



Erstellung eines Datenerfassungssystems (DES) für den Flughafen Hannover (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 1.3

zum Datenerfassungssystem Version 1.1 vom 12.02.2021

7. April 2021

Version	Datum	Autoren	Bemerkungen
1.0	27.04.2020	Christian Schäffer Florian Pawlik	Abgestimmte Fassung zum DES vom 27.04.2020
1.1	12.02.2021	Christian Schäffer	Anpassung des DES aufgrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie
1.2	24.02.2021	Christian Schäffer	Erläuterung zu neuen LFZ-Mustern in Abschnitt 2.6
1.3	07.04.2021	Christian Schäffer	Ergänzung Abschnitt 5.1 nach Rücksprache mit dem Umweltministerium Niedersachsen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Datengrundlage	7
2.1	Angaben im Luftfahrthandbuch (AIP)	7
2.2	Beschreibung der Flugstrecken	8
2.3	Flugverlaufsdaten (FANOMOS).....	9
2.4	Datenerfassungssystem 2009	10
2.5	Topographisches Kartenmaterial	10
2.6	Luftverkehrsprognose 2030	11
2.7	Flughafen-Layout.....	12
2.8	Flugbewegungsdaten des Rollverkehrs.....	12
2.9	Angaben über den Flugbetrieb der Vorjahre	13
3	Erfassung der Flugplatzinfrastruktur	14
3.1	Start-/Landebahnen und Hubschrauberstart-/landestellen	14
3.2	Ersatz-Abstellpositionen	16
3.3	Rollverkehr und Hover-Bewegungen.....	17
4	Modellierung der IFR-Flugstrecken.....	23
4.1	Vorgehensweise	23
4.1.1	Modellierung der IFR-Flugstrecken nach DFS-Vorgaben.....	23
4.1.2	Anpassung des Modells an die flugbetriebliche Praxis.....	24
4.1.3	Darstellung des DES-Flugstreckenmodells	25
4.2	Betriebsrichtung West (27)	26
4.2.1	Abflugstrecken.....	26
4.2.2	Anflugstrecken.....	29
4.3	Betriebsrichtung Ost (09).....	32
4.3.1	Abflugstrecken.....	32
4.3.2	Anflugstrecken.....	35
5	Modellierung der VFR-Flugstrecken	37
5.1	Flugbewegungen mit Flugzeugen.....	37
5.1.1	Abflugstrecken.....	38
5.1.2	Anflugstrecken.....	39
5.1.3	Platzrunden	40
5.2	Flugbewegungen mit Hubschraubern.....	41



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)	47
7	Quellenverzeichnis.....	48
8	Anlagen	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Angaben zum Flughafen Hannover (Auszug, AIP AD-2 EDDV 1-1 ff.) ..	7
Abbildung 2: DFS-Darstellung der IFR-Flugstrecken (Beispiel)	8
Abbildung 3: FANOMOS-Flugspuren 2018 (Ausschnitt)	9
Abbildung 4: Datenerfassungssystem EDDV 2009	10
Abbildung 5: Vergleich der Prognose-Flugbewegungen 2030 und 2020	11
Abbildung 6: Flughafen-Layout EDDV	12
Abbildung 7: Flugbetrieb der Vorjahre (TAG, 6 bis 22 Uhr)	13
Abbildung 8: Flugbetrieb der Vorjahre (NACHT, 22 bis 6 Uhr)	13
Abbildung 9: Flughafen-Infrastruktur (DES-Modell)	15
Abbildung 10: Ersatz-Abstellpositionen (Positionsgruppen)	16
Abbildung 11: Lage der Ersatz-Abstellpositionen (DES-Modell)	17
Abbildung 12: Abflug-Rollwege für Starts 27R	18
Abbildung 13: Abflug-Rollwege für Starts 27L	18
Abbildung 14: Abflug-Rollwege für Starts 09L	19
Abbildung 15: Abflug-Rollwege für Starts 09R	19
Abbildung 16: Anflug-Rollwege für Landungen 27R	20
Abbildung 17: Anflug-Rollwege für Landungen 27L	20
Abbildung 18: Anflug-Rollwege für Landungen 09L	21
Abbildung 19: Anflug-Rollwege für Landungen 09R	21
Abbildung 20: Modellierung von IFR-Flugstrecken (Beispiel: SID NIE 9S)	23
Abbildung 21: Streckenanpassung an die flugbetriebliche Praxis (Beispiel)	25
Abbildung 22: IFR-Abflugstrecken RWY 27R (DFS-Datenlieferung)	26
Abbildung 23: IFR-Abflugstrecken BR 27 (DES-Modell)	27
Abbildung 24: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken RWY 27R im DES	27
Abbildung 25: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken RWY 27L im DES	28
Abbildung 26: IFR-Anflugstrecken für STARs der BR 27 (DES-Modell)	29
Abbildung 27: Bezeichnungen der IFR-Anflugstrecken für STARs BR 27 im DES ...	30
Abbildung 28: IFR-Anflugstrecken für Anflüge ohne STAR BR 27 (DES-Modell)	31
Abbildung 29: IFR-Abflugstrecken RWY 09L (DFS-Datenlieferung)	32
Abbildung 30: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken RWY 09L im DES	33
Abbildung 31: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken RWY 09R im DES	33
Abbildung 32: IFR-Abflugstrecken BR 09 (DES-Modell)	34
Abbildung 33: IFR-Anflugstrecken für STARs der BR 09 (DES-Modell)	35
Abbildung 34: Bezeichnungen der IFR-Anflugstrecken für STARs BR 09 im DES ...	35
Abbildung 35: IFR-Anflugstrecken für Anflüge ohne STAR BR 09 (DES-Modell)	36
Abbildung 36: VFR-Abflugstrecken über Meldepunkte BR 09/27 (DES-Modell)	38
Abbildung 37: VFR-Anflüge nach Himmelsrichtungen BR 09/27 (DES-Modell)	38
Abbildung 38: VFR-Anflugstrecken über Meldepunkte BR 09/27 (DES-Modell)	39

Abbildung 39: VFR-Anflüge nach Himmelsrichtungen BR 09/27 (DES-Modell)	39
Abbildung 40: Platzrunden BR 09 und 27 (DES-Modell)	40
Abbildung 41: Anbindung der VFR-Flugstrecken für Hubschrauber (DES-Modell) ...	41
Abbildung 42: Prognosedaten für Starts, Landungen und Platzrunden im DES	43
Abbildung 43: Ergänzte DES-Flugbewegungsangaben	44
Abbildung 44: Rollbewegungen (Anflug- und Abflug-Rollwege) im DES	45
Abbildung 45: APU-Betriebsdaten (vor dem Start/nach der Landung) im DES	46
Abbildung 46: Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen am Tag	47
Abbildung 47: Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen in der Nacht	47

Abkürzungsverzeichnis

AIP	Aeronautical Information Publication (Luftfahrthandbuch)
APU	Auxiliary Power Unit (Hilfstriebwerk)
ATS	Air Traffic Services
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
AzD	Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb
BGBI	Bundesgesetzblatt
BR	Betriebsrichtung
DES	Datenerfassungssystem
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
FANOMOS	Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System
IAF	Initial Approach Fix
IFR	Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)
MTOM	Maximum Takeoff Mass (maximale Startmasse)
NDB	Non-Directional Beacon (ungerichtetes Funkfeuer)
OTSD	Optimized Traffic Systems Development
RNAV	Area Navigation (Flächennavigation)
RWY	Runway (Start- und Landebahn)
SID	Standard Instrument Departure
STAR	Standard Arrival Route
UTM	Universal Transverse Mercator
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 Hannover (EDDV) fällt als Verkehrsflughafen mit Linien- und Pauschalflugreiseverkehr unter diese Regelung und ist damit verpflichtet, ein Datenerfassungssystem (DES) nach der "Anleitung zur Datenerfassung" (AzD 2008, siehe [1]) als Grundlage für die Festlegung eines Lärmschutzbereiches vorzulegen.

Die Konturen des im Jahr 2010 festgelegten Lärmschutzbereiches sind, nach einer Frist von 10 Jahren, zu überprüfen. Hierfür müssen erneut ein DES erstellt und Fluglärmrechnungen durchgeführt werden.

Im März 2019 wurde OTSD von der Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH beauftragt, das für die Überprüfung des Lärmschutzbereiches erforderliche DES zu erstellen. Das DES in der Version 1.0 wurde am 27.04.2020 geliefert, aufgrund der absehbaren Auswirkungen der seit Beginn 2020 grassierenden Corona-Pandemie auf den Flugbetrieb jedoch nicht zur Festlegung eines neuen Lärmschutzbereiches herangezogen. Im Dezember 2020 wurde vereinbart, ein an die geänderte Situation angepasstes DES zu erstellen.

Die Erstellung des im DES verwendeten Flugstreckenmodells erfolgte im Rahmen eines im Juni 2019 an OTSD vergebenen Auftrages der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS).

Diese Dokumentation erläutert und dokumentiert die im DES erfassten Daten über den Flugbetrieb am Flughafen Hannover 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 (DFS) in der während des Projektzeitraums jeweils aktuellen Fassung (letzte Aktualisierung vom 10. Oktober 2019, siehe [2]) verwendet.

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

LUFTFAHRTHANDBUCH DEUTSCHLAND
AIP GERMANY

AD 2 EDDV 1-1
25 APR 2019

EDDV AD 2.1 Aerodrome location indicator and name

EDDV HANNOVER

EDDV AD 2.2 Aerodrome geographical and administrative data

1	ARP coordinates and site at AD	N 52 27 36.77 E 009 41 00.68 1908 m W of THR 27L and at a right angle to RWY centre line at a distance of 602.5 m to N
2	Direction and distance of ARP from (city)	11 km (6 NM) N Hannover
3	Elevation/Reference temperature	183 ft / 23.5°C
4	Geoid undulation at AD ELEV PSN	43 m
5	MAG VAR/date of information and annual change	2.0° E (2016,01) / -
6	AD operator, address, telephone, telefax, telex, AFS, E-mail, website	Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH Postfach 420280, 30662 Hannover, Flughafen Hannover Tel.: +49 (0)511 977-0 (Zentrale) Fax: +49 (0)511 977-1898 (Zentrale) +49 (0)511 977-1645 (OPS) SITA: HAJAPXH
7	Types of traffic permitted (IFR/VFR)	IFR/VFR
8	Remarks	Nil

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

Auf weiteren Seiten zum Flughafen Hannover werden detailliert das Flugplatz-Layout sowie die (heutigen) Flugverfahren für An- und Abflüge beschrieben.

Ab Seite 6-1 sind außerdem genaue Koordinaten für eine Reihe von Wegpunkten 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 Beschreibung der Flugstrecken

Der (idealtypische) Verlauf der IFR-Flugstrecken wurde von der DFS in Form von CAD-Darstellungen [3] bereitgestellt, wie sie in ähnlicher Form auch im Luftfahrthandbuch (AIP) zu finden sind.

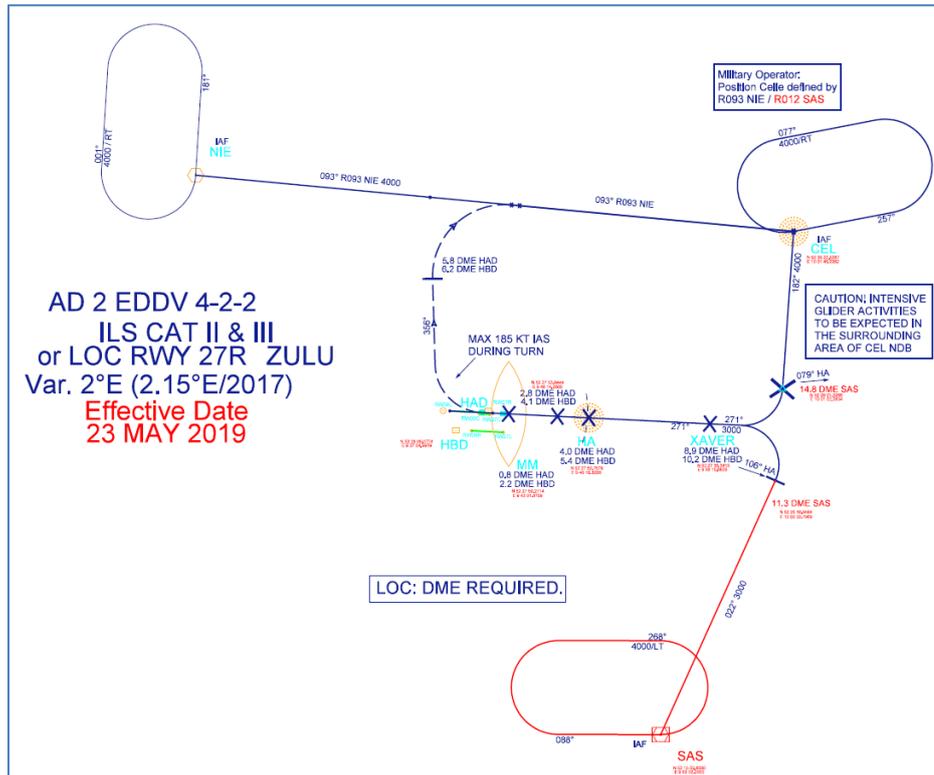


Abbildung 2: DFS-Darstellung der IFR-Flugstrecken (Beispiel)

Die Darstellungen enthalten im Vergleich zur AIP einige zusätzliche Details (Längenangaben, Kurvenradien, genaue Koordinaten), die auf das in der Luftfahrt gebräuchliche Koordinatensystem WGS-84 bezogen sind (Beispiel siehe Abbildung 2).

Bis zum Prognosejahr 2030 ist durch die DFS auch am Flughafen Hannover die Durchführungsverordnung (EU) 2018/1048 „zur Festlegung von Anforderungen an die Luft-raumnutzung 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 NDB-Approach wird voraussichtlich 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 Hannover zu erwarten sind.

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

2.3 Flugverlaufsdaten (FANOMOS)

OTSD standen zur Modellierung der Streckenverläufe in der flugbetrieblichen Praxis Flugspuraufzeichnungen des DFS-Systems FANOMOS (siehe [3]) für das Jahr 2018 zur Verfügung.

Die gelieferten Dateien enthielten 65.171 FANOMOS-Tracks des Zeitraums vom 01.01. bis 31.12.2018 in einem Umkreis von etwa 50 Kilometern um den Flughafen, die mehrheitlich dem IFR-Flugbetrieb am Flughafen Hannover zuzuordnen sind (siehe Abbildung 3). In der Abbildung sind Landungen grün und Starts rot dargestellt.

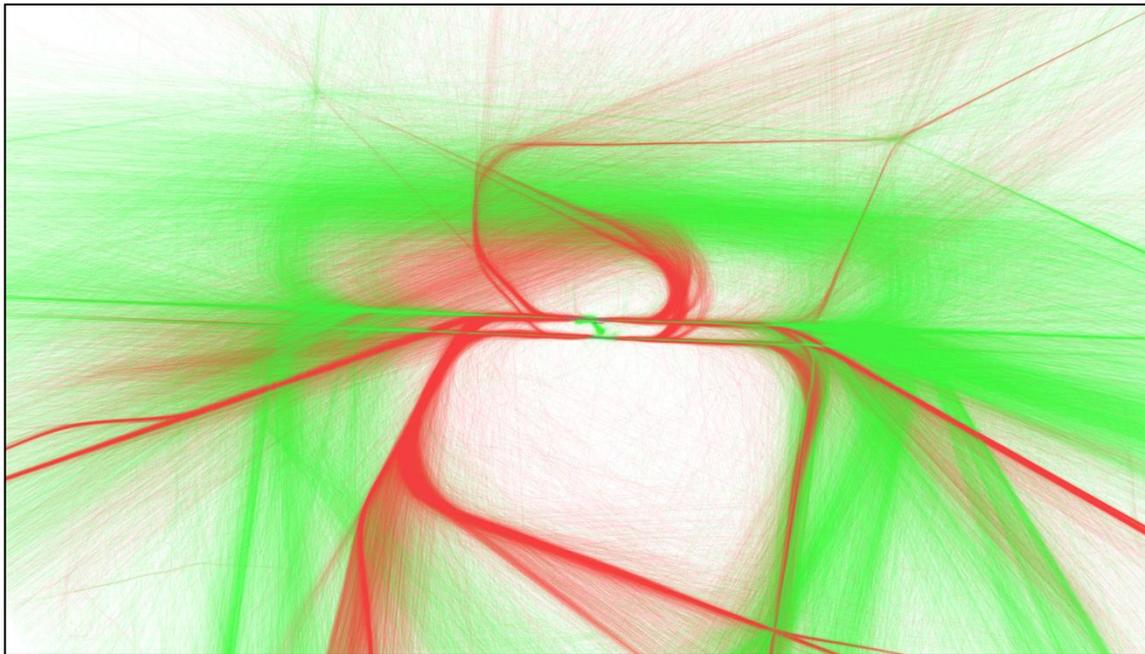


Abbildung 3: FANOMOS-Flugspuren 2018 (Ausschnitt)

Außerdem waren in den Daten weitere 4.686 Flugspuren enthalten, die nur zu einem Teil Starts- und Landungen am Flughafen Hannover 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.

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

2.4 Datenerfassungssystem 2009

Das Datenerfassungssystem zur Festlegung des heutigen, 2010 veröffentlichten, Lärmschutzbereiches wurde 2009 von OTSD erstellt (siehe Abbildung 4 und [4]). Die Vorgehensweise zur Erstellung des neuen DES sowie Art und Umfang des DES-Modells orientieren sich an diesem DES.

**Erstellung eines
Datenerfassungssystems (DES)
für den Flughafen Hannover**

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

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

Abschlussbericht

Bremen, den 9. November 2009

Historie

Version	Datum	Autoren	Bemerkungen
1.0	05.05.2009	Christian Schäffer Wolfgang Kassebohm Cord Niehaus	Dokumentation zum DES für den Flughafen Hannover (EDDV)
1.1	09.11.2009	Christian Schäffer	Einarbeitung von Re- view-Kommentaren, Überarbeitung nach Änderungen in den Eingangsdaten

Datenerfassungssystem (DES)

gemäß

Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD)

in der Fassung der Bekanntmachung des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 19.11.2008
(Bundesanzeiger 195a/2008)

für den

Flughafen Hannover (EDDV)

Prognosejahr: 2020

Erstellt mit dem System "DES-Editor" (1.0)

der OTSD GmbH

durch

OTSD - Optimized Traffic Systems Development GmbH

Sandstücke 1
D - 28279 Bremen

Ausfertigungsdatum dieses Dokuments:
9. November 2009



OTSD
OPTIMIZED TRAFFIC SYSTEMS
DEVELOPMENT GMBH

Postanschrift (Finanzamt)
Sandstücke 1
D-28279 Bremen

Telefon +49(0)421/42777-25
Telefax +49(0)421/42777-49

Entwicklungsbüro
Technologiepark/Universität
Anne-Corway-Strasse 2
D-28359 Bremen

Telefon +49(0)421/42777-60
Telefax +49(0)421/42777-69
info@otsd.de
www.otsd.de

Geschäftsführer:
Wolfgang Kassebohm
Christian Schäffer

Bankverbindung:
Deutsche Bank AG, Bremen
BLZ 25070024
Konto 1237775

Amtsgericht Bremen
HRB 25023

USt Nr.: DE 23497734

Abbildung 4: Datenerfassungssystem EDDV 2009

Des Weiteren wurden – in Abstimmung mit den Auftraggebern und soweit möglich und sinnvoll – die 2009 getroffenen Annahmen und Konventionen für die DES-Erstellung weiterverwendet.

2.5 Topographisches Kartenmaterial

Für die DES-Erstellung stand OTSD geo-referenziertes Kartenmaterial des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) zur Verfügung.

Der Ausschnitt [5] der topographischen Karte Deutschland (Maßstab 1:50.000) wurde im Rahmen der Beauftragung durch die DFS bereitgestellt.

Das Kartenmaterial ist UTM-referenziert (Zone 32 U, Mittelmeridian 9°) und deckt eine Fläche von 60 mal 80 Kilometern mit dem Flugplatz als Mittelpunkt ab. In der Kartendarstellung sind die Bebauung, Straßen und Flüsse sowie weitere markante Punkte gut zu erkennen.

Das Kartenmaterial wurde als Hilfsmittel zur Erstellung des VFR-Flugstreckenmodells (siehe Kapitel 5) sowie als Hintergrund für Abbildungen in der Dokumentation verwendet.

2.6 Luftverkehrsprognose 2030

Die für das DES maßgebliche Luftverkehrsprognose für das Prognosejahr 2030 wurde von der INTRAPLAN Consult GmbH (INTRAPLAN) erstellt. Der Prognostiker hat die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Prognose in einem Bericht [6] dokumentiert.

Die im DES zu berücksichtigenden Flugbewegungszahlen wurden außerdem von INTRAPLAN in Tabellenform aufbereitet und OTSD zur Verfügung gestellt [7].

Aufgrund der seit Anfang 2020 global grassierenden Corona-Pandemie und den daraus resultierenden massiven Auswirkungen auf den Flugbetrieb, ist die von INTRAPLAN erstellte Luftverkehrsprognose von der Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH angepasst worden [11].

Das Mengengerüst der Luftverkehrsprognose 2030 ist nach Tag bzw. Nacht, den AzD-Luftfahrzeuggruppen, Start- und Landebahnen sowie Flugstrecken des IFR- und VFR-Flugbetriebs differenziert. Angaben zum Flugbetrieb am Boden (Rollverkehr) sind nicht enthalten.

LFZ-Gruppe	Prognose 2020 (DES 2009)			Prognose 2030			Veränderung 2020 > 2030 (absolut)			Veränderung 2020 > 2030 (%)		
	Tag	Nacht	Gesamt	Tag	Nacht	Gesamt	Tag	Nacht	Gesamt	Tag	Nacht	Gesamt
P 1.0	70	2	72	534	0	534	464	-2	462	662,9%	-100,0%	641,7%
P 1.1	80	0	80	96	0	96	16	0	16	20,0%	0,0%	20,0%
P 1.2	0	0	0	58	0	58	58	0	58	0,0%	0,0%	0,0%
P 1.3	7459	53	7512	5193	8	5201	-2266	-45	-2311	-30,4%	-84,9%	-30,8%
P 1.4	2189	321	2510	1436	165	1601	-753	-156	-909	-34,4%	-48,6%	-36,2%
P 2.1	7290	348	7638	904	208	1112	-6386	-140	-6526	-87,6%	-40,2%	-85,4%
P 2.2	0	0	0	17	1	18	17	1	18	0,0%	0,0%	0,0%
S 3.1	80	20	100	0	0	0	-80	-20	-100	-100,0%	-100,0%	-100,0%
S 3.2	70	2	72	0	0	0	-70	-2	-72	-100,0%	-100,0%	-100,0%
S 5.1	14900	1834	16734	6774	754	7528	-8126	-1080	-9206	-54,5%	-58,9%	-55,0%
S 5.2	21932	7432	29364	22725	8975	31700	793	1543	2336	3,6%	20,8%	8,0%
S 5.3	0	0	0	8	0	8	8	0	8	0,0%	0,0%	0,0%
S 6.1	1032	730	1762	813	15	828	-219	-715	-934	-21,2%	-97,9%	-53,0%
S 6.2	173	5	178	2	0	2	-171	-5	-176	-98,8%	-100,0%	-98,9%
S 6.3	8	0	8	2	0	2	-6	0	-6	-75,0%	0,0%	-75,0%
S 7	308	32	340	40	0	40	-268	-32	-300	-87,0%	-100,0%	-88,2%
P-MIL 2	176	30	206	137	1	138	-39	-29	-68	-22,2%	-96,7%	-33,0%
H 1.0	14	0	14	0	0	0	-14	0	-14	-100,0%	0,0%	-100,0%
H 1.1	4327	735	5062	1015	371	1386	-3312	-364	-3676	-76,5%	-49,5%	-72,6%
H 1.2	836	108	944	807	177	984	-29	69	40	-3,5%	63,9%	4,2%
H 2.1	76	0	76	18	0	18	-58	0	-58	-76,3%	0,0%	-76,3%
H 2.2	10	0	10	4	0	4	-6	0	-6	-60,0%	0,0%	-60,0%
Summe:	61030	11652	72682	40583	10675	51258	-20447	-977	-21424	-33,5%	-8,4%	-29,5%

Abbildung 5: Vergleich der Prognose-Flugbewegungen 2030 und 2020

Eine Übersicht der für das neue DES aufbereiteten Flugbewegungen (vgl. Abbildung 43) im Vergleich zum DES 2009 (Prognosejahr 2020, siehe [4]) ist in Abbildung 5 dargestellt. Bei den oben aufgeführten DES-Flugbewegungen handelt es sich um Starts, Landungen und Platzrundenflüge, wobei eine Platzrunde (mit Start- und Landeanteil) als eine Flugbewegung gezählt wurde.

Die geplante Neuregelung der Betriebsbeschränkung für den Flughafen Hannover-Langenhagen ab 2020 ist nach Auskunft des Flughafens Hannover in der Verkehrsprognose (und damit im Datenerfassungssystem) entsprechend den aktuell gültigen Definitionen der AzD/AzB-Flugzeuggruppen berücksichtigt.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass angesichts der Durchdringung im Prognosehorizont mit modernen lärmarmen Luftfahrzeugen, wie z. B. A320 neo, B738 max oder B787 bzw. A350-900 aller Voraussicht nach mit Lärminderungen zu rechnen ist, die bisher keinerlei Berücksichtigung in der aktuellen AzB gefunden haben und sich daher gegenwärtig nicht auf die Ausdehnung der Lärmschutzzonen auswirken können.

Die Prognosedaten bilden die Grundlage für die Erfassung von Flugbewegungsangaben im DES (siehe Kapitel 6).

2.7 Flughafen-Layout

Zur Modellierung des Flughafen-Layouts wurde eine vom Flughafen Hannover zur Verfügung gestellte CAD-Zeichnung ([8], siehe Abbildung 6) sowie ergänzend die Angaben aus dem Luftfahrthandbuch verwendet.

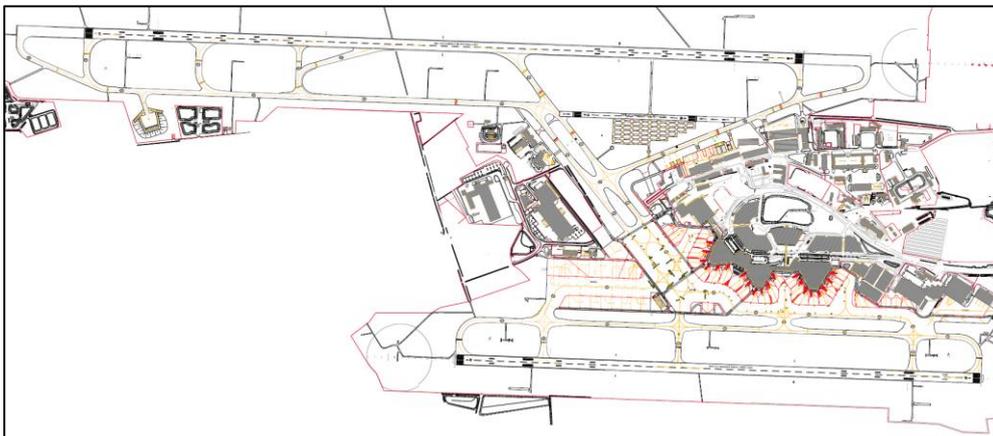


Abbildung 6: Flughafen-Layout EDDV

Der CAD-Zeichnung konnte die exakte Lage der Start- und Landebahnen, der Rollwege sowie Parkpositionen entnommen werden. Des Weiteren sind die Hubschrauberstart- und -landestellen für die Polizeihubschrauberstaffel (H2) und die des Zivilluftverkehrs (H1 und H3) eingezeichnet.

2.8 Flugbewegungsdaten des Rollverkehrs

Eine tabellarische Auswertung des Rollverkehrs im Zeitraum vom 01.05.2018 bis 31.10.2018 wurde vom Flughafen Hannover zur Verfügung gestellt [9].

Die Rollbewegungsdaten enthielten Angaben zur Art der Rollbewegung (Anflug- oder Abflug), der genutzten Start- bzw. Landebahn, der Start- bzw. Landezeit sowie der Abstellposition.

Die Bewegungsdaten des Rollverkehrs wurden zum Aufbau des Bodenverkehrsmodells genutzt. Sie dienten als Grundlage für die Modellierung der benötigten DES-

Rollstrecken (siehe Abschnitt 3.3) und als statistische Basis für die Ergänzung der (nicht in den Prognosedaten enthaltenen) Rollbewegungen im DES-Modell (siehe Abschnitt 6.2).

2.9 Angaben über den Flugbetrieb der Vorjahre

Eine Statistik zu den Flugbewegungen der Kalenderjahre 2009 bis 2018 [10] wurde vom Flughafen Hannover in Form einer EXCEL-Tabelle zur Verfügung gestellt (siehe aufbereitete Darstellung in Abbildung 7 und Abbildung 8).

Jahr	Nordbahn (09L/27R) - Tag						Südbahn (09R/27L) - Tag						Center-Bahn (09C/27C) - Tag						Flugbewegungen Tag (6-22 Uhr) (ohne Hubschrauber)
	Start	Start	Landung	Landung	Summe	Anteil	Start	Start	Landung	Landung	Gesamt	Anteil	Start	Start	Landung	Landung	Gesamt	Anteil	
	09 L	27 R	09 L	27 R	09L/27R		09 R	27 L	09 R	27 L	09R/27L		09 C	27 C	09 C	27 C	09C/27C		
2009	4.284	11.117	6.233	10.104	31.738	49,1%	6.194	11.741	3.632	10.875	32.442	50,2%	12	344	4	40	400	0,6%	64.580
2010	6.074	11.744	7.186	10.009	35.013	56,0%	4.698	9.534	2.979	9.584	26.795	42,8%	194	319	101	115	729	1,2%	62.537
2011	3.185	10.527	4.944	8.719	27.375	40,9%	7.233	13.235	4.760	13.093	38.321	57,3%	364	370	198	251	1.183	1,8%	66.879
2012	3.497	14.217	5.323	11.670	34.707	52,3%	4.927	10.732	2.964	11.376	29.999	45,2%	501	569	254	342	1.666	2,5%	66.372
2013	5.447	11.392	6.905	9.809	33.553	53,8%	4.962	9.287	3.293	9.328	26.870	43,1%	536	687	286	427	1.936	3,1%	62.359
2014	4.785	9.675	6.627	8.898	29.985	47,9%	6.006	10.655	4.263	9.759	30.683	49,0%	629	625	327	323	1.904	3,0%	62.572
2015	3.569	14.810	4.661	13.541	36.581	60,0%	3.549	8.191	2.411	7.802	21.953	36,0%	557	890	341	598	2.386	3,9%	60.920
2016	3.462	9.164	4.902	8.415	25.943	43,3%	5.742	11.397	4.366	10.295	31.800	53,0%	749	684	347	450	2.230	3,7%	59.973
2017	2.498	10.052	3.673	9.198	25.421	43,3%	4.116	12.823	2.880	11.753	31.572	53,8%	391	648	223	421	1.683	2,9%	58.676
2018	6.840	12.945	8.702	11.787	40.274	67,2%	4.319	4.982	2.363	5.050	16.714	27,9%	958	734	711	538	2.941	4,9%	59.929
Mittelwert	4.364	11.564	5.916	10.215	32.059	51,4%	5.175	10.258	3.391	9.892	28.715	45,8%	489	587	279	351	1.706	2,8%	62.480

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

Jahr	Nordbahn (09L/27R) - Nacht						Südbahn (09R/27L) - Nacht						Center-Bahn (09C/27C) - Nacht						Flugbewegungen Nacht (22-6 Uhr) (ohne Hubschrauber)
	Start	Start	Landung	Landung	Summe	Anteil	Start	Start	Landung	Landung	Gesamt	Anteil	Start	Start	Landung	Landung	Gesamt	Anteil	
	09 L	27 R	09 L	27 R	09L/27R		09 R	27 L	09 R	27 L	09R/27L		09 C	27 C	09 C	27 C	09C/27C		
2009	1.019	2.052	1.890	3.021	7.982	84,4%	72	183	299	923	1.477	15,6%	0	0	0	0	0	0,0%	9.459
2010	1.043	2.153	1.974	3.208	8.378	86,4%	110	296	201	711	1.318	13,6%	0	0	0	0	0	0,0%	9.696
2011	702	1.702	1.383	2.358	6.145	60,2%	514	720	776	2.056	4.066	39,8%	0	0	0	0	0	0,0%	10.211
2012	795	2.322	1.488	3.166	7.771	73,7%	336	560	330	1.553	2.779	26,3%	0	0	0	0	0	0,0%	10.550
2013	892	1.758	1.746	2.248	6.644	64,4%	547	837	483	1.808	3.675	35,6%	0	0	0	1	1	0,0%	10.320
2014	1.200	2.186	1.858	2.945	8.189	79,6%	346	328	426	997	2.097	20,4%	0	0	0	0	0	0,0%	10.286
2015	1.049	2.813	1.499	3.924	9.285	80,6%	314	479	279	1.158	2.230	19,4%	0	0	0	0	0	0,0%	11.515
2016	1.240	2.660	1.828	3.474	9.202	75,3%	480	520	595	1.429	3.024	24,7%	0	0	0	0	0	0,0%	12.226
2017	854	2.541	1.348	3.553	8.296	62,6%	586	1.454	670	2.246	4.956	37,4%	0	0	0	0	0	0,0%	13.252
2018	2.145	3.720	2.923	4.231	13.019	87,2%	477	300	447	682	1.906	12,8%	0	0	0	0	0	0,0%	14.925
Mittelwert	1.094	2.391	1.794	3.213	8.491	75,4%	378	568	451	1.356	2.753	24,6%	0	0	0	0	0	0,0%	11.244

Abbildung 8: 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, siehe Abschnitt 6.4).

3 Erfassung der Flugplatzinfrastruktur

3.1 Start-/Landebahnen und Hubschrauberstart-/landestellen

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

- der ICAO-Flugplatzcode (EDDV),
- der Flugplatzbezugspunkt (Aerodrome Reference Point, ARP),
- die Bezeichnungen der Start- und Landebahnen (Runways, RWY) sowie
- die Flugplatzhöhe (Elevation).

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.

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

Abbildung 9 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 ihren zwei Betriebsrichtungen (BR) erfasst. Das DES-Modell beschreibt die zwei Start- und Landebahnen (RWY) 09L/27R und 09R/27L sowie die Kurzstartbahn 09C/27C, die ausschließlich für den VFR-Flugbetrieb genutzt wird.

Im Modell starten Abflüge von den drei Startbahnen in der Regel vom Anfang der Startbahn:

- Abflüge der Bahn 09L/27R nutzen die Rollwege H und N,
- Abflüge der Bahn 09R/27L nutzen die Rollwege E und A und
- Abflüge auf 09C/27C rollen direkt auf die Kurzstartbahn.

Für wenige Abflüge mit größeren bzw. schwereren Luftfahrzeuge ist die Nutzung der verlängerten Startbahn 09L/27R vorgesehen. Diese können über die Rollwege G bzw. M auf die Bahn rollen. Im DES-Modell wurde für diese Abflüge eine zusätzliche Start- und Landebahn 09X/27X erfasst, die abgesehen von den geänderten Startpunkten und der Bahnlänge mit der Bahn 09L/27R identisch ist.

Die Nutzung weiterer Zurollwege für Abflüge (sog. Intersection-Takeoffs) wurde gemäß Vorgabe des Flughafens Hannover nicht modelliert.

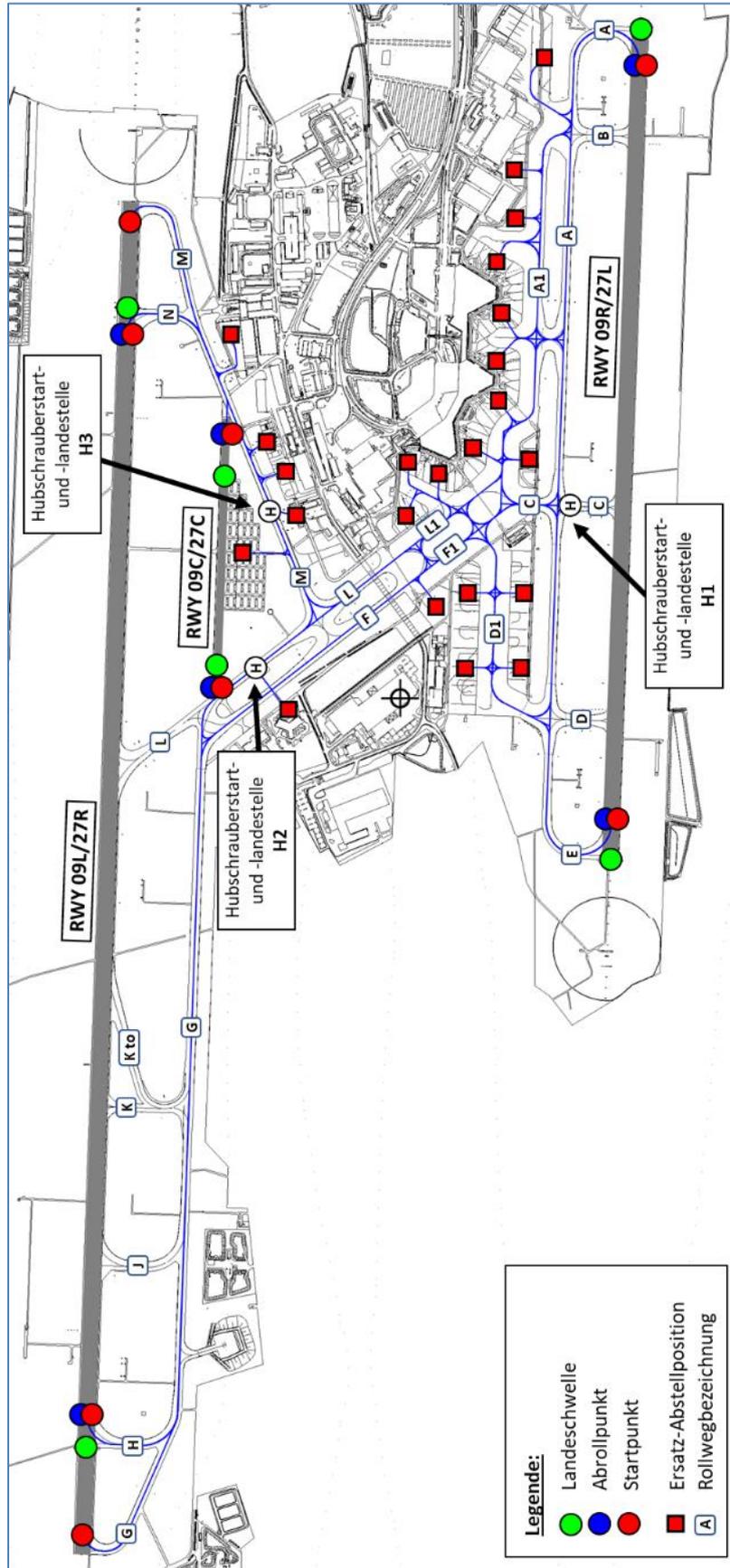


Abbildung 9: Flughafen-Infrastruktur (DES-Modell)

Für den Flugbetrieb mit Hubschraubern sind insgesamt drei Hubschrauberstart- und -landestellen vorgesehen:

- H1 befindet sich auf dem Rollweg C 150 Meter nördlich der Start-/Landebahnen 09R/27L.
- H2 befindet sich auf dem Rollweg L 110 Meter südlich der Schwelle der Kurzstartbahn 09C.
- H3 befindet sich auf dem Rollweg M 130 Meter südlich der Kurzstartbahn 09C/27C.

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.

Die Darstellungen in Abbildung 9 und Abbildung 11 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	Lage
GRP_01-03	1, 2, 2A	Terminal A
GRP_04-06	4, 5, 5A, 6	Terminal A
GRP_07-09	7, 8, 9	Terminal B
GRP_10-12	10, 10A, 11, 12	Terminal B
GRP_13-16	13, 14, 15, 16	Terminal C
GRP_17-20	17, 18, 19, 19A, 20	Terminal C
GRP_21-22	21, 21A, 22	südlich von Terminal D
GRP_23-25	23, 24, 25	vor Hangar 1
GRP_26	26	Terminal A
GRP_27-28	27, 27B, 27R, 28	südwestlich Luftfracht (Freight Hangar)
GRP_30-33	30, 31, 32, 33	Hangar 2/3
GRP_40-42	40, 41, 42	südlich von Terminal A bei Rollweg C
GRP_45-48	45, 45R, 46, 46R, 47, 48, 48R	Vorfeldbereich südlich Rollweg D1
GRP_49-52	49, 49R, 50, 51, 51R, 52	Vorfeldbereich südlich Rollweg D1
GRP_53-56	53, 53R, 54, 54R, 55, 56, 56R, DP2	Vorfeldbereich nördlich Rollweg D1
GRP_57-60	57, 57R, 58, 59, 59R, 60, DP1	Vorfeldbereich nördlich Rollweg D1
GRP_61	61, 61R	nördlich von GRP_57-60
GRP_69A-69B	69A, 69B	Hubschrauberabstellpositionen südlich von H3
GRP_69C-69E	69C, 69D, 69E	Hubschrauberabstellpositionen südöstlich von H3
GRP_70-77	70A, 70B, 70E, 72, 73, 74, 75, 76, 77	General Aviation (GA1)
GRP_80-81	80,81	General Aviation (GA3)
GRP_AN	AN	General Aviation (GA2)
POLICE	-	Station der Polizeihubschrauberstaffel

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.

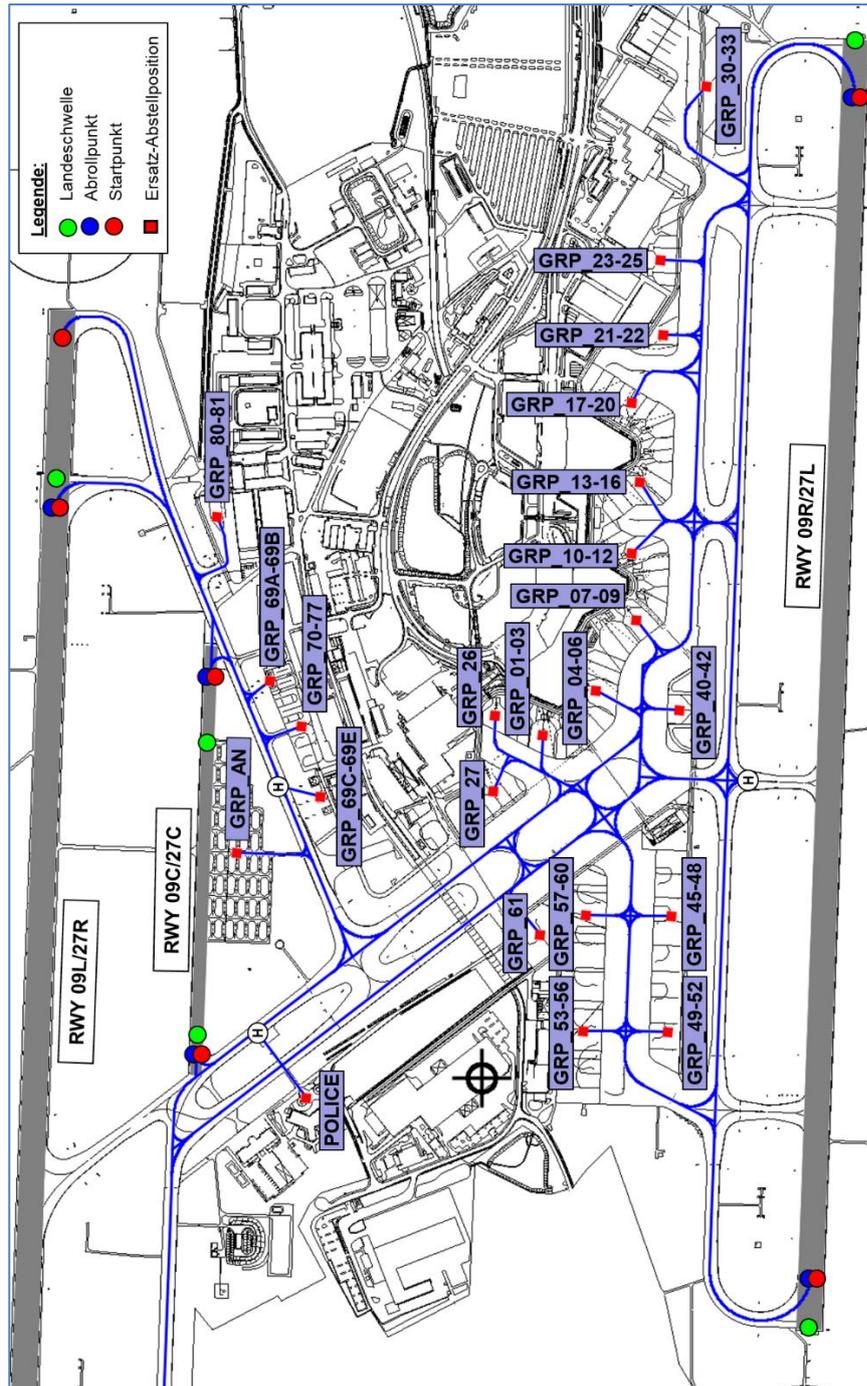


Abbildung 11: Lage der Ersatz-Abstellpositionen (DES-Modell)

3.3 Rollverkehr und Hover-Bewegungen

Die für das DES benötigten Rollstrecken des Flughafens Hannover wurden mit Hilfe der Software „DES-Editor“ als Rollwegenetz modelliert. Auf der als Hintergrund für die Modellierung eingebundenen CAD-Zeichnung der Flughafen-Infrastruktur [8] wurden die Rollwege mit Hilfe von Stützpunkten und Verbindungen zwischen diesen (in Form von Geraden- und Kurvensegmenten) beschrieben.

Abbildung 12 und Abbildung 13 zeigen den Verlauf der Abflug-Rollwege für Starts auf den Startbahnen 27R und 27L:

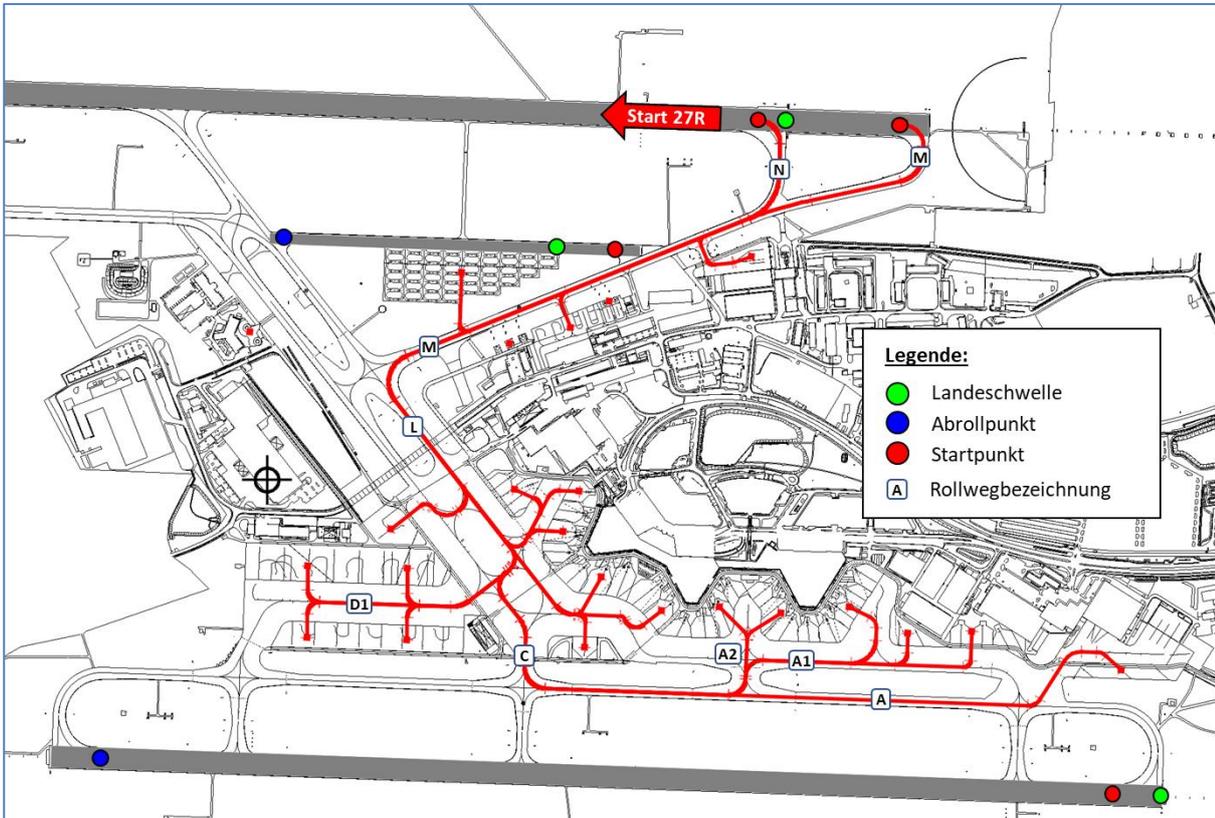


Abbildung 12: Abflug-Rollwege für Starts 27R

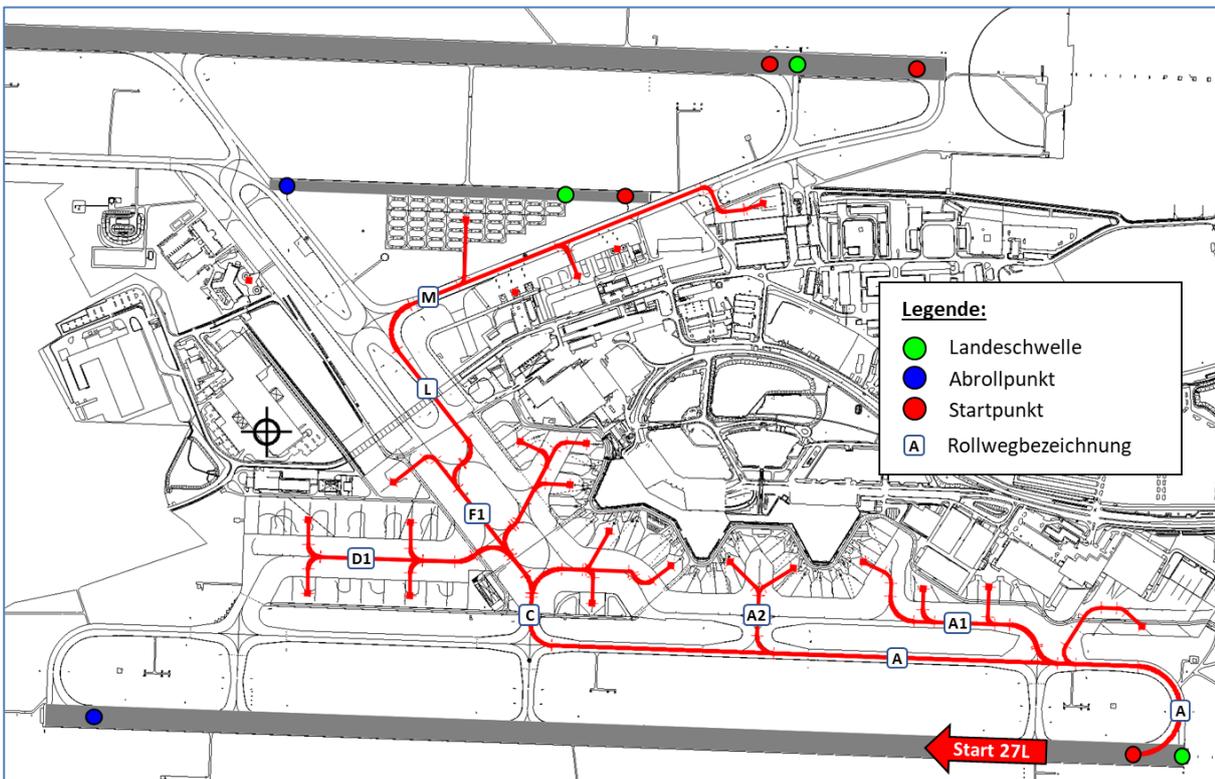


Abbildung 13: Abflug-Rollwege für Starts 27L

In Abbildung 14 und Abbildung 15 sind die Abflug-Rollwege für Starts auf den Startbahnen 09L und 09R dargestellt:

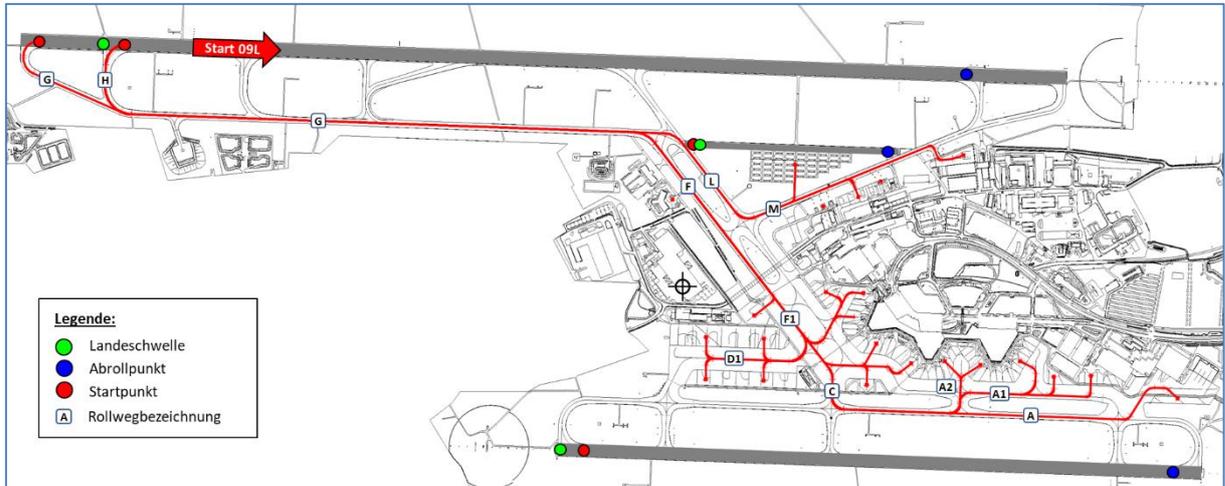


Abbildung 14: Abflug-Rollwege für Starts 09L

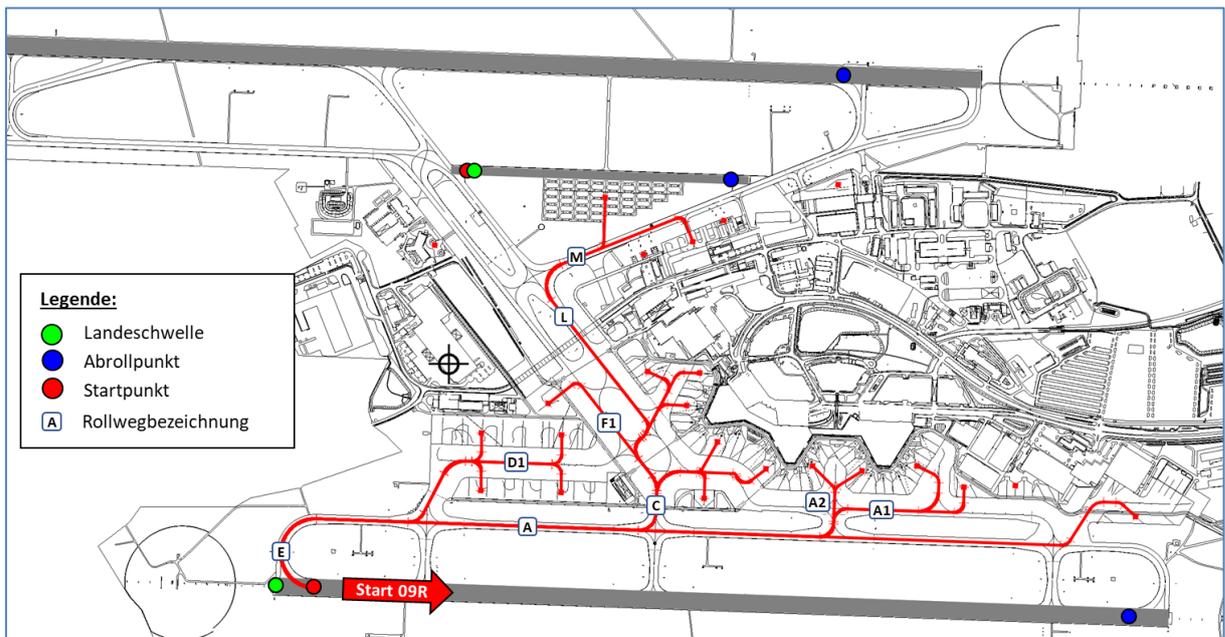


Abbildung 15: Abflug-Rollwege für Starts 09R

Abbildung 16 und Abbildung 17 zeigen den Verlauf der Anflug-Rollwege für Landungen auf den Bahnen 27R und 27L:

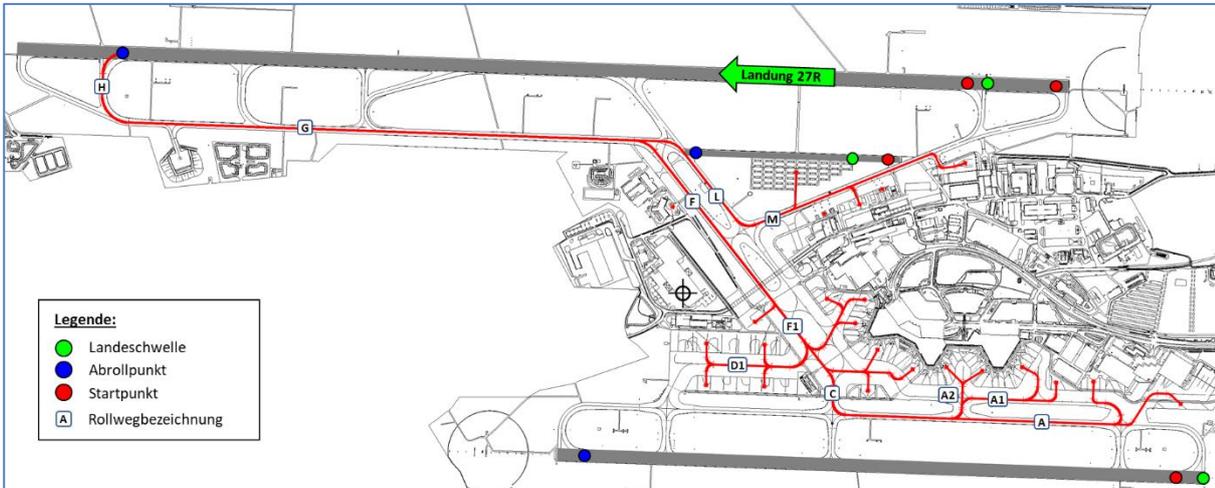


Abbildung 16: Anflug-Rollwege für Landungen 27R

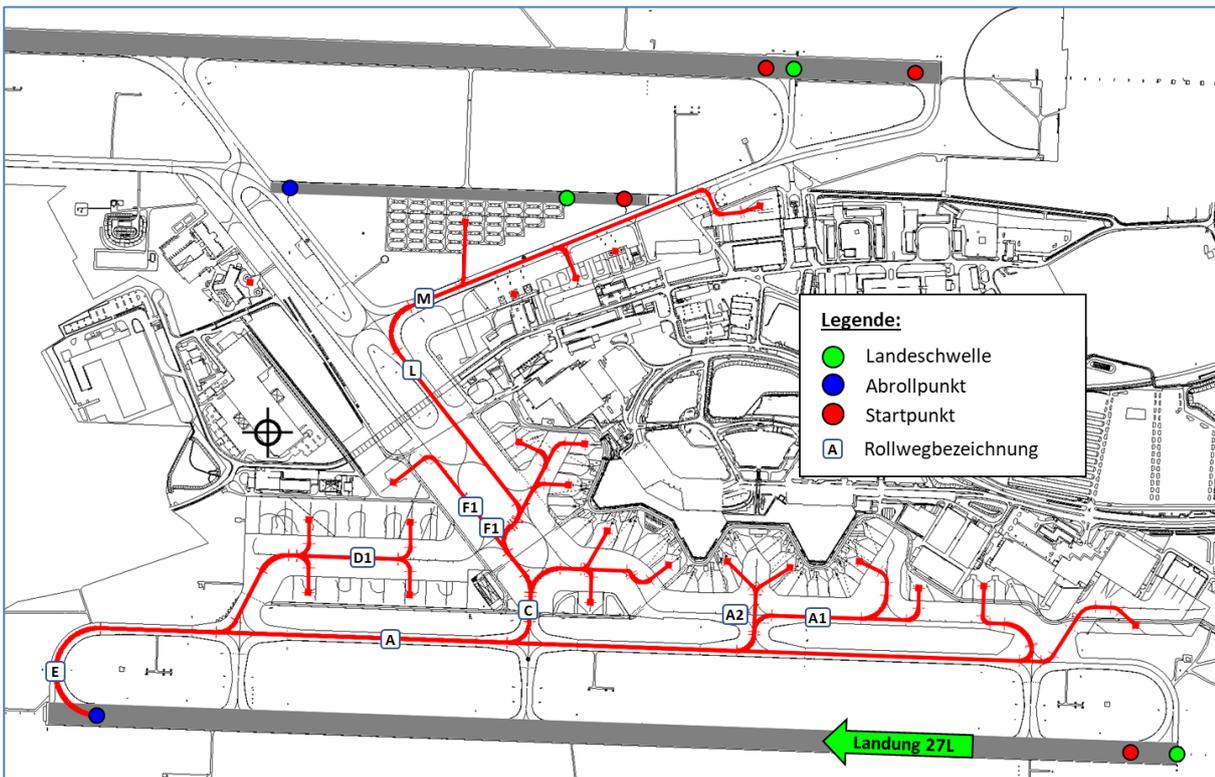


Abbildung 17: Anflug-Rollwege für Landungen 27L

In Abbildung 18 und Abbildung 19 sind die Anflug-Rollwege für Landungen auf den Startbahnen 09L und 09R dargestellt:

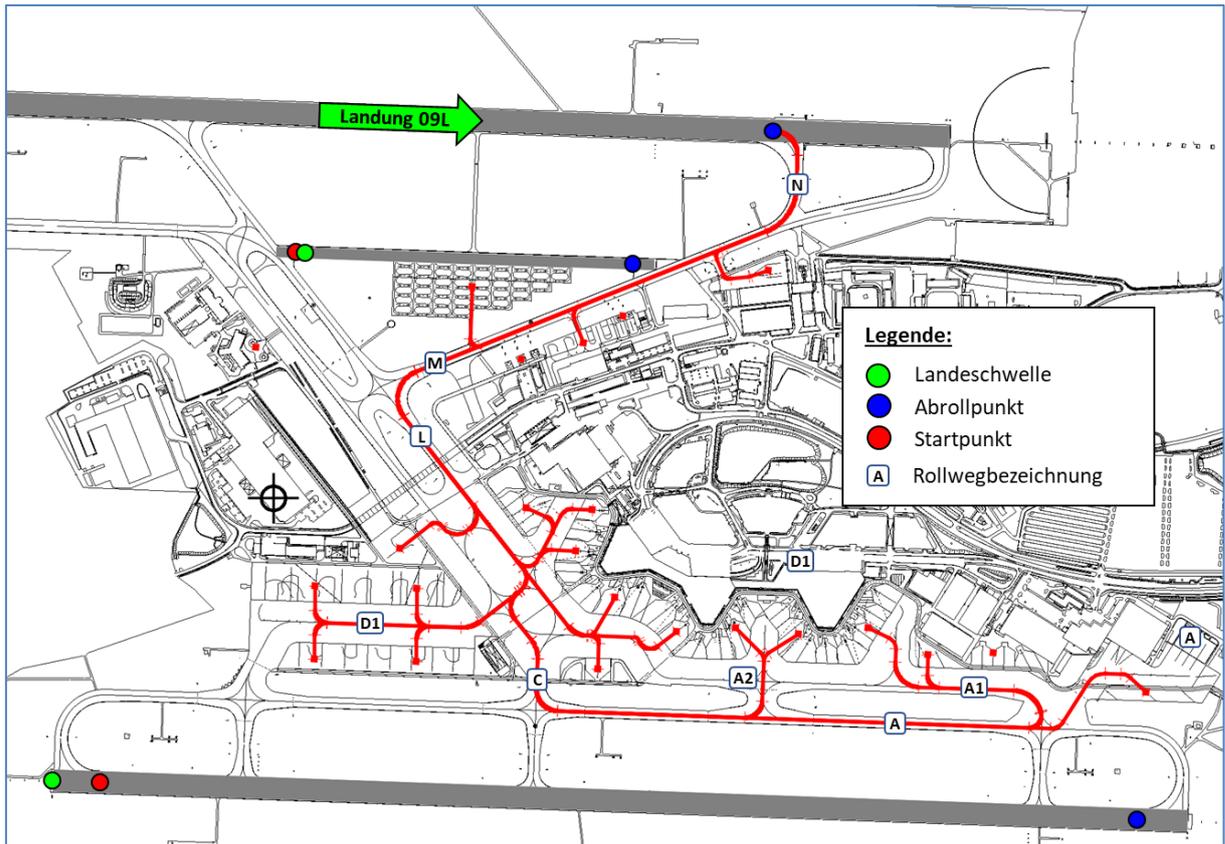


Abbildung 18: Anflug-Rollwege für Landungen 09L

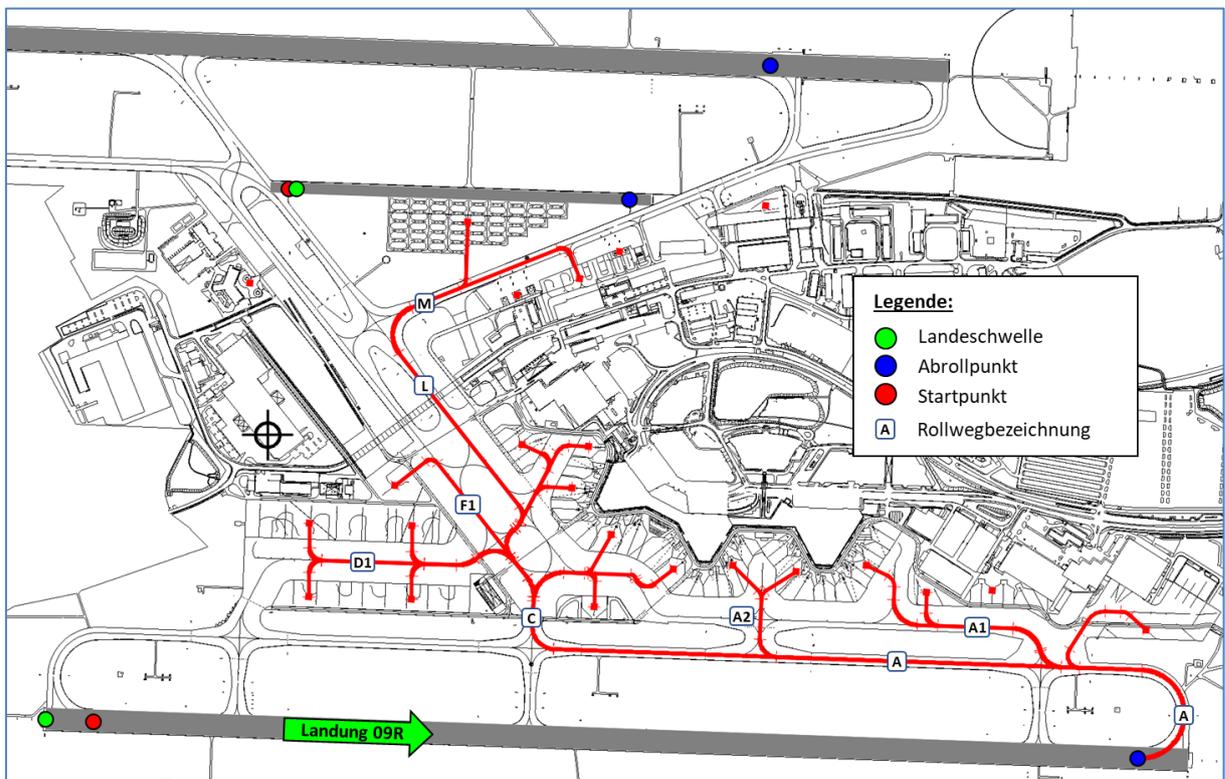


Abbildung 19: Anflug-Rollwege für Landungen 09R

Anflug- und Abflug-Rollstrecken für Rollbewegungen von bzw. zur Bahn 09C/27C sind hier nicht dargestellt. Diese verlaufen überwiegend auf den Rollwegen L und M in der Nähe der mittleren Start-/Landebahn.

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.

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 2.2 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.

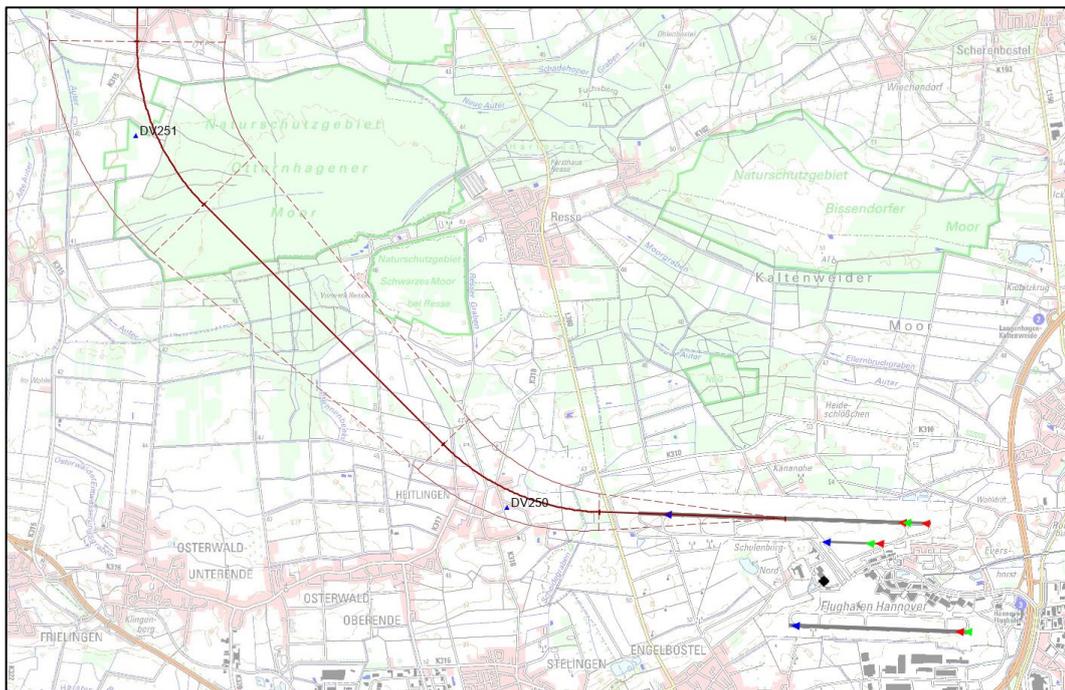


Abbildung 20: Modellierung von IFR-Flugstrecken (Beispiel: SID NIE 9S)¹

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.

¹ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE / BKG 2019

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

Die Bezeichnungen der im DES-Modell erfassten Flugstrecken orientieren sich dabei an der für die DIN 45689 (siehe [12]) entwickelten Methodik, wonach die Streckenbezeichnung Aufschluss über die die Art des Flugbetriebs, die Start- bzw. Landebahn und die für die Modellierung maßgebliche veröffentlichte Streckenführung geben sollte. Eine Ziffer am Ende der Bezeichnung gibt ggf. die laufende Nummer der Stellvertreterstrecke bzw. Streckenvariante an, wobei die mit „_1“ bezeichnete Modellstrecke der veröffentlichten Streckenführung am ähnlichsten ist.

Beispiel: Bei der DES-Flugstrecke „IFR_27R_nach_VAXEV_2“ (siehe Abbildung 23 und Abbildung 24) handelt es sich um die 2. Streckenvariante der IFR-Abflugstrecke von der Startbahn 27R, die für die veröffentlichte Abflugstrecke (SID) „VAXEV“ modelliert wurde.

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 21), 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.

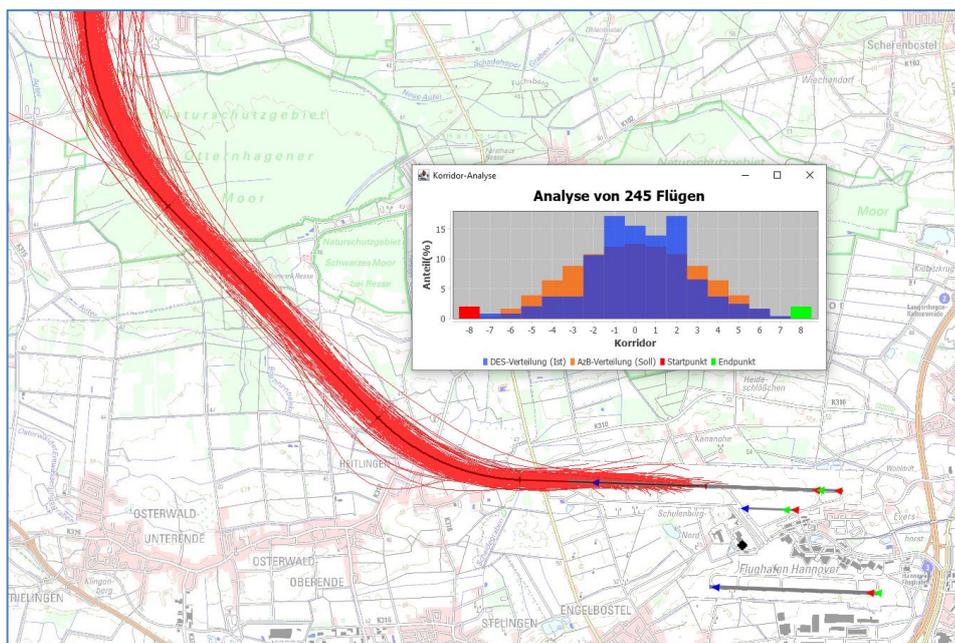


Abbildung 21: Streckenanpassung an die flugbetriebliche Praxis (Beispiel)²

Zur Analyse der Längen des Zwischenanflugsegments wurden die in den FANOMOS-Daten enthaltenen Anflug-Höhenprofile analysiert. Als Zwischenanflughöhe wurde in der Regel die in der AIP für die jeweiligen Anflugverfahren veröffentlichte Höhe von 2000 bzw. 3000 ft. MSL angenommen. Diese Höhe entspricht einer Flughöhe über Platz von 553,82 bzw. 858,62 Metern.

Bei von den Fluglotsen individuell per Radarkursführung zum Endanflug geführten Luftfahrzeugen ist im Zwischenanflugteil bei einzelnen Streckenführungen ein Sinkflug bis zur veröffentlichten Kursführungsmindesthöhe (Minimum Vectoring Altitude, MVA), jedoch nicht unter 2000 ft MSL, zu beobachten. Aus diesem Grund wurden für einzelne Anflugstrecken im DES Zwischenanflughöhen von 2100 bzw. 2400 ft MSL erfasst.

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 enthaltenen 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.

² Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE / BKG 2019

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 22 zeigt die SIDs für die Startbahn 27R, vgl. [3]) sowie die Veröffentlichungen im Luftfahrthandbuch als Basis verwendet und in das DES-Modell umgesetzt.

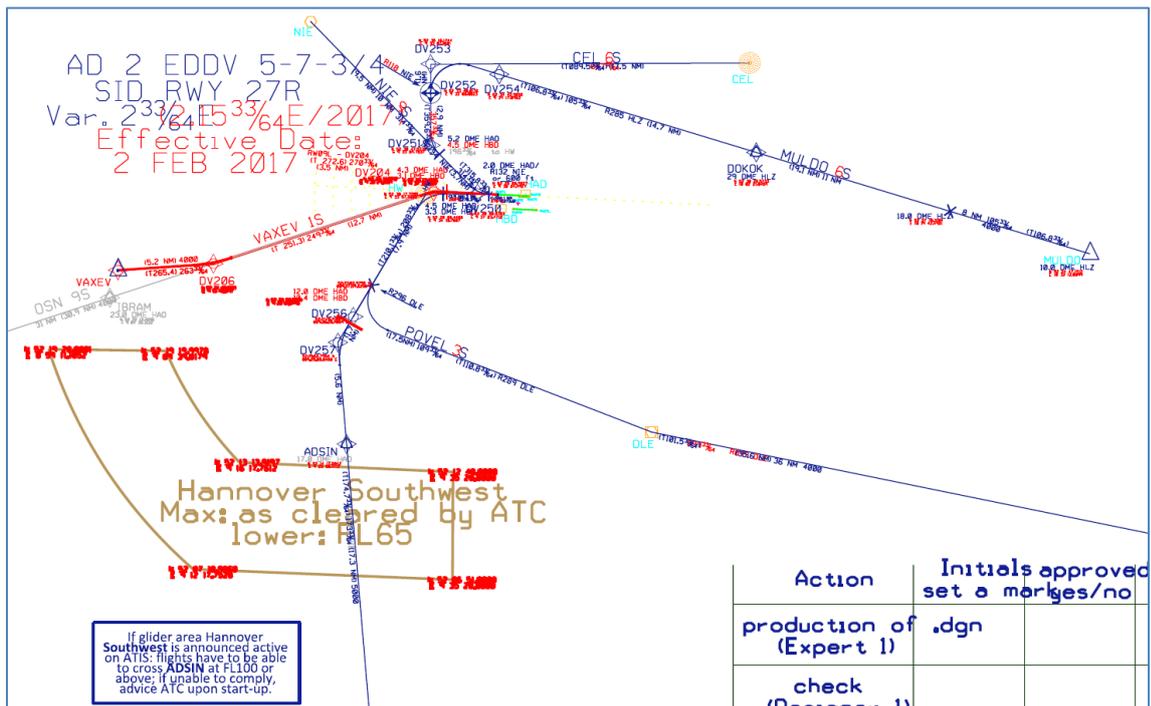


Abbildung 22: IFR-Abflugstrecken RWY 27R (DFS-Datenlieferung)

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 Standardverfahren (SID) abzuweichen.

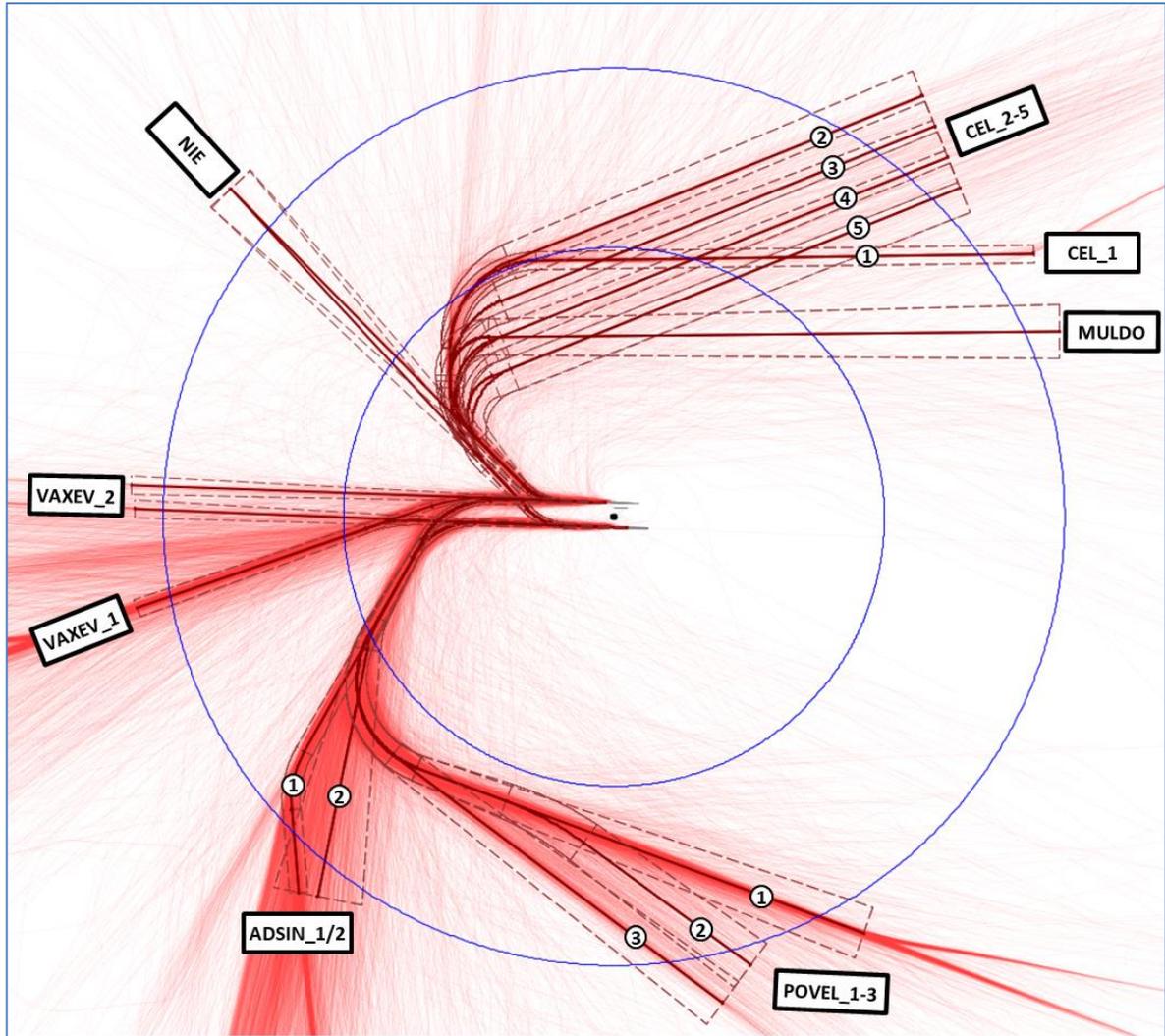


Abbildung 23: IFR-Abflugstrecken BR 27 (DES-Modell)

Das vollständige und an die Flugspurdaten angepasste Modell der Abflugstrecken der BR 27 ist in Abbildung 23 dargestellt. Hierbei gelten die nachfolgend in Abbildung 24 und Abbildung 25 dargestellten Zuordnungen von durch die DFS veröffentlichten Streckenbezeichnungen und den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecken im DES
	RWY 27R
CEL 6S	IFR_27R_nach_CEL_1
	IFR_27R_nach_CEL_2
	IFR_27R_nach_CEL_3
	IFR_27R_nach_CEL_4
	IFR_27R_nach_CEL_5
MULDO 6S	IFR_27R_nach_MULDO
NIE 9S	IFR_27R_nach_NIE
	IFR_27R_nach_ADSIN_2
POVEL 3S	IFR_27R_nach_POVEL_1
	IFR_27R_nach_POVEL_2
	IFR_27R_nach_POVEL_3
VAXEV 1S	IFR_27R_nach_VAXEV_1
	IFR_27R_nach_VAXEV_2
WERRA 3S / WRB 3S	IFR_27R_nach_ADSIN_1

Abbildung 24: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken RWY 27R im DES

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecken im DES
	RWY 27L
CEL 8F	IFR_27L_nach_CEL_1
	IFR_27L_nach_CEL_2
	IFR_27L_nach_CEL_3
	IFR_27L_nach_CEL_4
	IFR_27L_nach_CEL_5
MULDO 8F	IFR_27L_nach_MULDO
NIE 7F	IFR_27L_nach_NIE
	IFR_27L_nach_ADSIN_2
POVEL 3F	IFR_27L_nach_POVEL_1
	IFR_27L_nach_POVEL_2
	IFR_27L_nach_POVEL_3
VAXEV 1F	IFR_27L_nach_VAXEV_1
	IFR_27L_nach_VAXEV_2
WERRA 3F / WRB 8F	IFR_27L_nach_ADSIN_1

Abbildung 25: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken RWY 27L im DES

Die SIDs WERRA und WRB weisen bis zum Wegpunkt ADSIN außerhalb des Erfassungsradius von 25 Kilometern einen identischen Streckenverlauf und wurden daher im DES als Abflugstrecken „nach_ADSIN“ zusammengefasst.

Strecken für Abflüge, die die verlängerte Startstrecke der Startbahn 27R nutzen, beginnen im DES 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 [3] sowie die Veröffentlichungen im Luftfahrthandbuch [2] als Basis verwendet.

Für den Flughafen Hannover sind 5 Standardanflugstrecken (STARs) veröffentlicht. Sie führen von den Wegpunkten ELNAT, GITEX, WERRA und WRB zum Initial Approach Fix (IAF) SAS und vom Wegpunkt HLZ zum IAF CEL. Die in der Praxis beobachteten Flugverläufe orientieren sich allerdings nur grob an diesen Streckenbeschreibungen, da durch die Flugsicherung häufig andere Flugwege, wie z.B. Direktführungen zum Endanflug, angewiesen werden.

Abbildung 26 zeigt das von OTSD erstellte Streckenmodell für alle Anflüge auf die Landebahn 27, denen eine STAR zugewiesen wurde. Im Hintergrund sind die für die Modellbildung verwendeten Flugspuraufzeichnungen des Jahres 2018 dargestellt.

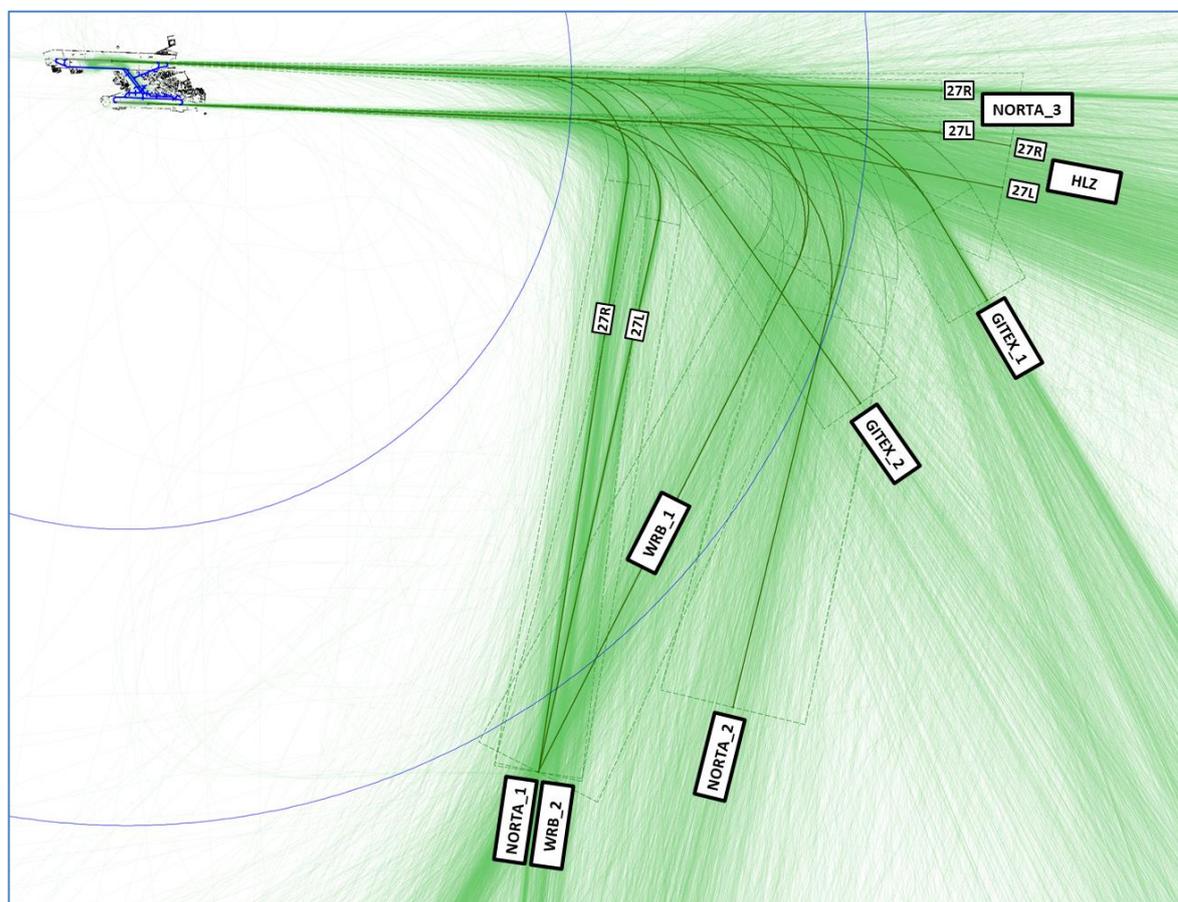


Abbildung 26: IFR-Anflugstrecken für STARs der BR 27 (DES-Modell)

Die im DES für Anflüge über die verschiedenen STARs erfassten Anflugstrecken fasst Abbildung 27 zusammen:

Standard Arrival Route (STAR RWY 27 L/R)	IFR-Anflugstrecken im DES	IFR-Anflugstrecken im DES
	RWY 27R	RWY 27L
ELNAT 5P / WERRA 2P	IFR_27R_von_NORTA_1	IFR_27L_von_NORTA_1
	IFR_27R_von_NORTA_2	IFR_27L_von_NORTA_2
	IFR_27R_von_NORTA_3	IFR_27L_von_NORTA_3
GITEX 5P	IFR_27R_von_GITEX_1	IFR_27L_von_GITEX_1
	IFR_27R_von_GITEX_2	IFR_27L_von_GITEX_2
HLZ 6P	IFR_27R_von_HLZ	IFR_27L_von_HLZ
WRB 8P	IFR_27R_von_WRB_1	IFR_27L_von_WRB_1
	IFR_27R_von_WRB_2	IFR_27L_von_WRB_2

Abbildung 27: Bezeichnungen der IFR-Anflugstrecken für STARs BR 27 im DES

In der flugbetrieblichen Praxis werden gemäß den von der DFS erhaltenen Flugspuraufzeichnungen nicht alle Anflüge über eine STAR zum Flughafen Hannover geführt. Dies ist immer dann der Fall, wenn das Initial Approach Fix (IAF) über veröffentlichte ATS-Strecken erreicht werden kann und daher die Notwendigkeit einer STAR nicht besteht. Dementsprechend finden sich in den FANOMOS-Daten gut 5.000 Flugspuren von Anflügen, denen keine STAR zugeordnet wurde. Dies entspricht ca. 27 Prozent aller Anflüge der BR 27.

Zur Erfassung dieser Flugbewegungen im DES wurden zusätzlich mehrere Stellvertreterstrecken für Anflüge aus verschiedenen Himmelsrichtungen modelliert und in das DES aufgenommen. Diese Flugstrecken sind im DES mit

- „von_NORTH“,
- „von_NORTHEAST“,
- „von_SOUTHWEST“ und
- „von_WEST“

bezeichnet. Varianten dieser Streckenführungen sind wiederum mit einem Suffix (z.B. „_1“ oder „_2“) für die Variantenummer versehen.

Anschließend wurden den FANOMOS-Flugspuren diese Flugstrecken mit dem DES-Editor zugewiesen und für den Prognostiker INTRAPLAN eine Analyse der zugehörigen Quellflughäfen erstellt. Das Mengengerüst der Luftverkehrsprognose [7] konnte so diese DES-Anflugstrecken ebenfalls berücksichtigen.

Abbildung 28 zeigt das an die flugbetriebliche Praxis angepasste Modell der zusätzlichen Anflugstrecken für die Erfassung von Flugbewegungen ohne Angabe einer STAR.

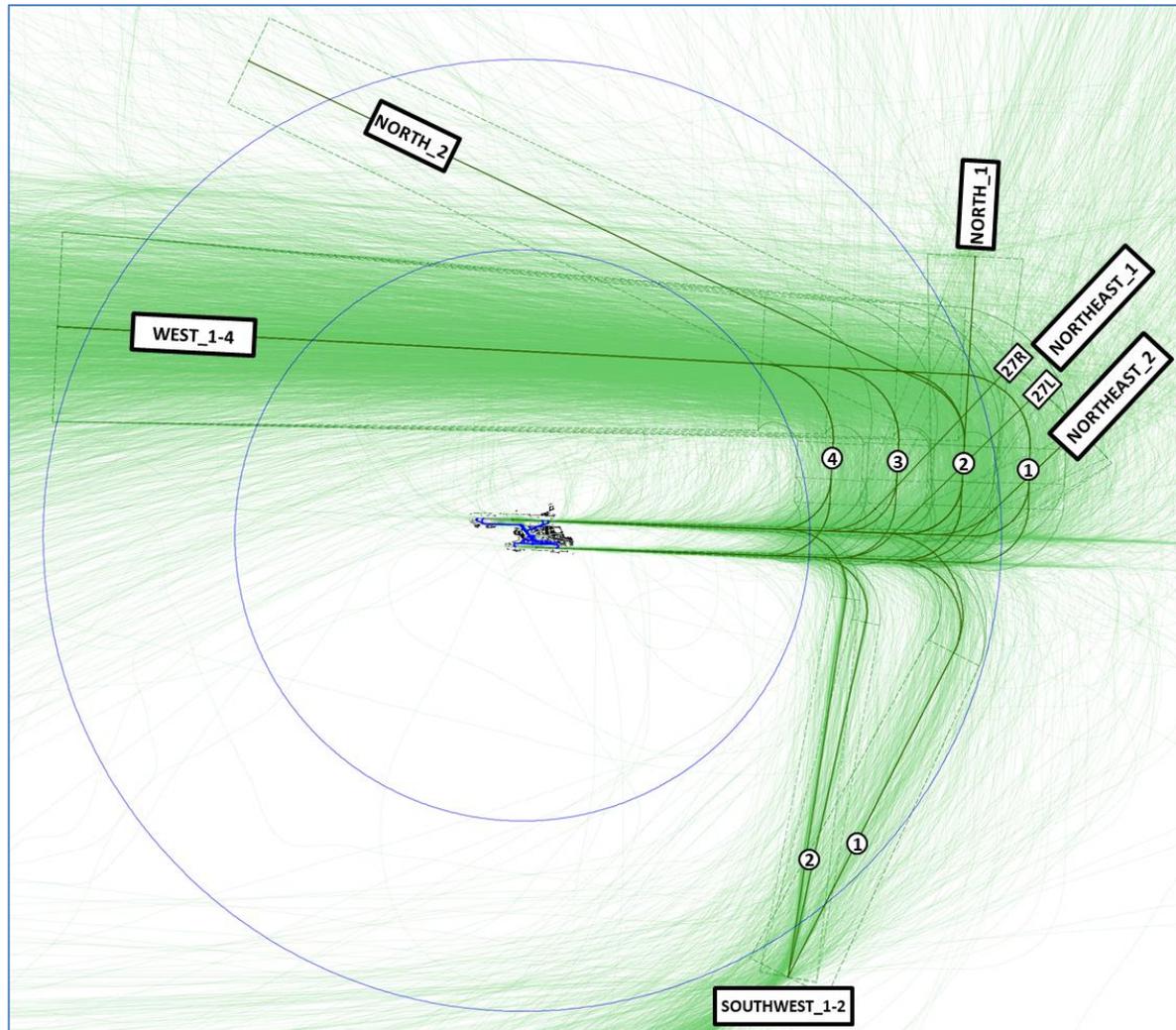


Abbildung 28: IFR-Anflugstrecken für Anflüge ohne STAR BR 27 (DES-Modell)

Die Flugspuren aus Richtung Westen weisen im Übrigen eine große Ähnlichkeit zu Anflügen auf, die im DES von 2009 [4] mit der STAR CEL verbunden waren. Diese STAR existiert heute nicht mehr.

4.3 Betriebsrichtung Ost (09)

4.3.1 Abflugstrecken

Für die Modellierung der Abflugstrecken der Betriebsrichtung Ost wurden die von der DFS übermittelten Beschreibungen [3] der SID-Streckenverläufe (Abbildung 29 zeigt die SIDs für die Startbahn 09L) sowie die Veröffentlichungen im Luftfahrthandbuch [2] als Grundlage verwendet und in das DES-Modell umgesetzt.

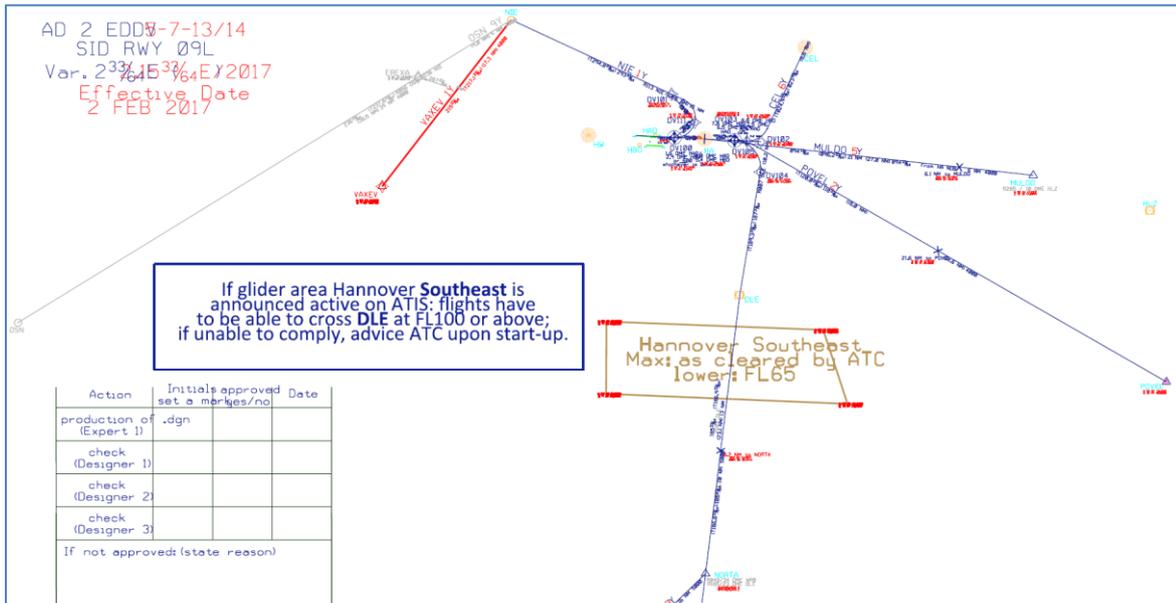


Abbildung 29: IFR-Abflugstrecken RWY 09L (DFS-Datenlieferung)

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 32 dargestellt. Hierbei gelten die nachfolgend in Abbildung 30 und Abbildung 31 aufgelisteten Zuordnungen von durch die DFS veröffentlichten Streckenbezeichnungen zu den Streckenbezeichnungen im DES:

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecken im DES
	RWY 09L
CEL 6Y	IFR_09L_nach_CEL_1
	IFR_09L_nach_CEL_2
	IFR_09L_nach_CEL_3
	IFR_09L_nach_CEL_4
MULDO 5Y	IFR_09L_nach_MULDO_1
	IFR_09L_nach_MULDO_2
NIE 1Y	IFR_09L_nach_NIE
POVEL 2Y	IFR_09L_nach_POVEL_1
	IFR_09L_nach_POVEL_2
VAXEV 1Y	IFR_09L_nach_VAXEV_1
	IFR_09L_nach_VAXEV_2
	IFR_09L_nach_VAXEV_3
	IFR_09L_nach_VAXEV_4
	IFR_09L_nach_VAXEV_5
WERRA 3Y / WRB 3Y	IFR_09L_nach_DLE

Abbildung 30: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken RWY 09L im DES

Standard Departure Route (SID)	IFR-Abflugstrecken im DES
	RWY 09R
CEL 9G	IFR_09R_nach_CEL_1
	IFR_09R_nach_CEL_2
	IFR_09R_nach_CEL_3
	IFR_09R_nach_CEL_4
MULDO 8G	IFR_09R_nach_MULDO
NIE 7G	IFR_09R_nach_NIE
POVEL 2H	IFR_09R_nach_POVEL_1
	IFR_09R_nach_POVEL_2
VAXEV 1G	IFR_09R_nach_VAXEV_1
	IFR_09R_nach_VAXEV_2
	IFR_09R_nach_VAXEV_3
	IFR_09R_nach_VAXEV_4
WERRA 3G / WRB 1G	IFR_09R_nach_DLE

Abbildung 31: Bezeichnungen der IFR-Abflugstrecken RWY 09R im DES

Die SIDs WERRA und WRB weisen bis zum Wegpunkt DLE außerhalb des Erfassungsradius von 25 Kilometern einen identischen Streckenverlauf und wurden daher im DES als Abflugstrecken „nach_DLE“ zusammengefasst.

Strecken für Abflüge, die die verlängerte Startstrecke der Startbahn 09L nutzen, beginnen im DES mit „IFR_09x_nach“.

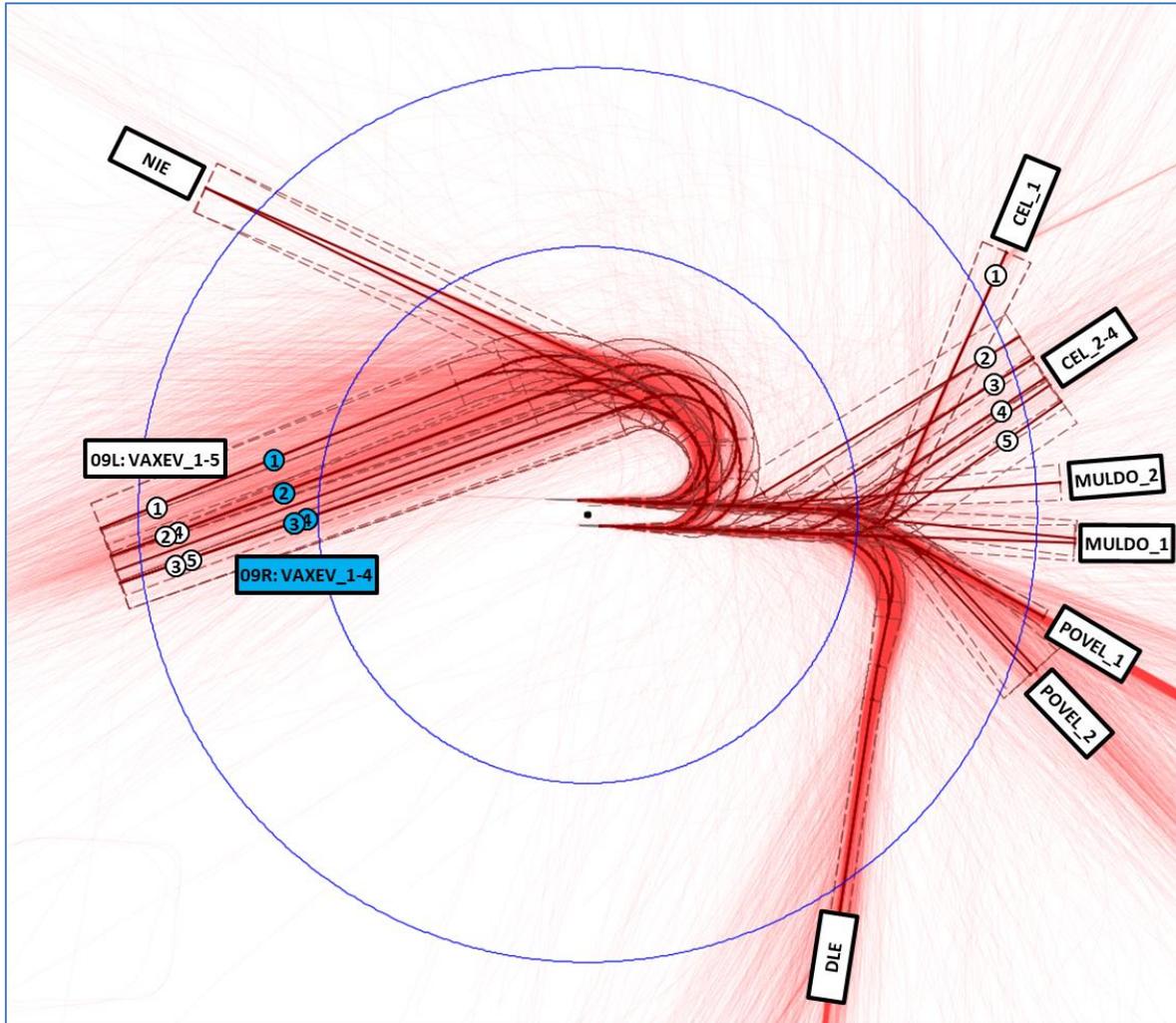


Abbildung 32: IFR-Abflugstrecken BR 09 (DES-Modell)

Die Anzahl der im DES erfassten Stellvertreterstrecken für Abflüge der einzelnen SIDs ist in der Regel für die Startbahnen 09L und 09R identisch. Eine Ausnahme bilden die DES-Abflugstrecken für die SID VAXEV: Hier konnten 4 (09R) bzw. 5 (09L) Streckenvarianten in den FANOMOS-Flugspurdaten identifiziert werden. Die Varianten 4 (09R) sowie 4 und 5 (09L) beschreiben jeweils Flugwege, die in der ersten Linkskurve weiter östlich verlaufen.

4.3.2 Anflugstrecken

Die Modellierung der IFR-Anflugstrecken für die Betriebsrichtung Ost (09) basiert ebenfalls auf den von der DFS gelieferten Darstellungen der Anflugverfahren [3] sowie den Veröffentlichungen im Luftfahrthandbuch [2].

Abbildung 35 zeigt das von OTSD erstellte Streckenmodell für alle Anflüge auf die Landebahn 09, denen eine STAR zugewiesen wurde:

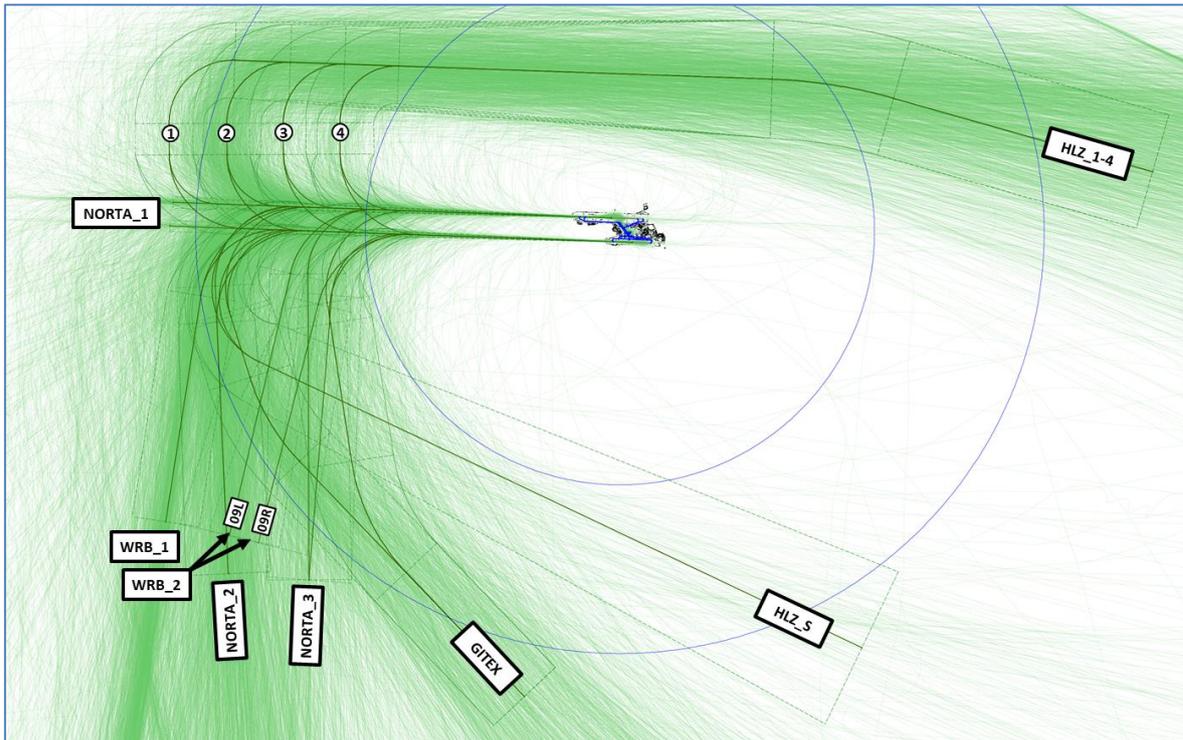


Abbildung 33: IFR-Anflugstrecken für STARs der BR 09 (DES-Modell)

Im Hintergrund sind wiederum die für die Modellbildung verwendeten Flugspuraufzeichnungen des Jahres 2018 dargestellt. Die im DES verwendeten Streckenbezeichnungen können Abbildung 34 entnommen werden:

Standard Arrival Route (STAR RWY 09 L/R)	IFR-Anflugstrecken im DES	
	RWY 09L	RWY 09R
ELNAT 2R / WERRA 2R	IFR_09L_von_NORTA_1	IFR_09R_von_NORTA_1
	IFR_09L_von_NORTA_2	IFR_09R_von_NORTA_2
	IFR_09L_von_NORTA_3	IFR_09R_von_NORTA_3
GITEX 4R	IFR_09L_von_GITEX_1	IFR_09R_von_GITEX_1
	IFR_09L_von_GITEX_2	IFR_09R_von_GITEX_2
HLZ 6R	IFR_09L_von_HLZ_1	IFR_09R_von_HLZ_1
	IFR_09L_von_HLZ_2	IFR_09R_von_HLZ_2
	IFR_09L_von_HLZ_3	IFR_09R_von_HLZ_3
	IFR_09L_von_HLZ_4	IFR_09R_von_HLZ_4
	IFR_09L_von_HLZ_S	IFR_09R_von_HLZ_S
WRB 5R	IFR_09L_von_WRB_1	IFR_09R_von_WRB_1
	IFR_09L_von_WRB_2	IFR_09R_von_WRB_2

Abbildung 34: Bezeichnungen der IFR-Anflugstrecken für STARs BR 09 im DES

Auch in Landerichtung 09 enthalten die Flugspuraufzeichnungen der DFS ca. 4200 Flugspuren (etwa 33 Prozent aller Anflüge in BR 09), denen keine STAR zugewiesen wurde.

Zur Erfassung dieser Flugbewegungen im DES wurden, wie bei der BR 27, zusätzlich mehrere Stellvertreterstrecken für Anflüge aus verschiedenen Himmelsrichtungen modelliert und in das DES aufgenommen. Diese Flugstrecken sind für die BR 09 im DES mit

- „von_NORTH“,
- „von_NORTHEAST“ und
- „von_WEST“

bezeichnet. Varianten dieser Streckenführungen sind wiederum mit einem Suffix (z.B. „_2“) für die Variantenummer versehen. Auch für die BR 09 wurde dem Prognostiker INTRAPLAN eine Analyse der zugehörigen Quellflughäfen zu diesen Streckenführungen zur Verfügung gestellt.

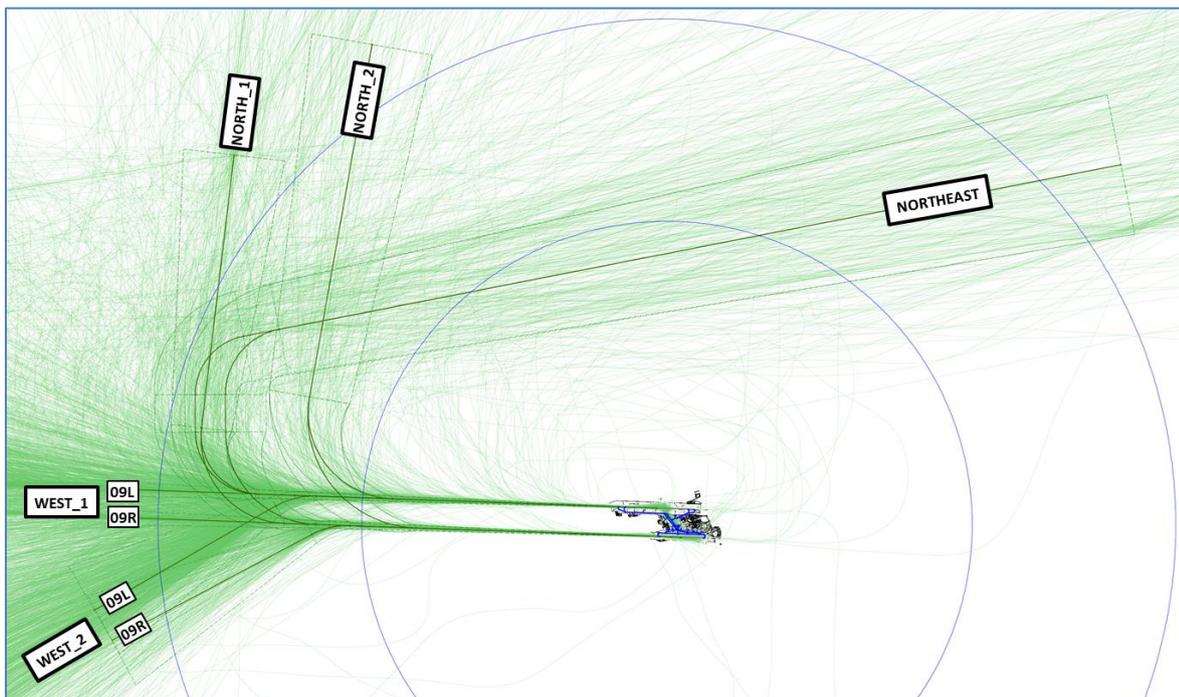


Abbildung 35: IFR-Anflugstrecken für Anflüge ohne STAR BR 09 (DES-Modell)

Abbildung 35 zeigt das DES-Modell für Anflüge, denen keine STAR zugewiesen wurde.

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 [2] 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 1“, „NOVEMBER 2“, „ECHO 1“, „ECHO 2“, „LIMA“, „WHISKEY 1“ und „WHISKEY 2“.

Die Bezeichnungen der im DES-Modell erfassten Flugstrecken orientieren sich wiederum an der für die DIN 45689 (siehe [12]) entwickelten Methodik (siehe Abschnitt 4.1.2).

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 und der für die IFR-Modellierung relevante 25km-Umkreis sind 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. Für diese wird – entsprechend der flugbetrieblichen Praxis – angenommen, dass alle drei Start-/Landebahnen (einschließlich der kurzen Center-Bahn 09C/27C) für Starts- und Landungen nutzbar sind. Die (wenigen) Landungen mit Flugzeugen der Gruppe P 1.4 auf der Landebahn 09C/27C wurden auch trotz einer nach AzB geringfügig zu kurzen verfügbaren Verzögerungsstrecke im Modell erfasst.

5.1.1 Abflugstrecken

Die VFR-Abflugstrecken für Flugzeuge im DES-Modell führen von allen drei Startbahnen über die Meldepunkte NOVEMBER 2 und NOVEMBER 1, ECHO 2 und ECHO 1, ECHO 2 und LIMA sowie WHISKEY 2 und WHISKEY 1. Außerdem wurden Abflugstrecken zu allen vier Himmelsrichtungen für alle Startbahnen vorgesehen.

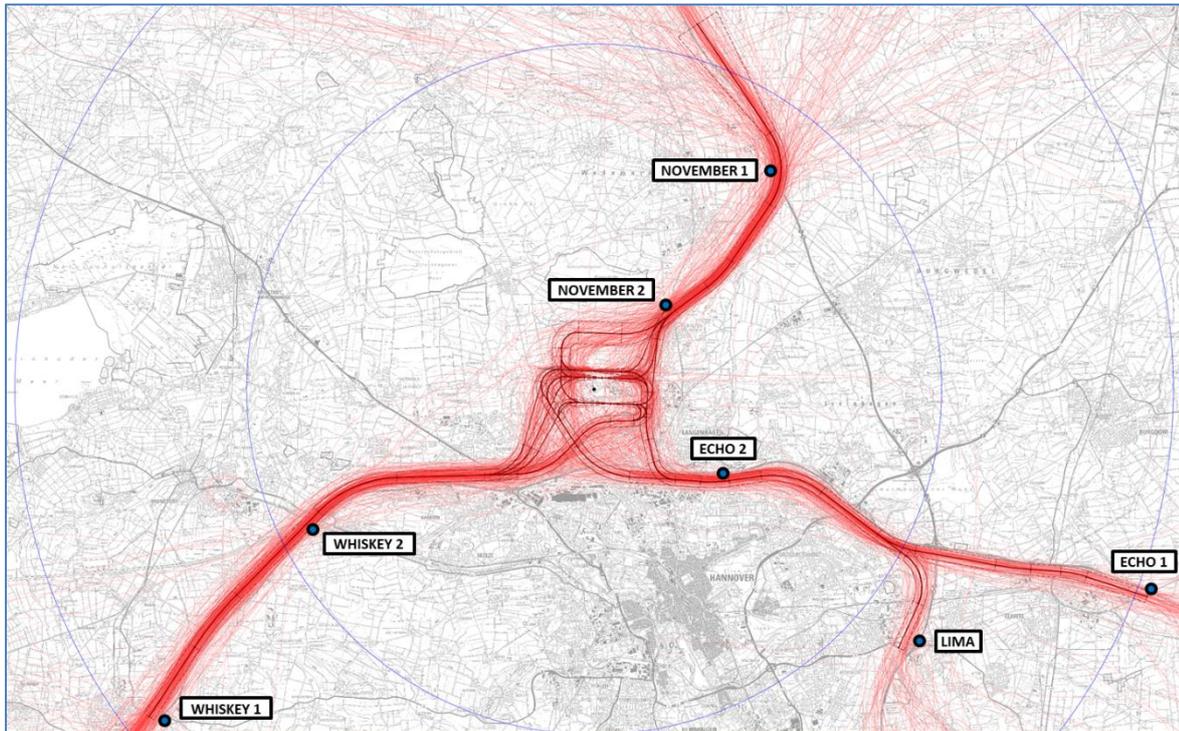


Abbildung 36: VFR-Abflugstrecken über Meldepunkte BR 09/27 (DES-Modell)³

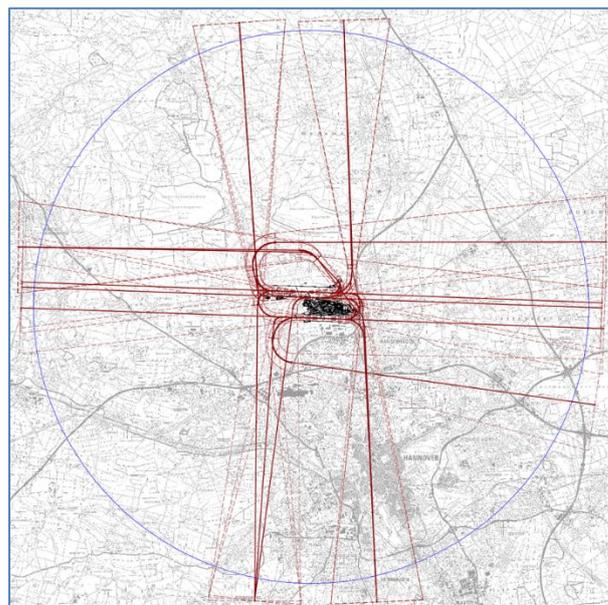


Abbildung 37: VFR-Abflüge nach Himmelsrichtungen BR 09/27 (DES-Modell)⁴

³ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE / BKG 2019

⁴ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE / BKG 2019

5.1.2 Anflugstrecken

VFR-Anflugstrecken für Flugzeuge im DES-Modell führen über die Meldepunkte NOVEMBER 1 und NOVEMBER 2, ECHO 1 und ECHO 2, LIMA und ECHO 2 sowie WHISKEY 1 und WHISKEY 2 zu allen drei Landebahnen (siehe Abbildung 38).

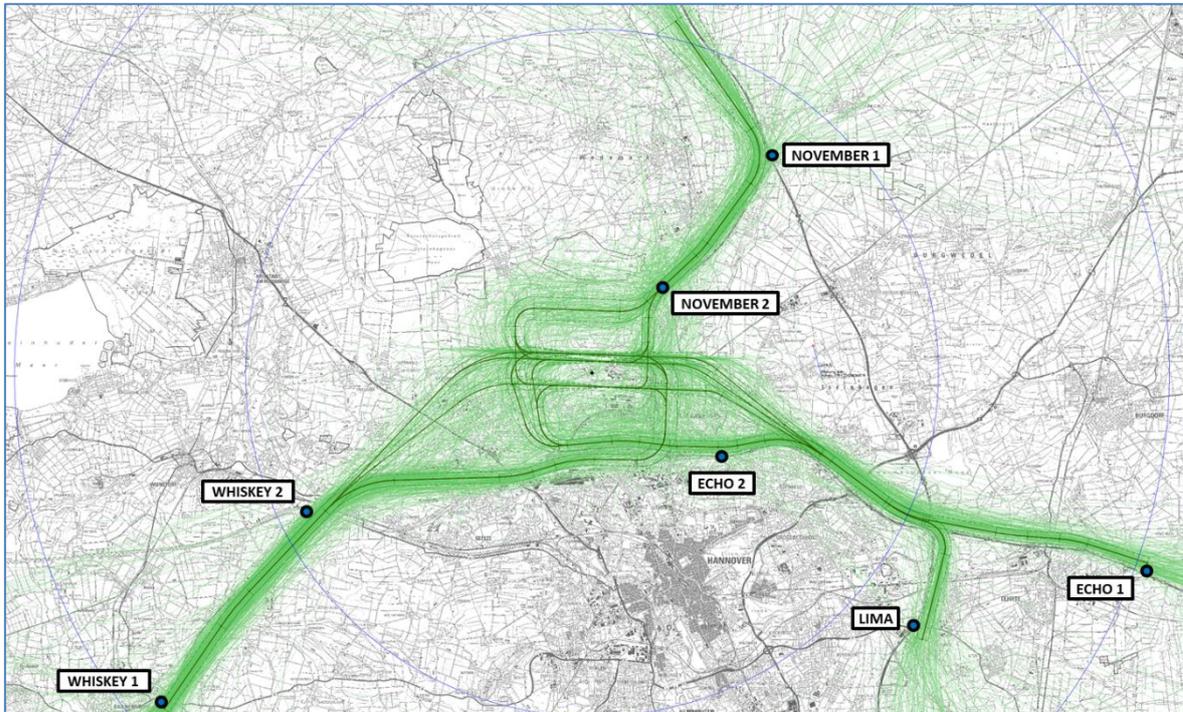


Abbildung 38: VFR-Anflugstrecken über Meldepunkte BR 09/27 (DES-Modell)⁵

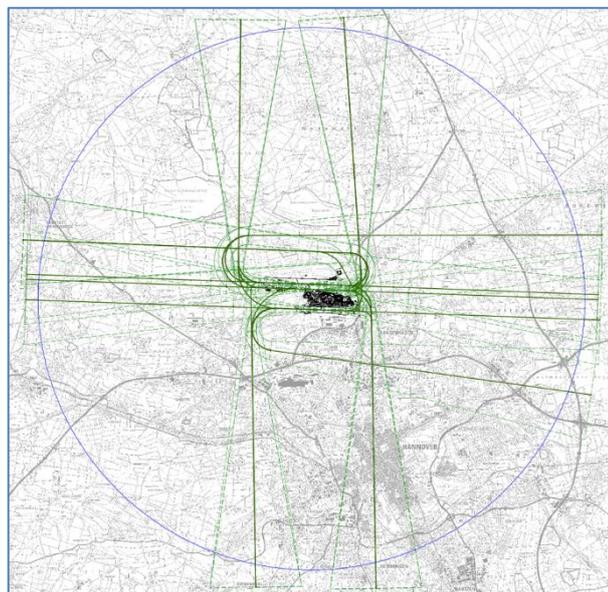


Abbildung 39: VFR-Anflüge nach Himmelsrichtungen BR 09/27 (DES-Modell)⁶

⁵ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE / BKG 2019

⁶ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE / BKG 2019

Des Weiteren wurden direkte Anflugstrecken aus den vier Himmelsrichtungen in das DES-Modell aufgenommen, um Flugbewegungen zu erfassen, deren Flugweg nicht über die Pflichtmeldepunkte verläuft (siehe Abbildung 39).

5.1.3 Platzrunden

Platzrunden für Flugzeuge wurden im Norden des Platzes für die Start- und Landebahnen 09L/27R und 09C/27C modelliert. Im Süden des Platzes wurde eine Platzrunde für die Start-/Landebahn 09R/27L in das DES-Modell aufgenommen (siehe Abbildung 40). Der Streckenverlauf der Platzrunden orientiert sich an typischen FANOMOS-Flugspuren für Platzrunden.



Abbildung 40: Platzrunden BR 09 und 27 (DES-Modell)⁷

⁷ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE / BKG 2019

5.2 Flugbewegungen mit Hubschraubern

Das DES-Modell enthält weiterhin VFR-Flugstrecken für Hubschrauber. Hierbei handelt es sich um An- und Abflugstrecken zu bzw. von den drei Hubschrauberstart- und -landestellen H1, H2 und H3 (siehe Abbildung 6).

Anflüge mit Hubschraubern, die über die VFR-Meldepunkte verlaufen, folgen zunächst den VFR-Streckenführungen für Flugzeuge (siehe Abbildung 38) bis in die Nähe des Flughafens und werden dann direkt zu den Hubschrauberlandestellen geführt. Abflugstrecken werden in ähnlicher Weise im Nahbereich des Flughafens direkt mit den VFR-Abflugstrecken für Flugzeuge (siehe Abbildung 36) verbunden.

Die Anbindung der An- und Abflugstrecken für Hubschrauber an das VFR-Streckensystem für Flugzeuge ist in Abbildung 41 zu sehen.

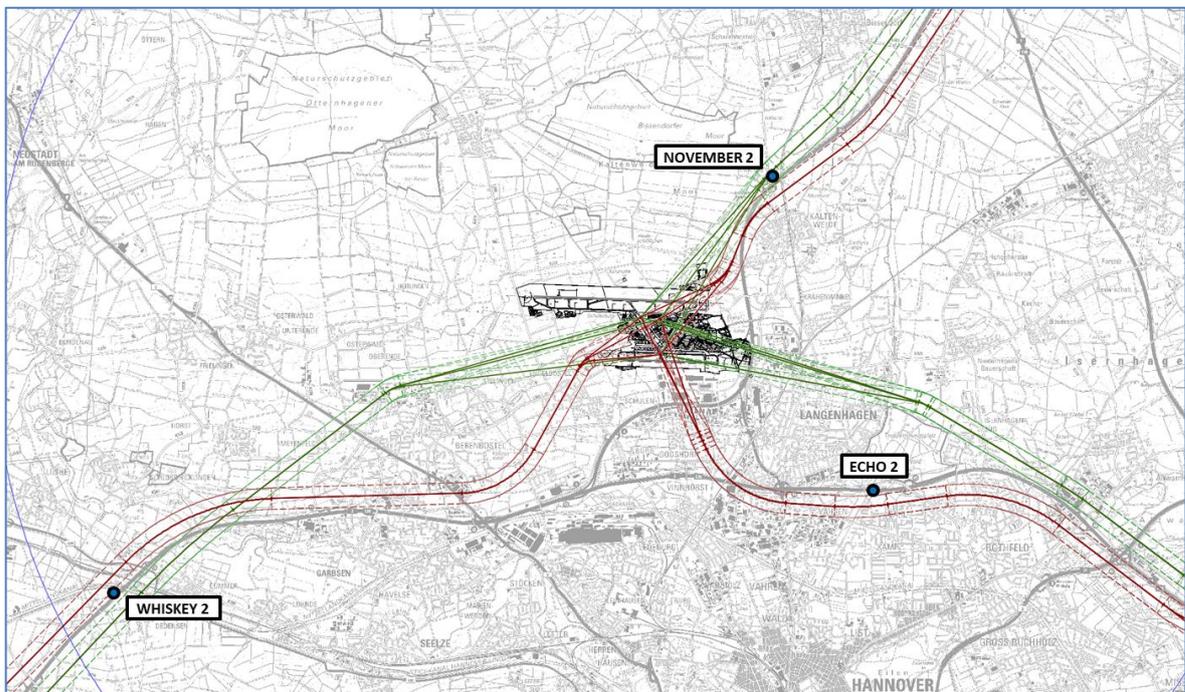


Abbildung 41: Anbindung der VFR-Flugstrecken für Hubschrauber (DES-Modell)⁸

Das DES-Modell enthält außerdem An- und Abflugstrecken für Hubschrauber, die direkt aus einer der vier Himmelsrichtungen zum Landeplatz sowie vom Platz in diese Richtungen geführt werden.

Für jede Hubschrauberstart- und -landestelle ist außerdem eine Platzrundenstrecke im DES-Modell enthalten, die sich am Verlauf der VFR-Platzrunden für Flugzeuge (siehe Abbildung 40) orientiert.

⁸ Quelle des Kartenausschnitts im Hintergrund: © GeoBasis-DE / BKG 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 Luftverkehrsprognose und der vom Flughafen Hannover und der DFS bereitgestellten Daten und Informationen die Flugbewegungsangaben für das DES erstellt wurden.

6.1 Starts, Landungen und Platzrundenflüge

Die im DES zu berücksichtigen Flugbewegungen für die 6 verkehrsreichsten Monate des Prognosejahrs 2030 wurden von der Firma INTRAPLAN in Form eines detaillierten Mengengerüsts übergeben [7].

Die Prognosedaten waren differenziert nach

- AzD-Luftfahrzeuggruppe,
- Tag (6 bis 18 Uhr Ortszeit), Abend (18-22 Uhr) und Nacht (22 bis 6 Uhr),
- Flugstrecken für den IFR- und VFR-Flugbetrieb,
- Start- und Landebahn bzw. Hubschrauberstart- und -landestelle.

Die Prognosedaten enthalten für die (wenigen) enthaltenen Starts der Luftfahrzeuggruppen S 6.2 und S 7 keine Aussage darüber, welche Auslastung auszunehmen ist. In Absprache mit dem Flughafen Hannover wurden diese Flugbewegungen jeweils der höheren AzD-Auslastungsklasse „b“ (Startmasse MTOM höher als 70% der Höchststartmasse) zugeordnet. Diese Flugbewegungen nutzen im DES grundsätzlich die verlängerte Startstrecke der Startbahn 09L/27R (im DES „09X/27X“).

Für das AzD-DES wurden die Bewegungszahlen für „Tag“ und „Abend“ addiert und für den Tagzeitraum der AzD (6 bis 22 Uhr Ortszeit) verwendet.

Im Rahmen der Datenaufbereitung wurde festgestellt, dass die prognostizierte, anteilige Belegung der beiden Hauptstart- und -Landebahnen (09L/27R und 09R/27L) nicht exakt mit der geplanten zukünftigen Nutzung übereinstimmte. Dies betraf insbesondere die Vorgabe, wonach auf der Nordbahn (09L/27R) in der Nacht 75% aller Flugbewegungen abgewickelt werden sollen. Die Verteilung der Starts und Landungen auf die Nord- und Südbahn wurde daher in enger Abstimmung mit dem Flughafen Hannover im finalen Mengengerüst für das DES angepasst.

Ferner war ein Übertragungsfehler in Bezug auf die Flugbewegungen der Klasse S 7 enthalten. Statt der jeweils 2 Starts und Landungen am Tag hätten jeweils 20 Starts und Landungen berücksichtigt werden müssen. Die Gesamtanzahl der Flugbewegungen wurde daher im finalen Mengengerüst um 36 erhöht.

Wie bereits bei der Modellierung der IFR-Anflugstrecken in Kapitel 4 erwähnt, wurden in Absprache mit dem Prognostiker einem Teil der IFR-Anflüge zusätzliche DES-Flugstrecken zugewiesen, um Flugbewegungen erfassen, denen keine Standardanflugstrecke (STAR) zugewiesen wird. Die Zuordnung der prognostizierten Flugbewegungen erfolgte auf Basis einer von OTSD erstellten Analyse der Quellflughäfen aus den FANOMOS-Daten [3]. Zu erkennen sind diese Bewegungen im DES anhand der auf die Himmelsrichtungen bezogenen Streckenbezeichnungen, (z.B. „IFR_27R_von_WEST_1“).

Aufgrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie auf den Flugbetrieb wurde das Mengengerüst der Flugbewegungen von der Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH abschließend noch einmal angepasst [11]. Im Vergleich zur ursprünglichen Prognose sind daher insgesamt 3.192 Flugbewegungen weniger im DES enthalten.

Die im DES enthaltenen Flugbewegungen für Starts, Landungen und Platzrunden fasst die folgende Abbildung 42 zusammen. Eine Platzrunde wird hier (und im DES) als eine Flugbewegung gezählt, obwohl diese aus Start- und Landeanteil besteht.

Luftfahrzeuggruppe (Klasse für Starts)	Starts Tag	Starts Nacht	Landungen Tag	Landungen Nacht	Platzrunden Tag	Platzrunden Nacht	Starts Gesamt	Landungen Gesamt	Platzrunden Gesamt	Gesamt Tag	Gesamt Nacht	Gesamt Tag + Nacht
P 1.0	222	0	222	0	70	0	222	222	70	514	0	514
P 1.1	12	0	12	0	4	0	12	12	4	28	0	28
P 1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P 1.3	2.066	1	2.062	5	571	0	2.067	2.067	571	4.699	6	4.705
P 1.4	530	87	539	78	25	0	617	617	25	1.094	165	1.259
P 2.1	408	88	376	120	0	0	496	496	0	784	208	992
P 2.2	8	1	9	0	0	0	9	9	0	17	1	18
S 5.1	3.038	368	3.020	386	0	0	3.406	3.406	0	6.058	754	6.812
S 5.2	11.722	4.128	11.003	4.847	0	0	15.850	15.850	0	22.725	8.975	31.700
S 5.3	4	0	4	0	0	0	4	4	0	8	0	8
S 6.1	407	7	406	8	0	0	414	414	0	813	15	828
S 6.2 (b)	1	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	2
S 6.3	1	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	2
S 7 (b)	20	0	20	0	0	0	20	20	0	40	0	40
P-MIL 2	6	0	5	1	0	0	6	6	0	11	1	12
H 1.1	511	176	494	193	0	0	687	687	0	1.005	369	1.374
H 1.2	423	68	382	109	0	0	491	491	0	805	177	982
H 2.1	8	0	8	0	0	0	8	8	0	16	0	16
H 2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe:	19.387	4.924	18.564	5.747	670	0	24.311	24.311	670	38.621	10.671	49.292

Abbildung 42: Prognosedaten für Starts, Landungen und Platzrunden im DES

Allen in Abbildung 42 aufgeführten Flugbewegungen wurde eine im DES modellierte Abflug-, Anflug- oder Platzrundenflugstrecke auf Basis der in den Prognosedaten enthaltenen Streckenbezeichnung zugewiesen. Die Verteilung auf die für einige Strecken im DES modellierten Streckenvarianten (erkennbar am Suffix der Variantenummer, z.B. „_2“), erfolgte anhand der von OTSD vorgenommenen Klassifikation der FANOMOS-Flugspuren für die einzelnen Stellvertreterstrecken.

Die Prognosedaten enthielten neben den oben aufgeführten Flugbewegungszahlen außerdem Angaben zu Überflügen der Start- und Landebahnen mit (Touch&Go) und ohne (Low Approach bzw. Missed Approach) Bahnberührung.

In Absprache mit dem Flughafen Hannover wurde hiermit wie folgt verfahren:

- Low Approaches bzw. Missed Approaches von Flugzeugen werden zusätzlich als jeweils eine Landung und ein Start in das DES aufgenommen. Missed Approaches, die als IFR-Flugbewegung angesehen werden, erhalten eine für diesen Zweck im DES erfasste Abflugstrecke (erkennbar an der Bezeichnung „MISSED_APPROACH“).
- Low Approaches bzw. Missed Approaches von Hubschraubern, die einer Helikopterstart- und -landestelle zugewiesen sind, werden zusätzlich als eine Landung und ein Start in das DES aufgenommen.
- Low Approaches bzw. Missed Approaches von Hubschraubern auf der Start-/Landebahn 09R/27L werden als jeweils eine Landung und ein Start zu bzw. von der Helikopterstart- und -landestelle H1 in der jeweiligen Betriebsrichtung 09 oder 27 angenommen. In den Daten enthaltene Bewegungen für die Bahnen 09L/27R und 09C/27C werden nicht in das DES übernommen.
- Für Touch&Go-Flugbewegungen wird angenommen, dass diese bereits in den Bewegungszahlen für Starts, Landungen und Platzrundenflüge enthalten sind. Sie werden daher nicht zusätzlich in das DES aufgenommen.

Die für das DES um Low Approaches bzw. Missed Approaches ergänzten Flugbewegungszahlen sind in Abbildung 43 dargestellt.

Luftfahrzeuggruppe	Starts Tag	Starts Nacht	Landungen Tag	Landungen Nacht	Platzrunden Tag	Platzrunden Nacht	Starts Gesamt	Landungen Gesamt	Platzrunden Gesamt	Gesamt Tag	Gesamt Nacht	Gesamt Tag + Nacht
P 1.0	232	0	232	0	70	0	232	232	70	534	0	534
P 1.1	46	0	46	0	4	0	46	46	4	96	0	96
P 1.2	29	0	29	0	0	0	29	29	0	58	0	58
P 1.3	2.313	2	2.309	6	571	0	2.315	2.315	571	5.193	8	5.201
P 1.4	701	87	710	78	25	0	788	788	25	1.436	165	1.601
P 2.1	468	88	436	120	0	0	556	556	0	904	208	1.112
P 2.2	8	1	9	0	0	0	9	9	0	17	1	18
S 5.1	3.396	368	3.378	386	0	0	3.764	3.764	0	6.774	754	7.528
S 5.2	11.722	4.128	11.003	4.847	0	0	15.850	15.850	0	22.725	8.975	31.700
S 5.3	4	0	4	0	0	0	4	4	0	8	0	8
S 6.1	407	7	406	8	0	0	414	414	0	813	15	828
S 6.2	1	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	2
S 6.3	1	0	1	0	0	0	1	1	0	2	0	2
S 7	20	0	20	0	0	0	20	20	0	40	0	40
P-MIL 2	69	0	68	1	0	0	69	69	0	137	1	138
H 1.1	516	177	499	194	0	0	693	693	0	1.015	371	1.386
H 1.2	424	68	383	109	0	0	492	492	0	807	177	984
H 2.1	9	0	9	0	0	0	9	9	0	18	0	18
H 2.2	2	0	2	0	0	0	2	2	0	4	0	4
Summe:	20.368	4.926	19.545	5.749	670	0	25.294	25.294	670	40.583	10.675	51.258

Abbildung 43: Ergänzte DES-Flugbewegungsangaben

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 bzw. Bahnüberflüge (Low Approaches, s.o.). Für die zugehörigen Flugbewegungen werden keine Rollbewegungen erfasst.

Luftfahrzeuggruppe	Rollbewegungen Tag (6-22 Uhr)	Rollbewegungen Nacht (22-6 Uhr)	Rollbewegungen Gesamt
P 1.0	584	0	584
P 1.1	32	0	32
P 1.2	0	0	0
P 1.3	5.270	6	5.276
P 1.4	1.119	165	1.284
P 2.1	784	208	992
P 2.2	17	1	18
S 5.1	6.058	754	6.812
S 5.2	22.725	8.975	31.700
S 5.3	8	0	8
S 6.1	813	15	828
S 6.2	2	0	2
S 6.3	2	0	2
S 7	40	0	40
P-MIL 2	11	1	12
Summe:	37.465	10.125	47.590

Abbildung 44: Rollbewegungen (Anflug- und Abflug-Rollwege) im DES

Eine Übersicht aller im DES erfassten Rollbewegungen für landende und startende Flugzeuge ist in Abbildung 44 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 Hannover deutlich geringer sein, da an einem Großteil der Parkpositionen externe 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	784	208	992
P 2.2	17	1	18
S 5.1	6.058	754	6.812
S 5.2	22.725	8.975	31.700
S 5.3	8	0	8
S 6.1	813	15	828
S 6.2	2	0	2
S 6.3	2	0	2
S 7	40	0	40
P-MIL 2	11	1	12
Summe:	30.460	9.954	40.414

Abbildung 45: APU-Betriebsdaten (vor dem Start/nach der Landung) im DES

Abbildung 45 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 [10] 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 46 und Abbildung 47 dargestellt.

Jahr	Nordbahn (09L/27R) - Bewegungsanteile Tag					Südbahn (09R/27L) - Bewegungsanteile Tag					Center-Bahn (09C/27C) - Bewegungsanteile Tag					Summe
	Start	Start	Landung	Landung	Summe	Start	Start	Landung	Landung	Summe	Start	Start	Landung	Landung	Summe	
	09 L	27 R	09 L	27 R	09L/27R	09 R	27 L	09 R	27 L	09R/27L	09 C	27 C	09 C	27 C	09C/27C	
2009	6,6%	17,2%	9,7%	15,6%	49,1%	9,6%	18,2%	5,6%	16,8%	50,2%	0,02%	0,53%	0,01%	0,06%	0,62%	100%
2010	9,7%	18,8%	11,5%	16,0%	56,0%	7,5%	15,2%	4,8%	15,3%	42,8%	0,31%	0,51%	0,16%	0,18%	1,17%	100%
2011	4,8%	15,7%	7,4%	13,0%	40,9%	10,8%	19,8%	7,1%	19,6%	57,3%	0,54%	0,55%	0,30%	0,38%	1,77%	100%
2012	5,3%	21,4%	8,0%	17,6%	52,3%	7,4%	16,2%	4,5%	17,1%	45,2%	0,75%	0,86%	0,38%	0,52%	2,51%	100%
2013	8,7%	18,3%	11,1%	15,7%	53,8%	8,0%	14,9%	5,3%	15,0%	43,1%	0,86%	1,10%	0,46%	0,68%	3,10%	100%
2014	7,6%	15,5%	10,6%	14,2%	47,9%	9,6%	17,0%	6,8%	15,6%	49,0%	1,01%	1,00%	0,52%	0,52%	3,04%	100%
2015	5,9%	24,3%	7,7%	22,2%	60,0%	5,8%	13,4%	4,0%	12,8%	36,0%	0,91%	1,46%	0,56%	0,98%	3,92%	100%
2016	5,8%	15,3%	8,2%	14,0%	43,3%	9,6%	19,0%	7,3%	17,2%	53,0%	1,25%	1,14%	0,58%	0,75%	3,72%	100%
2017	4,3%	17,1%	6,3%	15,7%	43,3%	7,0%	21,9%	4,9%	20,0%	53,8%	0,67%	1,10%	0,38%	0,72%	2,87%	100%
2018	11,4%	21,6%	14,5%	19,7%	67,2%	7,2%	8,3%	3,9%	8,4%	27,9%	1,60%	1,22%	1,19%	0,90%	4,91%	100%
Mittelwert	7,0%	18,5%	9,5%	16,4%	51,4%	8,3%	16,4%	5,4%	15,8%	45,8%	0,79%	0,95%	0,45%	0,57%	2,76%	100%

Abbildung 46: Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen am Tag

Jahr	Nordbahn (09L/27R) - Bewegungsanteile Nacht					Südbahn (09R/27L) - Bewegungsanteile Nacht					Center-Bahn (09C/27C) - Bewegungsanteile Nacht					Summe
	Start	Start	Landung	Landung	Summe	Start	Start	Landung	Landung	Summe	Start	Start	Landung	Landung	Summe	
	09 L	27 R	09 L	27 R	09L/27R	09 R	27 L	09 R	27 L	09R/27L	09 C	27 C	09 C	27 C	09C/27C	
2009	10,8%	21,7%	20,0%	31,9%	84,4%	0,8%	1,9%	3,2%	9,8%	15,6%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
2010	10,8%	22,2%	20,4%	33,1%	86,4%	1,1%	3,1%	2,1%	7,3%	13,6%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
2011	6,9%	16,7%	13,5%	23,1%	60,2%	5,0%	7,1%	7,6%	20,1%	39,8%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
2012	7,5%	22,0%	14,1%	30,0%	73,7%	3,2%	5,3%	3,1%	14,7%	26,3%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
2013	8,6%	17,0%	16,9%	21,8%	64,4%	5,3%	8,1%	4,7%	17,5%	35,6%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	100%
2014	11,7%	21,3%	18,1%	28,6%	79,6%	3,4%	3,2%	4,1%	9,7%	20,4%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
2015	9,1%	24,4%	13,0%	34,1%	80,6%	2,7%	4,2%	2,4%	10,1%	19,4%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
2016	10,1%	21,8%	15,0%	28,4%	75,3%	3,9%	4,3%	4,9%	11,7%	24,7%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
2017	6,4%	19,2%	10,2%	26,8%	62,6%	4,4%	11,0%	5,1%	16,9%	37,4%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
2018	14,4%	24,9%	19,6%	28,3%	87,2%	3,2%	2,0%	3,0%	4,6%	12,8%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
Mittelwert	9,6%	21,1%	16,1%	28,6%	75,4%	3,3%	5,0%	4,0%	12,2%	24,6%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%

Abbildung 47: Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen in der Nacht

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] Luftfahrthandbuch Deutschland (Aeronautical Information Publication, AIP IFR und AIP VFR), DFS Deutsche Flugsicherung GmbH., Stand vom 10.10.2019.
- [3] Beschreibungen von Flugstrecken sowie lokalen Flugsicherungsverfahren für den Flughafen Hannover, Flugspuraufzeichnungen des Systems FANOMOS, DFS Deutsche Flugsicherung GmbH., erhalten am 25.03.2019.
- [4] Datenerfassungssystem (DES) für den Flughafen Hannover und das Prognosejahr 2020, OTSD GmbH., 09.11.2009.
- [5] Topographisches Kartenmaterial im Maßstab 1:50.000 (DTK50), Bundesamt für Kartografie und Geodäsie, bereitgestellt durch DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, erhalten am 27.06.2019.
- [6] „Verkehrsdaten für ein Datenerfassungssystem (DES) für das Jahr 2030 am Flughafen Hannover – Abschlussbericht Juni 2019“, INTRAPLAN Consult GmbH., erhalten am 18.07.2019.
- [7] Harmonisierte Flugbewegungsangaben für die 6 verkehrsreichsten Monate des Prognosejahrs 2030, INTRAPLAN Consult GmbH, erhalten am 02.10.2019.
- [8] CAD-Zeichnung des Flughafen-Layouts und der umgebenden Gebäude, Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH, erhalten am 01.04.2019.
- [9] Rollbewegungsdaten für den Flughafen Hannover im Zeitraum Mai bis Oktober 2018, Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH, erhalten am 25.03.2019.
- [10] Statistik der Flugbewegungen nach Betriebsrichtung für die Jahre 2009 bis 2018, Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH., erhalten am 22.10.2019.
- [11] Flugbewegungsangaben für die 6 verkehrsreichsten Monate des Prognosejahrs 2030, Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH, erhalten am 15.12.2020.
- [12] DIN 45689-1:2020-11: „Akustik - Ermittlung von Fluggeräuschimmissionen an Flugplätzen - Teil 1: Berechnungsverfahren“.

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 Hannover“, Prognosejahr 2030, OTSD GmbH., Datum der DES-Erstellung 12.02.2021.
- [2] QSI-Projektdaten (QSI-Datenschnittstelle nach DIN 45687) zum Datenerfassungssystem (DES) für den Flughafen Hannover, OTSD GmbH., 12.02.2021.
- [3] Übersichten und Statistiken der Flugbewegungen im Datenerfassungssystem für den Flughafen Hannover, OTSD GmbH., 12.02.2021.