



OTSD
OPTIMIZED TRAFFIC SYSTEMS
DEVELOPMENT GMBH

Anne-Conway-Straße 2
D-28359 Bremen

Telefon +49(0)421/42 777-60
Telefax +49(0)421/42 777-69

info@otsd.de
www.otsd.de

Erstellung eines Datenerfassungssystems (DES) für den Flughafen Stuttgart

**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-Modellierung

Bremen, den 18. August 2010

Historie

Datum	Autor(en)	Bemerkungen
29.12.2009	Christian Schäffer	Dokumentation zum DES für den Flughafen Stuttgart (EDDS) – Entwurf mit Anmerkungen
22.02.2010	Christian Schäffer	Einarbeitung von Review-Kommentaren und geänderten Flugbewegungszahlen (Entwurf)
06.04.2010	Christian Schäffer	Einarbeitung von Änderungen nach der Präsentation des DES-Entwurfs am 22.03.2010 in Stuttgart: Platzrunden, Kurzabflüge RWY 07/25, Anmerkung zu militärischen Hubschrauber-Bewegungen
18.08.2010	Christian Schäffer	Entfernung Entwurfsvermerk zur Veröffentlichung

Geschäftsführer:
Christian Schäffer

Bankverbindung:
Deutsche Bank AG, Bremen
BLZ 290 700 24
Konto 1237775

Amtsgericht Bremen
HRB 21923

USt-IdNr.: DE 234077734

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Datengrundlage	7
2.1	Angaben im Luftfahrthandbuch (AIP)	7
2.2	Flugbewegungsangaben	8
2.3	Flughafen-Layout und Rollkonzept	15
2.4	Beschreibung der Flugstrecken	20
2.5	Flugverlaufsdaten (FANOMOS)	21
2.6	Matrix der bahnbezogenen Betriebsrichtungen	21
2.7	Topographisches Kartenmaterial	21
3	Erfassung der Flugplatzinfrastruktur	22
4	Modellierung der IFR-Flugstrecken	24
4.1	Vorgehensweise	24
4.1.1	Modellierung der IFR-Flugstrecken nach DFS-Vorgaben	24
4.1.2	Validierung des Modells anhand von FANOMOS-Daten	24
4.1.3	Aufbau dieses Kapitels	25
4.2	Betriebsrichtung West (25)	26
4.2.1	Anflugstrecken	26
4.2.2	Abflugstrecken	30
4.2.3	IFR-Hubschrauberstrecken	33
4.3	Betriebsrichtung Ost (07)	34
4.3.1	Anflugstrecken	34
4.3.2	Abflugstrecken	37
4.3.3	IFR-Hubschrauberstrecken	40

5	Modellierung der VFR-Flugstrecken	41
5.1	Flugbewegungen mit Flugzeugen	41
5.1.1	Anflugstrecken	41
5.1.2	Abflugstrecken	44
5.1.3	Platzrunden.....	47
5.2	Flugbewegungen mit Hubschraubern	48
5.2.1	Anflugstrecken	48
5.2.2	Abflugstrecken	50
5.2.3	Platzrunden.....	52
6	Quellenverzeichnis.....	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Angaben zum Flughafen Stuttgart (AIP AD-2 EDDS 1-1 ff.)	7
Abbildung 2: Flugbewegungsdaten für IFR-Abflüge (RWY 07)	9
Abbildung 3: Flugbewegungsdaten für IFR-Abflüge (RWY 25)	9
Abbildung 4: Flugbewegungsdaten für IFR-Anflüge (RWY 07)	10
Abbildung 5: Flugbewegungsdaten für IFR-Anflüge (RWY 25)	10
Abbildung 6: Abflug-Rollwege für IFR-Flugbewegungen (RWY 07)	11
Abbildung 7: Abflug-Rollwege für IFR-Flugbewegungen (RWY 25)	12
Abbildung 8: Anflug-Rollwege für IFR-Flugbewegungen (RWY 07)	12
Abbildung 9: Anflug-Rollwege für IFR-Flugbewegungen (RWY 25)	13
Abbildung 10: VFR-Flugbewegungen (ohne Platzrunden)	14
Abbildung 11: VFR-Flugbewegungen (Platzrunden).....	14
Abbildung 12: Flugplatz-Layout EDDS.....	15
Abbildung 13: Rollkonzept für Landungen RWY 25.....	16
Abbildung 14: Rollkonzept für Starts RWY 25	17
Abbildung 15: Rollkonzept für Landungen RWY 07.....	18
Abbildung 16: Rollkonzept für Starts RWY 07	19
Abbildung 17: DFS-Darstellung der IFR-Flugstrecken (Beispiel).....	20
Abbildung 18: Start- und Landebahn sowie Hubschrauberstart- und -landestellen (OTSD-Modell)	22
Abbildung 19: Anflugverfahren (STARs) RWY 07/25 (Datenlieferung DFS)	26
Abbildung 20: ILS-Anflugverfahren RWY 25 (Datenlieferung DFS).....	27
Abbildung 21: VOR-Anflugverfahren RWY 25 (Datenlieferung DFS)	28
Abbildung 22: IFR-Anflugstrecken RWY 25 (OTSD-Modell).....	29
Abbildung 23: IFR-Abflugstrecken RWY 25 (Datenlieferung DFS).....	30
Abbildung 24: IFR-Abflugstrecken RWY 25 (OTSD-Modell nach DFS-Vorgaben).....	31
Abbildung 25: IFR-Abflugstrecken RWY 25 (OTSD-Modell).....	32
Abbildung 26: Anbindung der IFR-Hubschrauberstrecken (RWY 25).....	33
Abbildung 27: ILS-Anflugverfahren RWY 07 (Datenlieferung DFS).....	34
Abbildung 28: VOR-Anflugverfahren RWY 07 (Datenlieferung DFS)	35
Abbildung 29: IFR-Anflugstrecken RWY 07 (OTSD-Modell).....	36
Abbildung 30: IFR-Abflugstrecken RWY 07 (Datenlieferung DFS).....	37
Abbildung 31: IFR-Abflugstrecken RWY 07 (OTSD-Modell nach DFS-Vorgaben).....	38
Abbildung 32: IFR-Abflugstrecken RWY 07 (OTSD-Modell).....	39
Abbildung 33: Anbindung der IFR-Hubschrauberstrecken (RWY 07).....	40
Abbildung 34: VFR-Anflugstrecken EDDS (Nahbereich – RWY 25 und RWY 27)	41
Abbildung 35: VFR-Anflugstrecken EDDS – RWY 07 und RWY 25 (WHISKEY und ECHO)	42
Abbildung 36: VFR-Anflugstrecken EDDS – RWY 25 und RWY 07 (LIMA, SIERRA, OSCAR und WENDLINGEN).....	43
Abbildung 37: VFR-Abflugstrecken EDDS (Nahbereich – RWY 25 und RWY 07)	44
Abbildung 38: VFR-Abflugstrecken EDDS – RWY 25 und RWY 07 (ECHO und WHISKEY)	45
Abbildung 39: VFR-Abflugstrecken EDDS – RWY 25 und RWY 07 (LIMA, SIERRA, OSCAR und WENDLINGEN).....	46
Abbildung 40: VFR-Platzrunden EDDS (RWY 25 und RWY 07)	47

Abbildung 41: Anbindung der VFR-Anflugstrecken für Hubschrauber (nördlicher Hubschrauberstart- und -landeplatz).....	48
Abbildung 42: Anbindung der VFR-Anflugstrecken für Hubschrauber (südlicher Hubschrauberstart- und -landeplatz)	49
Abbildung 43: Anbindung der VFR-Abflugstrecken für Hubschrauber (nördlicher Hubschrauberstart- und -landeplatz).....	50
Abbildung 44: Anbindung der VFR-Abflugstrecken für Hubschrauber (südlicher Hubschrauberstart- und -landeplatz)	51
Abbildung 45: Platzrunden für Hubschrauber	52

Abkürzungsverzeichnis

AIP	Aeronautical Information Publication (Luftfahrthandbuch)
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
AzD	Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb
DES	Datenerfassungssystem
DFS	Deutsche Flugsicherung
FANOMOS	Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System
ft	Fuß (Maßeinheit)
GA	General Aviation
IFR	Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)
ILS	Instrument Landing System (Instrumentenlandesystem)
LOC	Localizer (Landekurssender)
NM	Nautische Meile (Maßeinheit)
OTSD	Optimized Traffic Systems Development
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 Stuttgart (EDDS) fällt mit einer jährlichen Flugbewegungszahl von über 25.000 unter diese Regelung und ist damit verpflichtet, ein Datenerfassungssystem (DES) nach der 2008 novellierten "Anleitung zur Datenerfassung" (AzD 2008) vorzulegen.

Im April 2009 wurde OTSD vom Umweltministerium des Landes Baden-Württemberg beauftragt, dieses DES zu erstellen. Die Abstimmung der durch den Flughafen bereitzustellenden Eingangsdaten konnte im Februar 2010 abgeschlossen werden und das DES im Entwurf vorgelegt werden. Geringfügige Änderungen am DES-Entwurf wurden nach einer Präsentation beim Auftraggeber am 22.03.2010 in Stuttgart vorgenommen.

Diese Dokumentation erläutert und dokumentiert die im DES modellierten Daten über den Flugbetrieb am Flughafen Stuttgart im Prognosejahr 2020. Sie beschreibt, wie die Modellierung der Flugplatzinfrastruktur sowie der Roll- und Flugstrecken durch OTSD erfolgt ist.

Für das Projekt wurde ein von OTSD entwickeltes Software-System 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 Daten aufgezählt, die OTSD zur Erstellung des DES zur Verfügung standen. 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 Landebahn, 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. Abschließend sind wesentliche Daten- und Rechtsquellen zusammengefasst (Kapitel 6).

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 Beschreibung bzw. Modellierung der allgemeinen Flugplatzdaten, des Flugplatz-Layouts sowie der Flugstrecken (ergänzend zu den detaillierten Vorgaben der Deutschen Flugsicherung DFS) wurde das Luftfahrthandbuch Deutschland (Aeronautical Information Publication, AIP) der Deutschen Flugsicherung (DFS) in der aktuellen Fassung (letzte Aktualisierung vom 3. Dezember 2009) verwendet.

Im Luftfahrthandbuch sind für den Flughafen Stuttgart (Abschnitt AD-2 EDDS) 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 EDDS 1-1
9 APR 2009

EDDS AD 2.1 Aerodrome Location Indicator and Name

EDDS Stuttgart

EDDS AD 2.2 Aerodrome Geographical and Administrative Data

1	ARP coordinates and site at AD	N 48 41 23.56 E 009 13 19.07 Middle of the RWY on the centre line
2	Direction and distance from city	13 km (7.0 NM) S Stuttgart city centre; 10 km (5.5 NM) straight line distance
3	Elevation/Reference temperature	1276 ft / 23.1°C
4	MAG VAR/Annual change	1.2° E (2008,01) / -
5	AD Administration, address, telephone, telefax, telex, AFTN	Flughafen Stuttgart GmbH Postfach 230461 70624 Stuttgart Tel.: 0711 948-0 Fax: 0711 948-2349 (Traffic Supervision) 0711 948-3711 (Traffic Management) AFTN: EDDSYDYX SITA: STRAPXH (Scheduling / Traffic Operations Center)
6	Types of traffic permitted	IFR / VFR
7	Remarks	Nil

Abbildung 1: Angaben zum Flughafen Stuttgart (AIP AD-2 EDDS 1-1 ff.)

Auf weiteren Seiten der AIP zum Flughafen Stuttgart werden detailliert das Flugplatz-Layout sowie die (heutigen) Flugverfahren für An- und Abflüge, die weitgehend mit den von der DFS gelieferten Streckenbeschreibungen (siehe Abschnitt 2.4) übereinstimmen, beschrieben.

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

2.2 Flugbewegungsangaben

Die für das DES zu berücksichtigenden Flugbewegungszahlen wurden vom Flughafen Stuttgart in Form von mehreren EXCEL-Tabellen übergeben:

- Die Datei „Routenaufteilung_IFR_Antwort.xls“ (erhalten als Entwurf am 27.10.2009) enthält IFR-Flugbewegungen für Flugzeuge und Hubschrauber sowie die hierzu gehörenden Rollbewegungen.
- Die Datei „Flugroutenaufteilung VFR.xls“ (erhalten am 02.11.2009) enthält VFR-Flugbewegungen, ebenfalls für Flugzeuge und Hubschrauber (keine Rollbewegungsangaben).

Die in beiden Dateien enthaltenen Flugbewegungsdaten wurden für die Verwendung im DES in Absprache mit dem Flughafen überarbeitet, sodass sie den in der AzD enthaltenen Kriterien für die Qualitätssicherung des Datenerfassungssystems entsprechen. Die Freigabe der abgestimmten Prognosedaten für die Verwendung im DES erfolgte am 22.02.2010 durch den Flughafen.

Eine Dokumentation zu den bereitgestellten Daten oder ein Prognosegutachten stand OTSD nicht zur Verfügung, sodass die Tabellen als einzige Datengrundlage für die Flugbewegungsdaten im DES dienten. Eine inhaltliche Bewertung oder Prüfung dieser Daten war nicht Gegenstand des Auftrages.

Die Aufteilung der IFR-Flugbewegungen ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. IFR-Flugbewegungen werden im Prognosejahr mit Flugzeugen der Luftfahrzeuggruppen P 1.4, P 2.1, S 5.1, S 5.2, S 6.1 und S 7 sowie mit Hubschraubern der Gruppe H 2.2 durchgeführt.

Die Verteilung der IFR-Abflüge ist für die Startbahn 07 in Abbildung 2 und für die Startbahn 25 in Abbildung 3 dargestellt.

Die Flugbewegungsdaten für Starts der Gruppe S 7 waren nicht in die nach AzD geforderten Klassen („S 7 a) – S“ bzw. „S 7 b) – S“) eingeteilt. In Absprache mit dem Flughafen wurden daher alle Starts der (schwereren, lauterer) Klasse „S 7 b) – S“ zugeordnet.

In den Flugbewegungsdaten wurde einigen Abflügen die IFR-Abflugstrecke „TGO“ zugewiesen. Die Beschreibung dieser Strecke endet jedoch deutlich innerhalb des 25 km-Umkreises, sodass im Modell Annahmen getroffen wurden, wie die Flüge jenseits von TGO fortgesetzt werden.

AZB-Gruppe	Zeitraum	Startbahn 07											Summe
		ABTAL	DKB	ETASA	GEBNO	KRH	OKIBA	ROTWE	SUL	TAGIK	TGO	VESID	
H2.2	Tag	8	18	9		14			11	9	7	18	94
	Nacht	0	2	0		2			1	1	0	0	6
P1.4	Tag	76	164	57		112			102	78	69	181	839
	Nacht	1	8	3		0			1	8	0	0	21
P2.1	Tag	1052	264		95	22		47	142	580		121	2323
	Nacht	37	2		2	2		50	3	1		0	97
S5.1	Tag	853	285	571		71	1417	1640	639	851		780	7107
	Nacht	4	1	0		0	11	2	4	6		5	33
S5.2	Tag	2826	376	95			3045	2741		97		407	9587
	Nacht	230	31	7			316	9		5		0	598
S6.1	Tag	13	4	3			8	20				228	276
	Nacht	0	52	0			2	0				0	54
S7	Tag				9	9						10	28
	Nacht				0	2						0	2
Summe	Tag	4828	1111	735	104	228	4470	4448	894	1615	76	1745	20254
	Nacht	272	96	10	2	6	329	61	9	21	0	5	811
	Gesamt	5100	1207	745	106	234	4799	4509	903	1636	76	1750	21065

Abbildung 2: Flugbewegungsdaten für IFR-Abflüge (RWY 07)

AZB-Gruppe	Zeitraum	Startbahn 25										Summe
		ABTAL	DKB	ETASA	KRH	OKIBA	ROTWE	SUL	TAGIK	TGO	VESID	
H2.2	Tag	7	10	5	6			19	11	9	23	90
	Nacht	1	1	1	1			2	1	1	2	10
P1.4	Tag	101	141	76	89			267	153	128	320	1275
	Nacht	2	1	1	1			4	2	1	3	15
P2.1	Tag	1550	398		68		58	214	1048		181	3517
	Nacht	11	1		5		87	4	5		0	113
S5.1	Tag	1172	385	789	194	1755	2260	880	1262		1075	9772
	Nacht	11	9	0	3	20	8	7	20		10	88
S5.2	Tag	3708	527	124		4411	3879		270		562	13481
	Nacht	371	35	17		90	59		11		1	584
S6.1	Tag	14	15	3		4	10		7		47	100
	Nacht	0	60	0		8	0		2		0	70
S7	Tag		0		2	1	7				8	18
	Nacht		1		0	0	1				0	2
Summe	Tag	6552	1476	997	359	6171	6214	1380	2751	137	2216	28253
	Nacht	396	108	19	10	118	155	17	41	2	16	882
	Gesamt	6948	1584	1016	369	6289	6369	1397	2792	139	2232	29135

Abbildung 3: Flugbewegungsdaten für IFR-Abflüge (RWY 25)

Die Verteilung der IFR-Anflüge ist für die Landebahn 07 in Abbildung 4 und für die Landebahn 25 in Abbildung 5 dargestellt.

AZB-Gruppe	Zeitraum	Landebahn 07					Summe
		STAR	STAR	STAR	direct DKB-LBU-VATER	direct	
		BADSO	REUTL	TEKSI	+ direct LBU-VATER	VATER	
H2.2	Tag	17	10	5	26	22	80
	Nacht	1	1	0	2	4	8
P1.4	Tag	270	123	104	261	151	909
	Nacht	14	10	0	13	0	37
P2.1	Tag	629	173	986	596	27	2411
	Nacht	10	120	105	16	0	251
S5.1	Tag	1967	879	771	2045	1141	6803
	Nacht	175	121	14	26	1	337
S5.2	Tag	752	2504	2417	3516		9189
	Nacht	208	590	464	219		1481
S6.1	Tag	132	6	12	41		191
	Nacht	0	0	0	9		9
S7	Tag	16	2	2	0		20
	Nacht	0	0	0	0		0
Summe	Tag	3783	3697	4297	6485	1341	19603
	Nacht	408	842	583	285	5	2123
	Gesamt	4191	4539	4880	6770	1346	21726

Abbildung 4: Flugbewegungsdaten für IFR-Anflüge (RWY 07)

Die in den Flugbewegungsdaten angegebenen direkten Anflüge 07 über „DKB-LBU-VATER“ und „LBU-VATER“ sind weder hinsichtlich der Streckenbeschreibung noch in Bezug auf die in den Flugspuraufzeichnungen enthaltenen Flugwege voneinander zu trennen und wurden daher im DES zusammengefasst. Nahezu alle in den Flugspuraufzeichnungen keiner STAR zugeordneten Anflüge auf die Landebahn 07 können dieser Streckenführung zugerechnet werden.

Direkte Anflüge über VATER im Sinne eines Einfluges nahezu auf Endanflugkurs in den 25 km-Umkreis um den ARP finden sich in den Flugspuraufzeichnungen bei Anflügen aller drei STARs und wurden dort als entsprechende Streckenvariante auch berücksichtigt.

AZB-Gruppe	Zeitraum	Landebahn 25					Summe
		STAR	STAR	STAR TEKSI	direct DKB-GEBNO-UNSER	direct	
		BADSO	REUTL	+ direct UNSER	+ direct GEBNO-UNSER	LBU-UNSER	
H2.2	Tag	24	11	52	12	6	105
	Nacht	5	0	1	1	0	7
P1.4	Tag	273	205	368	191	107	1144
	Nacht	16	12	18	13	1	60
P2.1	Tag	803	221	1350	722	61	3157
	Nacht	10	16	175	23	7	231
S5.1	Tag	3392	2963	1655	1060	188	9258
	Nacht	355	192	21	25	9	602
S5.2	Tag	905	2731	3210	2747	1474	11067
	Nacht	317	936	728	512	20	2513
S6.1	Tag	160	6	12	96		274
	Nacht	26	0	0	0		26
S7	Tag	21	4	5	0		30
	Nacht	0	0	0	0		0
Summe	Tag	5578	6141	6652	4828	1836	25035
	Nacht	729	1156	943	574	37	3439
	Gesamt	6307	7297	7595	5402	1873	28474

Abbildung 5: Flugbewegungsdaten für IFR-Anflüge (RWY 25)

Die in den Flugbewegungsdaten angegebenen direkten Anflüge 25 über „DKB-GEBNO-UNSER“ und „GEBNO-UNSER“ sind weder hinsichtlich der Streckenbeschreibung noch in Bezug auf die in den Flugspuraufzeichnungen enthaltenen Flugwege voneinander zu trennen und wurden daher im DES zusammengefasst.

Direkte Anflüge über UNSER im Sinne eines Einfluges nahezu auf Endanflugkurs in den 25 km-Umkreis um den ARP entsprechen dem Flugverlauf von Anflügen der STAR TEKSI und wurden auch so im DES berücksichtigt.

Direkte Anflüge über LBU-UNSER finden sich außerdem bei Anflügen der STAR BADSO und wurden auch dort als entsprechende Streckenvariante im DES berücksichtigt.

Die Flugbewegungsdaten enthalten 50000 IFR-Abflüge mit Flugzeugen und 200 IFR-Abflüge mit Hubschraubern (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3). Des Weiteren sind ebenfalls 50000 IFR-Anflüge mit Flugzeugen und 200 IFR-Anflüge mit Hubschraubern (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5) enthalten.

Zu den oben dargestellten IFR-Flugbewegungen mit Flugzeugen sind in den Daten außerdem Rollbewegungszahlen enthalten. Diese geben an, wie viele Flugbewegungen von der Landebahn zu einer Positionsgruppe oder von einer Positionsgruppe zur Startbahn rollen. Die Rollbewegungen sind in insgesamt 10 Positionsgruppen differenziert, die die Parkpositionen 08 bis 73, 100 bis 106, 901 bis 921 sowie das GA-Vorfeld beinhalten.

Nachfolgend sind die vom Flughafen gelieferten Rollbewegungszahlen für die verschiedenen Start- und Landerichtungen dargestellt:

Abflug-Rollwege Startbahn 07	Zeitraum	P1.4	P2.1	S5.1	S5.2	S6.1	S7	Summe
Pos. 08 bis Pos. 19	Tag			1493	5081	174		6748
	Nacht			7	317	34		358
Pos. 24 bis Pos. 29	Tag	34		426	863	14	8	1345
	Nacht	1		2	54	3	1	61
Pos. 30 bis Pos. 36	Tag		93	71	479			643
	Nacht		4	1	30			35
Pos. 40 bis Pos. 46	Tag		465	924	2493	8		3890
	Nacht		19	4	155	2		180
Pos. 50 bis Pos. 57	Tag		906	2274	671			3851
	Nacht		38	10	42			90
Pos. 60 bis Pos. 65	Tag		232	498				730
	Nacht		9	2				11
Pos. 70 bis Pos. 73	Tag		372	213				585
	Nacht		15	1				16
Pos. 901 bis Pos. 921	Tag	134	93	71			6	304
	Nacht	3	5	1			0	9
Pos. 100 bis Pos. 106	Tag		116			80	14	210
	Nacht		5			15	1	21
GA-Vorfeld	Tag	671	46	1137				1854
	Nacht	17	2	5				24
Summe	Tag	839	2323	7107	9587	276	28	20160
	Nacht	21	97	33	598	54	2	805
	Gesamt	860	2420	7140	10185	330	30	20965

Abbildung 6: Abflug-Rollwege für IFR-Flugbewegungen (RWY 07)

Abflug-Rollwege Startbahn 25	Zeitraum	P1.4	P2.1	S5.1	S5.2	S6.1	S7	Summe
Pos. 08 bis Pos. 19	Tag			2052	7145	63		9260
	Nacht			19	309	44		372
Pos. 24 bis Pos. 29	Tag	51		586	1213	5	5	1860
	Nacht	1		5	53	4	1	64
Pos. 30 bis Pos. 36	Tag		141	98	674			913
	Nacht		5	1	29			35
Pos. 40 bis Pos. 46	Tag		703	1270	3505	3		5481
	Nacht		23	11	152	2		188
Pos. 50 bis Pos. 57	Tag		1371	3127	944			5442
	Nacht		44	28	41			113
Pos. 60 bis Pos. 65	Tag		352	684				1036
	Nacht		11	6				17
Pos. 70 bis Pos. 73	Tag		563	293				856
	Nacht		18	3				21
Pos. 901 bis Pos. 921	Tag	204	141	98			4	447
	Nacht	2	5	1			0	8
Pos. 100 bis Pos. 106	Tag		176			29	9	214
	Nacht		5			20	1	26
GA-Vorfeld	Tag	1020	70	1564				2654
	Nacht	12	2	14				28
Summe	Tag	1275	3517	9772	13481	100	18	28163
	Nacht	15	113	88	584	70	2	872
	Gesamt	1290	3630	9860	14065	170	20	29035

Abbildung 7: Abflug-Rollwege für IFR-Flugbewegungen (RWY 25)

Anflug-Rollwege Landebahn 07	Zeitraum	P1.4	P2.1	S5.1	S5.2	S6.1	S7	Summe
Pos. 08 bis Pos. 19	Tag			1429	4870	120		6419
	Nacht			71	785	5		861
Pos. 24 bis Pos. 29	Tag	37		408	827	10	6	1288
	Nacht	1		20	133	1	0	155
Pos. 30 bis Pos. 36	Tag		97	68	460			625
	Nacht		10	3	74			87
Pos. 40 bis Pos. 46	Tag		482	885	2389	6		3762
	Nacht		50	44	385	1		480
Pos. 50 bis Pos. 57	Tag		940	2176	643			3759
	Nacht		98	108	104			310
Pos. 60 bis Pos. 65	Tag		241	476				717
	Nacht		25	24				49
Pos. 70 bis Pos. 73	Tag		386	204				590
	Nacht		40	10				50
Pos. 901 bis Pos. 921	Tag	145	96	68			4	313
	Nacht	6	10	3			0	19
Pos. 100 bis Pos. 106	Tag		121			55	10	186
	Nacht		13			2	0	15
GA-Vorfeld	Tag	727	48	1089				1864
	Nacht	30	5	54				89
Summe	Tag	909	2411	6803	9189	191	20	19523
	Nacht	37	251	337	1481	9	0	2115
	Gesamt	946	2662	7140	10670	200	20	21638

Abbildung 8: Anflug-Rollwege für IFR-Flugbewegungen (RWY 07)

Anflug-Rollwege Landebahn 25	Zeitraum	P1.4	P2.1	S5.1	S5.2	S6.1	S7	Summe
Pos. 08 bis Pos. 19	Tag			1944	5866	173		7983
	Nacht			127	1332	16		1475
Pos. 24 bis Pos. 29	Tag	46		555	996	14	9	1620
	Nacht	2		36	226	1	0	265
Pos. 30 bis Pos. 36	Tag		127	93	553			773
	Nacht		9	6	126			141
Pos. 40 bis Pos. 46	Tag		631	1203	2877	8		4719
	Nacht		46	78	653	1		778
Pos. 50 bis Pos. 57	Tag		1231	2963	775			4969
	Nacht		90	193	176			459
Pos. 60 bis Pos. 65	Tag		316	648				964
	Nacht		23	42				65
Pos. 70 bis Pos. 73	Tag		505	278				783
	Nacht		37	18				55
Pos. 901 bis Pos. 921	Tag	183	126	93			6	408
	Nacht	10	9	6			0	25
Pos. 100 bis Pos. 106	Tag		158			79	15	252
	Nacht		12			8	0	20
GA-Vorfeld	Tag	915	63	1481				2459
	Nacht	48	5	96				149
Summe	Tag	1144	3157	9258	11067	274	30	24930
	Nacht	60	231	602	2513	26	0	3432
	Gesamt	1204	3388	9860	13580	300	30	28362

Abbildung 9: Anflug-Rollwege für IFR-Flugbewegungen (RWY 25)

Roll- bzw. Hover-Bewegungsangaben für die als IFR-Flüge deklarierten Flugbewegungen mit Hubschraubern waren in den Daten nicht enthalten. Nach Angaben des Flughafens wurde jedoch von der folgenden Verteilung ausgegangen:

- 81 Prozent der Hubschrauberflüge benutzen den *südlichen*,
- 19 Prozent der Flüge den *nördlichen* Hubschrauberstart- und -landeplatz.

Den Hubschrauberflugbewegungen wurden daher Hover-Strecken entsprechend dieser Verteilung zugewiesen.

Die Flugbewegungen mit Hubschraubern von bzw. zum südlichen Hubschrauberstart- und -landeplatz enthalten nach Auskunft des Flughafens sowohl zivile als auch militärische Flugbewegungen. Da deren Abstellflächen sehr nah beieinander liegen und jeweils das gleiche Fluggerät angenommen wurde, sind diese im Modell nicht differenziert und verwenden dieselbe Hover-Strecke.

Die insgesamt 400 IFR-Flugbewegungen für Hubschrauber wurden vom Prognoseersteller auf die verschiedenen IFR-Flugstrecken verteilt. Dabei wurde eine Verteilung auf die beiden Start- bzw. Landerichtungen vorgenommen. Durch die zusätzliche Verteilung dieser Bewegungen auf die beiden Hubschrauberstart- und -landeplätze ergaben sich sehr kleine Bewegungszahlen für die IFR-Hubschrauberstrecken (teilweise nur 1 Bewegung pro Strecke).

Flugbewegungsdaten für Flüge nach Sichtflugregeln (VFR) wurden vom Flughafen Stuttgart ebenfalls in Tabellenform übergeben.

Die Verteilung aller VFR-Flugbewegungen ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:

AzB-Gruppe	Startbahn 07																		Summe		
	ECHO			OSCAR			LIMA			WHISKEY			WENDL.			SIERRA					
	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.
P 1.1	5	0	5	2	0	2	3	0	3	2	0	2				0	0	0	12	0	12
P 1.4	524	6	530	244	3	247	207	2	209	170	2	172				73	0	73	1218	13	1231
P 2.1	14	0	14	5	0	5	10	0	10	6	0	6				0	0	0	35	0	35
H 2.2 (Nord)	91	4	95	27	1	28	41	2	43	80	2	82	16	2	18	19	2	21	274	13	287
H 2.2 (Süd)	144	16	160	37	8	45	66	4	70	111	8	119	29	0	29	25	4	29	412	40	452
Summe:	778	26	804	315	12	327	327	8	335	369	12	381	45	2	47	117	6	123	1951	66	2017

AzB-Gruppe	Startbahn 25																		Summe		
	ECHO			OSCAR			LIMA			WHISKEY			WENDL.			SIERRA					
	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.
P 1.1	8	0	8	2	0	2	5	0	5	2	0	2				0	0	0	17	0	17
P 1.4	694	7	701	323	4	327	274	3	277	226	3	229				97	0	97	1614	17	1631
P 2.1	22	0	22	8	0	8	17	0	17	9	0	9				0	0	0	56	0	56
H 2.2 (Nord)	148	8	156	45	4	49	67	4	71	130	5	135	27	0	27	31	2	33	448	23	471
H 2.2 (Süd)	236	30	266	60	15	75	107	7	114	181	15	196	46	0	46	41	7	48	671	74	745
Summe:	1108	45	1153	438	23	461	470	14	484	548	23	571	73	0	73	169	9	178	2806	114	2920

AzB-Gruppe	Landebahn 07																		Summe		
	ECHO			OSCAR			LIMA			WHISKEY			WENDL.			SIERRA					
	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.
P 1.1	4	0	4	0	0	0	5	0	5	2	0	2	0	0	0	6	0	6	17	0	17
P 1.4	426	6	432	20	0	20	0	0	0	99	1	100	10	0	10	436	6	442	991	13	1004
P 2.1	16	0	16	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	0	14	0	14	36	0	36
H 2.2 (Nord)	80	4	84	6	1	7	25	3	28	66	3	69	24	0	24	52	2	54	253	13	266
H 2.2 (Süd)	133	16	149	11	0	11	38	2	40	99	12	111	30	2	32	68	8	76	379	40	419
Summe:	659	26	685	37	1	38	68	5	73	272	16	288	64	2	66	576	16	592	1676	66	1742

AzB-Gruppe	Landebahn 25																		Summe		
	ECHO			OSCAR			LIMA			WHISKEY			WENDL.			SIERRA					
	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.
P 1.1	4	0	4	0	0	0				2	0	2	0	0	0	6	0	6	12	0	12
P 1.4	792	6	798	37	0	37				184	2	186	18	0	18	810	9	819	1841	17	1858
P 2.1	25	0	25	0	0	0				9	0	9	0	0	0	21	0	21	55	0	55
H 2.2 (Nord)	148	8	156	12	2	14	47	5	52	122	4	126	44	0	44	96	4	100	469	23	492
H 2.2 (Süd)	247	30	277	21	0	21	70	4	74	183	22	205	56	3	59	127	15	142	704	74	778
Summe:	1216	44	1260	70	2	72	117	9	126	500	28	528	118	3	121	1060	28	1088	3081	114	3195

Abbildung 10: VFR-Flugbewegungen (ohne Platzrunden)

Die VFR-Flugbewegungsdaten enthalten jeweils 2982 Starts und Landungen mit Flugzeugen. Hinzu kommen jeweils 1955 Starts und Landungen mit Hubschraubern.

Des Weiteren wurden die folgenden Daten zu VFR-Platzrundenflügen in das DES aufgenommen:

AzB-Gruppe	Platzrunden 07						Platzrunden 25						Summe		
	Platzrunde links			Platzrunde rechts			Platzrunde links			Platzrunde rechts					
	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.	Tag	Nacht	Ges.
P 1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
P 1.4	19	0	19	28	0	28	46	0	46	25	0	25	118	0	118
P 2.1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	4	0	4
H 2.2 (Nord)	3	0	3	12	0	12	9	0	9	14	0	14	38	0	38
H 2.2 (Süd)	9	0	9	9	0	9	20	0	20	19	0	19	57	0	57
Summe:	32	0	32	50	0	50	76	0	76	60	0	60	218	0	218

Abbildung 11: VFR-Flugbewegungen (Platzrunden)

Details zur Modellierung der IFR-Flugstrecken sind in Kapitel 4 beschrieben, die Modellierung der VFR-Flugstrecken ist in Kapitel 5 dargestellt.

2.3 Flughafen-Layout und Rollkonzept

Zur Modellierung des Flughafen-Layouts wurde die vom Flughafen zur Verfügung gestellte CAD-Zeichnung (Abbildung 12) sowie ergänzend die Angaben aus dem Luftfahrthandbuch verwendet.

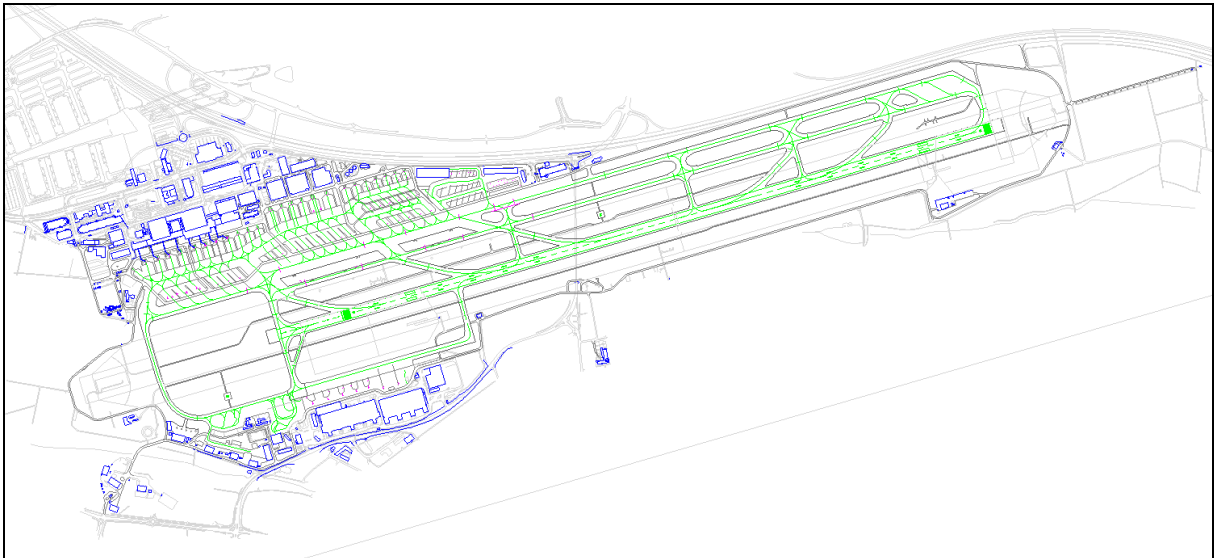


Abbildung 12: Flugplatz-Layout EDDS

Des Weiteren wurde für die Beschreibung der Rollwege verschiedene Zeichnungen übergeben, die das Rollkonzept für Landungen und Starts der beiden Betriebsrichtungen darstellen.

Landungen der Betriebsrichtung 25 nutzen die Abrollbahn F zum GA-Vorfeld, H und I zu den nördlichen Positionen sowie Y zu den Position südlich der Landebahn (siehe Abbildung 13).

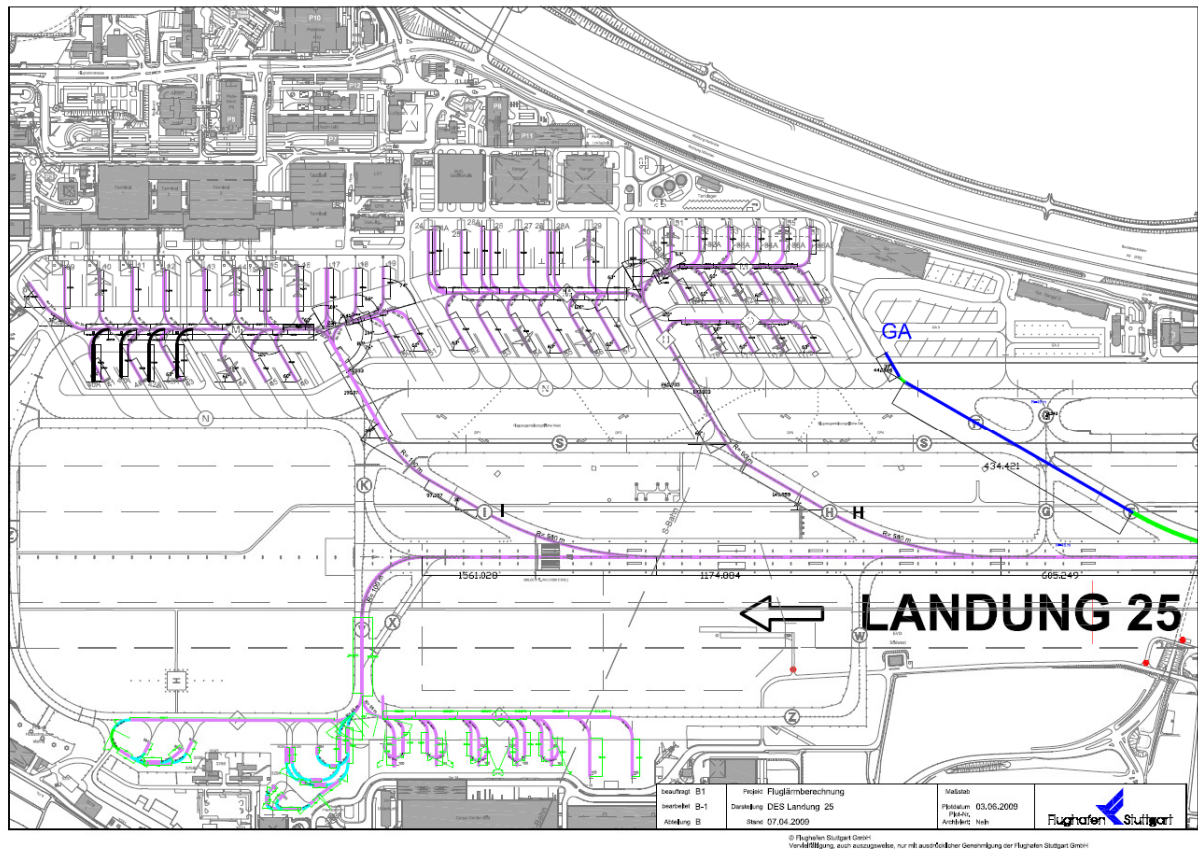


Abbildung 13: Rollkonzept für Landungen RWY 25

Starts der Betriebsrichtung 25 erfolgen vom Bahnanfang (A) und von der Intersection E, wobei die verkürzte Startstrecke (über E) nur von Abflügen genutzt wird, die auf dem GA-Vorfeld positioniert sind (siehe Abbildung 14).

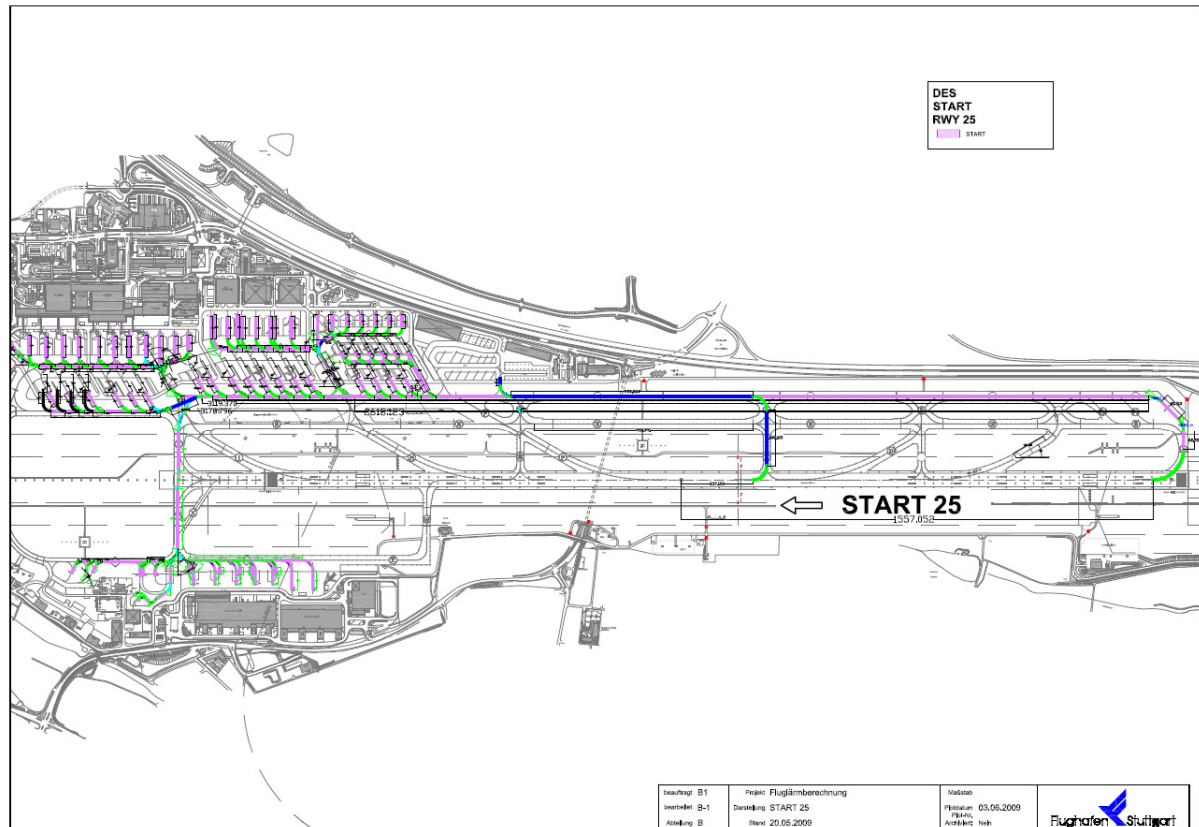


Abbildung 14: Rollkonzept für Starts RWY 25

Landungen der Betriebsrichtung 07 verlassen die Bahn über die Abrollbahnen E und B, wobei Landungen, die auf dem GA-Vorfeld positioniert sind ausschließlich die verkürzte Bahn (über E) benutzen (Abbildung 15).

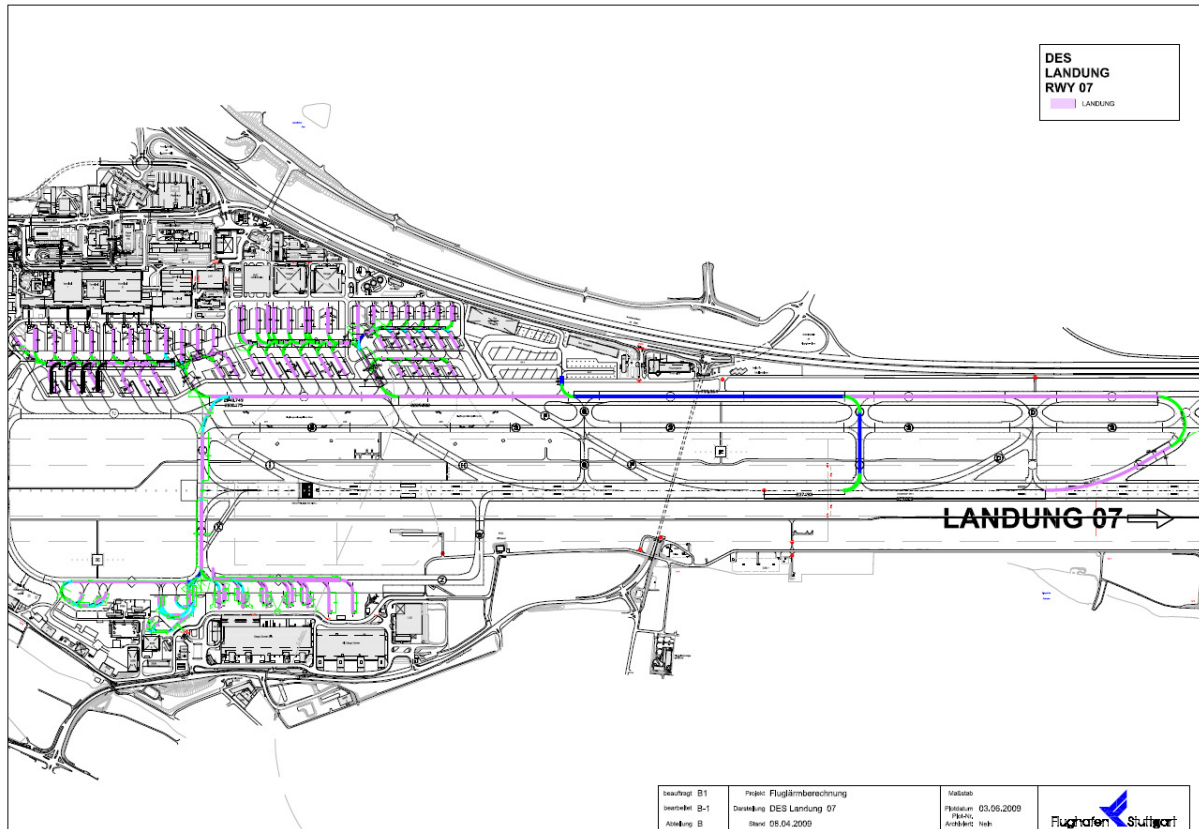


Abbildung 15: Rollkonzept für Landungen RWY 07

Starts der Betriebsrichtung 07 erfolgen vom Bahnanfang und von der Zurollbahn F, wobei die verkürzte Startstrecke (über F) nur von Abflügen genutzt wird, die auf dem GA-Vorfeld positioniert sind (siehe Abbildung 16).

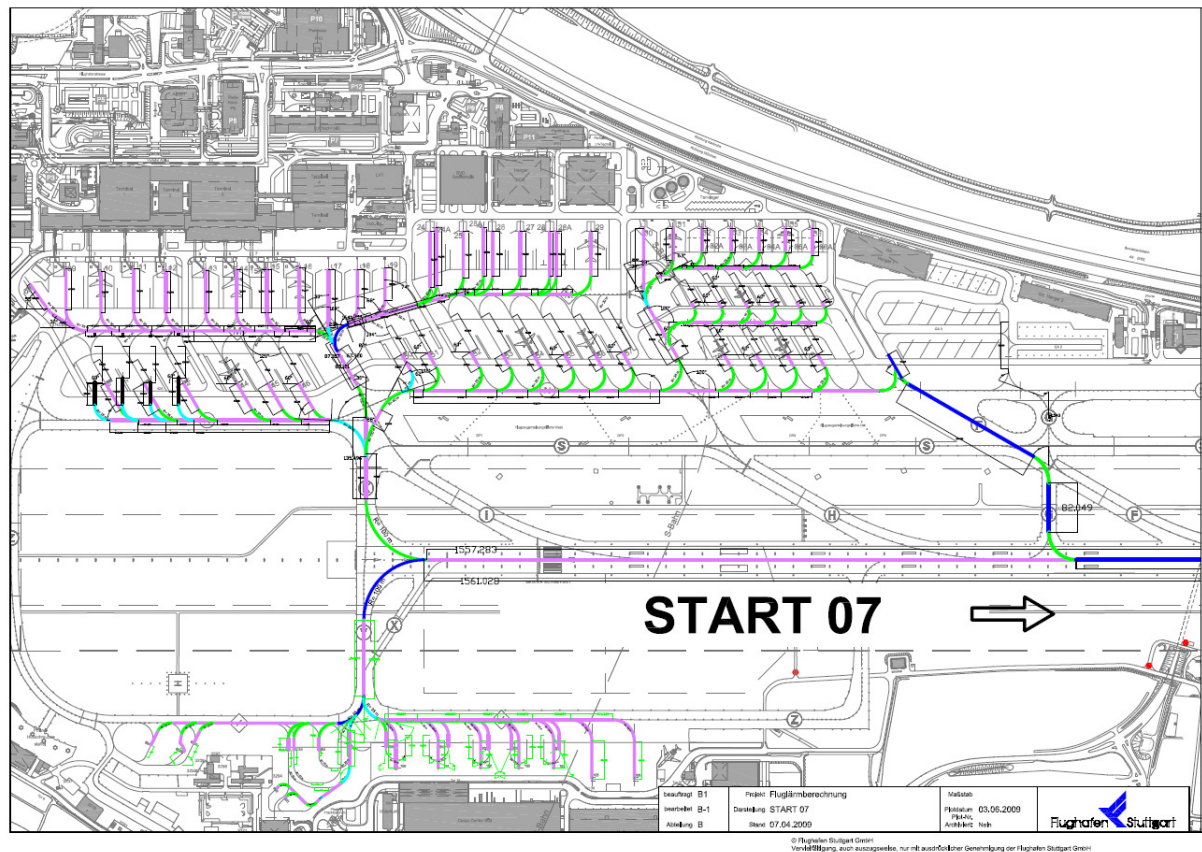


Abbildung 16: Rollkonzept für Starts RWY 07

2.4 Beschreibung der Flugstrecken

Der (idealtypische) Verlauf der IFR-Flugstrecken wurde von der DFS in Form von CAD-Darstellungen bereitgestellt, wie sie in ähnlicher Form auch im Luftfahrthandbuch (AIP) zu finden sind (erhalten am 28.05.2009).

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 17).

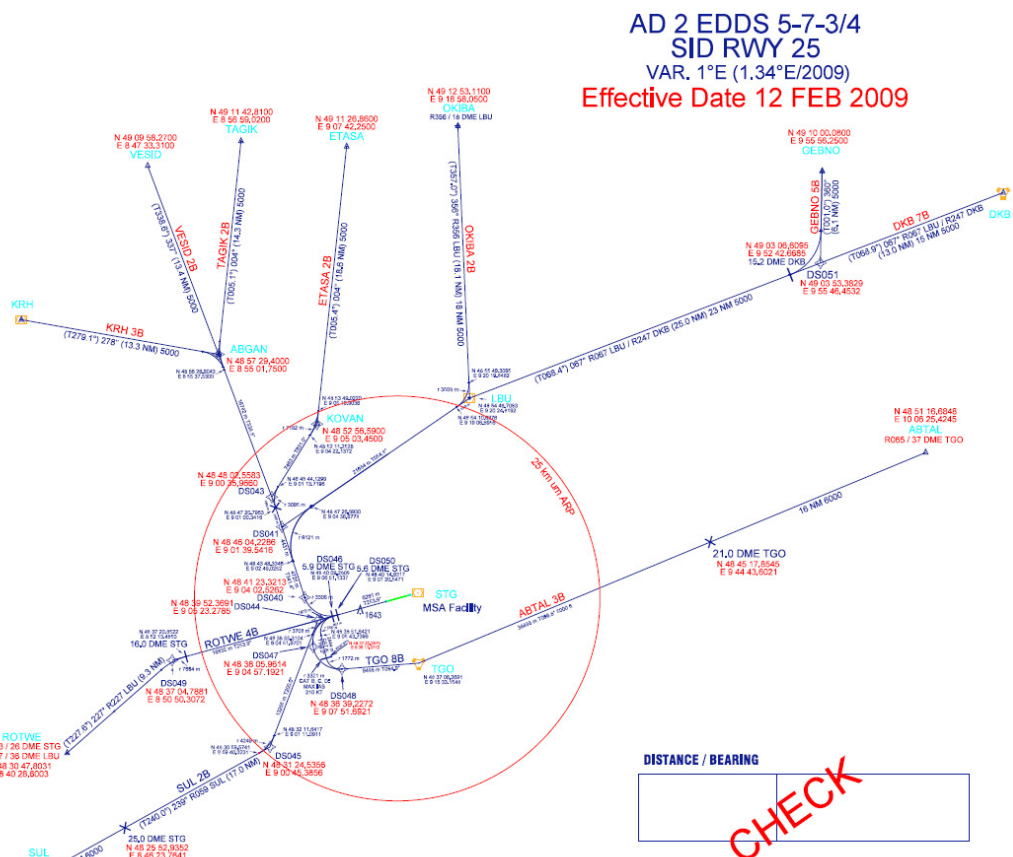


Abbildung 17: DFS-Darstellung der IFR-Flugstrecken (Beispiel)

Der Verlauf der VFR-Strecken wurde auf Basis der im VFR-Luftfahrthandbuch (AIP VFR, Aktualisierungsstand 5. November 2009) modelliert.

Für Positionierung markanter Wegpunkte bzw. Landmarken konnte eine georeferenzierte topographische Karte (DTK50, bezogen von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg – LUBW, siehe Abschnitt 2.7) herangezogen werden.

2.5 Flugverlaufsdaten (FANOMOS)

OTSD standen zur Modellierung der realen Streckenverläufe Flugspuraufzeichnungen des DFS-Systems FANOMOS zur Verfügung (erhalten auf Datenträger am 28.05.2009).

Die Datei „`flights_EDDS_20080501_20081031_DES.txt`“ (Größe ca. 374 MB) enthält FANOMOS-Tracks vom 01.05. – 31.10.2008 im Umkreis von etwa 25 NM um den Flughafen Stuttgart.

Die Daten wurden von OTSD für die Verwendung im „DES-Editor“ aufbereitet, visualisiert und als Hilfsmittel zur Modellierung verwendet.

2.6 Matrix der bahnbezogenen Betriebsrichtungen

Die Daten der Statistik zu den bahnbezogenen Bewegungszahlen wurden vom Flughafen Stuttgart in Form einer EXCEL-Datei (erhalten am 06.08.2009) zu Verfügung gestellt.

Die gelieferte Datei „`BEW98_08_Ergebnistabelle.xls`“ enthält statistische Daten zu den Nutzungsanteilen der einzelnen bahnbezogenen Betriebsrichtungen aus den Jahren 1998 bis 2008. Im DES wurden gemäß AzD die Daten der Jahre 1999 bis 2008 erfasst.

Die übergeben Daten mussten für die Verwendung im DES und zur Übertragung über die QSI-Schnittstelle bearbeitet werden, sodass die Nutzungsanteile mit jeweils 4 Nachkommastellen dargestellt sind und die Summe der Nutzungsanteile jedes Jahres exakt 1,0000 ergibt.

Hierzu wurden die mit 8 Nachkommastellen angegebenen Zahlenwerte mathematisch auf 4 Stellen gerundet. Ergab die Summe der Werte anschließend nicht exakt 1,0000, so wurde bei den Werten die 4. Stelle geändert, bei denen die Änderung (verglichen mit den nicht gerundeten Werten) der Einfluss auf die Summe am geringsten war.

2.7 Topographisches Kartenmaterial

Von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) wurde OTSD ein Kartenausschnitt der topographischen Karte Deutschland (Maßstab 1:50.000) für die Verwendung bei der DES-Erstellung zur Verfügung gestellt (mehrere Lieferungen auf Datenträger, vollständig erhalten am 22.07.2009).

Das Kartenmaterial ist im Koordinatensystem UTM-referenziert (Zone 32 U, Mittelmeridian 9°) und deckt eine Fläche im Umkreis vom 25 Kilometern um den Flugplatz ab.

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

3 Erfassung der Flugplatzinfrastruktur

Aus der AIP konnten einige der gemäß AzD geforderten allgemeinen Angaben zum Flughafen Stuttgart direkt übernommen werden:

- Der ICAO-Flugplatzcode (EDDS)
- Der Flugplatzbezugspunkt (ARP), angegeben in geographischen Koordinaten (WGS84)
- Die Platzhöhe (in Fuß)

Die Koordinatenangaben mussten anschließend zusätzlich in das Koordinatensystem UTM und die Platzhöhe in die Einheit Meter umgerechnet werden.

Die Modellierung der Start- und Landebahn (Datenblatt 5.2 „Flugplatzdaten“) erfolgte auf Basis der in der AIP veröffentlichten Angaben zu den Schwellenkoordinaten, sowie zu Länge und Breite der Bahn. Die sehr genau vermessenen Schwellenkoordinaten dienen darüber hinaus zur genaueren Festlegung der Runway-Richtung, die im Formular für die Flugplatzdaten ebenfalls anzugeben ist.

Abbildung 18 zeigt das von OTSD modellierte Flugplatz-Layout. Die farbigen Markierungen zeigen die Lage der nach AzD zu beschreibenden Startpunkte (rot), Lande- bzw. Aufsetzpunkte (grün) sowie die Position der genutzten Abrollpunkte (bzw. Abrollbahnen, blau dargestellt).

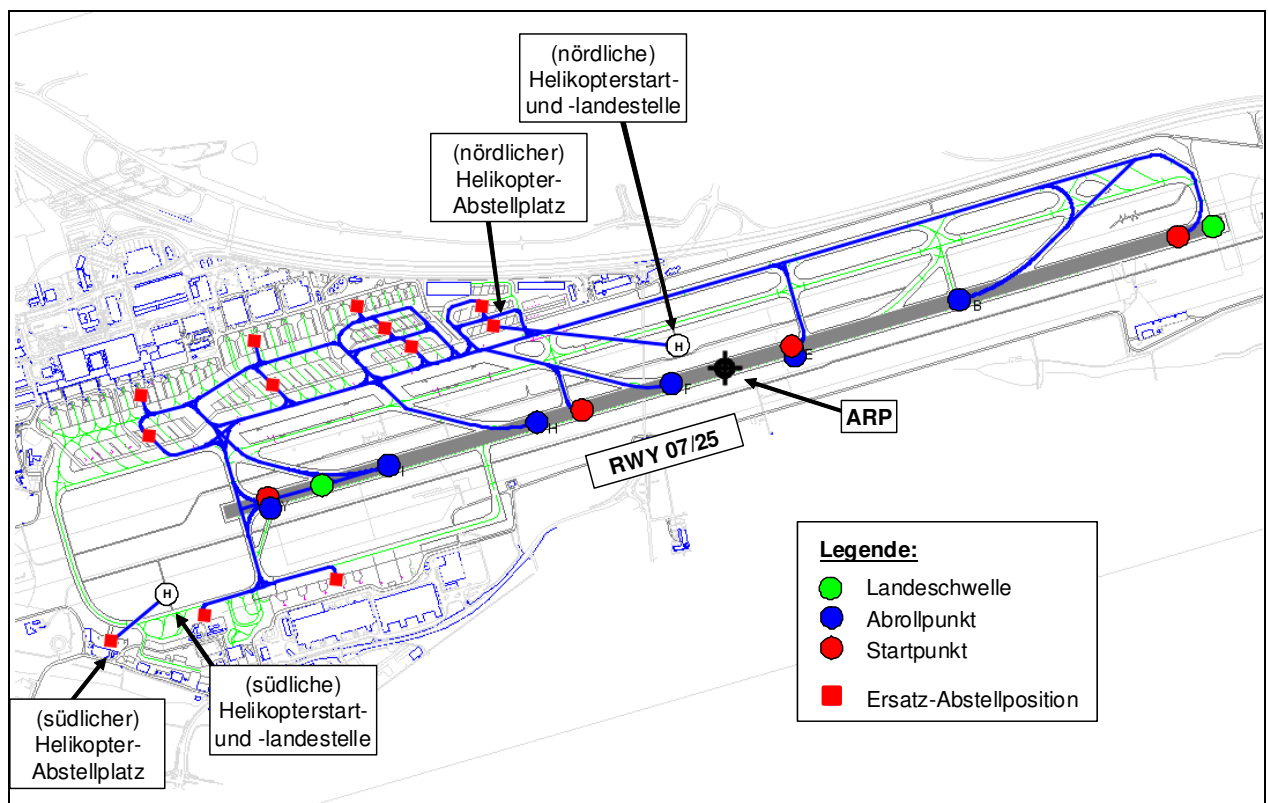


Abbildung 18: Start- und Landebahn sowie Hubschrauberstart- und -landestellen (OTSD-Modell)

Da im Modell zwei verschiedene Startpunkte verwendet werden, mussten im DES zwei Start-/Landebahnen erfasst werden: Neben der RWY 07/25 wurde eine zusätzliche Bahn „07GA/25GA“ zur Erfassung von Flugbewegungen modelliert, die auf dem GA-Vorfeld positioniert sind.

Für die Beschreibung der Rollwege im DES wurde (auch mangels detaillierter Prognosedaten) 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 Ersatz-Abstellpositionen werden auch als Ortsangabe für die laut AzD vorzusehenden APU-Betriebe angenommen.

Die Darstellung in Abbildung 18 zeigt darüber hinaus, wo sich die für Rollbewegungen modellierte (Ersatz-)Abstellposition, die Abstellpositionen für Hubschrauber sowie die Hubschrauberstart- und -landestellen (nördlich und südlich der Runway) im Modell befinden.

Die für das DES benötigten Rollwege des Flughafens Stuttgart wurden mit Hilfe der Software „DES-Editor“ als Rollwegenetz modelliert. Auf dem als Hintergrund für die Modellierung eingebundenen Flugplatz-Layout wurden die Rollwege mit Hilfe von Stützpunkten und Verbindungen zwischen diesen (in Form von Geraden- und Kurvensegmenten) beschrieben.

Die modellierten Rollwege wurden im Modell mit den Start- und Abrollpunkten der Bahn verbunden, sodass eine automatisierte Rollwegeermittlung möglich war.

Die im DES zu erfassenden Rollwege wurden anhand der zu berücksichtigenden Flugbewegungsdaten (siehe Abschnitt 2.2) bestimmt. Dabei wurde angenommen, dass alle in den Daten enthaltenen Flüge in der Nähe der Ersatzabstellposition abgestellt werden,

Abflüge mit Hubschraubern „hovern“ von ihrem Abstellplatz zunächst zur Hubschrauberstart- und -landestelle und folgen dann den in Abschnitt 5.2 dargestellten Abflugstrecken. Gleiches gilt für Anflüge mit Hubschraubern, die zunächst die Landestelle anfliegen und von dort zu ihrem Abstellplatz „hovern“.

Der südliche Hubschrauberstart- und -landeplatz bzw. der südliche Abstellplatz für Hubschrauber wird nach Auskunft des Flughafens sowohl für zivile als auch für militärische Flugbewegungen genutzt. Da deren Abstellflächen sehr nah beieinander liegen und jeweils das gleiche Fluggerät angenommen wurde, sind diese im Modell nicht differenziert.

Die im DES beschriebenen Rollwege wurden schließlich automatisiert für die jeweilige Betriebsrichtung ermittelt und für jeden Rollweg eine AzD-konforme Beschreibung der Rollwegsgeometrien (bezogen auf das UTM-Koordinatensystem) erzeugt.

4 Modellierung der IFR-Flugstrecken

4.1 Vorgehensweise

4.1.1 Modellierung der IFR-Flugstrecken nach DFS-Vorgaben

Die IFR-Flugstrecken wurden anhand der in Abschnitt 2.4 beschriebenen Daten der DFS unter Zuhilfenahme der aktuellen Fassung der AIP umgesetzt. Neben den Streckenbeschreibungen wurden auch die Angaben über die lokalen Flugsicherungsverfahren für den Flughafen Stuttgart beachtet.

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

4.1.2 Validierung des Modells anhand von FANOMOS-Daten

Die Modellierung der Flugstrecken wurde mit Hilfe von FANOMOS-Flugverlaufsdaten verifiziert und ggf. an den Verlauf der Strecken in der flugbetrieblichen Praxis angepasst, die durch die Arbeitsweise der Flugverkehrslotsen der Flugsicherung entsteht.

Hierbei wurden weiterhin die Angaben der DFS über die lokalen Flugsicherungsverfahren für den Flughafen Stuttgart beachtet, um Strecken-Varianten anhand der angegebenen Verfahren zu bestimmen und ggf. aufzufächern und auszurichten.

Die Verwendung einer Dichteanalyse der FANOMOS-Flugverlaufsdaten mit Hilfe einer Rasterung, diente zum Einen dazu, die Streckenvarianten entlang der Linie der größten Dichte an FANOMOS-Tracks, dem sogenannten „Backbone“, zu führen und zum Anderen zur Bestimmung der Korridorbreiten entlang des Streckenverlaufs. Für Strecken, bei denen dies aufgrund fehlender oder unzureichender Daten nicht möglich war, wurden Expertenschätzungen vorgenommen.

Zur Analyse der Längen des Zwischenanflugsegments wurden die FANOMOS-Daten bzgl. ihrer Anflug-Höhenprofile ausgewertet.

Als Zwischenanflughöhe wurde generell die in der AIP für Anflüge veröffentlichte Höhe von 4000 ft MSL angenommen. Diese Höhe entspricht einer Flughöhe über Platz von ca. 830 Metern.

Auf eine detaillierte Analyse der für die LFZ-Klassen spezifischen Steig- und Sinkverhalten, etwa zur Bestimmung neuer, von den AzB-Annahmen abweichenden Höhenprofilen, wurde verzichtet und die Beschreibung der Flugstrecken im DES ohne explizite Höhenangaben vorgenommen.

Im Folgenden werden alle Flugstrecken des OTSD-Modells aufgeführt.

4.1.3 Aufbau dieses Kapitels

Nachfolgend werden alle modellierten IFR-Flugstrecken für die Betriebsrichtungen (BR) West (25) und Ost (07) dargestellt. Hierbei wird zunächst, wenn hierzu Vorgaben der DFS vorlagen, die Modellierung nach DFS-Vorgaben gezeigt.

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

Die weiteren Abschnitte sind dann jeweils einer einzelnen An- oder Abflugstrecke bzw. den zu einer Gruppe zusammengefassten Streckenvarianten gewidmet. Die Darstellung erfolgt hier jeweils mit den modellierten Korridorbreiten und den zu der Strecke gehörenden Flugspuraufzeichnungen.

Sofern eine Aufteilung in Varianten vorgenommen wurde, ist hier auch der Verteilungsschlüssel der Flugbewegungen (ausgehend von den in Abschnitt 2.2 aufgeführten Bewegungszahlen) dargestellt.

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.

Teilweise sind zur Orientierung außerdem Wegpunkte (dargestellt als blaues Dreiecke) in den Zeichnungen enthalten. Die genauen Koordinaten dieser mit einer Bezeichnung versehenen Punkte können in der Regel der AIP entnommen werden.

4.2 Betriebsrichtung West (25)

4.2.1 Anflugstrecken

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

Für den Flughafen Stuttgart sind 3 Standardanflugverfahren (STARs) veröffentlicht (siehe Abbildung 19). Sie führen von BADSO zum Initial Approach Fix (IAF) LBU und von TEKSI sowie REUTL zum IAF TGO.

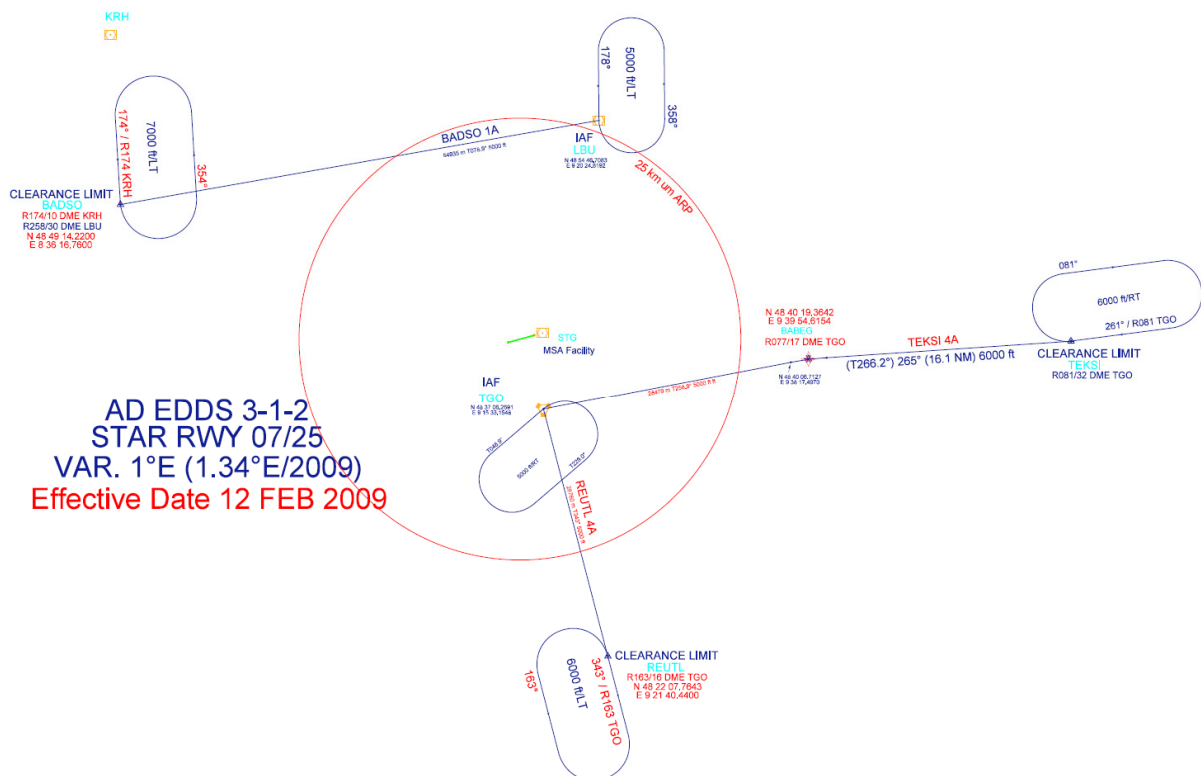


Abbildung 19: Anflugverfahren (STARs) RWY 07/25 (Datenlieferung DFS)

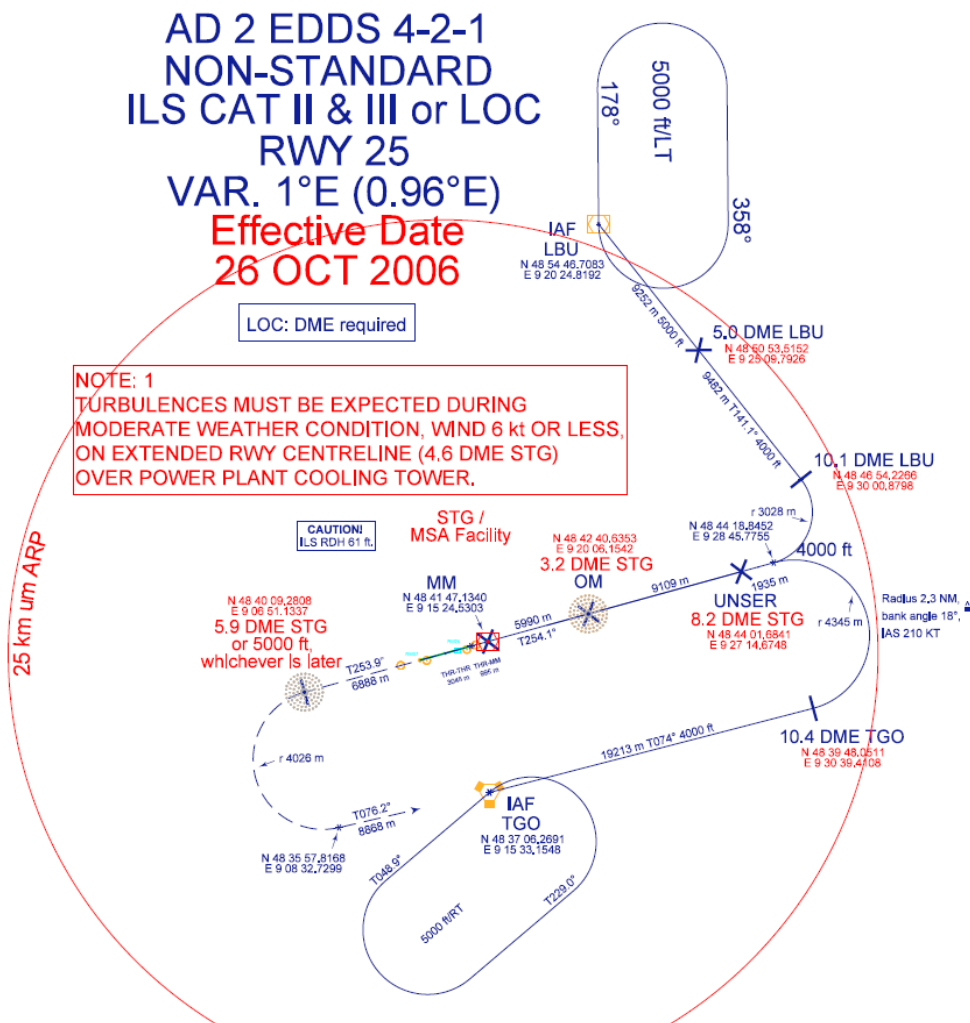


Abbildung 20: ILS-Anflugverfahren RWY 25 (Datenlieferung DFS)

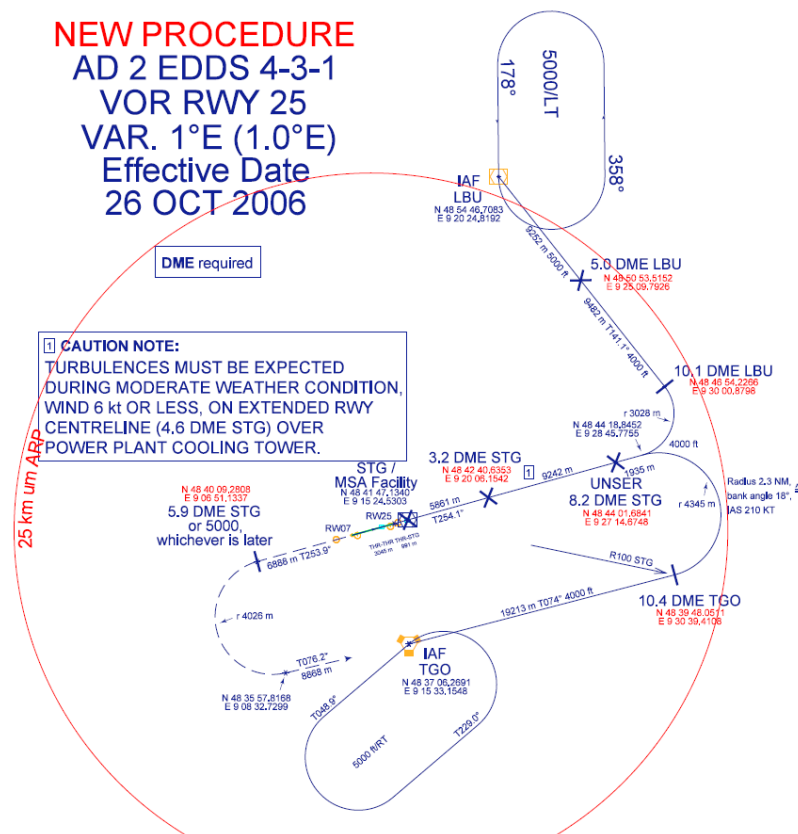


Abbildung 21: VOR-Anflugverfahren RWY 25 (Datenlieferung DFS)

Anhand einer Visualisierung der von der DFS gelieferten FANOMOS-Flugverlaufsdaten für Landungen auf RWY 25 wurde deutlich, dass die drei veröffentlichten STARS nicht ausreichen, um alle Anflüge innerhalb des Betrachtungsgebietes von 25 Kilometern um den Flugplatzbezugspunkt adäquat im Modell abzubilden.

Es wurden daher zusätzliche Strecken bzw. Streckenvarianten in das Modell aufgenommen, um die in der Praxis geflogenen Streckenverläufe abzubilden (siehe Abbildung 22).

Die Abbildung zeigt das von OTSD erstellte Streckenmodell für alle Anflüge auf die Landbahn 25. Im Hintergrund sind die für die Modellbildung verwendeten Flugspuraufzeichnungen des Monats Mai 2008 dargestellt. Die – ebenfalls hierzu herangezogenen - Flugspuren der Monate Juni bis Oktober 2008 sind nicht dargestellt, da bei Darstellung aller 6 Monate keine einzelnen Flugspuren bzw. typische Flugverläufe (sog. „Backbones“) zu erkennen wären.

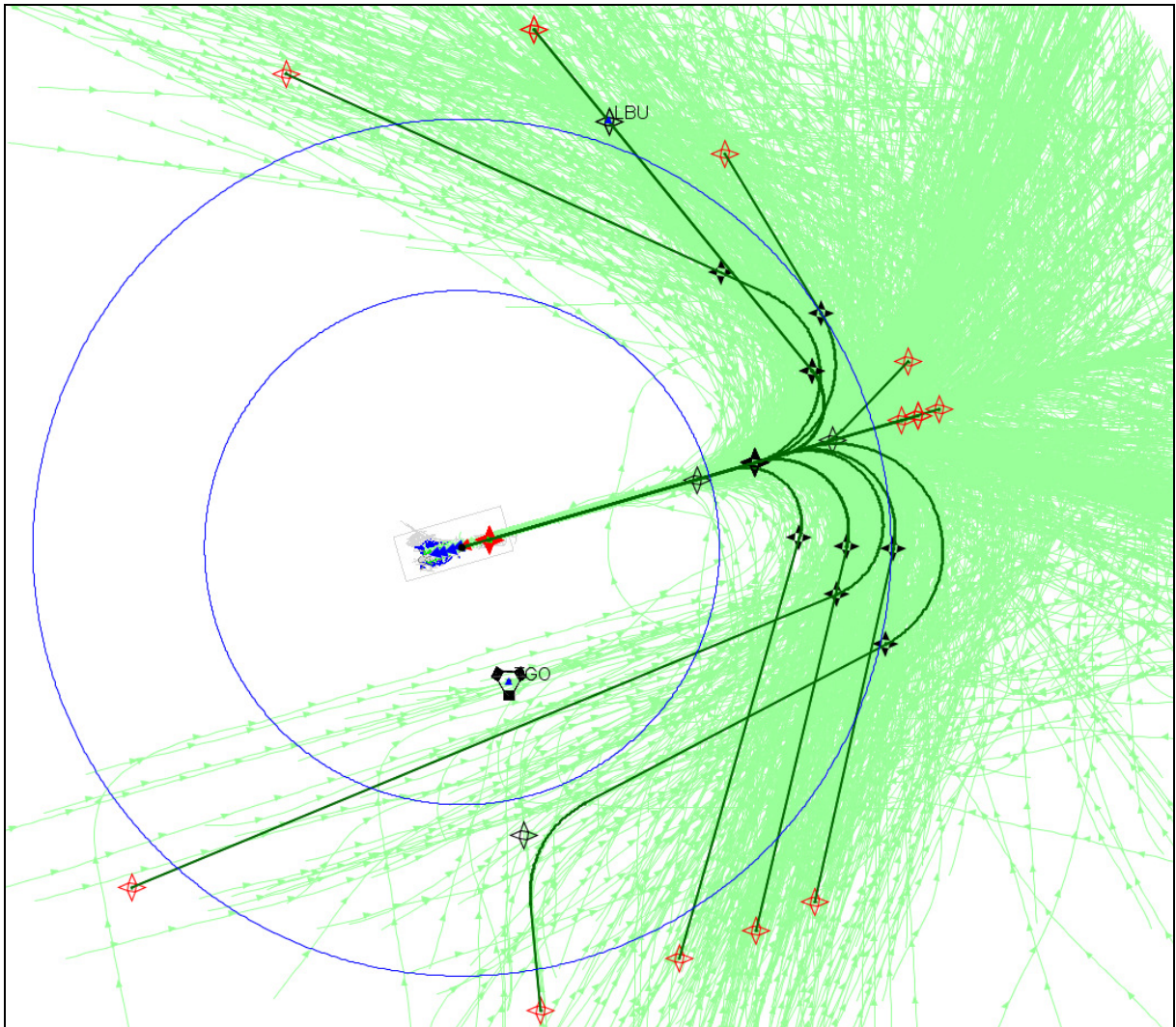


Abbildung 22: IFR-Anflugstrecken RWY 25 (OTSD-Modell)

4.2.2 Abflugstrecken

Für die Modellierung der Abflugstrecken der Betriebsrichtung West wurden die von der DFS übermittelten Beschreibungen der SID-Streckenverläufe (Abbildung 23) als Basis verwendet und im OTSD-Modell (Abbildung 24) umgesetzt.

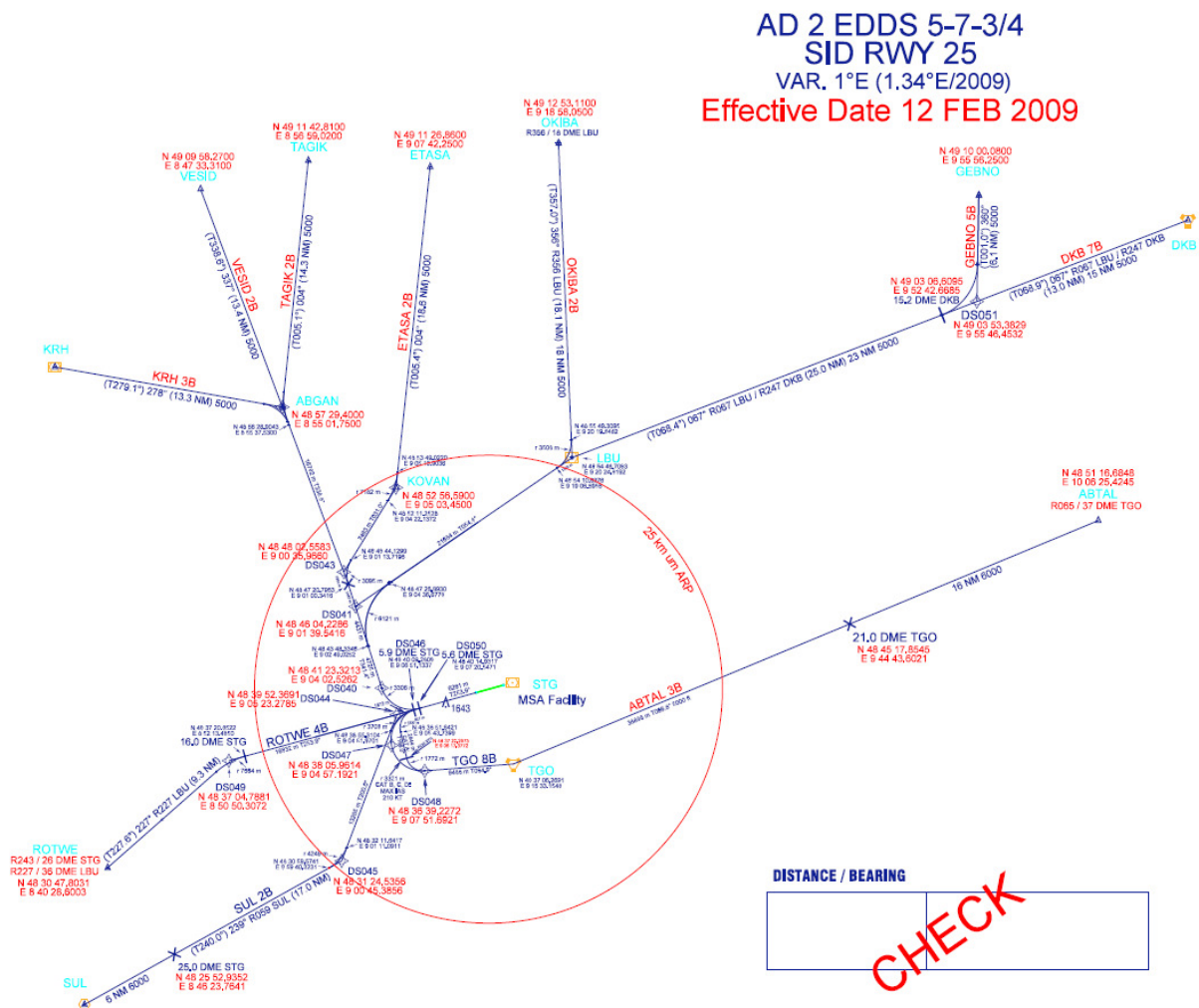


Abbildung 23: IFR-Abflugstrecken RWY 25 (Datenlieferung DFS)

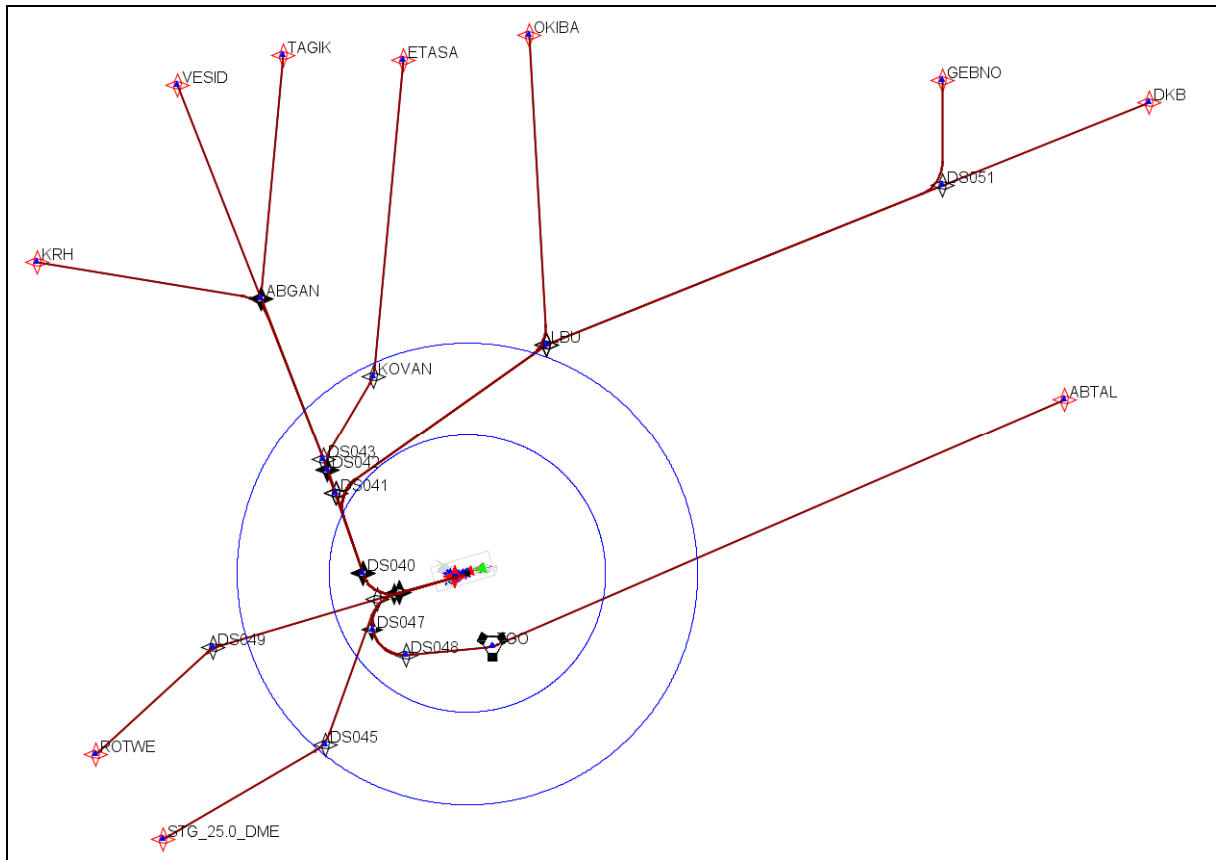


Abbildung 24: IFR-Abflugstrecken RWY 25 (OTSD-Modell nach DFS-Vorgaben)

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 Flugverkehrslotsen gemäß den Betriebsanweisungen der DFS i.d.R. erlaubt ist, ab einer Mindestflughöhe von 4000 bzw. 6000 Fuß von den Standardverfahren (SID) abzuweichen.

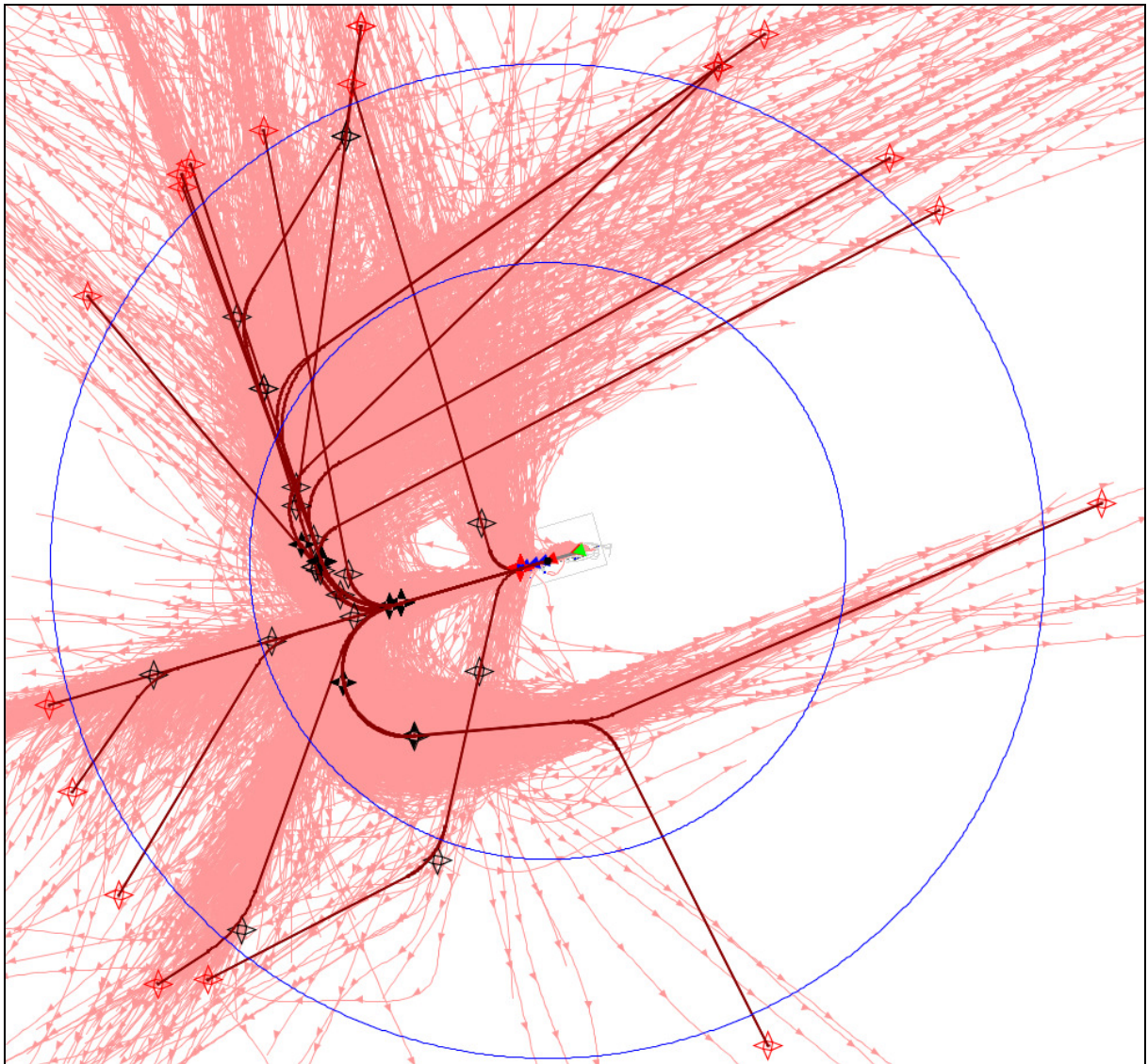


Abbildung 25: IFR-Abflugstrecken RWY 25 (OTSD-Modell)

Das vollständige und an die Flugspurdaten angepasste Modell ist in Abbildung 25 dargestellt.

Zu der Darstellung und dem Modell der Flugstrecken ist anzumerken, dass die Abflugstrecke Richtung TGO im betrachteten Zeitraum (Mai bis Oktober 2008) nur wenig befliegen wurde und so keine Aussage über den Verlauf bis zum Passieren des 25 km-Umkreises anhand der Flugspuren getroffen werden kann. Da diese Strecke nur bis zum Fix TGO beschrieben ist, wurde der weitere Verlauf Richtung Süd/Südost mit einem sehr breiten Korridor (hier nicht eingezeichnet) angenommen.

In den Aufzeichnungen nahezu aller Standard-Abflugstrecken (SIDs) fanden sich darüber hinaus jeweils wenige Abflüge, die kurz nach dem Start direkt in Richtung Norden bzw. Süden abdrehen. Da sich deren Zahl in der Summe jedoch auf mehrere

100 Bewegungen erhöht, wurden diese auf Wunsch der DFS wie folgt in das Modell integriert:

- Kurzabflüge Richtung Norden wurden als Abflüge Richtung TAGIK angenommen. Für diese Flüge wurde eine zusätzliche Streckenvariante „IFR_25_nach_TAGIK_3“ in das Modell aufgenommen. Die Strecke ist mit 1,0% aller IFR-Starts der Betriebsrichtung 25 belegt, ohne die Gesamtanzahl von Abflügen Richtung TAGIK aus den vom Flughafen gelieferten Prognosedaten zu verändern (290 Flugbewegungen).
- Kurzabflüge Richtung Süden wurden in derselben Art und Weise als Abflüge Richtung SUL berücksichtigt. Die zusätzlich modellierte Streckenvariante „IFR_25_nach_SUL_3“ ist mit 0,4% aller IFR-Starts der Betriebsrichtung 25 belegt (116 Flugbewegungen).

Die Verteilung der Kurzabflüge auf die Luftfahrzeugklassen im Modell orientiert sich an der in den Flugspuren festgestellten Verteilung.

4.2.3 IFR-Hubschrauberstrecken

In den Flugbewegungsdaten sind IFR-Flüge von Hubschraubern vorgesehen. Diese folgen weitgehend jeweils einer im DES erfassten IFR-Flugstrecke für Flugzeuge. Im Nahebereich des Flughafens erfolgt jedoch nach dem Start bzw. kurz vor der Landung eine Anbindung der Streckenführung an die beiden Hubschrauberstart- und -landeplätze nördlich und südlich der Runway (siehe Abbildung 26).

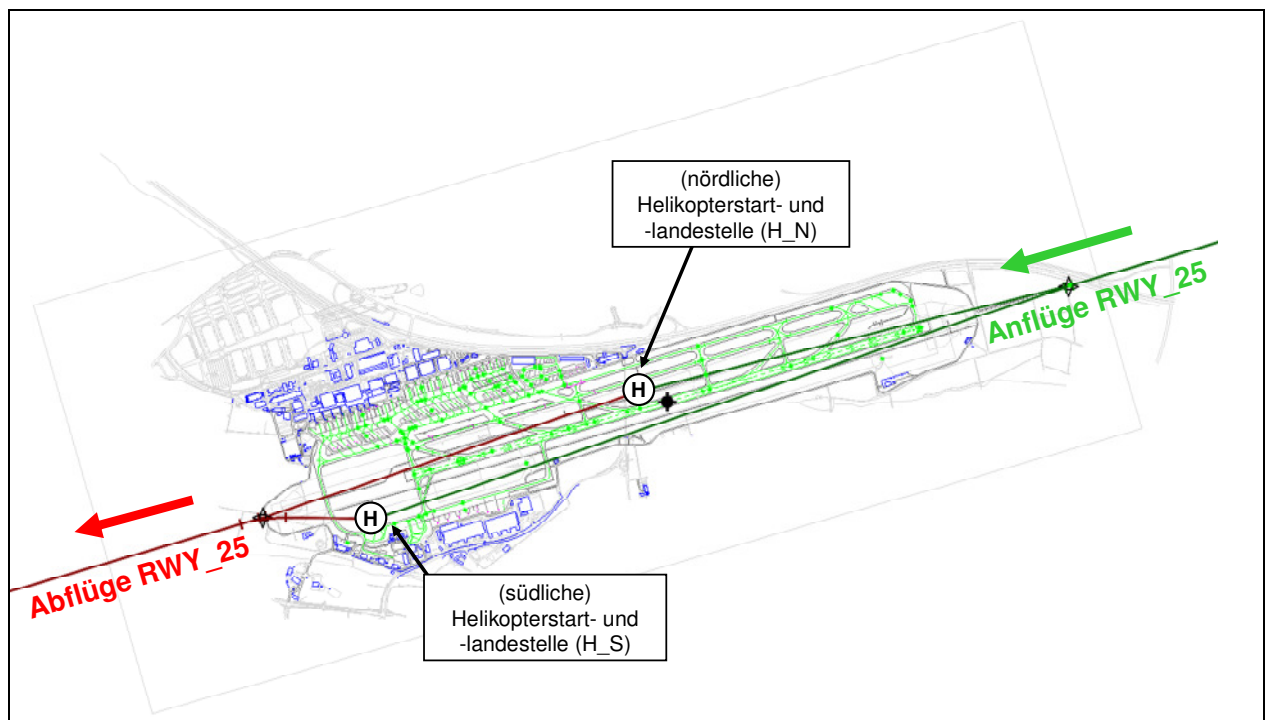


Abbildung 26: Anbindung der IFR-Hubschrauberstrecken (RWY 25)

4.3 Betriebsrichtung Ost (07)

4.3.1 Anflugstrecken

Die Modellierung der IFR-Anflugstrecken für die Betriebsrichtung Ost (07) basiert ebenfalls auf den von der DFS gelieferten Darstellungen der Standardanflugstrecken (STARs, siehe Abbildung 19 in Abschnitt 4.2.1) sowie weiteren Anflugverfahren für die Landebahn 07.

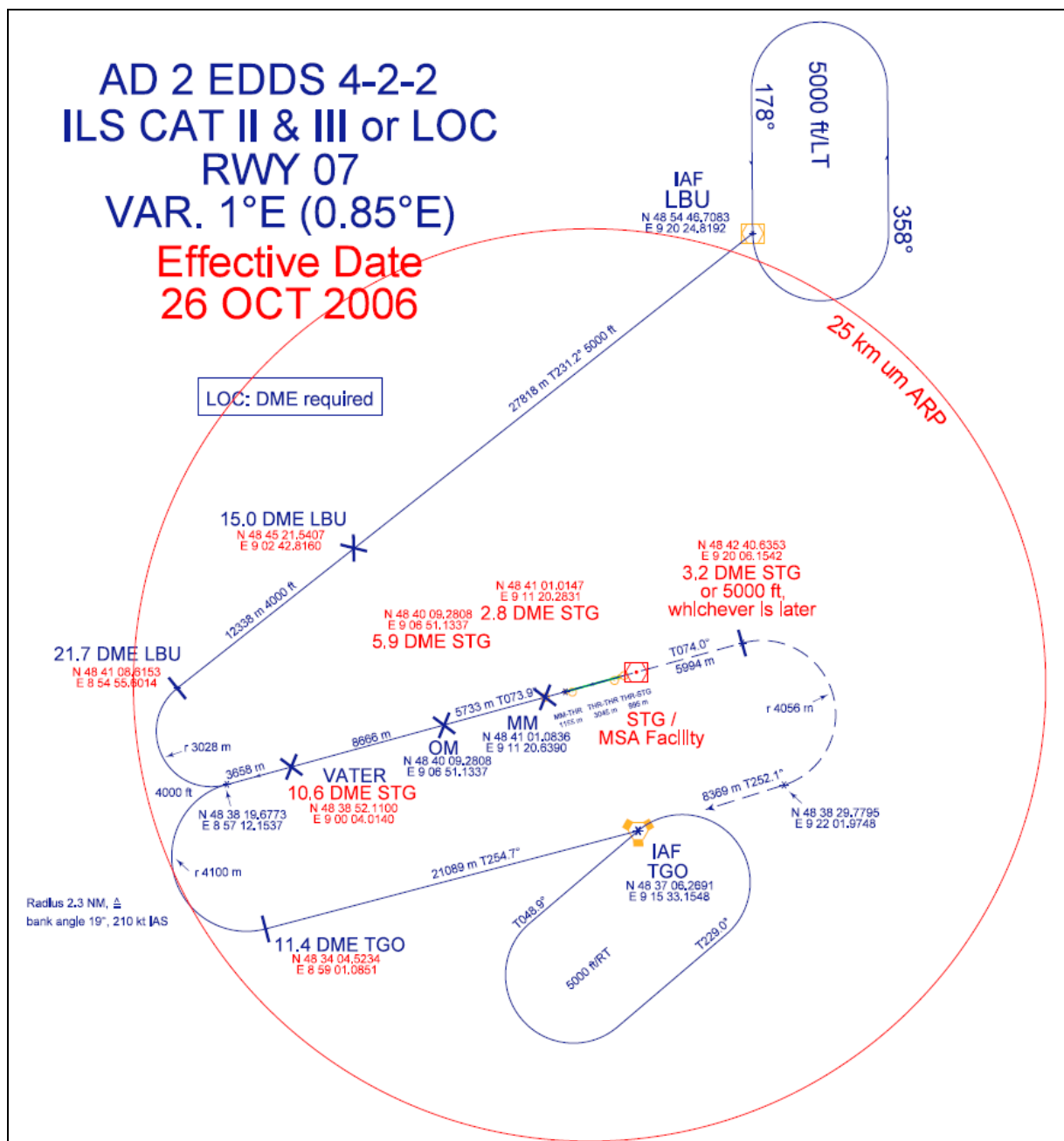


Abbildung 27: ILS-Anflugverfahren RWY 07 (Datenlieferung DFS)

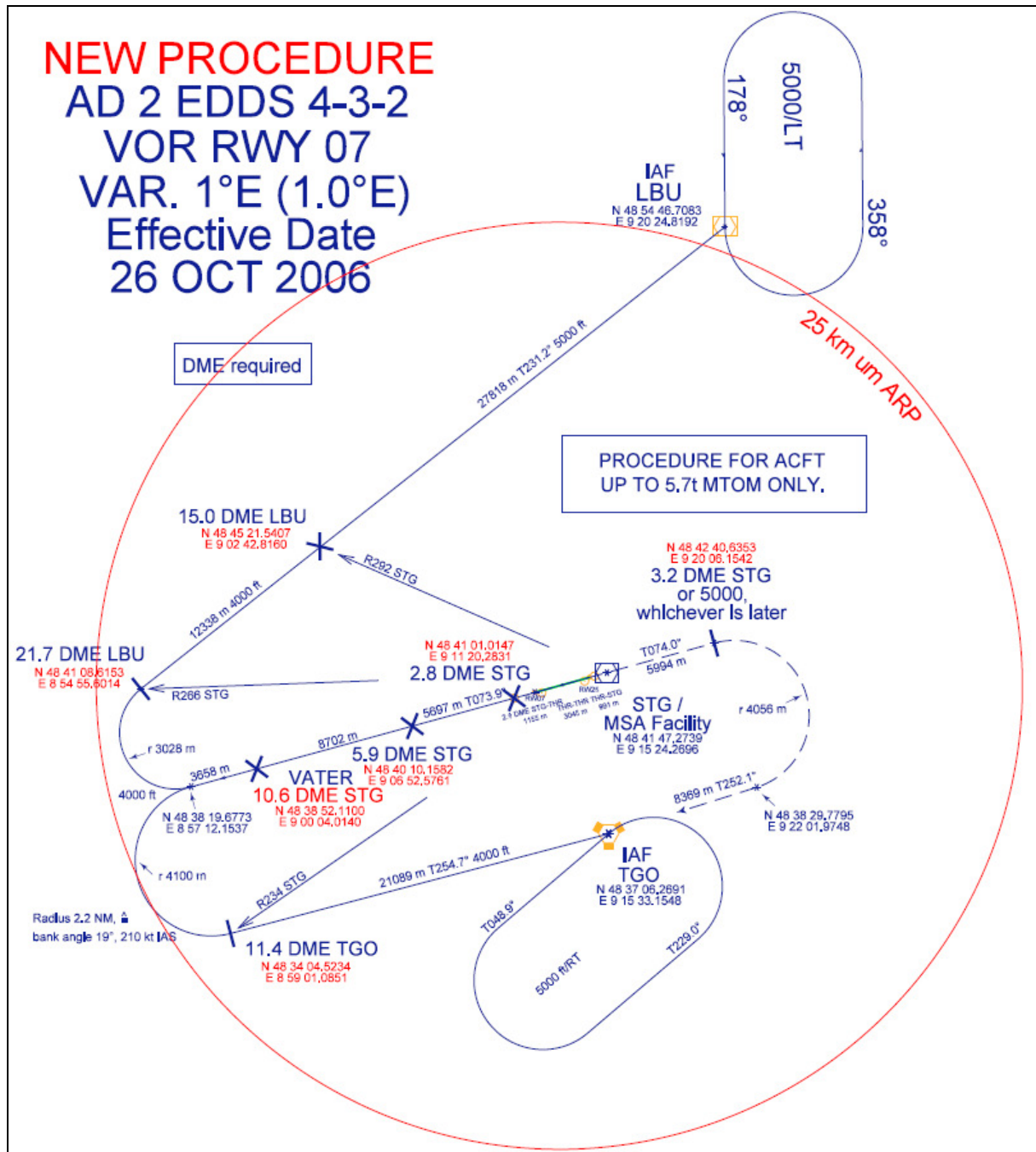


Abbildung 28: VOR-Anflugverfahren RWY 07 (Datenlieferung DFS)

Die folgende Abbildung 29 zeigt das von OTSD erstellte Streckenmodell für alle Anflüge auf die Landbahn 07. Im Hintergrund sind wiederum die für die Modellbildung verwendeten Flugspuraufzeichnungen des Monats Mai 2008 dargestellt. Die – ebenfalls hierzu herangezogenen - Flugspuren der Monate Juni bis Oktober 2008 sind nicht dargestellt, da bei Darstellung aller 6 Monate keine einzelnen Flugspuren bzw. typische Flugverläufe (sog. „Backbones“) zu erkennen wären.

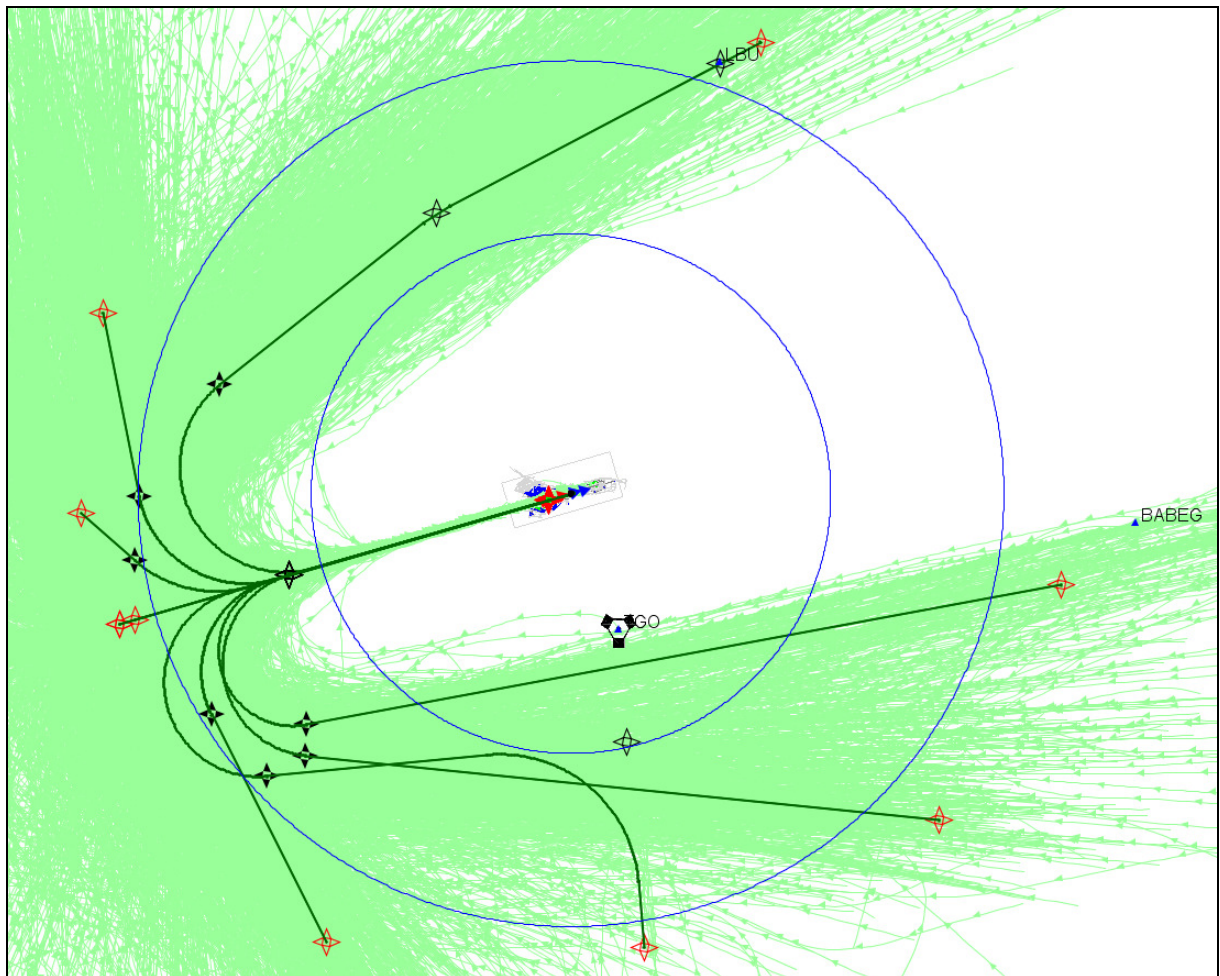
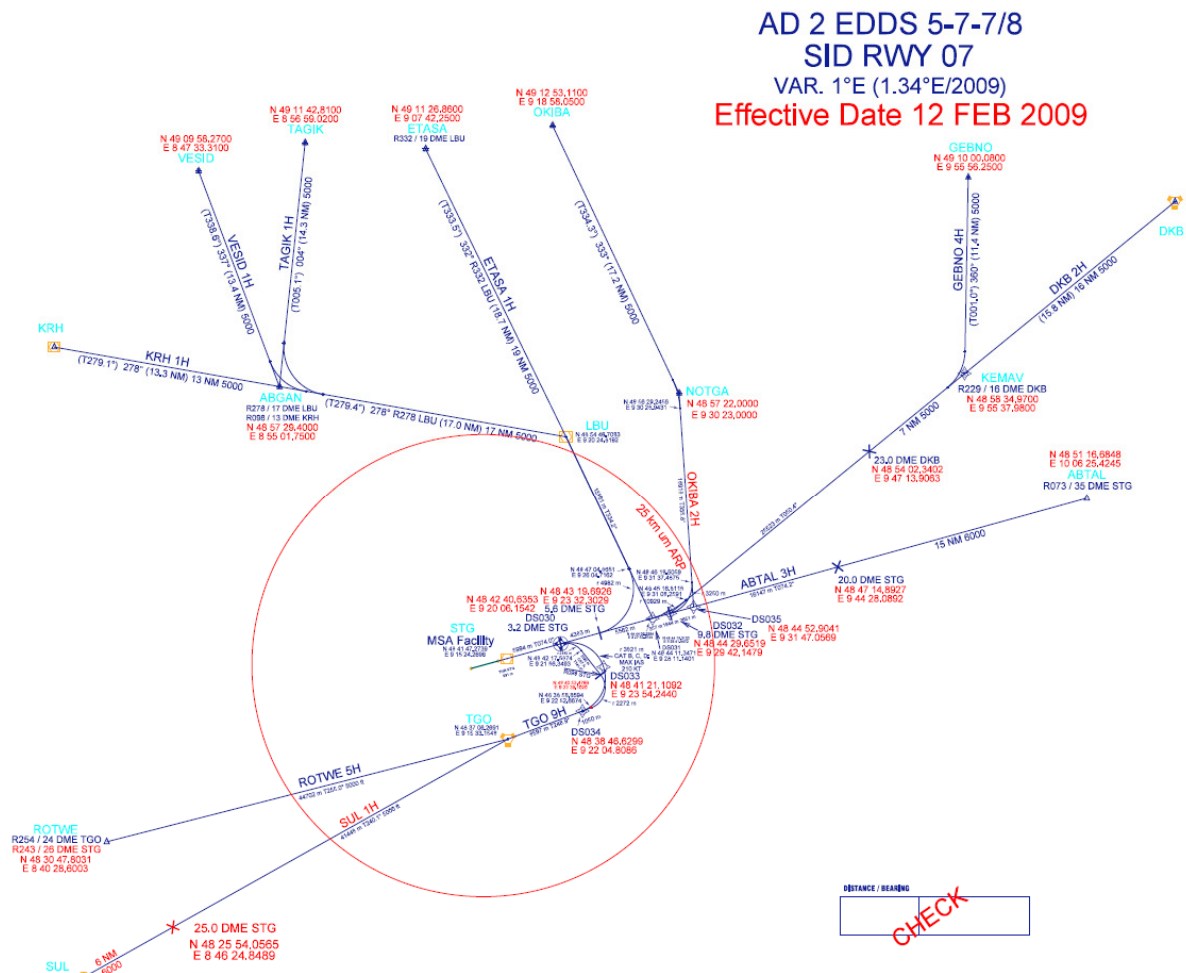


Abbildung 29: IFR-Anflugstrecken RWY 07 (OTSD-Modell)

4.3.2 Abflugstrecken

Für die Modellierung der Abflugstrecken der Betriebsrichtung Ost wurden die von der DFS übermittelten Beschreibungen der SID-Streckenverläufe (Abbildung 30) als Basis verwendet und im OTSD-Modell (Abbildung 31) umgesetzt.



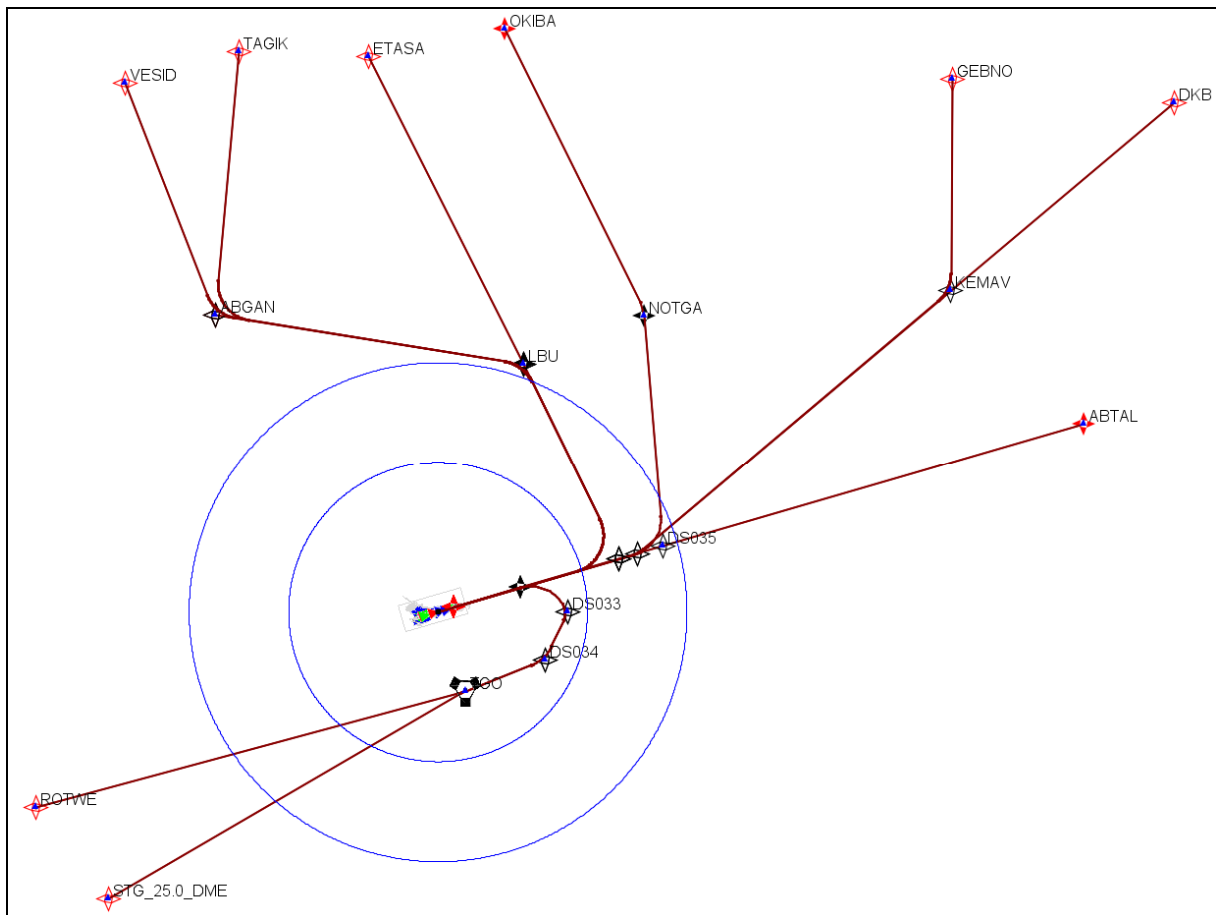


Abbildung 31: IFR-Abflugstrecken RWY 07 (OTSD-Modell nach DFS-Vorgaben)

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. Wie bereits bei den Abflugstrecken der BR 25 beschrieben, finden sich auch in den Flugspuraufzeichnungen der BR 07 Kurzabflüge Richtung Norden bzw. Süden (siehe Abschnitt 4.2.2). Diese wurden auf Wunsch der DFS wie folgt in das Modell integriert:

- Kurzabflüge Richtung Norden wurden wiederum als Abflüge Richtung TAGIK angenommen. Für diese Flüge wurde eine zusätzliche Streckenvariante „IFR_07_nach_TAGIK_6“ in das Modell aufgenommen. Die Strecke ist mit 0,7% aller IFR-Starts der Betriebsrichtung 07 belegt, ohne die Gesamtanzahl von Abflügen Richtung TAGIK aus den vom Flughafen gelieferten Prognose-daten zu verändern (147 Flugbewegungen).
- Kurzabflüge Richtung Süden wurden in derselben Art und Weise als Abflüge Richtung SUL berücksichtigt. Die zusätzlich modellierte Streckenvariante „IFR_25_nach_SUL_4“ ist mit 0,2% aller IFR-Starts der Betriebsrichtung 07 belegt (42 Flugbewegungen).

Die Verteilung der Kurzabflüge auf die Luftfahrzeugklassen im Modell orientiert sich an der in den Flugspuren festgestellten Verteilung.

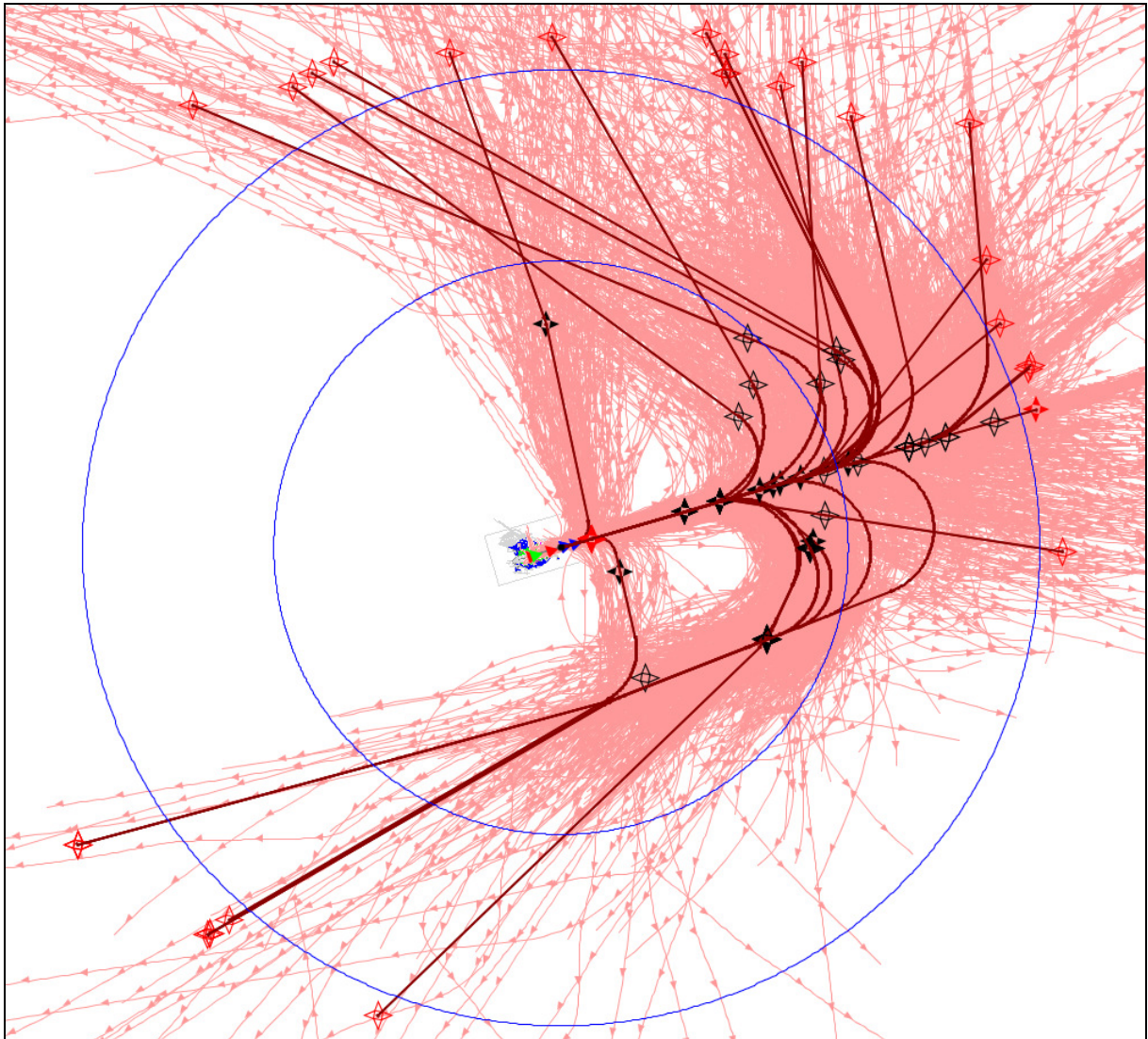


Abbildung 32: IFR-Abflugstrecken RWY 07 (OTSD-Modell)

4.3.3 IFR-Hubschrauberstrecken

Die Anbindung der IFR-Hubschrauberstrecken bei Betriebsrichtung Ost (07) ist in der folgenden Abbildung 33 zu sehen.

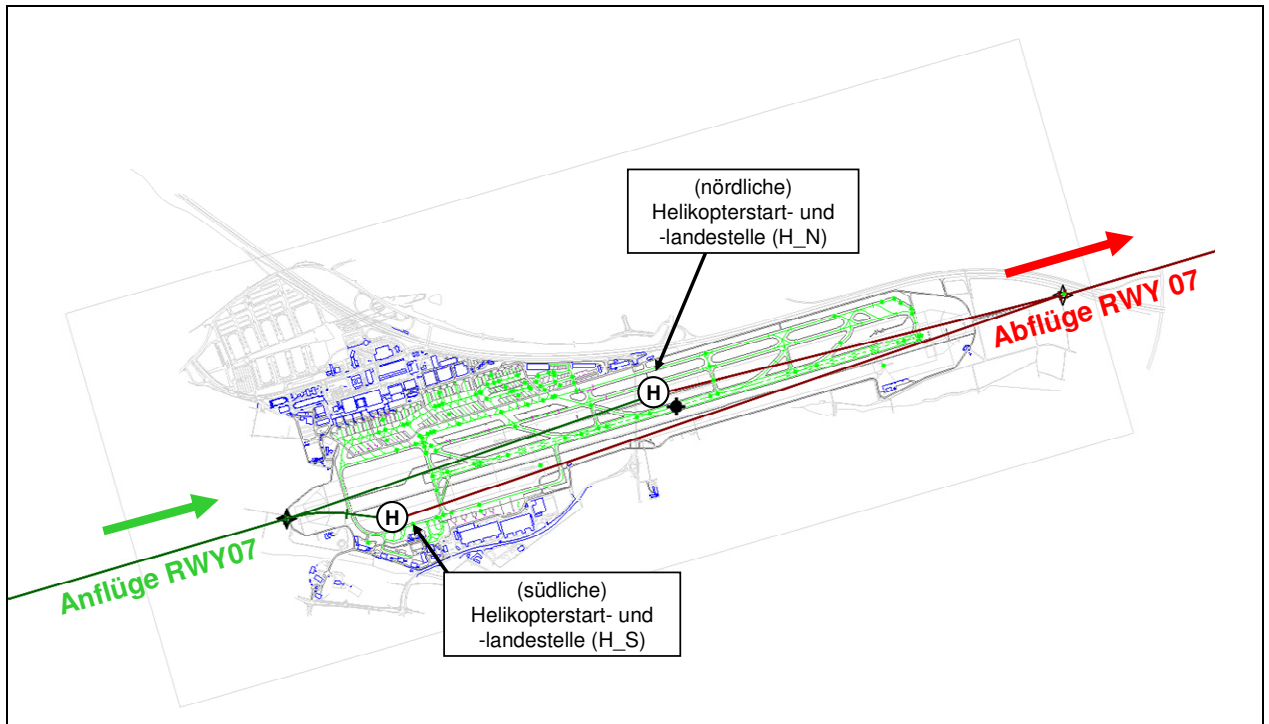


Abbildung 33: Anbindung der IFR-Hubschrauberstrecken (RWY 07)

5 Modellierung der VFR-Flugstrecken

5.1 Flugbewegungen mit Flugzeugen

An- und Abflugstrecken nach Sichtflugregeln wurden entsprechend den in der AIP-VFR enthaltenen Darstellungen und von bzw. zu den dort aufgeführten Meldepunkten („ECHO“, „LIMA“, „OSCAR“, „SIERRA“ und „WHISKEY“) modelliert. Des Weiteren wurden An- und Abflugstrecken in Richtung Wendlingen (östlich des Flughafens) in das Modell aufgenommen.

Die Modellierung der Flugstrecken 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 einigen der folgenden Abbildungen zur besseren Orientierung jeweils in blauer Farbe eingezeichnet.

5.1.1 Anflugstrecken

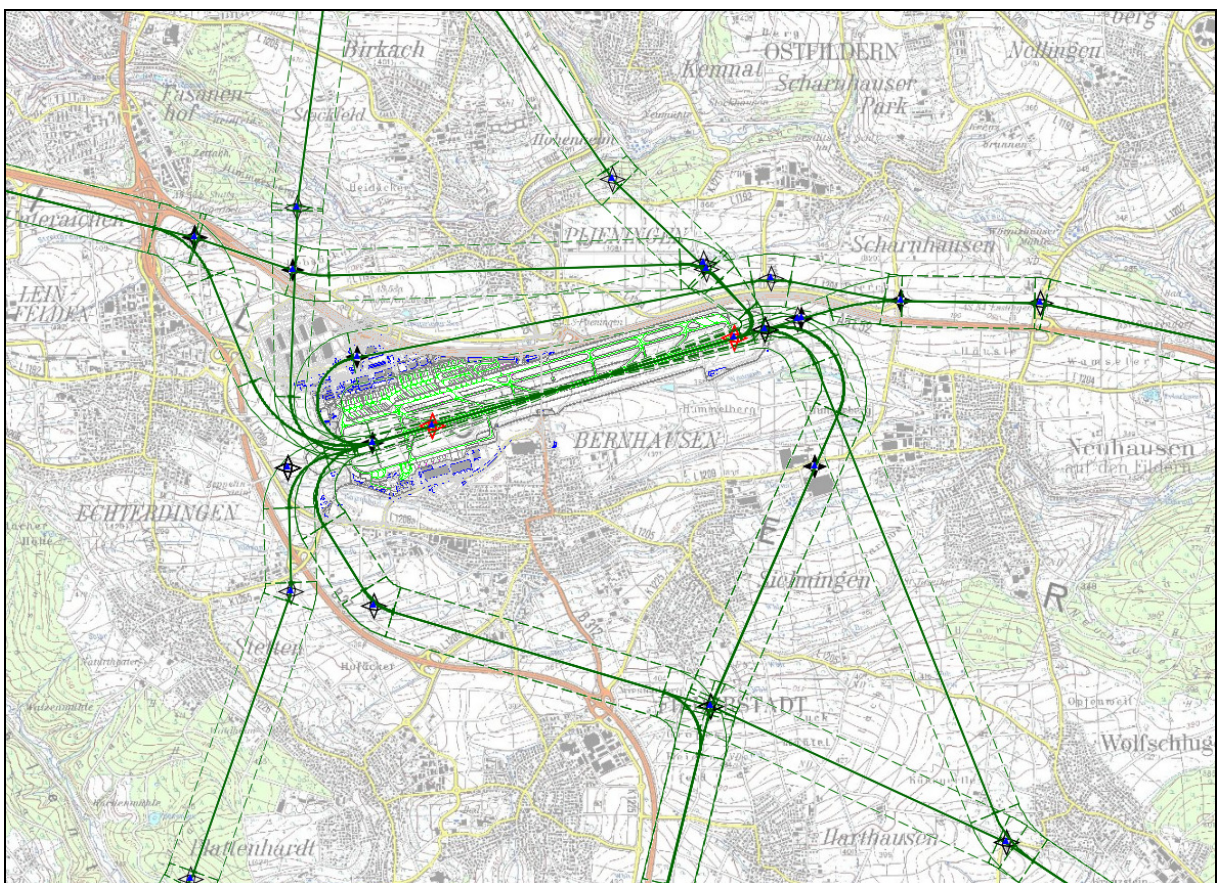
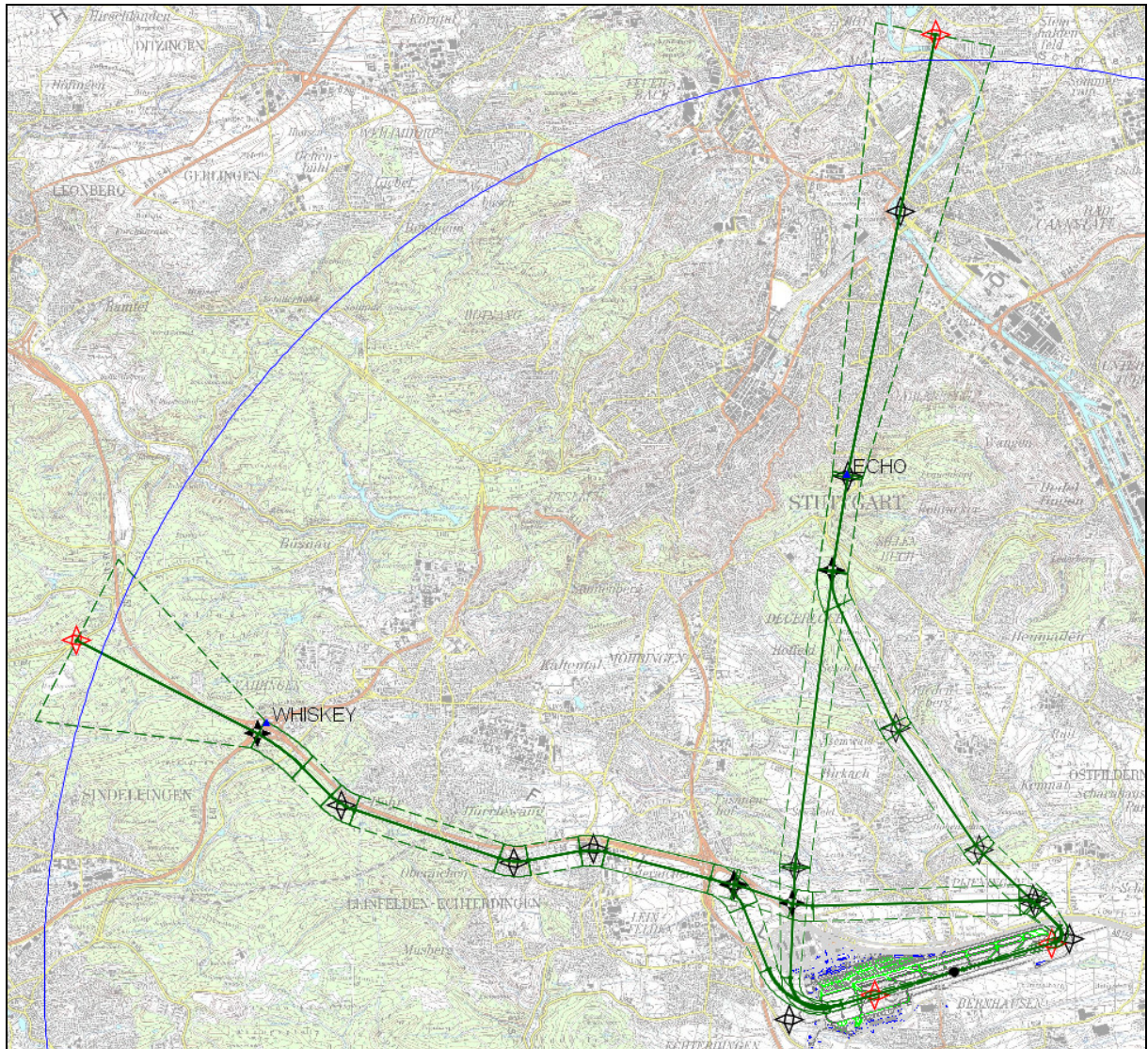


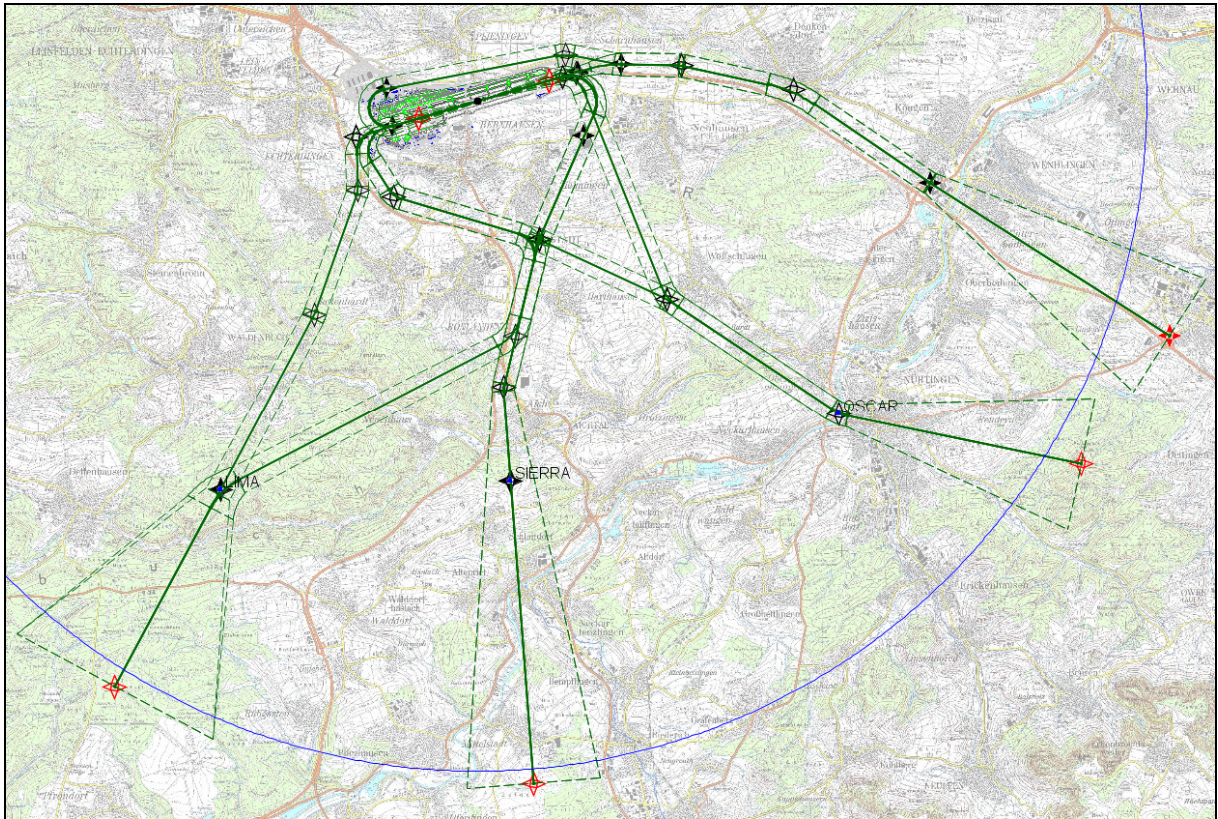
Abbildung 34: VFR-Anflugstrecken EDDS (Nahbereich – RWY 25 und RWY 27)¹

¹ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19



**Abbildung 35: VFR-Anflugstrecken EDDS – RWY 07 und RWY 25
(WHISKEY und ECHO)²**

² Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19



**Abbildung 36: VFR-Anflugstrecken EDDS – RWY 25 und RWY 07
(LIMA, SIERRA, OSCAR und WENDLINGEN)³**

³ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

5.1.2 Abflugstrecken

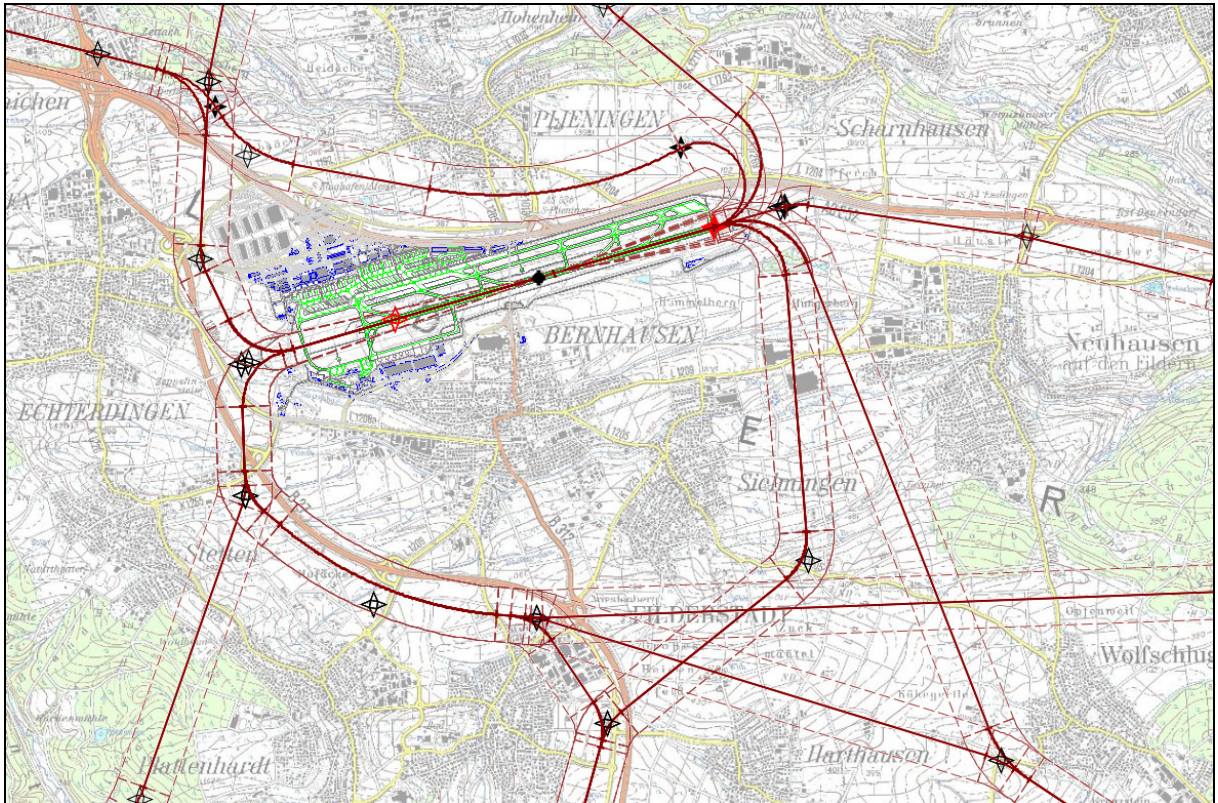


Abbildung 37: VFR-Abflugstrecken EDDS (Nahbereich – RWY 25 und RWY 07)⁴

⁴ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

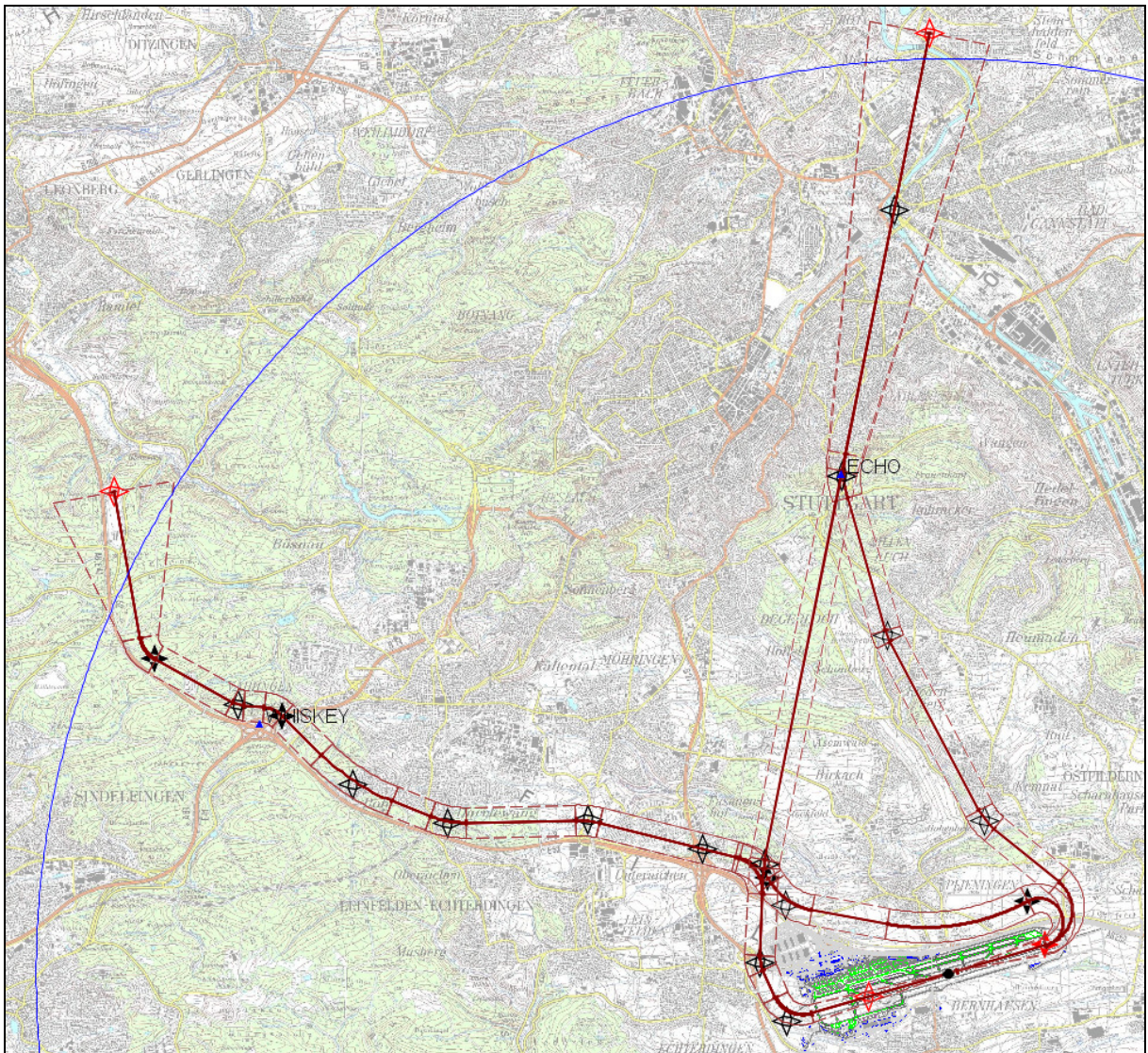
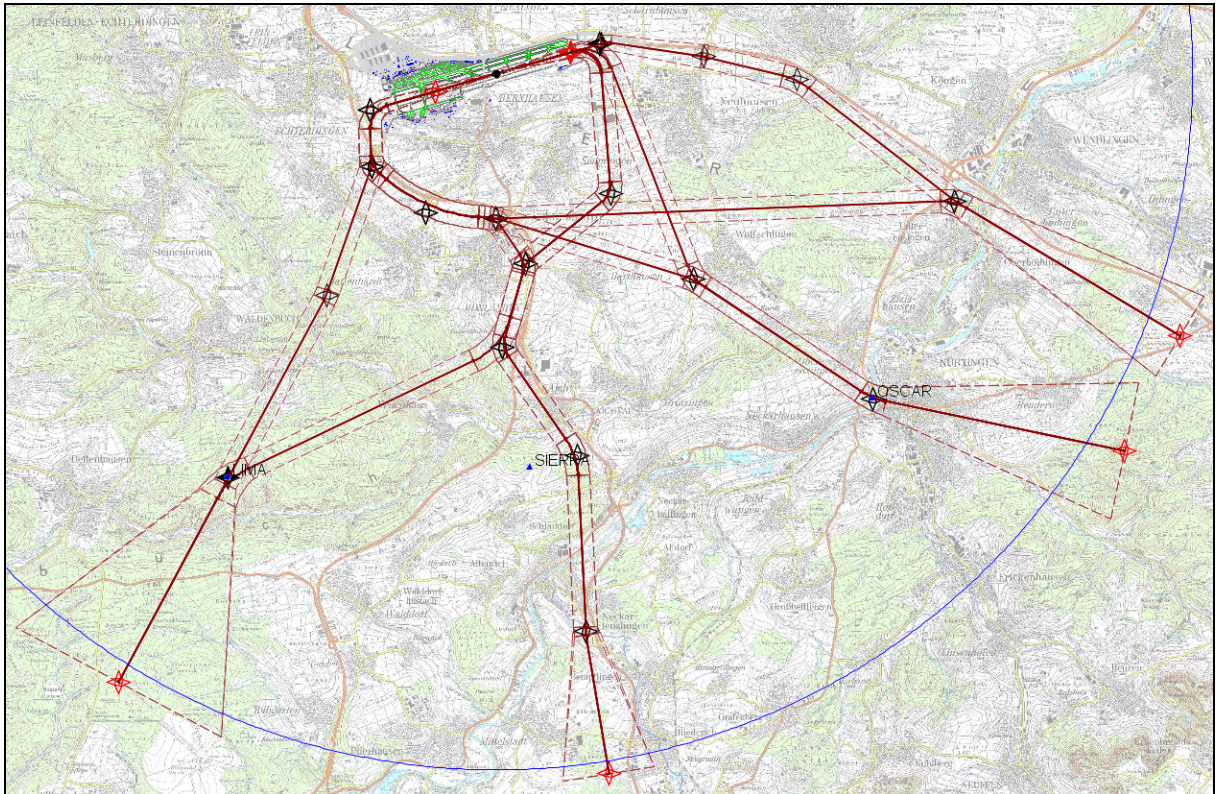


Abbildung 38: VFR-Abflugstrecken EDDS – RWY 25 und RWY 07 (ECHO und WHISKEY)⁵

⁵ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19



**Abbildung 39: VFR-Abflugstrecken EDDS – RWY 25 und RWY 07
(LIMA, SIERRA, OSCAR und WENDLINGEN)⁶**

⁶ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

5.1.3 Platzrunden

Platzrunden für Flugzeuge wurden jeweils im Norden und im Süden des Platzes für RWY 25 und RWY 07 modelliert:

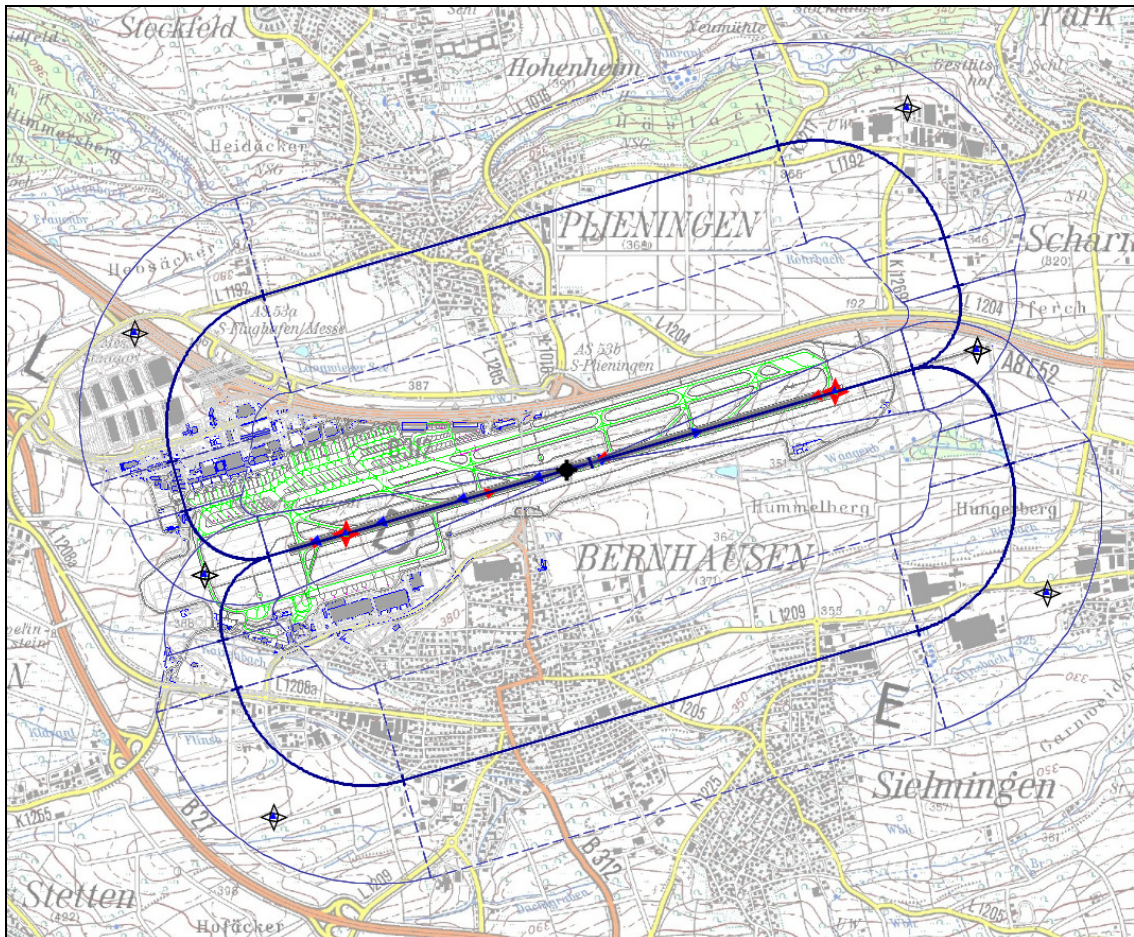


Abbildung 40: VFR-Platzrunden EDDS (RWY 25 und RWY 07)⁷

⁷ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

5.2 Flugbewegungen mit Hubschraubern

Die im DES zu berücksichtigenden Flugbewegungsdaten enthalten Angaben zu VFR-Flügen mit Hubschraubern. Diese sind den in der AIP-VFR veröffentlichten Sichtflugstrecken zugeordnet.

5.2.1 Anflugstrecken

Anflugstrecken für Hubschrauber wurden von ECHO, SIERRA, WHISKEY und aus Richtung des Ortes Wendlingen entlang der oben abgebildeten Verläufe der VFR-Anflugstrecken für Flugzeuge modelliert.

Die Anbindung an die beiden Hubschrauberstart- und -landeplätze ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

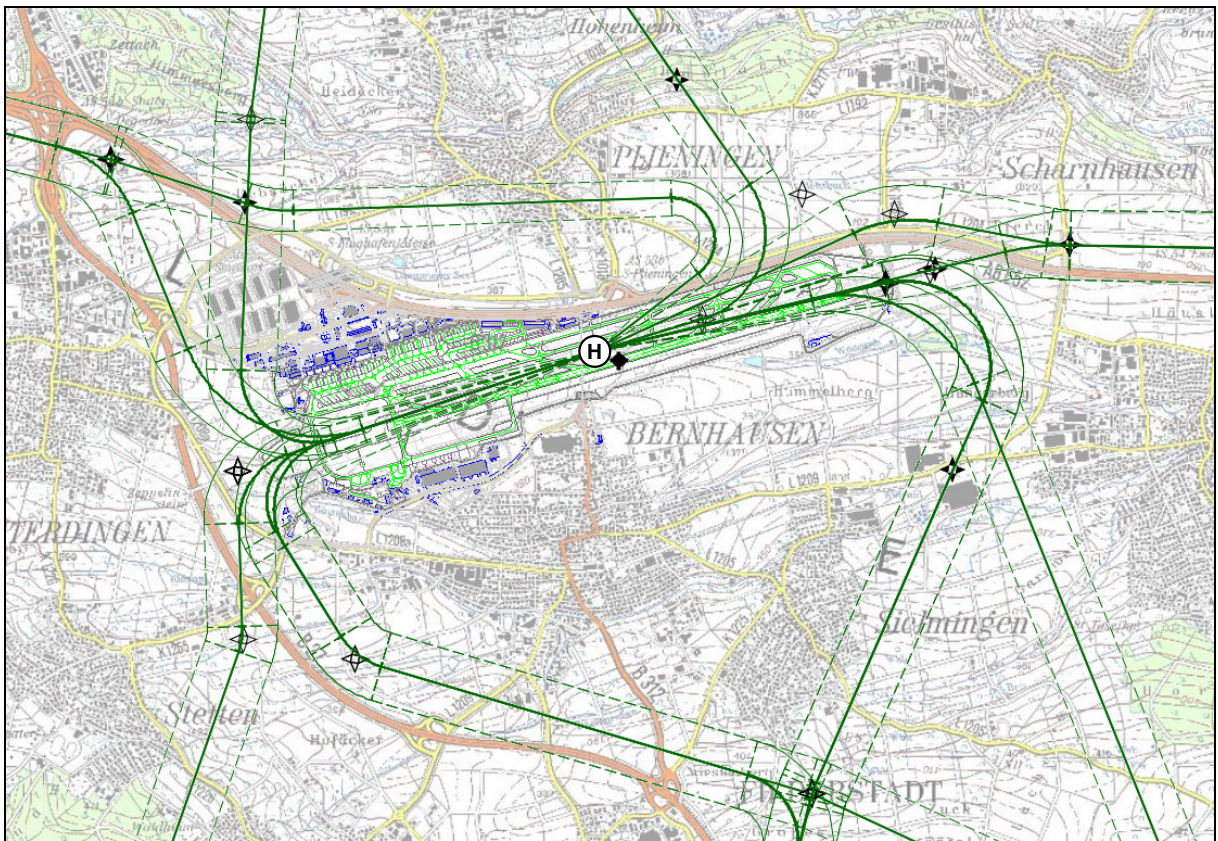


Abbildung 41: Anbindung der VFR-Anflugstrecken für Hubschrauber (nördlicher Hubschrauberstart- und -landeplatz)⁸

⁸ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

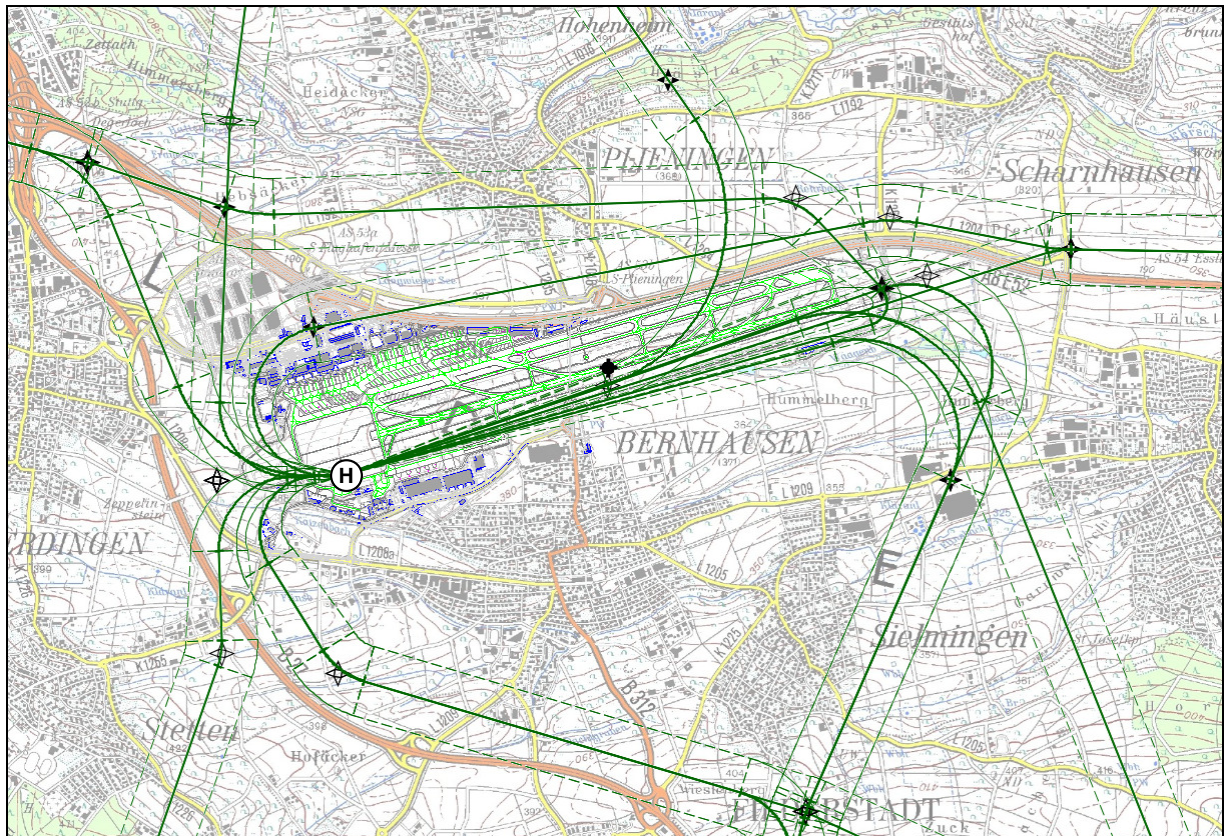


Abbildung 42: Anbindung der VFR-Anflugstrecken für Hubschrauber (südlicher Hubschrauberstart- und -landeplatz)⁹

⁹ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

5.2.2 Abflugstrecken

Abflugstrecken für Hubschrauber wurden zu ECHO, OSCAR, SIERRA, WHISKEY und in Richtung des Ortes Wendlingen entlang der oben abgebildeten Verläufe der VFR-Anflugstrecken für Flugzeuge modelliert.

Die Anbindung an die beiden Hubschrauberstart- und -landestellen ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

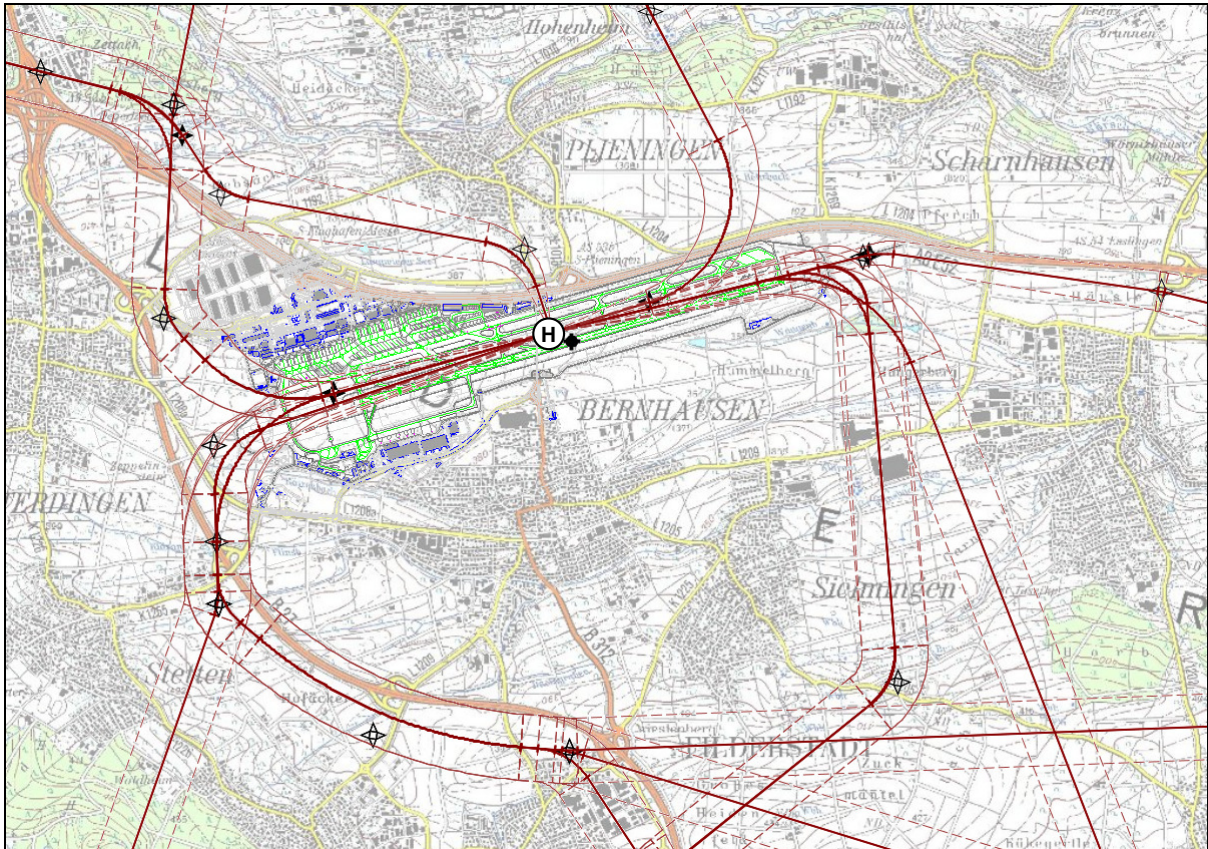
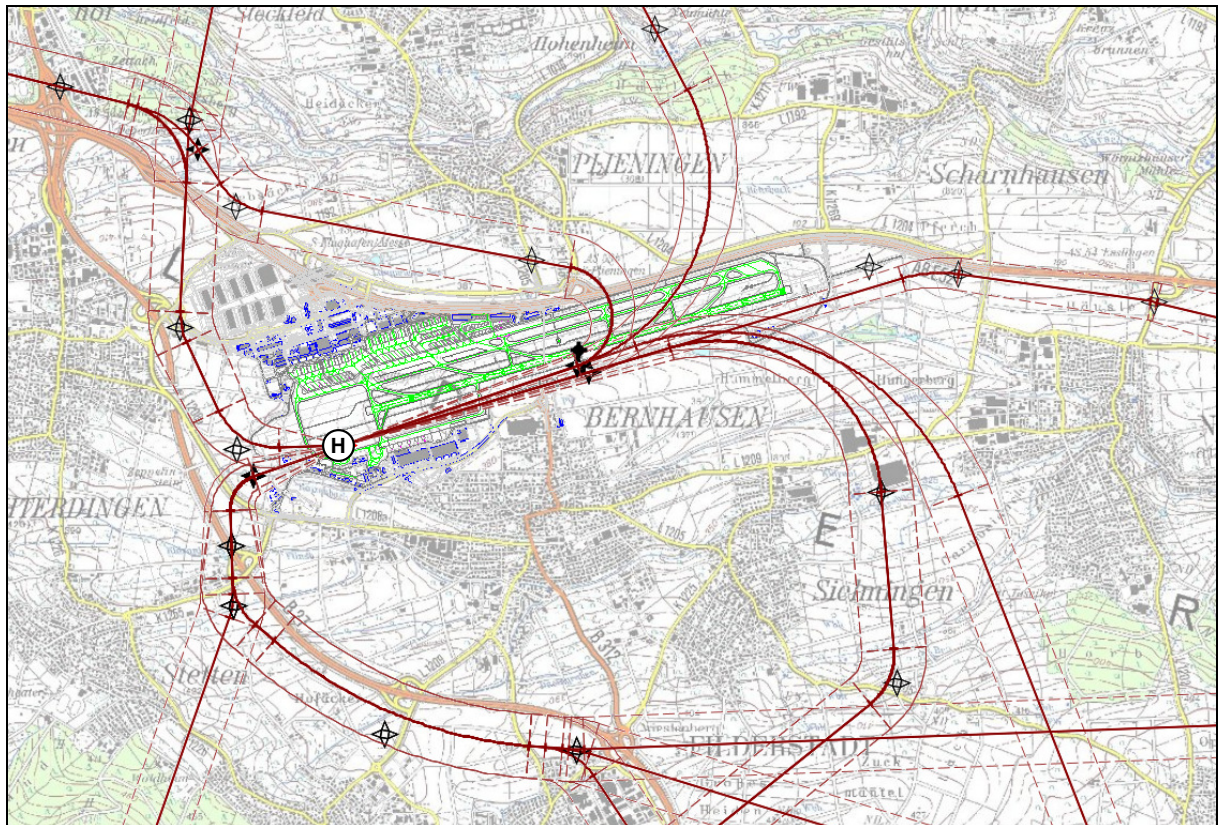


Abbildung 43: Anbindung der VFR-Abflugstrecken für Hubschrauber (nördlicher Hubschrauberstart- und -landeplatz)¹⁰

¹⁰ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19



**Abbildung 44: Anbindung der VFR-Abflugstrecken für Hubschrauber
(südlicher Hubschrauberstart- und -landeplatz)¹¹**

¹¹ Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

5.2.3 Platzrunden

Platzrunden für Hubschrauber wurden ebenfalls nördlich und südliches des Platzes, jeweils als Rechts- und Linksplatzrunde sowie ausgehend von beiden Hubschrauberstart- und -landeplätzen modelliert. Sie orientieren sich am Verlauf der Platzrunden für Flugzeuge:

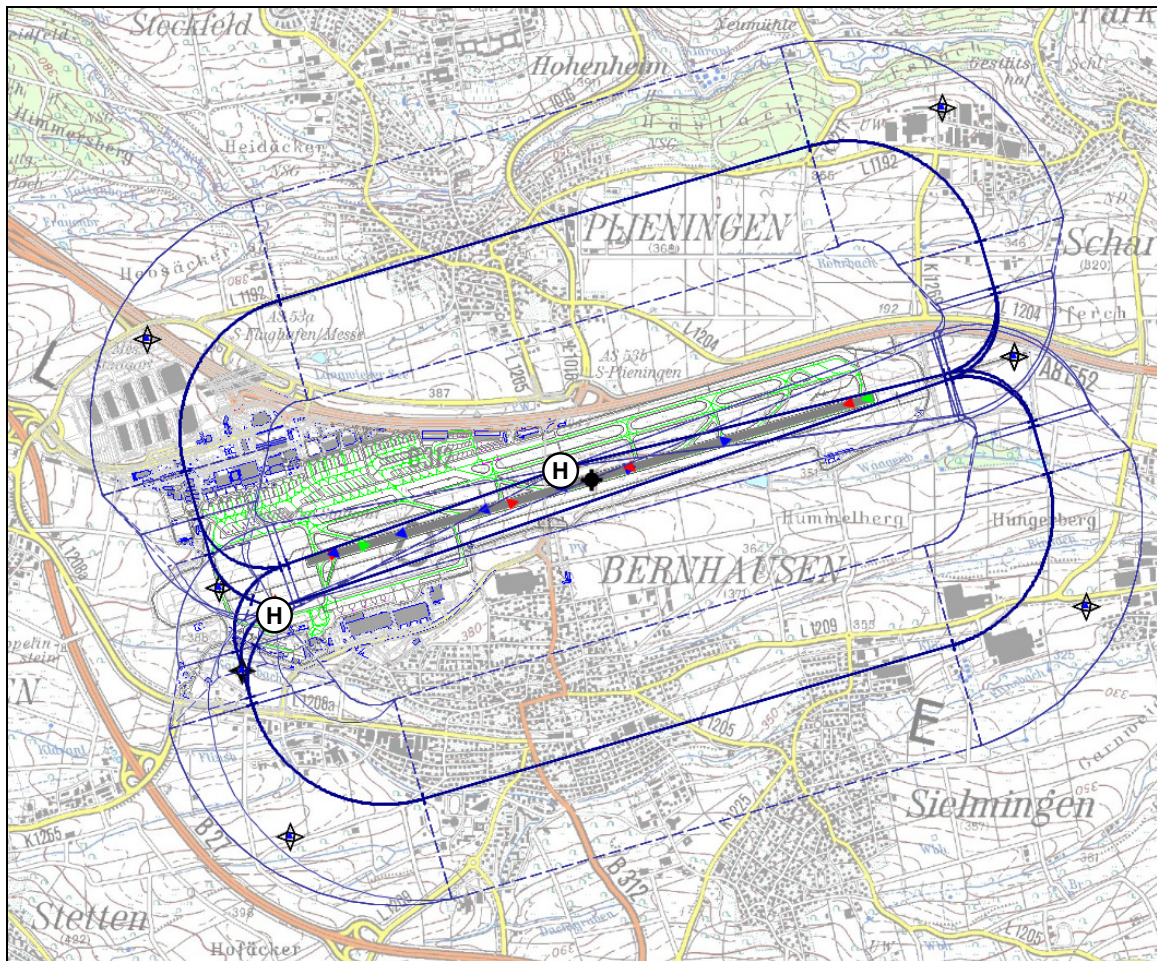


Abbildung 45: Platzrunden für Hubschrauber¹²

¹² Grundlage: TK50, © Landesvermessungsamt Baden-Württemberg (www.lv-bw.de) Az.: 2851.9-1/19

6 Quellenverzeichnis

- [1] Beschreibungen von Flugstrecken sowie lokalen Flugsicherungsverfahren für den Flughafen Stuttgart, Flugspuraufzeichnungen des Systems FANOMOS, DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, erhalten am 28.05.2009.
- [2] Luftfahrthandbuch Deutschland (Aeronautical Information Publication, AIP), DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Stand vom 03.12.2009
- [3] VFR-Luftfahrthandbuch Deutschland (Aeronautical Information Publication, AIP VFR), DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Stand vom 03.12.2009
- [4] Flugbewegungsangaben für die sechs verkehrsreichsten Monate des Jahres 2020, bereitgestellt durch den Flughafen Stuttgart, (Dateien „Routenaufteilung_IFR_Antwort.xls“ und „Flugroutenaufteilung VFR.xls“ erhalten am 27.10.2009 und 02.11.2009, freigegeben nach mehreren Änderungen zur Verwendung durch OTSD am 22.02.2010.
- [5] Statistik zur Nutzung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen in den Jahren 1998 bis 2008, bereitgestellt durch den Flughafen Stuttgart, Datei „BEW98_08_Ergebnistabelle.xls“ (erhalten am 06.08.2009)
- [6] Topographisches Kartenmaterial im Maßstab 1:50.000, georeferenzierte Rasterdaten (UTM-Abbildung in Zone 32, Ellipsoid WGS84, Datum WGS84), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg – LUBW, (mehrere Lieferungen auf Datenträger, vollständig erhalten am 22.07.2009).
- [7] CAD-Zeichnung des Flughafen-Layouts (Datei: „Uebersicht_GK.dwg“, erhalten am 06.05.2009).
- [8] Rollkonzept für Starts und Landungen bei Betriebsrichtung West (25) und Ost (07), 4 Zeichnungen, erhalten als PDF-Dokument am 06.08.2009