die (heutigen) Flugverfahren für An- und Abflüge, die weitgehend mit den von der DFS gelieferten Streckenbeschreibungen (siehe Abschnitt 2.5) übereinstimmen, beschrieben.

Ab Seite 6-1 sind außerdem genaue Koordinaten für eine Reihe von Funknavigationsanlagen zu finden, die für die Modellierung verwendet werden können.

Die Angaben in der AIP IFR wurden zur Modellierung des Flughafen-Layouts (siehe Kapitel 3) sowie zur Beschreibung der IFR-Flugstrecken (siehe Kapitel 4) verwendet.

In der AIP VFR sind darüber hinaus Regelungen und Darstellungen für den VFR-Flugbetrieb zu finden, die für die Modellierung der VFR-Flugstrecken (siehe Kapitel 5) verwendet wurden.

2.2 Luftverkehrsprognose 2030

Die für das DES zu berücksichtigenden Flugbewegungszahlen wurden der OTSD GmbH von der Flughafen Bremen GmbH (FBG) in Form eines nach AzD-Luftfahrzeuggruppen differenzierten Mengengerüsts [5] übergeben, welches in Abbildung 2 dargestellt ist:

Luftfahrzeuggruppe	Tag (6-22 Uhr)	Nacht (22-6 Uhr)	Gesamt
H 1.1	90	12	102
H 1.2	1.100	18	1.118
H 2.1	52	8	60
H 2.2	14	2	16
P 1.0	126	0	126
P 1.1	32	2	34
P 1.3	3.000	7	3.007
P 1.4	650	12	662
P 2.1	2.600	104	2.704
P 2.2	70	2	72
P-MIL 2	56	2	58
S 5.1	9.000	70	9.070
S 5.2	13.000	1.588	14.588
S 5.3	6	2	8
S 6.1	390	20	410
S 6.2 (a)	6	0	6
S 6.3	8	0	8
S 7 (a)	6	0	6
S-MIL 1	4	0	4
S-MIL 3	2	0	2
S-MIL 4	2	0	2
S-MIL 6	2	0	2
Summe:	30.216	1.849	32.065

Abbildung 2: Flugbewegungszahlen im Prognosejahr 2030

Die Flugbewegungsdaten für Starts der Gruppen S 6.2 und S 7 wurden in der Prognose mit der Auslastungsklasse „a)“, entsprechend einer Startmasse von bis zu 70 Prozent der Höchststartmasse (MTOM) angenommen.

Vom Flughafen Bremen wurde außerdem ein Dokument mit Erläuterungen zur Methodik der Luftverkehrsprognose 2030 [6] zur Verfügung gestellt.

Die Prognosedaten enthielten weder Angaben zu den genutzten Flugverfahren bzw. Flugstrecken noch Angaben zum Flugbetrieb am Boden (Rollverkehr).

Das Mengengerüst der Luftverkehrsprognose bildet die Grundlage für die Erfassung von Flugbewegungsangaben im DES (siehe Kapitel 6).

2.3 Statistiken zu Flugbewegungen des Jahres 2018

Die vom Flughafen Bremen zur Verfügung gestellten tabellarischen Übersichten [5] enthielten unter anderem eine Aufstellung Flugbewegungen in den 6 verkehrsreichsten Monaten (6vM) des Jahres 2018. Diese Daten wurden zur Qualitätssicherung des Mengengerüsts der Prognose sowie zur Bestimmung der Anteile des IFR- und VFR-Flugverkehrs für kleinere Flugzeuge der Gruppen P 1.3 und P 1.4 genutzt.

Des Weiteren wurde eine Statistik über die Nutzung der verschiedenen Parkpositionen am Flughafen Bremen [10] für denselben Zeitraum zur Verfügung gestellt. Diese Daten bildeten die Grundlage für die Zuweisung von Rollbewegungen bzw. Parkpositionen für die in der Prognose enthaltenen Flugbewegungen.

2.4 Flughafen-Layout und Rollkonzept

Zur Modellierung des Flughafen-Layouts wurde eine vom Flughafen Bremen zur Verfügung gestellte CAD-Zeichnung ([9], siehe Abbildung 3) sowie ergänzend die Angaben aus dem Luftfahrthandbuch verwendet.



Abbildung 3: Flughafen-Layout EDDW

Der CAD-Zeichnung konnte die exakte Lage der Start- und Landebahnen, der Rollwege sowie Parkpositionen entnommen werden. Des Weiteren war die Hubschrauberstart- und -landestelle für den Rettungshubschrauber der DRF Luftrettung eingezeichnet.

2.5 Beschreibung der Flugstrecken

Der (idealtypische) Verlauf der IFR-Flugstrecken wurde von der DFS in Form von CAD-Darstellungen [2] bereitgestellt. Diese sind im Streckenverlauf identisch mit den im Luftfahrthandbuch (AIP) veröffentlichten Beschreibungen der An- und Abflugstrecken für den Flughafen Bremen, enthalten jedoch zusätzliche Angaben, die für die Erstellung des Flugstreckenmodells eines DES benötigt werden. Ein Beispiel hierzu zeigt Abbildung 4.

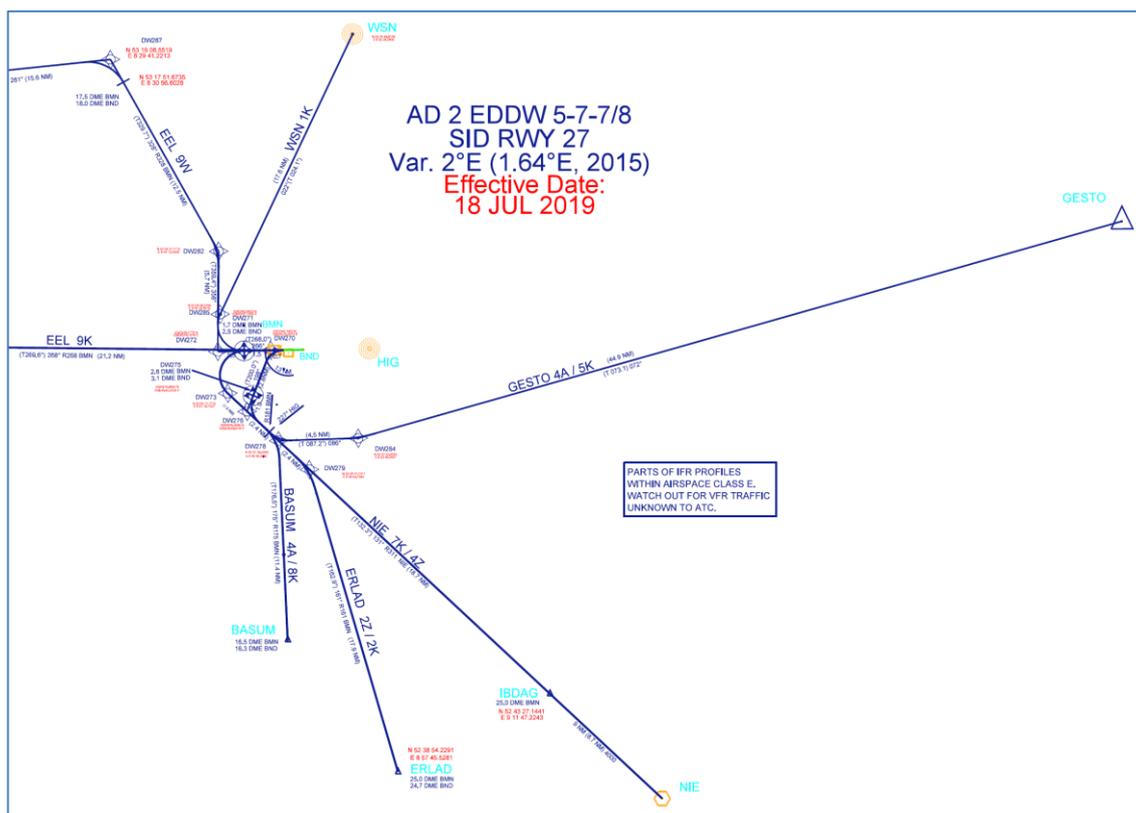


Abbildung 4: DFS-Darstellung der IFR-Flugstrecken (Beispiel)

Diese Beschreibung der Flugstrecken wurden zur Erstellung eines ersten Flugstreckenmodells genutzt, das später an die flugbetriebliche Praxis angepasst wurde (vgl. Kapitel 4).

Bis zum Prognosejahr 2030 ist durch die DFS auch am Flughafen Bremen die Durchführungsverordnung (EU) 2018/1048 „zur Festlegung von Anforderungen an die Luftraumnutzung und von Betriebsverfahren in Bezug auf die leistungsorientierte Navigation“ umzusetzen.

Das bedeutet nach Auskunft der DFS, dass außer dem Präzisionsanflugverfahren ILS alle anderen Verfahren in RNAV1-Verfahren umgewandelt werden. Der heutige VOR-Approach wird ersatzlos gestrichen. Die DFS hat darüber hinaus für das Prognosejahr 2030 festgestellt, dass nach heutigem Stand mit der Implementierung dieser Verordnung keine signifikanten Änderungen der lateralen und vertikalen Streckenführungen der Instrumentenan- bzw. -abflugverfahren des Flughafens Bremen zu erwarten sind.

2.6 Flugverlaufsdaten (FANOMOS)

OTSD standen zur Modellierung der Streckenverläufe in der flugbetrieblichen Praxis Flugsपुरaufzeichnungen des DFS-Systems FANOMOS [2] für die 6 verkehrsreichsten Monate (Mai bis Oktober) 2018 zur Verfügung.

Die gelieferten Dateien enthielten 17.418 FANOMOS-Tracks des Zeitraums vom 01.05. bis 31.10.2018 in einem Umkreis von etwa 50 Kilometern um den Flughafen Bremen, die mehrheitlich dem IFR-Flugbetrieb am Flughafen Bremen zuzuordnen sind (siehe Abbildung 5).

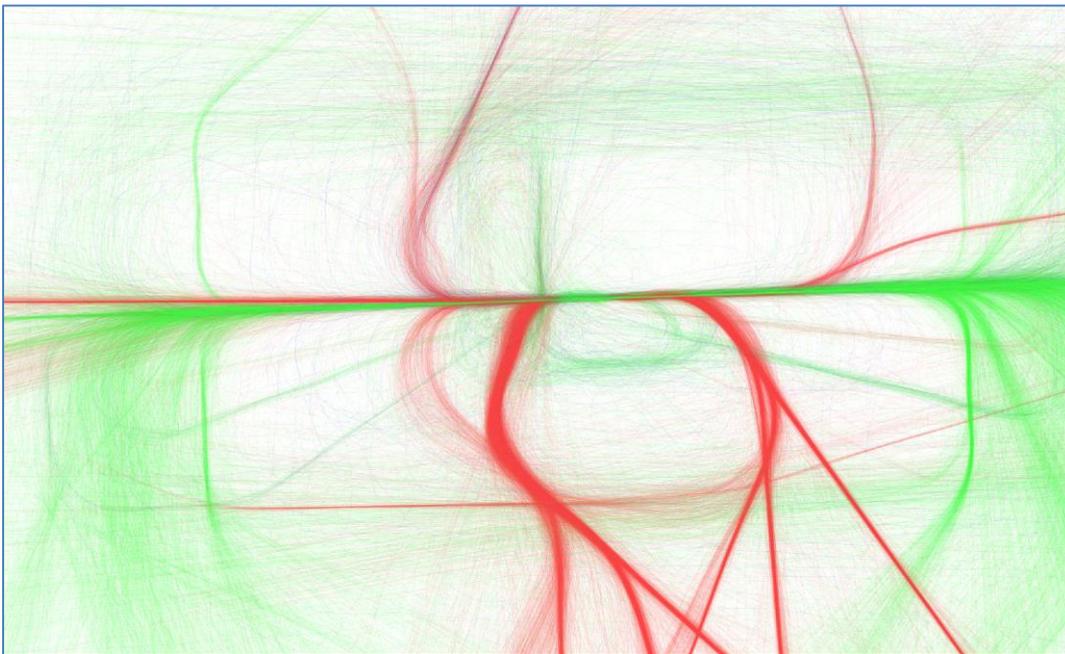


Abbildung 5: FANOMOS-Flugspuren (6vM 2018, Ausschnitt)

Außerdem waren in den Daten weitere ca. 25.000 Flugspuren enthalten, die nur zu einem geringen Teil Starts- und Landungen am Flughafen Bremen zuzuordnen waren. Diesen Flugspuren fehlten wesentliche Daten zum Flugzeugtyp oder zum Start- bzw. Zielflughafen, sodass sie für die Analyse des Flugbetriebs nur eingeschränkt verwertbar waren. Sie bildeten jedoch den Flugbetrieb nach Sichtflugregeln (VFR) in der Umgebung des Flugplatzes sehr gut ab.

Ergänzend wurden weiterhin die bereits verfügbaren FANOMOS-Flugspurdaten des Jahres 2019 [12] für die Modellierung herangezogen, sodass für alle An- und Abflugstrecken eine ausreichende Datengrundlage für die Modellierung zur Verfügung stand.

Die Flugspurdaten wurden von OTSD für die Verwendung im „DES-Editor“ aufbereitet, visualisiert und bei der Modellierung der Flugstrecken verwendet.

2.7 Angaben über den Flugbetrieb der Vorjahre

Eine Statistik zu den Flugbewegungszahlen der Kalenderjahre 2009 bis 2018 [7] wurde vom Flughafen Bremen in Form einer EXCEL-Tabelle zur Verfügung gestellt (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7).

Jahr	Flugbewegungen je Kalenderjahr / TAG (6 bis 22 Uhr)					Summe
	RWY 09		RWY 27		RWY 23	
	Starts	Landungen	Starts	Landungen	Starts	
2009	7.790	7.231	13.239	11.915	56	40.231
2010	9.096	8.266	13.268	12.094	61	42.785
2011	7.887	7.404	13.969	12.848	96	42.204
2012	7.172	6.856	14.276	13.255	80	41.639
2013	8.281	7.892	12.860	11.854	88	40.975
2014	9.313	9.084	12.623	11.533	79	42.632
2015	6.218	5.881	13.970	12.867	83	39.019
2016	7.134	6.877	12.069	11.065	162	37.307
2017	5.166	4.964	12.434	11.466	164	34.194
2018	8.048	7.793	10.127	9.373	118	35.459

Abbildung 6: Flugbetrieb der Vorjahre (TAG, 6 bis 22 Uhr)

Jahr	Flugbewegungen je Kalenderjahr / NACHT (22 bis 6 Uhr)					Summe
	RWY 09		RWY 27		RWY 23	
	Starts	Landungen	Starts	Landungen	Starts	
2009	46	859	73	1.193	0	2.171
2010	96	959	123	1.329	0	2.507
2011	51	685	105	1.163	0	2.004
2012	47	520	101	1.054	0	1.722
2013	54	627	80	977	0	1.738
2014	65	623	81	927	0	1.696
2015	21	471	65	1.127	0	1.684
2016	61	631	120	977	0	1.789
2017	53	500	120	1.009	0	1.682
2018	89	563	123	763	0	1.538

Abbildung 7: Flugbetrieb der Vorjahre (NACHT, 22 bis 6 Uhr)

Die Flugbewegungen waren nach Start- bzw. Landung, genutzter Start- bzw. Landebahn sowie nach den Zeitbereichen TAG (6 bis 22 Uhr Ortszeit) und NACHT (22 bis 6 Uhr Ortszeit) differenziert.

Diese Statistik bildete die Grundlage zur Ableitung der Bewegungsanteile für die sog. bahnbezogenen Betriebsrichtungen der Sigma-Regelung (DES Kapitel 6).

2.8 Topographisches Kartenmaterial

Vom Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) wurde ein Kartenausschnitt der topographischen Karte Deutschland (Maßstab 1:50.000) für die Verwendung bei der DES-Erstellung zur Verfügung gestellt [8].

Das Kartenmaterial ist UTM-referenziert (Zone 32 U, Mittelmeridian 9°) und deckt eine Fläche von 60 mal 60 Kilometern mit dem Flugplatz als Mittelpunkt ab.

In der Kartendarstellung sind die Bebauung, Straßen und Flüsse sowie weitere markante Punkte (wie z.B. Seen) gut zu erkennen.

Das Kartenmaterial wurde als Hilfsmittel zur Erstellung des VFR-Flugstreckenmodells (siehe Kapitel 5) verwendet.

3 Erfassung der Flugplatzinfrastruktur

3.1 Start-/Landebahnen und Hubschrauberstart-/landestellen

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

- der ICAO-Flugplatzcode (EDDW),
- 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 5.2 „Flugplatzdaten“) erfolgte auf Basis der in der AIP veröffentlichten Angaben zu den Koordinaten der Landeswellen, sowie zur Länge und Breite der Bahnen.

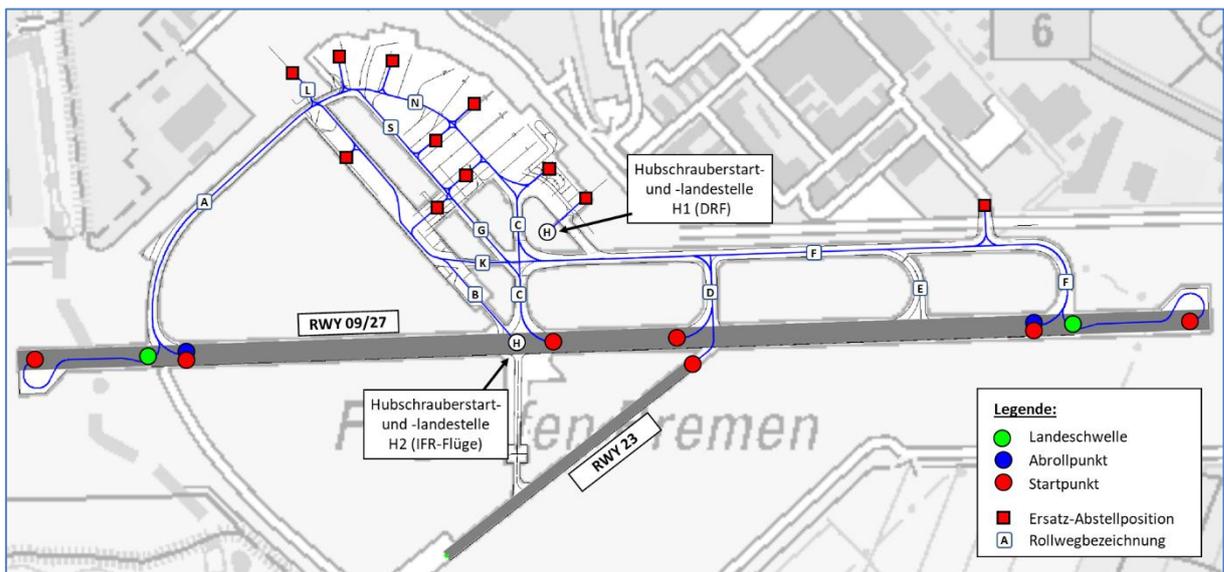


Abbildung 8: Flughafen-Infrastruktur (OTSD-Modell)¹

Abbildung 8 zeigt das von OTSD modellierte vereinfachte Flughafen-Layout. Die runden farbigen Markierungen zeigen die Lage der nach AzD zu beschreibenden Startpunkte (rot), Landeswellen (grün) sowie die Position der genutzten Abrollpunkte (bzw. Abrollbahnen, blau dargestellt). Des Weiteren sind die Bezeichnungen der Rollwege zu erkennen.

Im DES werden Start- und Landebahnen stets mit zwei Betriebsrichtungen (BR), für die Hauptbahn beispielsweise BR West (27) und Ost (09), erfasst.

¹ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

Die Nebenstartbahn wird lediglich für Starts in Richtung 23 genutzt. Daher fehlt in der AIP die Angabe einer Landebahnschwelle für die zweite Betriebsrichtung (05). Für das DES-Datenblatt zu den Flugplatzdaten (Abschnitt 5.2 im DES) wurde im Modell dennoch eine hypothetische Schwellenkoordinate aus der von FBG bereitgestellten georeferenzierten CAD-Datei [9] bestimmt und die exakte rechtweisende Bahnrichtung berechnet. Die Nebenstartbahn wird selbstverständlich in Richtung 05 auch im DES nicht genutzt.

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.

Das DES-Modell beschreibt die Start- und Landebahn 09/27 sowie die Nebenstartbahn 23, die ausschließlich für den VFR-Flugbetrieb genutzt wird. Für den Flugbetrieb mit Hubschraubern sind zwei Hubschrauberstart- und -landestellen vorgesehen:

- H1 befindet sich vor der Halle der DRF Luftrettung südwestlich des Rollwegs H. Von dieser Position starten und landen im Modell ausschließlich Rettungshubschrauber. Der Weg zwischen der mit „DRF“ bezeichneten Abstellposition vor der Halle und H1 wird jeweils als „Hover-Strecke“ beschrieben.
- H2 befindet sich auf der Start-/Landebahn 09/27. IFR- und VFR-Flugbewegungen mit Hubschraubern starten und landen an dieser Position und folgen ansonsten den Flugwegen für Flugzeuge, die auf der Bahn starten oder landen. Die zugehörigen Flugstrecken im DES sind entsprechend mit „H09“ und „H27“ (für An- und Abflüge in Richtung der Start-/Landebahnen 09 bzw. 27) bezeichnet. Der Weg zwischen der Abstellposition eines Hubschraubers und H2 wird wiederum als „Hover-Strecke“ beschrieben.

Im Modell starten Abflüge von den Startbahnen 09 und 27 von drei verschiedenen Startpunkten. Daher mussten im DES (Abschnitt 5.2.4) insgesamt drei Varianten der Start-/Landebahn 09/27 beschrieben werden. Diese sind anhand eines Suffixes der zugehörigen Bahnrichtungen (siehe Angaben zur Bezeichnung der Start-/Landebahnen im Abschnitt 5.2.4 der DES-Datenblätter und zur „Startrichtung“ bei Abflugstrecken) zu unterscheiden:

- 09A / 27F wird für Starts vom Bahnanfang über Rollweg A bzw. F verwendet,
- 09C / 27D beschreibt sog. Intersection-Starts über Rollweg C bzw. D,
- 09X / 27X ist ausschließlich für Starts der Gruppe S 6.1 (Beluga) auf der sog. Sonderstartbahn vorgesehen.

Die drei Varianten der Start-/Landebahn 09/27 im DES-Modell sind – abgesehen von der Beschreibung der Startpunkte und der größeren Bahnlänge für die Sonderstartbahn – identisch.

3.2 Ersatz-Abstellpositionen

Für die Beschreibung der Rollwege im DES wurde auf eine detaillierte Modellierung jeder einzelnen Parkposition verzichtet und stattdessen (wie in der AzD vorgesehen) Ersatz-Abstellpositionen bzw. Positionsgruppen gebildet und durch einen zentralen Punkt repräsentiert.

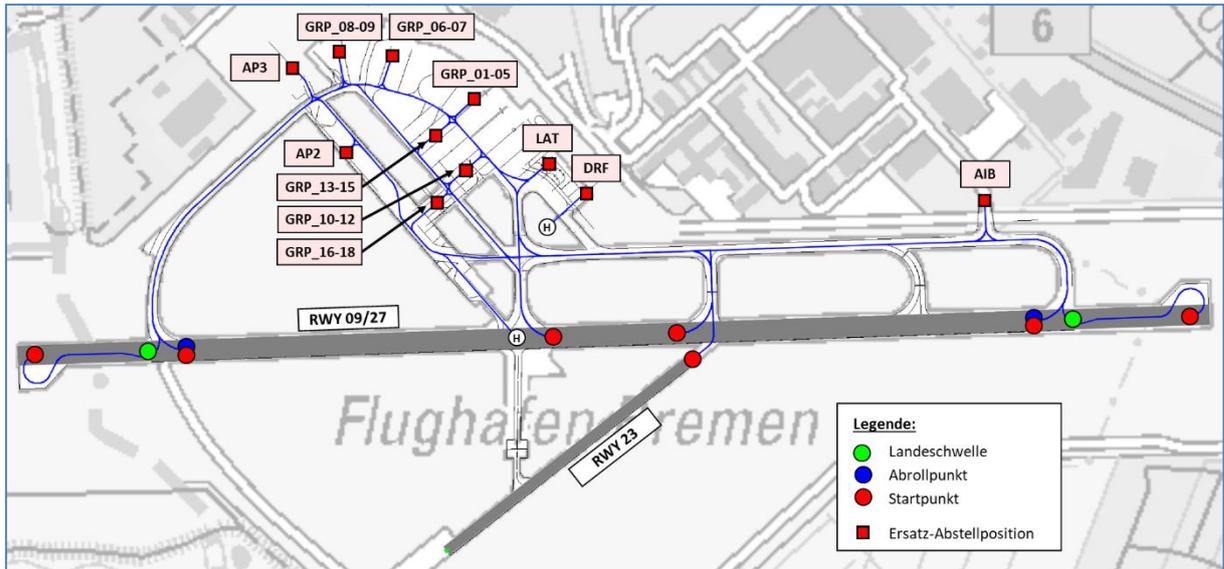


Abbildung 9: Lage der Ersatz-Abstellpositionen (OTSD-Modell)²

Die Darstellungen in Abbildung 8 und Abbildung 9 zeigen, wo sich die für Rollbewegungen modellierten Ersatz-Abstellpositionen im Modell befinden und wie diese bezeichnet sind. Abbildung 10 erläutert, welche Parkpositionen bzw. Vorfeldbereiche zu Ersatz-Abstellpositionen zusammengefasst wurden.

Ersatz-Abstellposition	Gruppierte Parkpositionen und Vorfeldbereiche
GRP_01-05	Vorfeld 1 / Brückenpositionen (Positionen 1, 1A, 2, 3, 4, 5)
GRP_06-07	Vorfeld 1 / Terminal 2 (Positionen 6, 7, 7A), Alfred Wegener Institut (Position 60)
GRP_08-09	Vorfeld 1 / Luftfracht (Positionen 8, 9), Halle I (Position 40)
GRP_10-12	Vorfeld 1 / Positionen 10, 10A, 11, 12
GRP_13-15	Vorfeld 1 / Positionen 13, 14, 15
GRP_16-18	Vorfeld 1 / Positionen 16, 16A, 17, 18, 18A
AIB	Zufahrt Werksgelände Airbus (Position 88)
AP2	Vorfeld 2 (Positionen 20 bis 25)
AP3	Vorfeld 3 / Halle C (Positionen 311 bis 319), Atlas Air Service (Position 65), Halle B und Vorfeld BVL (Position 90)
DRF	Abstellbereich für Rettungshubschrauber vor Halle K (Position 84)
LAT	Lufthansa Aviation Training und Vorfeld vor Halle A (Position 70)

Abbildung 10: Ersatz-Abstellpositionen (Positionsgruppen)

Die Ersatz-Abstellpositionen werden auch als Ortsangabe für den laut AzD vorzusehenden Betrieb von Hilfstriebwerken (Auxiliary Power Units, APUs) angenommen.

² Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

3.3 Rollverkehr und Hover-Bewegungen

Die für das DES benötigten Rollwege des Flughafens Bremen wurden mit Hilfe der Software „DES-Editor“ als Rollwegenetz modelliert. Auf der als Hintergrund für die Modellierung eingebundenen CAD-Zeichnung der Flughafen-Infrastruktur [9] wurden die Rollwege mit Hilfe von Stützpunkten und Verbindungen zwischen diesen (in Form von Geraden- und Kurvensegmenten) beschrieben.

In Abbildung 11 und Abbildung 12 sind die Abflug-Rollwege für Starts auf den Startbahnen 09, 23 und 27 dargestellt:

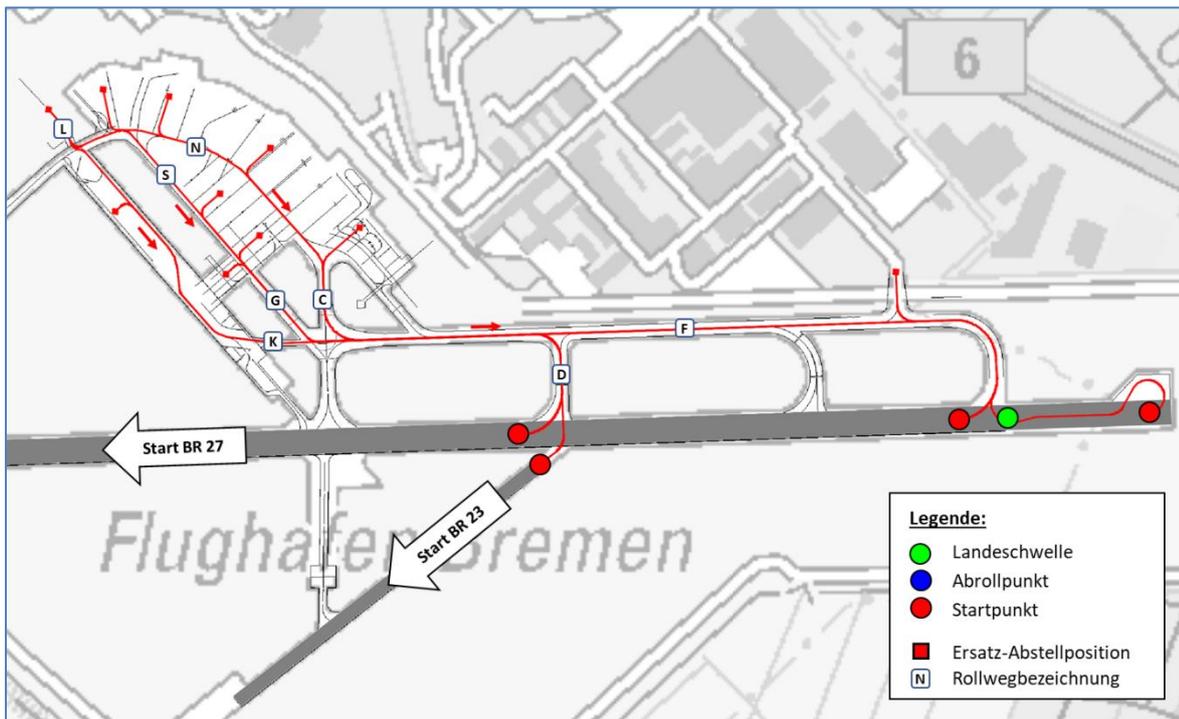


Abbildung 11: Abflug-Rollwege für Starts in Richtung 27³

³ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

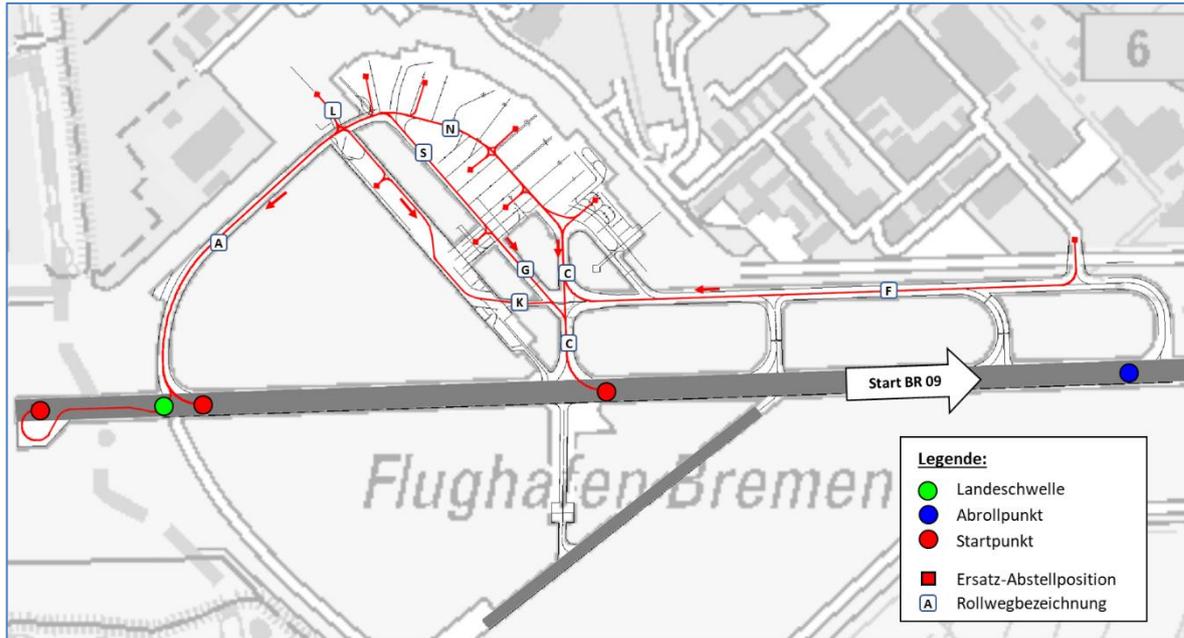


Abbildung 12: Abflug-Rollwege für Starts in Richtung 09⁴

Abbildung 13 und Abbildung 14 zeigen den Verlauf von Anflug-Rollwegen für Landungen auf den Landebahnen 09 und 27.

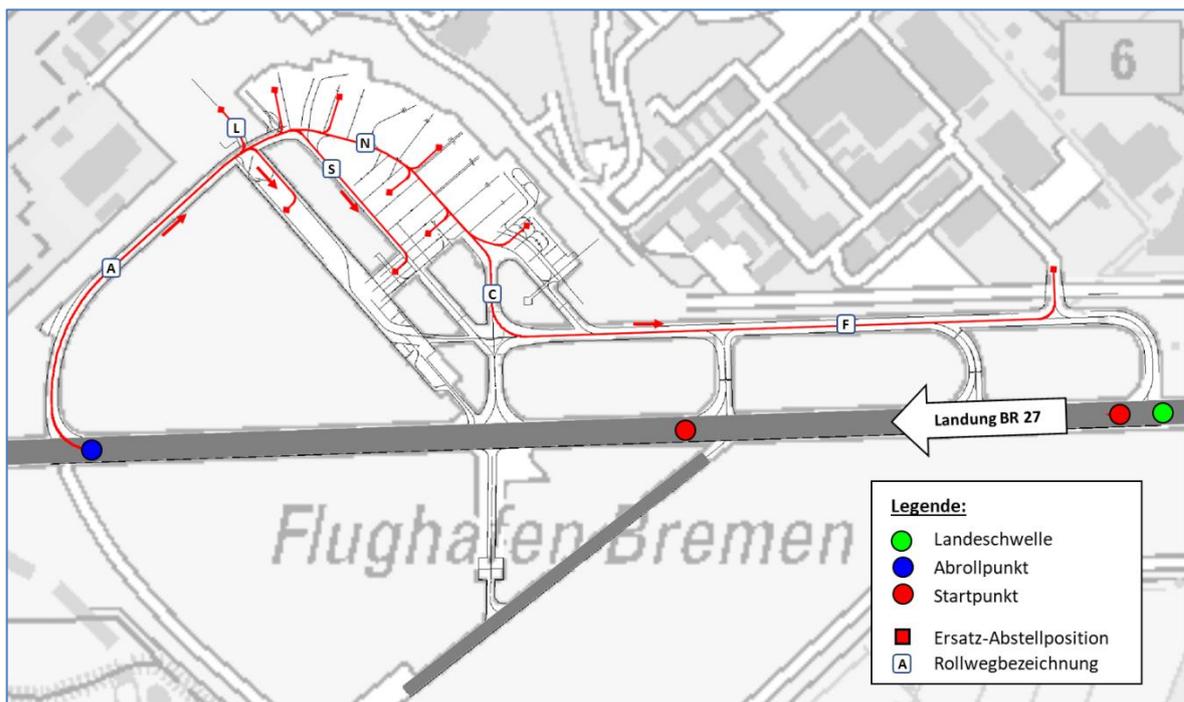


Abbildung 13: Anflug-Rollwege für Landungen in Richtung 27⁵

⁴ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

⁵ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

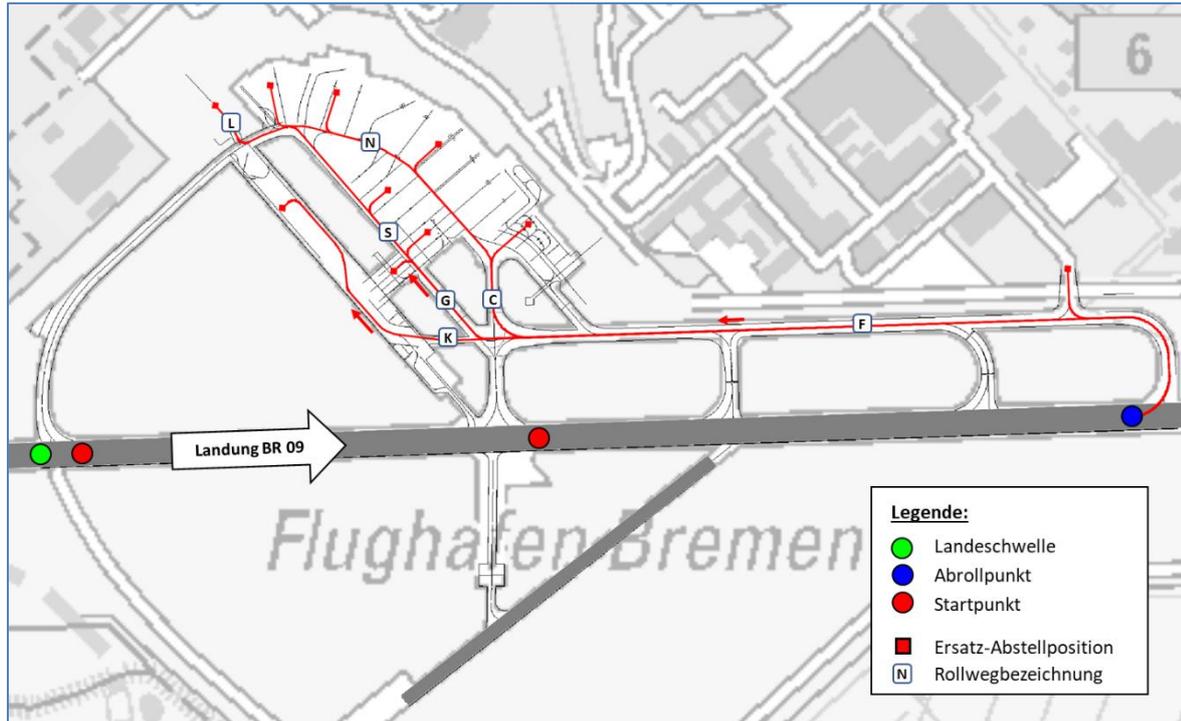


Abbildung 14: Anflug-Rollwege für Landungen in Richtung 09⁶

Die im DES zu erfassenden Rollstrecken wurden anhand der zu berücksichtigenden Flugbewegungsdaten für Starts, Landungen und Platzrunden ermittelt und in das DES aufgenommen (siehe Kapitel 6).

Flugbewegungen mit Hubschraubern am Boden werden nicht als Rollstrecken im DES abgebildet. Abflüge mit Hubschraubern „hovern“ stattdessen von ihrem Abstellplatz zunächst zur Hubschrauberstart- und -landestelle und folgen dann dem Verlauf einer Abflugstrecke. Gleiches gilt für Anflüge mit Hubschraubern, die zunächst die Landestelle anfliegen und von dort zu ihrem Abstellplatz „hovern“. Diese Hover-Strecken sind im DES Teil der Flugstrecken für Hubschrauber.

⁶ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

4 Modellierung der IFR-Flugstrecken

4.1 Vorgehensweise

4.1.1 Modellierung der IFR-Flugstrecken nach DFS-Vorgaben

Der idealtypische Verlauf der IFR-Flugstrecken wurde auf Basis der in Abschnitt 2.5 beschriebenen Daten der DFS und unter Zuhilfenahme der aktuellen Fassung des Luftfahrthandbuchs (AIP IFR) modelliert. Hierbei werden die von der DFS festgelegten Wegpunkte der Flugverfahren ebenso berücksichtigt wie typische Flugmanöver („fly-by“, „fly-over“) an diesen Wegpunkten.

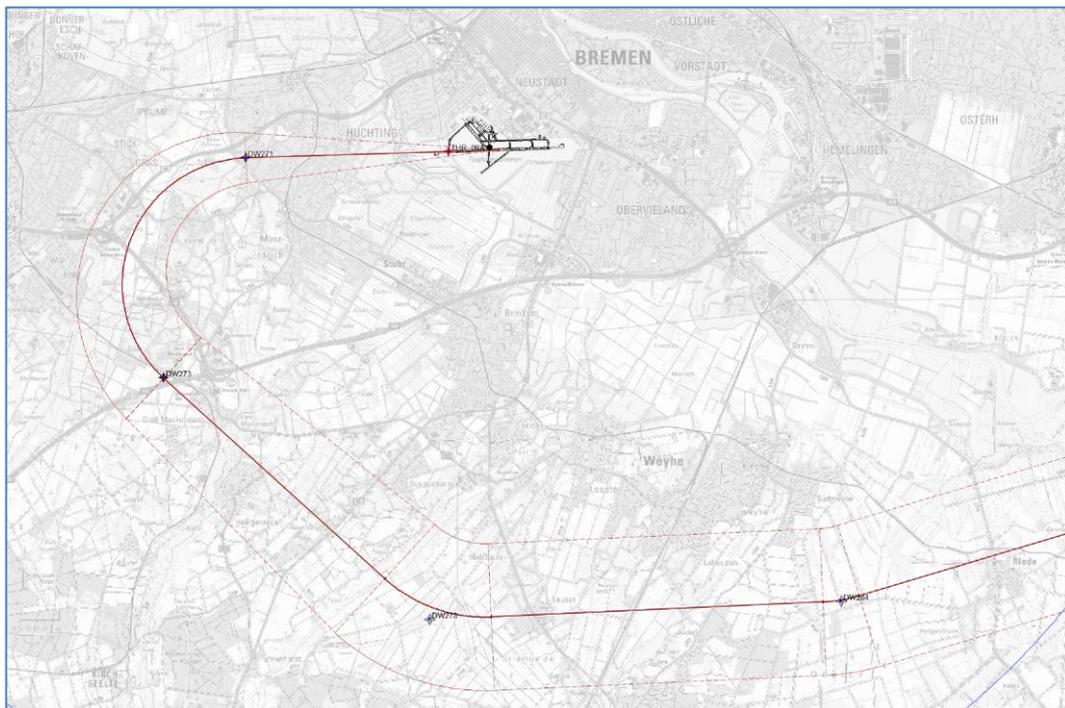


Abbildung 15: Modellierung von IFR-Flugstrecken (Beispiel: SID GESTO 5K)⁷

Die DFS-konforme Modellierung diente als Grundlage für die Validierung und Anpassung der Flugstrecken an die flugbetriebliche Praxis anhand der in den Aufzeichnungen des Systems FANOMOS enthaltenen Flugverläufe.

Da weder die AIP noch die anderen erhaltenen Unterlagen Informationen über die zu verwendenden Korridorbreiten enthielten, wurde für alle Strecken zunächst eine einheitliche Korridorbreite (lineare Aufweitung bis auf 3000 Meter) angesetzt, die im weiteren Prozess der DES-Erstellung noch anzupassen war.

4.1.2 Anpassung des Modells an die flugbetriebliche Praxis

Die Modellierung der Flugstrecken wurde mit Hilfe von FANOMOS-Flugverlaufsdaten verifiziert und an den Verlauf der Strecken in der flugbetrieblichen Praxis angepasst,

⁷ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

die durch die Arbeitsweise der Flugverkehrsleuten der Flugsicherung entsteht. Hierbei wurden teilweise auch weitere Streckenvarianten (Stellvertreterstrecken) identifiziert und modelliert, um unterschiedliche Streckenverläufe oder Direktführungen im Modell abzubilden.

Eine Dichteanalyse der FANOMOS-Flugverlaufsdaten wurde dazu verwendet, den Verlauf der An- und Abflugstreckenvarianten möglichst entlang einer Linie der höchsten Dichte an Flugspuren, dem sog. „Backbone“ (siehe Abbildung 16), zu führen. Außerdem wurde diese Analyse als Hilfsmittel zur Festlegung der nach AzD zu erfassenden Korridorbreiten verwendet.

Korridorbreiten wurden so festgelegt, dass sich im Nahbereich des Flughafens ein möglichst hoher Anteil (ca. 90 Prozent) der Flugspuren innerhalb des Korridors befindet und die von der AzB angenommene Verteilung der Flugspuren innerhalb des Korridors näherungsweise erreicht wird. Da beides durch das Modell bedingt nicht erreichbar ist, stellt die gewählte Korridorbreite immer einen Kompromiss zwischen diesen beiden Zielen dar.

Für Strecken, bei denen aufgrund fehlender oder unzureichender Daten eine solche Analyse nicht möglich war, wurden Expertenschätzungen vorgenommen.

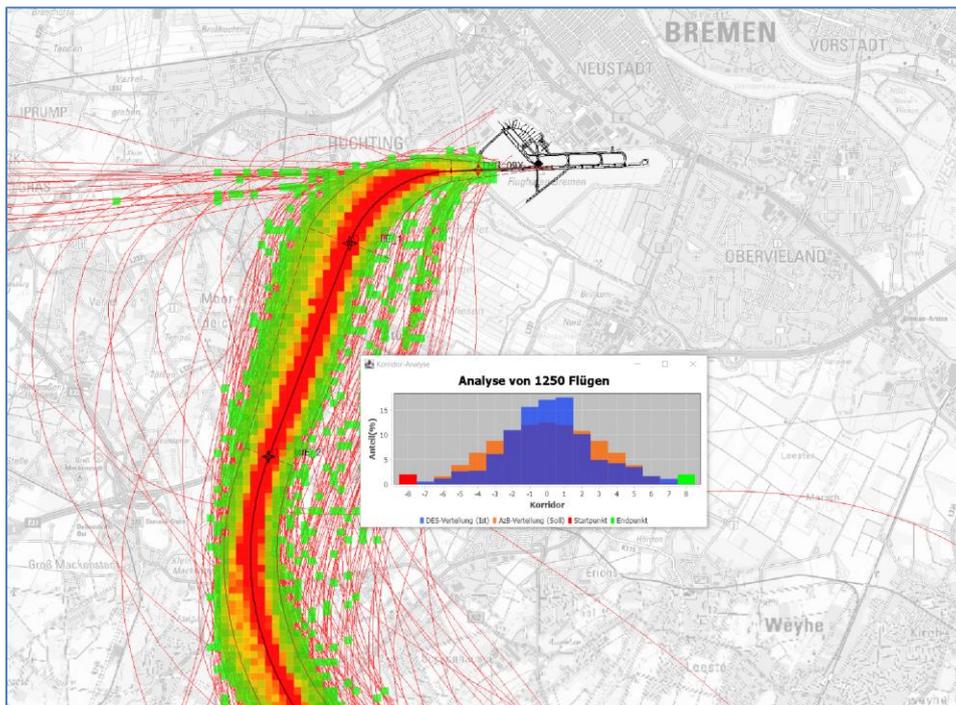


Abbildung 16: Streckenanpassung an die flugbetriebliche Praxis (Beispiel)⁸

Zur Analyse der Längen des Zwischenanflugsegments wurden die in den FANOMOS-Daten enthaltenen Anflug-Höhenprofile analysiert. Als Zwischenanflughöhe wurde generell die in der AIP für Anflüge veröffentlichte Höhe von 3000 ft MSL angenommen. Diese Höhe entspricht einer Flughöhe über Platz von 910,13 Metern.

⁸ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

4.1.3 Darstellung des DES-Flugstreckenmodells

Nachfolgend werden alle modellierten IFR-Flugstrecken für die Betriebsrichtungen (BR) West (27) und Ost (09) dargestellt. Hierbei werden zunächst Darstellungen bzw. Zeichnungen der Flugverfahren und Streckenführungen der DFS gezeigt, die als Grundlage für die Modellierung dienen.

Es folgt eine kombinierte Darstellung des Gesamtmodells (für Anflüge und Abflüge getrennt) mit den für die jeweiligen Strecken zur Verfügung stehenden Flugspuraufzeichnungen des Systems FANOMOS.

Die in allen Darstellungen des OTSD-Modells zu findenden Kreise (in der Farbe Blau dargestellt) stellen jeweils einen Umkreis von 15 und 25 Kilometern um den Flugplatzbezugspunkt dar und dienen der Orientierung in Bezug auf den vom DES zu erfassenden Betrachtungsbereich.

4.2 Betriebsrichtung West (27)

4.2.1 Abflugstrecken

Für die Modellierung der Abflugstrecken der Betriebsrichtung West wurden die von der DFS übermittelten Beschreibungen der SID-Streckenverläufe (Abbildung 17, vgl. [2]) als Basis verwendet und in das DES-Modell umgesetzt.

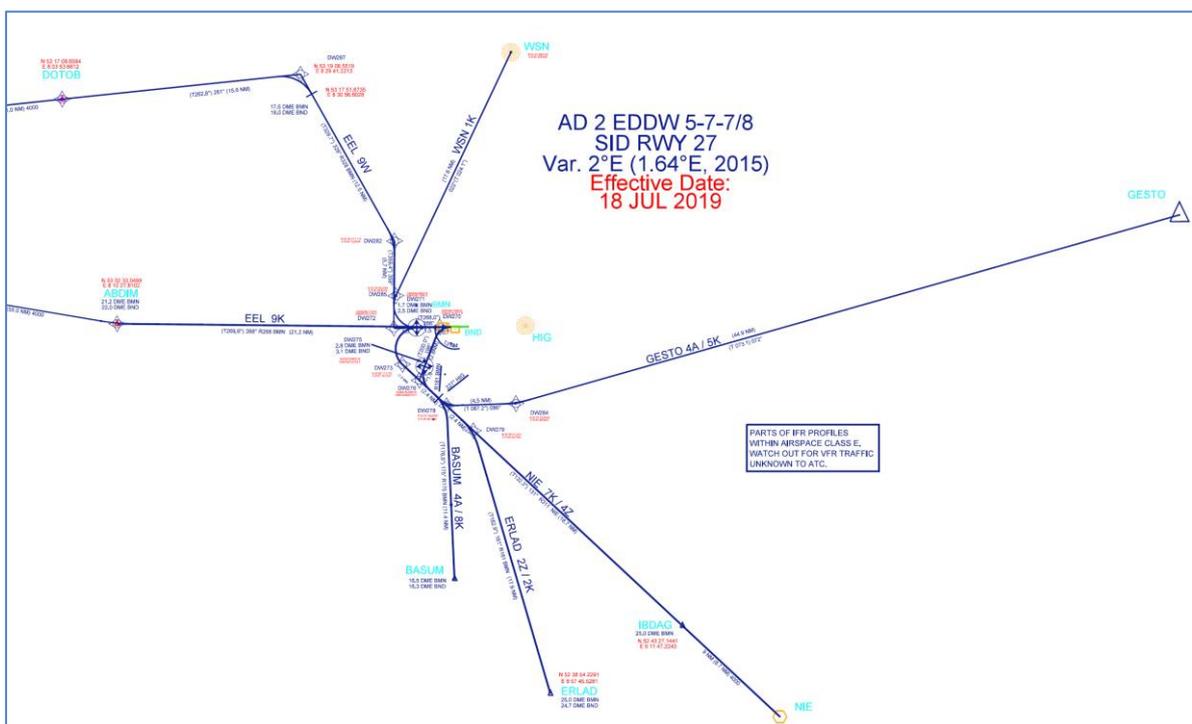


Abbildung 17: IFR-Abflugstrecken BR 27 (DFS-Datenlieferung)

Die anhand der DFS-Vorgaben modellierten Strecken wurden als Basis für die Anpassung der Flugstreckenverläufe an die flugbetriebliche Praxis anhand von FANOMOS-Daten verwendet.

Die Abweichungen von den veröffentlichten Streckenverläufen lassen sich unter anderem dadurch erklären, dass es den Flugverkehrlotsen gemäß den Betriebsanweisungen der DFS i.d.R. erlaubt ist, ab einer Mindestflughöhe von 3000 Fuß über Grund mit Propellerflugzeugen bzw. 5000 Fuß über Grund mit strahlgetriebenen Luftfahrzeugen von den SID abzuweichen.

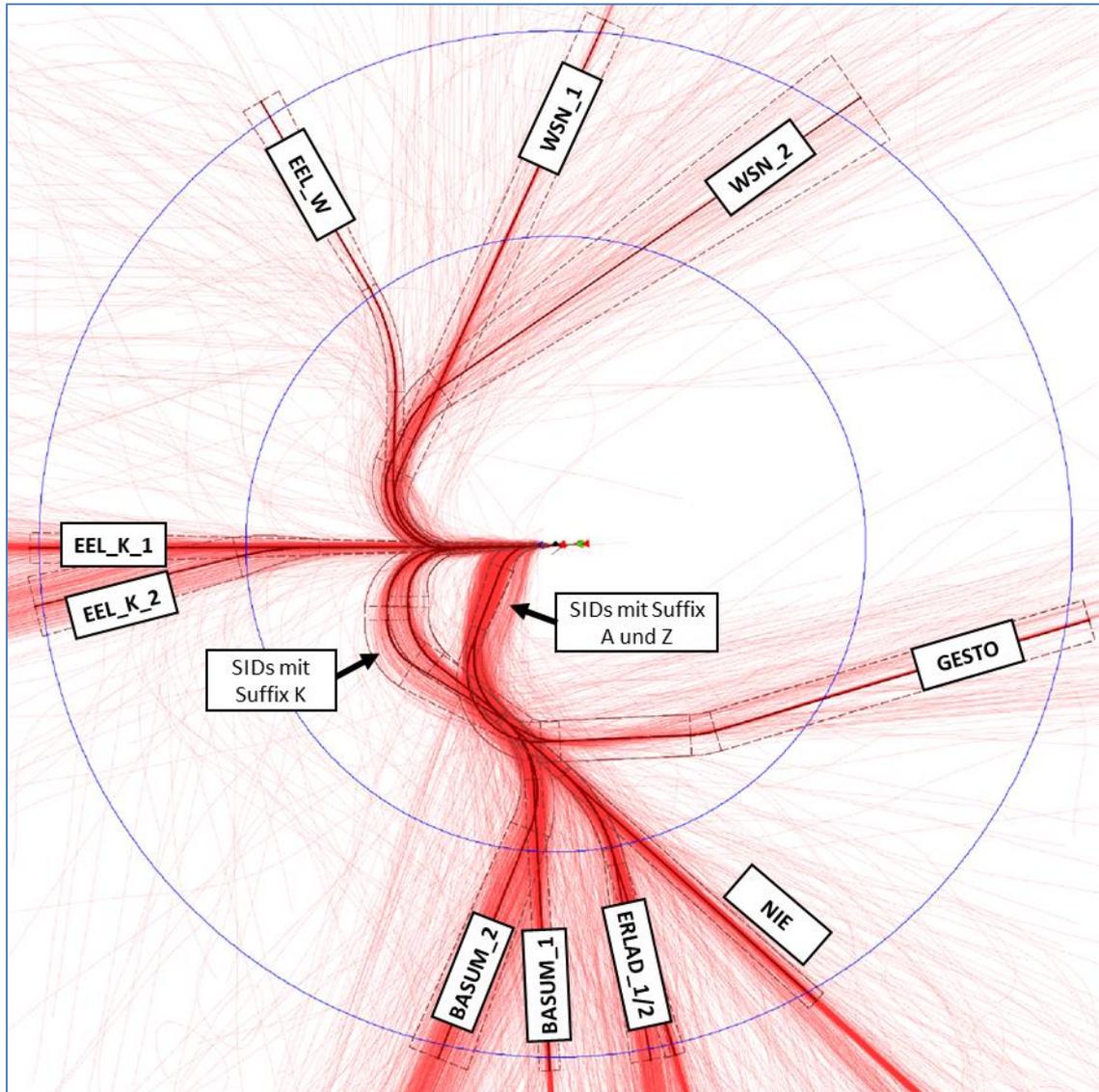


Abbildung 18: IFR-Abflugstrecken BR 27 (DES-Modell)

Das vollständige und an die Flugspurdaten angepasste Modell ist in Abbildung 18 dargestellt. Hierbei gilt die nachfolgend in Abbildung 19 dargestellte Zuordnung von durch die DFS veröffentlichten Streckenbezeichnungen und den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecken im DES
	RWY 27
BASUM 4A	IFR_27(X)_nach_BASUM_A_1
	IFR_27(X)_nach_BASUM_A_2
BASUM 8K	IFR_27(X)_nach_BASUM_K_1
	IFR_27(X)_nach_BASUM_K_2
EEL 9K	IFR_27(X)_nach_EEL_K_1
	IFR_27(X)_nach_EEL_K_2
EEL 9W	IFR_27(X)_nach_EEL_W
ERLAD 2K	IFR_27(X)_nach_ERLAD_K
ERLAD 2Z	IFR_27(X)_nach_ERLAD_Z_1
	IFR_27(X)_nach_ERLAD_Z_2
GESTO 4A	IFR_27(X)_nach_GESTO_A
GESTO 5K	IFR_27(X)_nach_GESTO_K
NIE 7K	IFR_27(X)_nach_NIE_K
NIE 4Z	IFR_27(X)_nach_NIE_Z
WSN 1K	IFR_27(X)_nach_WSN_1
	IFR_27(X)_nach_WSN_2

Abbildung 19: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken BR 27 im DES

IFR-Abflugstrecken für die Hauptstartbahn 27 sind im DES an dem Präfix „IFR_27_nach“ zu erkennen. Strecken, die für Abflüge auf der verlängerten Sonderstartbahn vorgesehen sind, beginnen mit „IFR_27X_nach“.

4.2.2 Anflugstrecken

Für die Modellierung der Anflugstrecken der Betriebsrichtung West wurden die von der DFS übermittelten Beschreibungen der Anflugverfahren [2] als Basis verwendet.

Für den Flughafen Bremen sind 4 Standardanflugstrecken (STARs) veröffentlicht. Sie führen von den Wegpunkten EKROV, GIBMA, PIXUR und VERED zum Initial Approach Fix (IAF) BMN. Die in der Praxis beobachteten Flugverläufe orientieren sich allerdings, sofern keine Direktführungen genutzt werden, eher an den Transition-to-Final-Verfahren zum Final Approach Fix (FAF) ROGBO, wie sie in Abbildung 20 dargestellt sind.

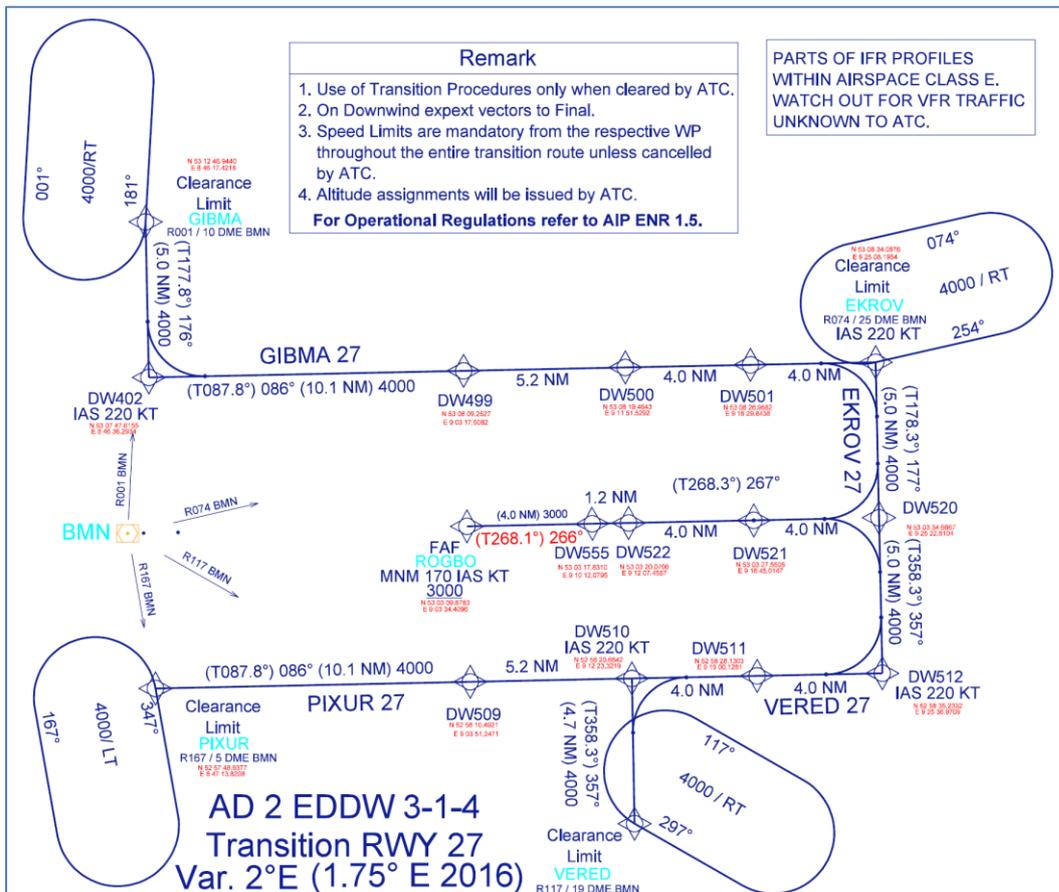


Abbildung 20: Transition-Anflugverfahren BR 27 (DFS-Datenlieferung)

Abbildung 21 zeigt das von OTSD erstellte Streckenmodell für alle Anflüge auf die Landebahn 27. Im Hintergrund sind die für die Modellbildung verwendeten Flugspuraufzeichnungen der Monate Mai bis Oktober 2018 dargestellt.

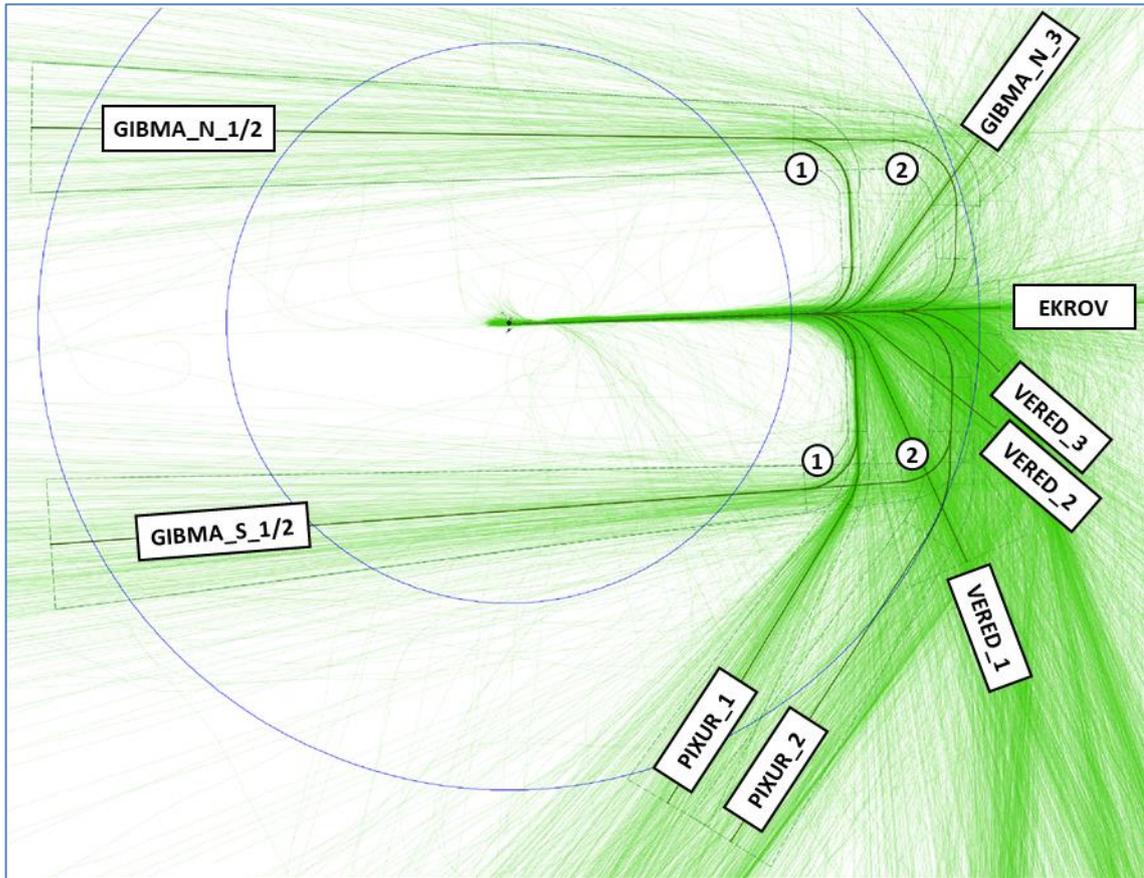


Abbildung 21: IFR-Anflugstrecken BR 27 (DES-Modell)

Die im DES für Anflüge über die verschiedenen STARs verwendeten Streckenbezeichnungen zeigt Abbildung 22:

Standard Arrival Route (STAR)	IFR-Anflugstrecken im DES
	RWY 27
EKROV 2P	IFR_27_von_EKROV
GIBMA 2P	IFR_27_von_GIBMA_N_1
	IFR_27_von_GIBMA_N_2
	IFR_27_von_GIBMA_N_3
	IFR_27_von_GIBMA_S_1
	IFR_27_von_GIBMA_S_2
PIXUR 3P	IFR_27_von_PIXUR_1
	IFR_27_von_PIXUR_2
VERED 3P	IFR_27_von_VERED_1
	IFR_27_von_VERED_2
	IFR_27_von_VERED_3

Abbildung 22: Bezeichnungen der IFR-Anflugstrecken BR 27 im DES

Abbildung 23 zeigt das Flugverfahren für ILS-Z-Anflüge der BR 27. Die Beschreibung des VOR-Anfluges ist lateral und vertikal weitgehend identisch und kann im DES-Modell hiervon nicht unterschieden werden.

Abbildung 24 zeigt das Verfahren für GLS-Z-Anflüge. Die Beschreibung des RNP-Anfluges ist lateral und vertikal weitgehend identisch und kann im DES-Modell hiervon nicht unterschieden werden.

Im DES-Modell für die BR 27 (siehe Abbildung 25) sind die folgenden IFR-Anflugstrecken für die mit diesen Flugbewegungen verbundenen Flugbewegungen vorgesehen:

- IFR_27_via-BMN_RNP für RNP- bzw. GLS-Z-Anflüge
- IFR_27_via_BMN_AB für VOR- und ILS-Z-Anflüge der inneren Streckenführung (Luftfahrzeuge der Kategorien A/B)
- IFR_27_via_BMN_CD für VOR- und ILS-Z-Anflüge der inneren Streckenführung (Luftfahrzeuge der Kategorien A/B)

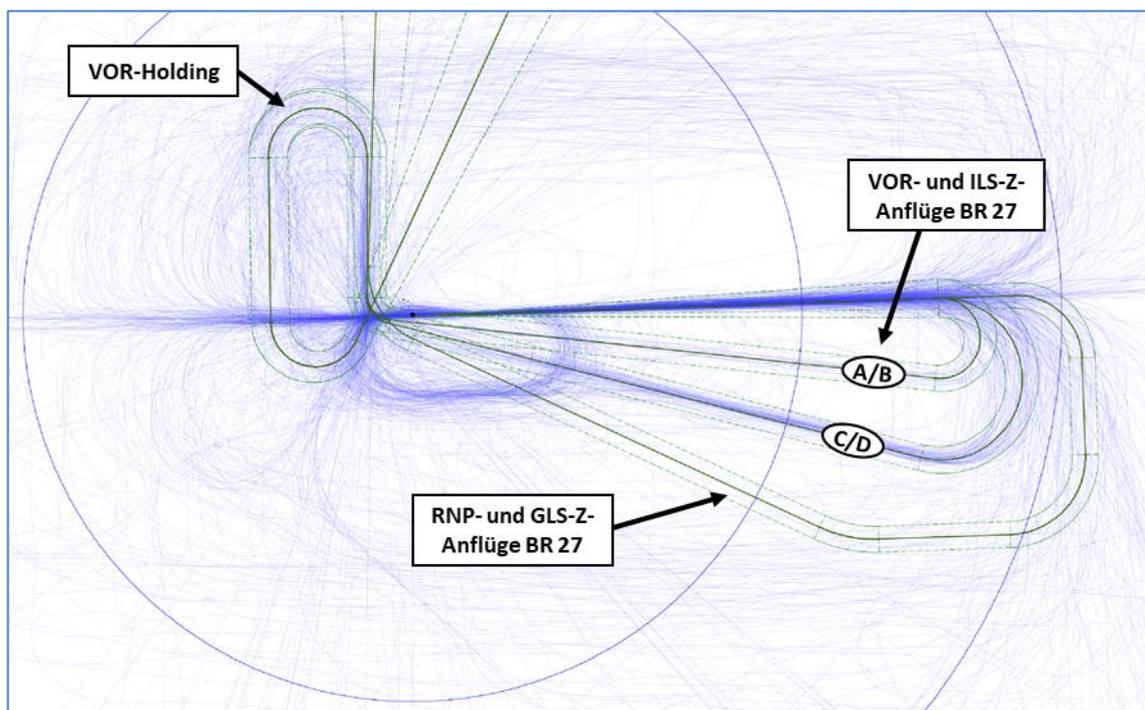


Abbildung 25: IFR-Übungsanflüge BR 27 (DES-Modell)

Das Modell der Anflugstrecken konnte wiederum anhand von FANOMOS-Daten an die flugbetriebliche Praxis angepasst werden (siehe Abbildung 25).

4.3 Betriebsrichtung Ost (09)

4.3.1 Abflugstrecken

Für die Modellierung der Abflugstrecken der Betriebsrichtung Ost wurden die von der DFS übermittelten Beschreibungen der SID-Streckenverläufe (Abbildung 26) als Basis verwendet und in das DES-Modell umgesetzt.

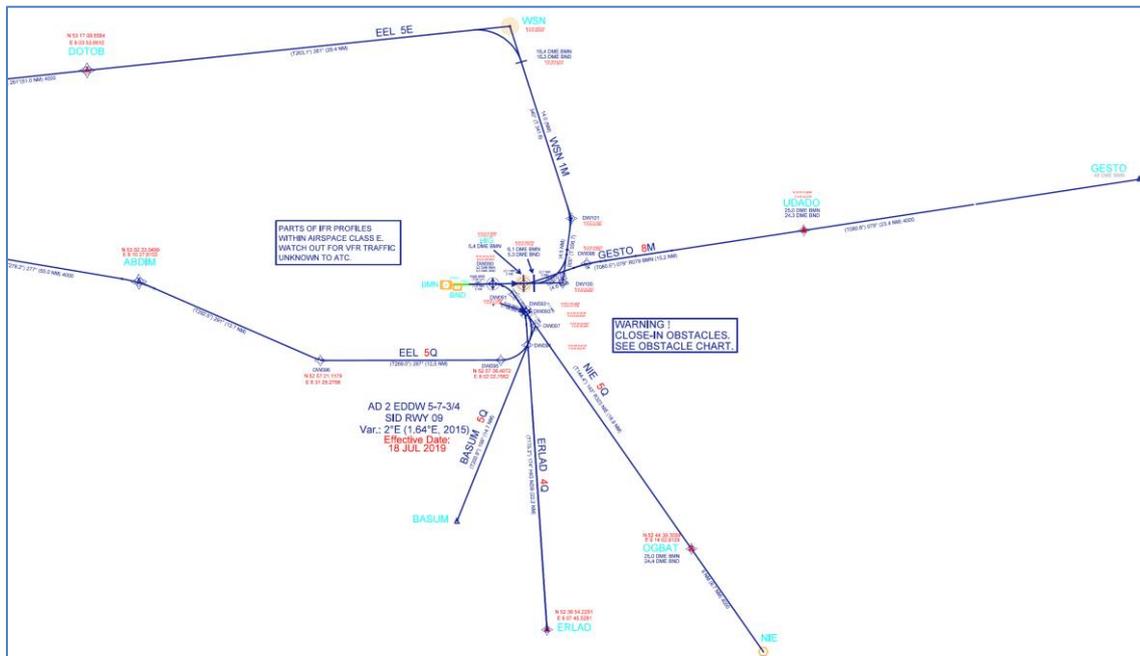


Abbildung 26: IFR-Abflugstrecken BR 09 (DFS-Datenlieferung)

Die anhand der DFS-Vorgaben modellierten Strecken wurden als Basis für die Anpassung der Flugstreckenverläufe an die flugbetriebliche Praxis anhand von FANOMOS-Daten verwendet.

Das vollständige und an die Flugspurdaten angepasste Modell ist in Abbildung 28 dargestellt. Hierbei gilt die nachfolgend in Abbildung 27 dargestellte Zuordnung von durch die DFS veröffentlichten Streckenbezeichnungen und den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecken im DES
	RWY 09
BASUM 5Q	IFR_09(X)_nach_BASUM_1 IFR_09(X)_nach_BASUM_2
EEL 5E	IFR_09(X)_nach_EEL_E
EEL 5Q	IFR_09(X)_nach_EEL_Q_1 IFR_09(X)_nach_EEL_Q_2
ERLAD 4Q	IFR_09(X)_nach_ERLAD
GESTO 8M	IFR_09(X)_nach_GESTO
NIE 5Q	IFR_09(X)_nach_NIE
WSN 1M	IFR_09(X)_nach_WSN_1 IFR_09(X)_nach_WSN_2

Abbildung 27: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken BR 09 im DES

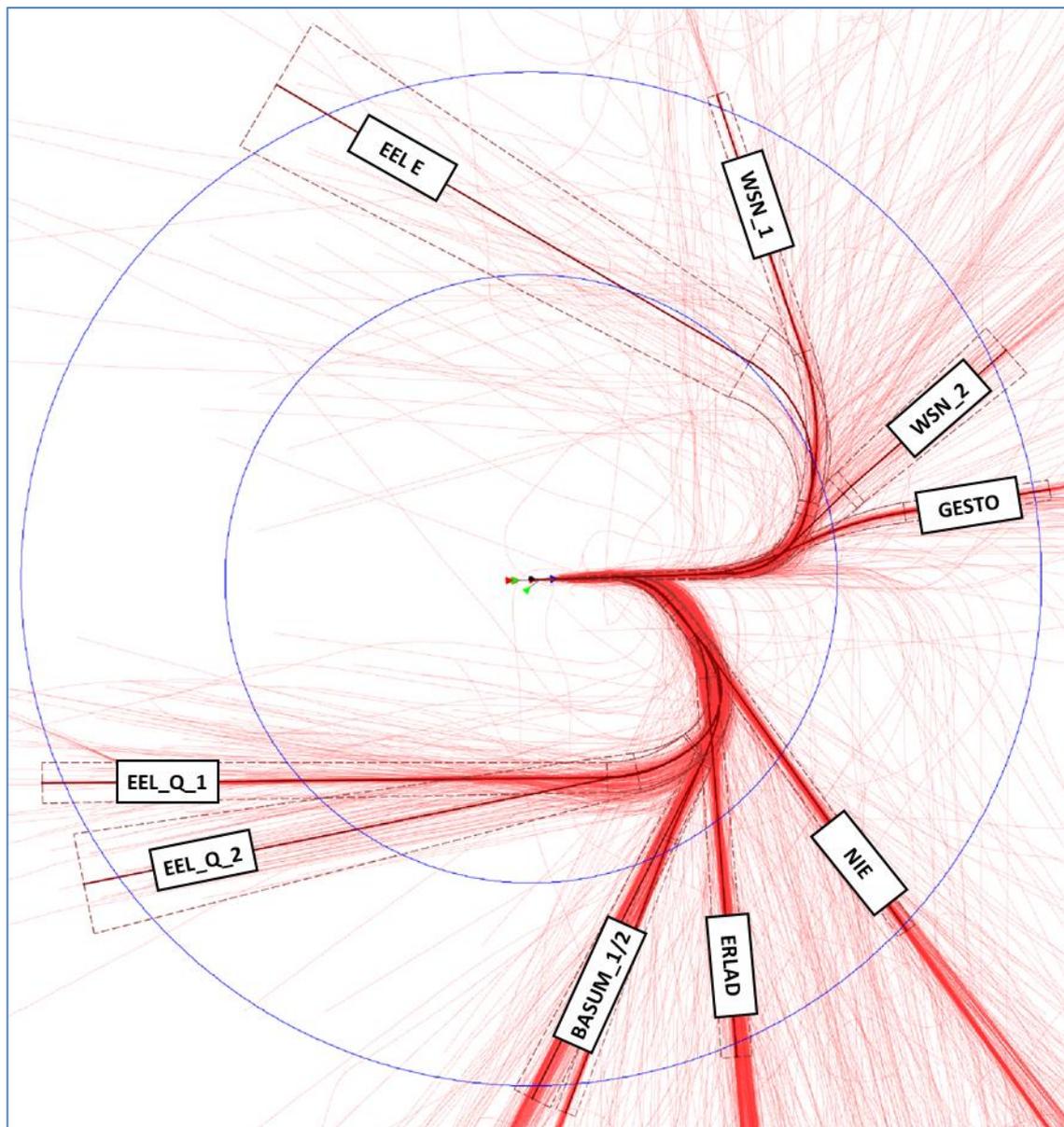


Abbildung 28: IFR-Abflugstrecken BR 09 (DES-Modell)

4.3.2 Anflugstrecken

Die Modellierung der IFR-Anflugstrecken für die Betriebsrichtung Ost (09) basiert ebenfalls auf den von der DFS gelieferten Darstellungen der Standardanflugstrecken sowie der Transition-to-Final-Verfahren (siehe Abbildung 29).

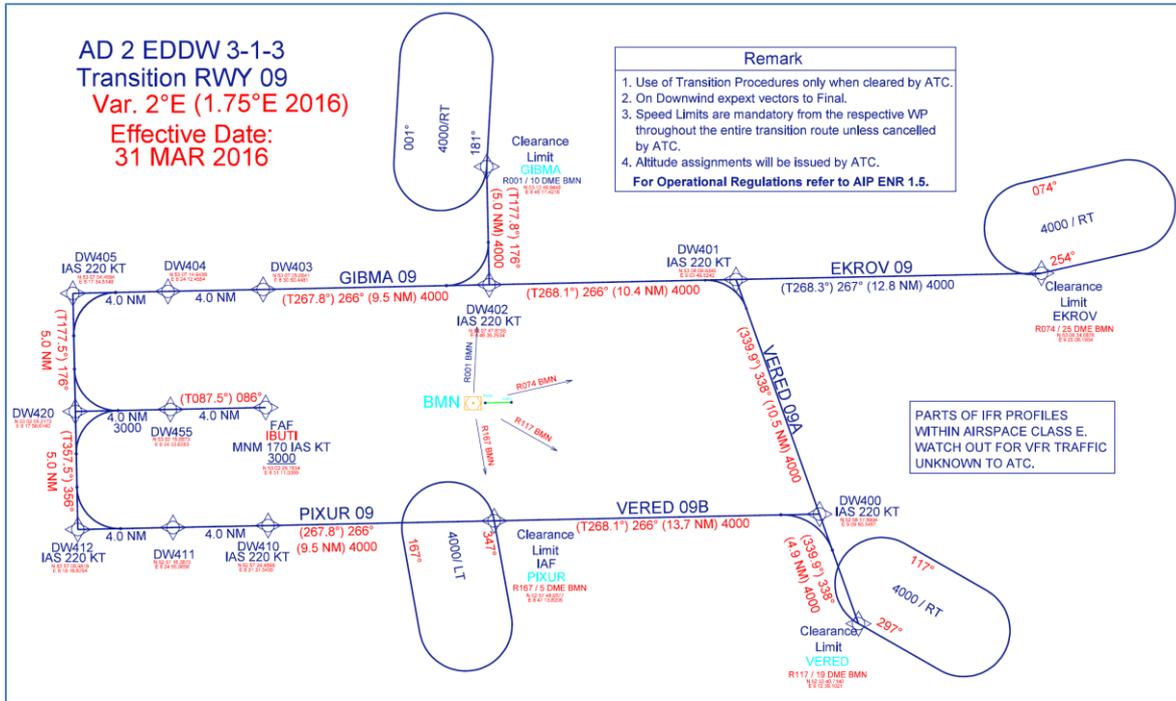


Abbildung 29: Transition-Anflugverfahren BR 09 (DFS-Datenlieferung)

Abbildung 31 zeigt das von OTSD erstellte Streckenmodell für alle Anflüge auf die Landebahn 09. Im Hintergrund sind wiederum die für die Modellbildung verwendeten Flugspuraufzeichnungen der Monate Mai bis Oktober 2018 dargestellt. Die im DES verwendeten Streckenbezeichnung können entnommen werden.

Standard Arrival Route (STAR)	IFR-Anflugstrecken im DES
	RWY 09
EKROV 2P	IFR_09_von_EKROV_N
GIBMA 2P	IFR_09_von_GIBMA_1
	IFR_09_von_GIBMA_2
PIXUR 3P	IFR_09_von_PIXUR_1
	IFR_09_von_PIXUR_2
VERED 3P	IFR_09_von_VERED_1
	IFR_09_von_VERED_2
	IFR_09_von_VERED_3

Abbildung 30: Bezeichnungen der IFR-Anflugstrecken BR 09 im DES

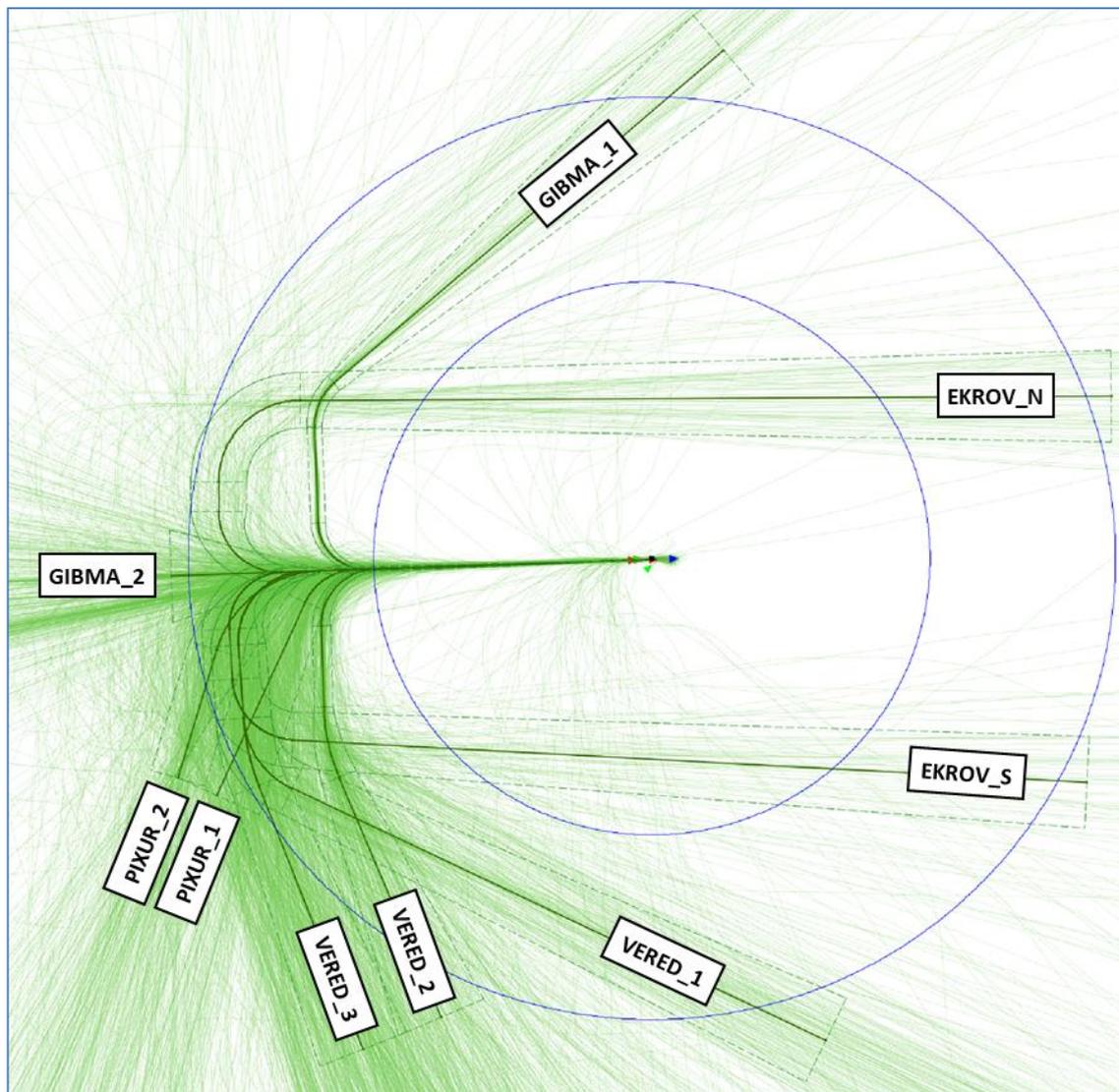


Abbildung 31: IFR-Anflugstrecken BR 09 (DES-Modell)

Abbildung 32 zeigt das Flugverfahren für ILS-Z-Anflüge der BR 09. Die Beschreibung des VOR-Anfluges ist lateral und vertikal weitgehend identisch und kann im DES-Modell hiervon nicht unterschieden werden.

Abbildung 33 zeigt das Verfahren für GLS-Z-Anflüge. Die Beschreibung des RNP-Anfluges ist lateral und vertikal weitgehend identisch und kann im DES-Modell hiervon nicht unterschieden werden.

Im DES-Modell für die BR 09 (siehe Abbildung 34) sind die folgenden IFR-Anflugstrecken für die mit diesen Flugbewegungen verbundenen Flugbewegungen vorgesehen:

- IFR_09_via-BMN_RNP für RNP- bzw. GLS-Z-Anflüge
- IFR_09_via_BMN_AB für VOR- und ILS-Z-Anflüge der inneren Streckenführung (Luftfahrzeuge der Kategorien A/B)
- IFR_09_via_BMN_CD für VOR- und ILS-Z-Anflüge der inneren Streckenführung (Luftfahrzeuge der Kategorien A/B)

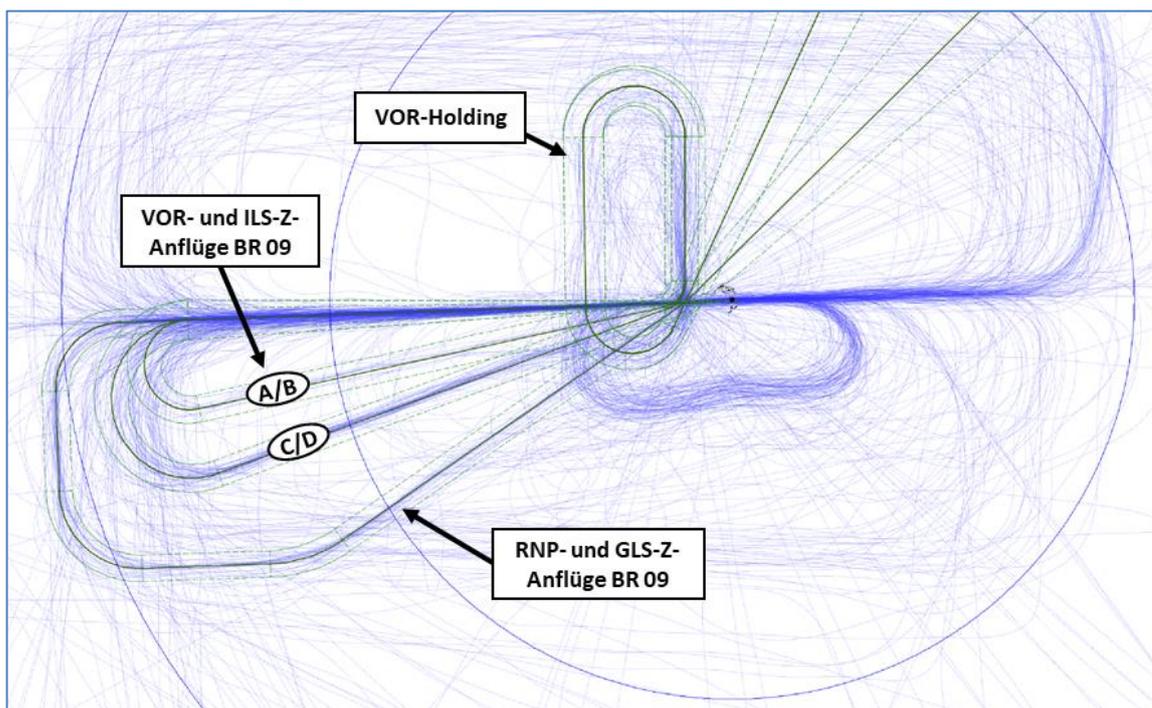


Abbildung 34: IFR-Übungsanflüge BR 09 (DES-Modell)

Das Modell der Anflugstrecken konnte wiederum anhand von FANOMOS-Daten an die flugbetriebliche Praxis angepasst werden (siehe Abbildung 34).

4.4 IFR-Flugstrecken für Hubschrauber

In den Flugbewegungsdaten sind IFR-Flüge von Hubschraubern vorgesehen. Diese folgen im DES-Modell weitgehend jeweils einer im DES erfassten IFR-Flugstrecke für Flugzeuge und nutzen die Start-/Landebahn für Abflüge und Anflüge.

Der Flugweg zwischen der Abstellposition des Hubschraubers und der Start-Landebahn wird als sog. Hover-Strecke nach AzD erfasst. Starts und Landungen erfolgen dann von bzw. zu der Hubschrauberstart-/landestelle H2, die sich auf der Bahn 09/27 in Höhe des Rollwegs C befindetet (siehe Abbildung 8).

Die IFR-Flugstrecken für Hubschrauber sind entsprechend der ersten Flugrichtung und angelehnt an die Betriebsrichtung der Start-/Landebahn bezeichnet mit dem Präfix

- „IFR_H09_von“ bzw. „IFR_H09_nach“ für An- bzw. Abflugstrecken der BR 09 und
- „IFR_H27_von“ bzw. „IFR_H27_nach“ für An- bzw. Abflugstrecken der BR 27.

5 Modellierung der VFR-Flugstrecken

5.1 Flugbewegungen mit Flugzeugen

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 [3] zur Verfügung, anhand derer die tatsächlich genutzten Streckenführungen analysiert werden konnten. Das VFR-Flugstreckenmodell wurde hiermit an die flugbetriebliche Praxis angepasst werden und bildet somit den VFR-Flugbetrieb realitätsnah ab.

Das System der VFR-Flugstrecken verwendet die Meldepunkte „NOVEMBER“, „SIERRA 1“, „SIERRA 2“ und „WHISKEY“. Die Nutzungsanteile der An- und Abflugstrecken über diese Meldepunkte konnte mit Hilfe der FANOMOS-Daten grob abgeschätzt werden:

VFR-Flugstrecke	Nutzungsanteil
NOVEMBER	59%
SIERRA (SIERRA 1 / SIERRA 2)	24%
WHISKEY	17%

Abbildung 35: Nutzungsanteile der VFR-Flugstrecken

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

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

Im DES werden VFR An- und Abflugstrecken ausschließlich von Kleinflugzeugen der Luftfahrzeuggruppen P 1.0 bis P 1.4 genutzt. Platzrundenflüge auf der im DES als „VFR-Platzrunde“ bezeichneten Streckenführung finden hingegen mehrheitlich mit kleinen Strahlflugzeugen der Gruppe S 5.1 im Übungsflugbetrieb der LAT statt.

5.1.1 Anflugstrecken

Die VFR-Anflugstrecken für Flugzeuge im DES-Modell führen über die Meldepunkte NOVEMBER, SIERRA 1 und SIERRA 2 sowie WHISKEY zur Landebahn 09 bzw. 27. Anflüge über NOVEMBER wurden auf Basis der am häufigsten genutzten Flugwege in drei Anflugstrecken aus Richtung Nordwesten (NOVEMBER_1), Norden (NOVEMBER_2) und Nordosten (NOVEMBER_3) aufgeteilt.

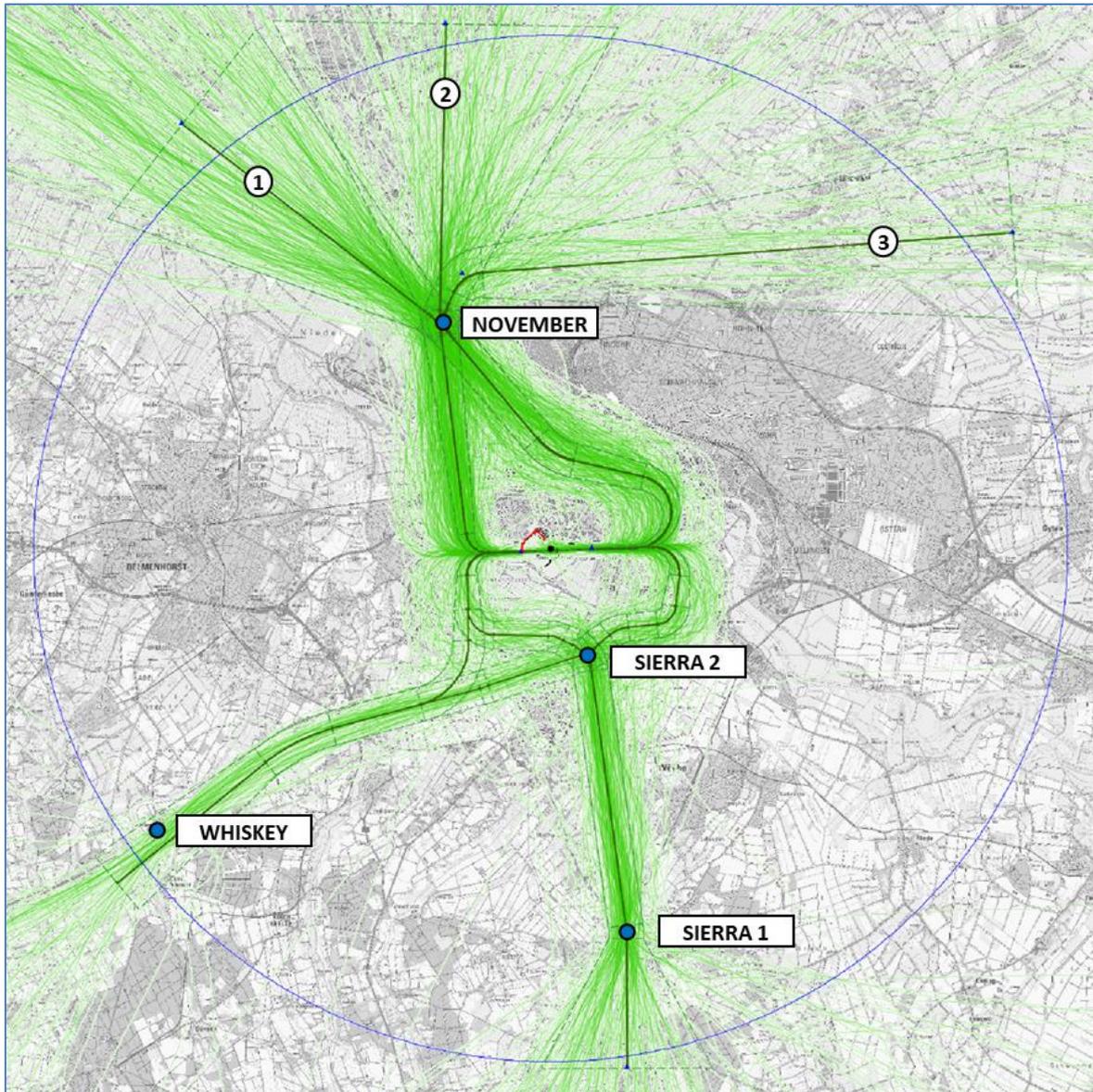


Abbildung 36: VFR-Anflugstrecken BR 09 und 27 (DES-Modell)⁹

⁹ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

5.1.2 Abflugstrecken

Die VFR-Abflugstrecken für Flugzeuge im DES-Modell führen von der Startbahn 09 bzw. 27 und von der Nebenstartbahn 23 über die Meldepunkte NOVEMBER, SIERRA 1 sowie WHISKEY. Der Meldepunkt SIERRA 2 wird in der Regel nicht überflogen.

Abflüge über NOVEMBER wurden auf Basis der am häufigsten genutzten Flugwege in drei Abflugstrecken in Richtung Nordwesten (NOVEMBER_1), Norden (NOVEMBER_2) und Nordosten (NOVEMBER_3) aufgeteilt.

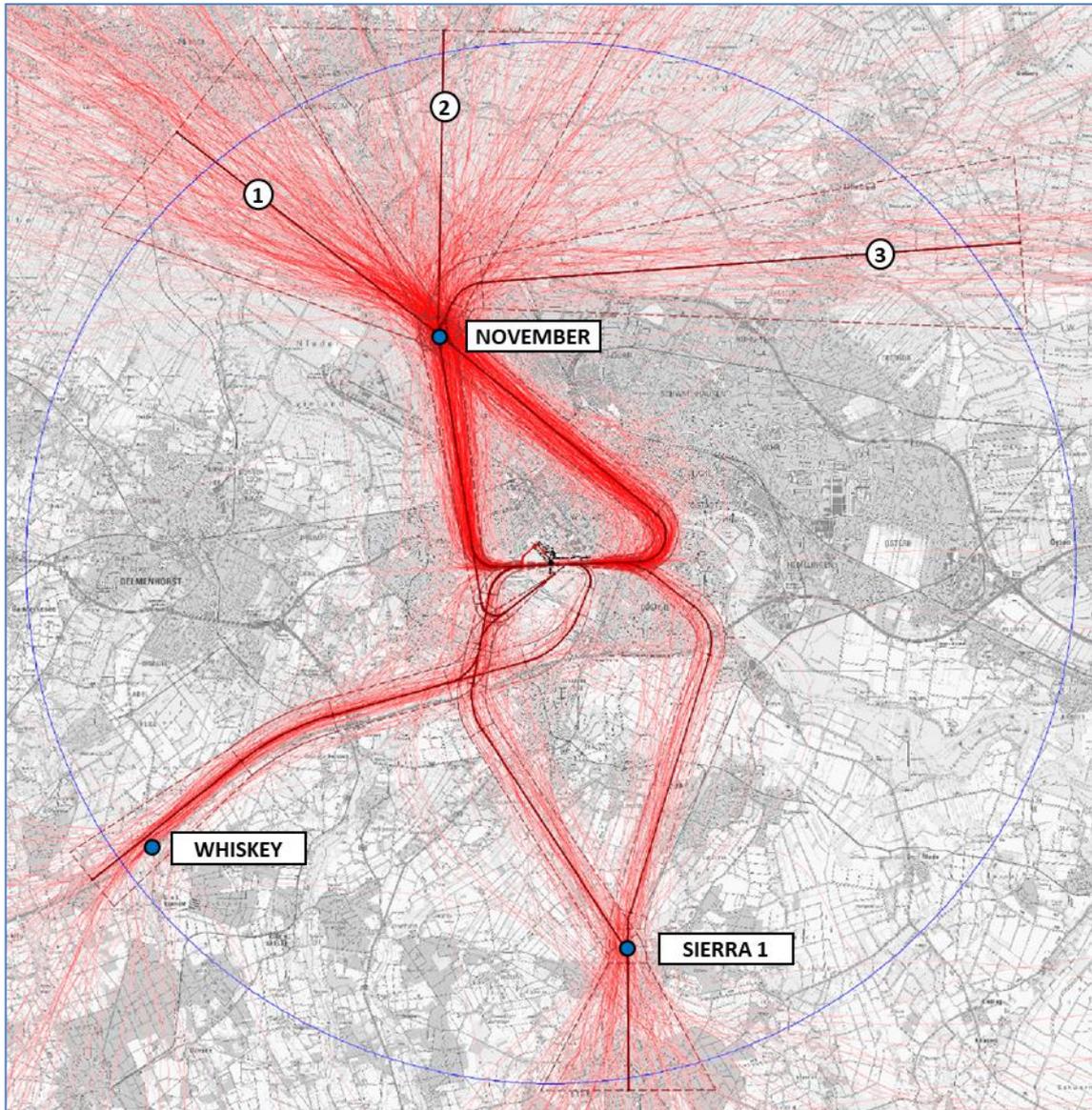


Abbildung 37: VFR-Abflugstrecken BR 09, 23 und 27 (DES-Modell)¹⁰

¹⁰ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

5.1.3 Platzrunden

Platzrunden für Flugzeuge wurden jeweils im Norden und im Süden des Platzes für BR 27 und BR 09 modelliert (siehe Abbildung 38). In der Abbildung ist außerdem der Verlauf der VFR-Platzrunde im Süden des Platzes zu erkennen.

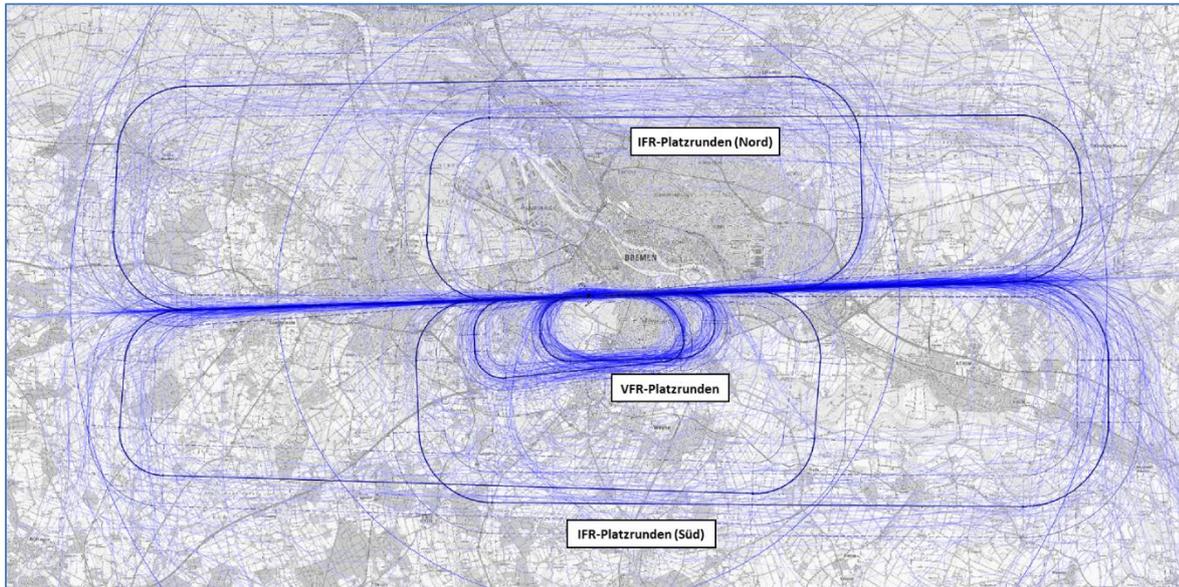


Abbildung 38: Platzrunden BR 09 und 27 (DES-Modell)¹¹

5.2 Flugbewegungen mit Hubschraubern

Das DES-Modell enthält weiterhin VFR-Flugstrecken für Hubschrauber. Hierbei handelt es sich um

- Starts und Landungen des DRF-Rettungshubschraubers von der Hubschrauberstart-/Landestelle H1 (südwestlich des Rollwegs H, siehe Abbildung 8) und
- Starts und Landungen, die die Start-/Landebahn benutzen (im Modell als Hubschrauberstart-/Landestelle H2 auf Höhe des Rollwegs C bezeichnet).

Die VFR-Flugstrecken für Hubschrauber sind im Modell generell an die Sichtflugstrecken für Flugzeuge angelehnt und führen ebenso über die Meldepunkte NOVEMBER, SIERRA 1/2 und WHISKEY.

Für den DRF-Rettungshubschrauber wurden zusätzliche zwei Flugstrecken in Richtung Nordosten bzw. Osten in das Modell aufgenommen, die im veröffentlichten VFR-Streckensystem nicht vorgesehen sind.

¹¹ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

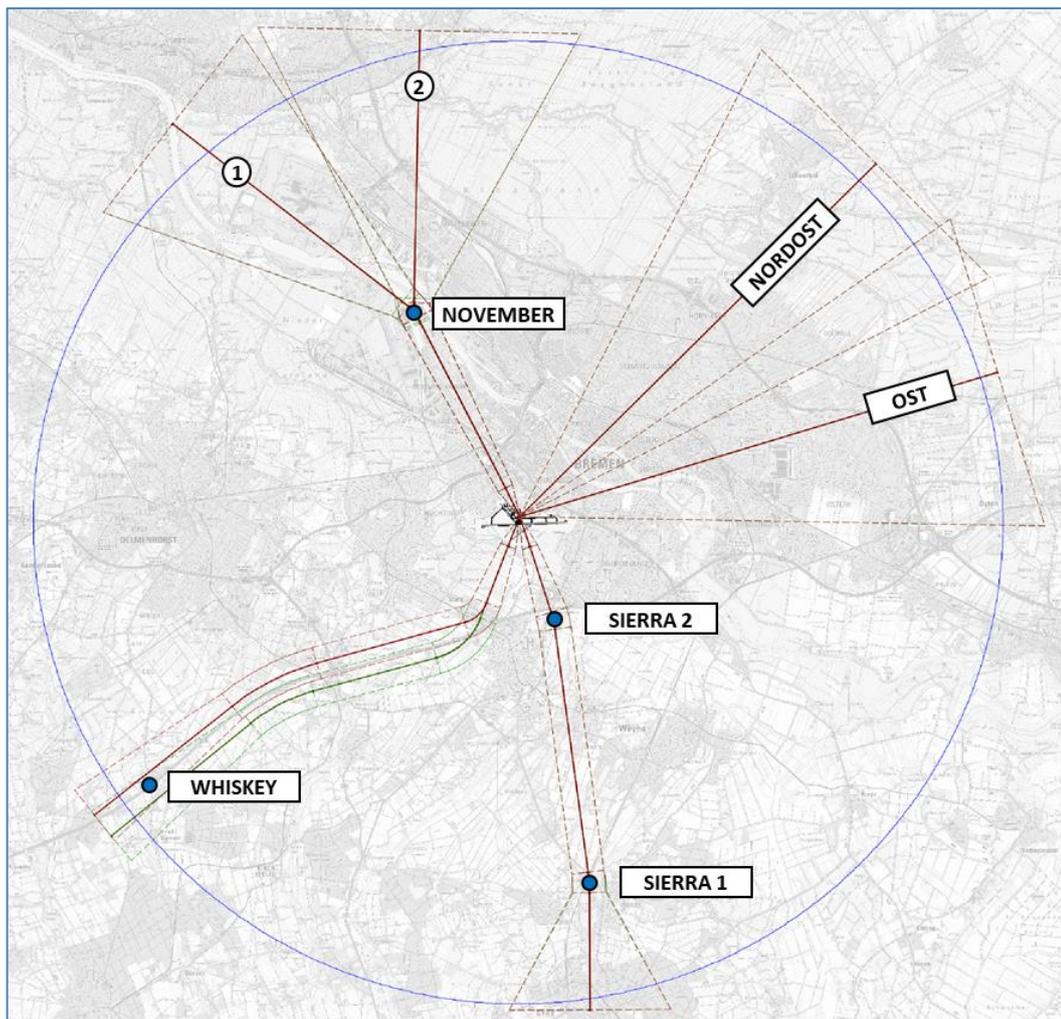


Abbildung 39: VFR-Flugstrecken für Hubschrauber H1/DRF (DES-Modell)¹²

¹² Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 2019

6 Flugbewegungsangaben im Datenerfassungssystem

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

Zu den Flugbewegungsangaben im DES zählen Daten

- zur Anzahl von Starts-, Landungen und Platzrundenflügen,
- zu Rollbewegungen und der Nutzung von Rollstrecken,
- zum APU-Betrieb sowie
- zum Flugbetrieb der Vorjahre im Rahmen der sog. Sigma-Regelung.

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

6.1 Starts, Landungen und Platzrundenflüge

Die Gesamtanzahl der Flugbewegungen für die 6 verkehrsreichsten Monate des Prognosejahrs 2030 wurde, differenziert nach AzD-Luftfahrzeuggruppen und den Zeitbereichen Tag (6 bis 22 Uhr Ortszeit) und Nacht (22 bis 6 Uhr) vom Flughafen Bremen bereitgestellt [5].

Luftfahrzeuggruppe	Prognose Tag (6-22 Uhr)	Prognose Nacht (22-6 Uhr)	Gesamt
H 1.1	290	12	302
H 1.2	1.100	18	1.118
H 2.1	52	8	60
H 2.2	14	2	16
P 1.0	126	0	126
P 1.1	32	2	34
P 1.3	3.000	8	3.008
P 1.4	650	12	662
P 2.1	2.600	104	2.704
P 2.2	70	2	72
P-MIL 2	56	2	58
S 5.1	9.000	70	9.070
S 5.2	13.000	1.588	14.588
S 5.3	6	2	8
S 6.1	390	20	410
S 6.2 (a)	6	0	6
S 6.3	8	0	8
S 7 (a)	6	0	6
S-MIL 1	4	0	4
S-MIL 3	2	0	2
S-MIL 4	2	0	2
S-MIL 6	2	0	2
Summe:	30.416	1.850	32.266

Abbildung 40: Ergänzung der Prognosedaten 2030

Die für das DES zu erfassenden Flugbewegungsangaben ergeben sich nach einer Reihe von Bearbeitungsschritten, die im Folgenden beschrieben sind.

Im Rahmen der Abstimmung mit dem Auftraggeber und dem Flughafen Bremen wurde das Mengengerüst der Prognose in einem ersten Schritt wie folgt ergänzt:

- Die Anzahl der Flugbewegungen der Luftfahrzeuggruppe P 1.3 in der Nacht wurde von 7 auf 8 erhöht, da für jede Gruppe die Anzahl der Landungen im DES der Anzahl der Starts entsprechen muss.
- Hinzugefügt wurden außerdem 100 Übungsflüge mit Hubschraubern der Luftfahrzeuggruppe H 1.1. Bei diesen Flugbewegungen handelt es sich um Übungsanflüge der Bundeswehr, die regelmäßig als sog. Low Approaches (Überflüge ohne Bahnberührung) ausgeführt werden. Für die Abbildung im DES wurden diese als 100 Landungen und 100 Starts erfasst und die Bewegungszahl der Gruppe H 1.1 damit um 200 erhöht.

Das ergänzte Mengengerüst der Prognose ist in Abbildung 40 dargestellt. Die erhöhten Bewegungszahlen sind farblich markiert.

Im DES sind die Flugbewegungen außerdem nach Starts, Landungen und Platzrundenflügen differenziert zu erfassen. Hierfür wurden zunächst die Anteile von Starts und Landungen für den Tag (6 bis 22 Uhr Ortszeit) und die Nacht (22 bis 6 Uhr) je Luftfahrzeuggruppe ermittelt. Gestützt auf eine Analyse der FANOMOS-Flugspuren [2] konnte für alle Luftfahrzeuggruppen mit Ausnahme der Gruppe S 5.2 hier eine Gleichverteilung von Starts und Landungen in den beiden Zeiträumen angenommen werden. Die Flugbewegungen der Gruppe S 5.2 weisen dagegen am Tag einen deutlich erhöhten Anteil (ca. 54,8 Prozent) an Starts auf, während in der Nacht die Landungen überwiegen (ca. 84,1 Prozent).

Die statistischen Daten des Flugbetriebs der Vorjahre (siehe Abschnitt 6.4) wurden zur Aufteilung der Flugbewegungsdaten auf die Betriebsrichtungen genutzt. Für das DES wurde diese gemäß dem 10-jährigen Mittel wie folgt angenommen:

- 62,5 Prozent der Flugbewegungen nutzen die BR West (27) und
- 37,5 Prozent der Flugbewegungen nutzen die BR Ost (09).

Insgesamt 123 Starts auf der Nebenstartbahn 23 wurden unabhängig von dieser Verteilung zugewiesen.

Die Anzahl der Starts und Landungen wurde anschließend weiter erhöht, um die regelmäßig auftretenden IFR Fehlanflüge (Missed Approaches) zu berücksichtigen. Diese treten dann auf, wenn anfliegende Luftfahrzeuge ihren Landeanflug abbrechen müssen. Gründe dafür können z.B. das Wetter oder ein Hindernis auf der Landebahn sein, aber auch Flüge des am Klinikum Links der Weser stationierten Rettungshubschraubers. Hierin nicht enthalten sind die im Rahmen des Übungsflugbetriebes durchgeführten Übungsanflüge. Für diese wird davon ausgegangen, dass sie (als Landungen in Starts) im Mengengerüst der Prognose enthalten sind.

In Abstimmung mit der örtlichen Flugsicherung wurden im DES insgesamt 60 Fehlanflüge (53 am Tag und 7 in der Nacht) als jeweils eine Landung und ein Start erfasst. Diese wurden entsprechend den Anteilen der Luftfahrzeuggruppen an allen IFR-Landungen verteilt.

Ferner wurden im Rahmen des Abstimmungsprozesses und unterstützt durch eine Analyse von FANOMOS-Flugspuren die folgenden Anzahlen für Platzrundenflüge festgelegt:

- 150 Platzrunden mit Luftfahrzeugen der Gruppe P 1.3
- 800 Platzrunden mit Luftfahrzeugen der Gruppe S 5.1

Bei Letzteren handelt es sich hauptsächlich um Übungsflüge der Lufthansa-Flugschule (Lufthansa Aviation Training, LAT).

Die für das DES aufbereiteten Flugbewegungszahlen sind in Abbildung 41 dargestellt.

Luftfahrzeuggruppe	Starts Tag	Starts Nacht	Landungen Tag	Landungen Nacht	Platzrunden Tag	Platzrunden Nacht	Gesamt Tag	Gesamt Nacht	Gesamt Tag + Nacht
H 1.1	145	6	145	6	0	0	290	12	302
H 1.2	550	9	550	9	0	0	1.100	18	1.118
H 2.1	26	4	26	4	0	0	52	8	60
H 2.2	7	1	7	1	0	0	14	2	16
P 1.0	63	0	63	0	0	0	126	0	126
P 1.1	16	1	16	1	0	0	32	2	34
P 1.3	1.350	4	1.350	4	150	0	2.850	8	2.858
P 1.4	326	6	326	6	0	0	652	12	664
P 2.1	1.305	52	1.305	52	0	0	2.610	104	2.714
P 2.2	35	1	35	1	0	0	70	2	72
P-MIL 2	28	1	28	1	0	0	56	2	58
S 5.1	3.717	35	3.717	35	800	0	8.234	70	8.304
S 5.2	7.075	255	5.983	1.347	0	0	13.058	1.602	14.660
S 5.3	3	1	3	1	0	0	6	2	8
S 6.1	196	10	196	10	0	0	392	20	412
S 6.2 (a)	3	0	3	0	0	0	6	0	6
S 6.3	4	0	4	0	0	0	8	0	8
S 7 (a)	3	0	3	0	0	0	6	0	6
S-MIL 1	2	0	2	0	0	0	4	0	4
S-MIL 3	1	0	1	0	0	0	2	0	2
S-MIL 4	1	0	1	0	0	0	2	0	2
S-MIL 6	1	0	1	0	0	0	2	0	2
Summe:	14.857	386	13.765	1.478	950	0	29.572	1.864	31.436

Abbildung 41: Flugbewegungen (Starts, Landungen, Platzrunden) im DES

Allen Flugbewegungen wurde schließlich eine im DES modellierte Flugstrecke zugewiesen. Die vorliegende Luftverkehrsprognose für das Jahr 2030 enthielt weder Angaben zu Quell- oder Zielflughäfen noch andere Informationen, aus denen eine Streckenbelegung abgeleitet werden konnte. Aus diesem Grund wurde für das DES die (anteilig) Streckenbelegung der sechs verkehrsreichsten Monate des Vergleichsjahres 2018 übertragen, die aus den FANOMOS-Daten [2] abgeleitet wurde. Eine detaillierte Übersicht aller Flugstrecken und ihrer Belegung liegt dem DES in Tabellenform bei.

6.2 Rollbewegungen

Grundsätzlich werden im DES jedem Start und jeder Landung eine Rollbewegung vor dem Start bzw. nach der Landung zugewiesen. Platzrundenflüge werden als Folge von einem Start und einer Landung betrachtet und erhalten entsprechend zwei Rollbewegungen.

Ausgenommen von dieser Regelung sind die – nur hilfswise als Landung und Start abgebildeten – Fehlanflüge (s.o.). Für die zugehörigen Flugbewegungen werden keine Rollbewegungen erfasst.

Von den (wenigen) Bewegungen mit militärischen Strahlflugzeugen der Gruppen S-MIL 1, S-MIL 3, S-MIL4 und S-MIL 6 wird ebenfalls angenommen, dass es sich hierbei um Überflüge handelt, die in Bremen nicht landen oder starten. Entsprechend wurden für diese auch keine Rollbewegungen erfasst.

Luftfahrzeuggruppe	Rollbewegungen Tag (6-22 Uhr)	Rollbewegungen Nacht (22-6 Uhr)	Rollbewegungen Gesamt
P 1.0	126	0	126
P 1.1	32	2	34
P 1.3	3.000	8	3.008
P 1.4	650	12	662
P 2.1	2.600	104	2.704
P 2.2	70	2	72
P-MIL 2	56	2	58
S 5.1	9.000	70	9.070
S 5.2	13.000	1.588	14.588
S 5.3	6	2	8
S 6.1	390	20	410
S 6.2 (a)	6	0	6
S 6.3	8	0	8
S 7 (a)	6	0	6
S-MIL 1	0	0	0
S-MIL 3	0	0	0
S-MIL 4	0	0	0
S-MIL 6	0	0	0
Summe:	28.950	1.810	30.760

Abbildung 42: Rollbewegungen (Anflug- und Abflug-Rollwege) im DES

Eine Übersicht aller im DES erfassten Rollbewegungen für landende und startende Flugzeuge ist in Abbildung 42 dargestellt.

6.3 APU-Betriebsdaten

Der Betrieb der Hilfstriebwerke (Auxiliary Power Units, APU) wurde im DES mit den von der AzB vorgeschlagenen Standardlaufzeiten von 30 Minuten vor dem Start und 15 Minuten nach der Landung modelliert.

Die tatsächlichen Laufzeiten dieser Aggregate sollten allerdings nach Auskunft des Flughafens Bremen deutlich geringer sein, da an einem Großteil der Parkpositionen eine Bodenstromversorgung oder mobile Geräte zur Stromversorgung verfügbar sind.

Der APU-Betrieb wurde im DES jeweils an der Ersatz-Abstellposition (siehe Abschnitt 3.2) der jeweiligen Rollbewegung erfasst.

Luftfahrzeuggruppe	APU-Betrieb Tag (6-22 Uhr)	APU-Betrieb Nacht (22-6 Uhr)	APU-Betrieb Gesamt
P 2.1	2.600	104	2.704
P 2.2	70	2	72
P-MIL 2	56	2	58
S 5.1	9.000	70	9.070
S 5.2	13.000	1.588	14.588
S 5.3	6	2	8
S 6.1	390	20	410
S 6.2 (a)	6	0	6
S 6.3	8	0	8
S 7 (a)	6	0	6
S-MIL 1	0	0	0
S-MIL 3	0	0	0
S-MIL 4	0	0	0
S-MIL 6	0	0	0
Summe:	25.142	1.788	26.930

Abbildung 43: APU-Betriebsdaten (vor dem Start/nach der Landung) im DES

Abbildung 43 zeigt eine Übersicht aller im DES erfassten APU-Betriebe.

6.4 Flugbetrieb der Vorjahre (Sigma-Regelung)

Die statistischen Angaben zu den Flugbewegungen der Jahre 2009 bis 2018 wurden für die sog. Sigma-Regelung aufbereitet und beschreiben im Kapitel 6 der DES-Datenblätter die jeweiligen Nutzungsanteile der bahnbezogenen Betriebsrichtungen für Starts- und Landungen der verschiedenen Bahnrichtungen am Tag und in der Nacht. Die auf ein bzw. zwei Nachkommastellen gerundeten prozentualen Nutzungsanteile der 10 Vergleichsjahre sind in Abbildung 44 und Abbildung 45 dargestellt.

Anteilige Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen / TAG (6 bis 22 Uhr)						
Jahr	RWY 09		RWY 27		RWY 23	Summe
	Starts	Landungen	Starts	Landungen	Starts	
2009	19,4%	18,0%	32,9%	29,6%	0,14%	100%
2010	21,3%	19,3%	31,0%	28,3%	0,14%	100%
2011	18,7%	17,5%	33,1%	30,4%	0,23%	100%
2012	17,2%	16,5%	34,3%	31,8%	0,19%	100%
2013	20,2%	19,3%	31,4%	28,9%	0,21%	100%
2014	21,8%	21,3%	29,6%	27,1%	0,19%	100%
2015	15,9%	15,1%	35,8%	33,0%	0,21%	100%
2016	19,1%	18,4%	32,4%	29,7%	0,43%	100%
2017	15,1%	14,5%	36,4%	33,5%	0,48%	100%
2018	22,7%	22,0%	28,6%	26,4%	0,33%	100%

Abbildung 44: Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen am Tag

Anteilige Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen / NACHT (22 bis 6 Uhr)						
Jahr	RWY 09		RWY 27		RWY 23	Summe
	Starts	Landungen	Starts	Landungen	Starts	
2009	2,1%	39,6%	3,4%	55,0%	0,00%	100%
2010	3,8%	38,3%	4,9%	53,0%	0,00%	100%
2011	2,5%	34,2%	5,2%	58,0%	0,00%	100%
2012	2,7%	30,2%	5,9%	61,2%	0,00%	100%
2013	3,1%	36,1%	4,6%	56,2%	0,00%	100%
2014	3,8%	36,7%	4,8%	54,7%	0,00%	100%
2015	1,2%	28,0%	3,9%	66,9%	0,00%	100%
2016	3,4%	35,3%	6,7%	54,6%	0,00%	100%
2017	3,2%	29,7%	7,1%	60,0%	0,00%	100%
2018	5,8%	36,6%	8,0%	49,6%	0,00%	100%

Abbildung 45: Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen in der Nacht

Die statischen Daten des Flugbetriebs der Vorjahre wurden außerdem zur Aufteilung der Flugbewegungsdaten nach Betriebsrichtungen genutzt (siehe Abschnitt 6.1).

7 Quellenverzeichnis

- [1] „Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD)“ und “Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB)“, Bekanntmachung vom 19.11.2008 im Bundesanzeiger 195a/2008 vom 23.12.2008.
- [2] Beschreibungen von Flugstrecken sowie lokalen Flugsicherungsverfahren für den Flughafen Bremen, Flugspuraufzeichnungen des Systems FANOMOS, DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, erhalten am 27.06.2019.
- [3] Flugspuraufzeichnungen des Systems FANOMOS, DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, erhalten am 20.09.2019
- [4] Luftfahrthandbuch Deutschland (Aeronautical Information Publication, AIP IFR und AIP VFR), DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Stand vom 12.09.2019.
- [5] Tabellarische Übersichten der Flugzeugbewegungen 2008, 2015, 2018 sowie Prognosen der Flugzeugbewegungen 2020, 2025 und 2030 für die jeweils 6 verkehrsreichsten Monate“, Flughafen Bremen GmbH., erhalten am 21.06.2019.
- [6] "Luftverkehrsprognose 2030“, Erläuterungen zum Mengengerüst der prognostizierten Flugbewegungen, Flughafen Bremen GmbH., erhalten am 19.07.2019.
- [7] Statistik der Flugbewegungen nach Betriebsrichtung für die Jahre 2009 bis 2018, Flughafen Bremen GmbH., erhalten am 25.06.2019.
- [8] Topographisches Kartenmaterial im Maßstab 1:50.000 (DTK50), Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN), zur Verfügung gestellt vom Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim, erhalten am 09.08.2019.
- [9] CAD-Zeichnungen des Flughafen-Layouts und der umgebenden Gebäude (mehrere Dateien im Format DWG), Flughafen Bremen GmbH, erhalten am 03.07.2019.
- [10] Statistik zur Nutzung der Parkpositionen am Flughafen Bremen im Zeitraum Mai bis Oktober 2018, Flughafen Bremen GmbH, erhalten am 16.08.2019.
- [11] „Rollbewegungsmatrix 2030“, Auflistung typischer Rollwege für Starts und Landungen am Flughafen Bremen, Flughafen Bremen GmbH, erhalten am 21.06.2019.
- [12] Flugspuraufzeichnungen Januar bis August 2019 des Systems FANOMOS, DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, erhalten am 20.09.2019.

8 Anlagen

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

- [1] „Datenerfassungssystem (DES) gemäß der Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) für den Flughafen Bremen“, Prognosejahr 2030, OTSD GmbH., Datum der DES-Erstellung 04.12.2019.
- [2] QSI-Projektdaten (QSI-Datenschnittstelle nach DIN 45687) zum Datenerfassungssystem (DES) für den Flughafen Bremen, OTSD GmbH., 04.12.2019.
- [3] Übersichten und Statistiken der Flugbewegungen im Datenerfassungssystem für den Flughafen Bremen, OTSD GmbH., 04.12.2019.