



## **Bericht**

# **Erstellung des Datenerfassungssystems zur Ermittlung des Lärmschutzbereiches für den Flughafen Bremen**

Strausberg, 20. August 2009



**Auftraggeber: Senator für Wirtschaft und Häfen**  
**Zweite Schlachtpforte 3**  
**28195 Bremen**

**Auftragnehmer: AVIA Consult**  
**Rüdiger Bartel & Klaus Schmelter GbR**  
**Bahnhofstraße 15**  
**15344 Strausberg**

**Erarbeiter: Dipl.-Ing. Rüdiger Bartel**                      **Projektleiter**  
  
Dipl.-Ing. Klaus Schmelter  
Dipl.-Ing. Bernd Scheiber  
Dipl.-Jur. Dirk Schmelter

## Inhalt

	Seite
1. Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2. Methodik der Erstellung von Datenerfassungssystemen	5
2.1 Verantwortlichkeiten für die Bereitstellung der Ausgangsdaten zur Erstellung des DES gemäß 1. FlugLSV	5
2.2 Die Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD)	
3. Flugbetriebsangaben für die DES-Erstellung	11
3.1 Prognose des Flugbetriebs für das Jahr 2020	11
3.2 Angaben über den Flugbetrieb der Vorjahre	14
4. Flugstreckenangaben und Zuordnung von Flugbewegungen	17
4.1 Beschreibung der Datenstruktur der FANOMOS-Daten	17
4.2 Analyse des Flugbetriebes nach Flugzeuggruppen und Flugarten	22
4.3 Analyse der IFR-Flugverfahren und Erarbeitung der Flugstreckenbeschreibungen	25
4.4 Beschreibung des Sichtflugbetriebes (VFR)	32
5. Glossar	33
6. Verzeichnis der Pläne	34
7. Literaturverzeichnis	35
Anlage 1 Zusammenfassung der Flug- und Rollbewegungen	
Anlage 2 Kartografische Darstellung der Flugstrecken	

## 1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Der Senator für Wirtschaft und Häfen der Freien Hansestadt Bremen hat als Luftfahrtbehörde des Landes Bremen den Auftrag, gemäß der Neufassung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm vom 07.06.2007 (FlugLSG) [3] bis zum 31.12.2009 eine Verordnung über den neu zu ermittelnden Lärmschutzbereich des Verkehrsflughafens Bremen zu erlassen.

Voraussetzung für die Bestimmung des Lärmschutzbereiches ist die Ermittlung der Ausgangsangaben für die gemäß FlugLSG durchzuführenden Berechnungen.

Die Pflichten der Beteiligten für die Bereitstellung der Daten und die Methodik der Ermittlung der Ausgangsangaben sind in der Ersten Fluglärmschutzverordnung (1. FlugLSV) vom 27.12.2009 [4] festgelegt. Die Methodik der Ermittlung der Ausgangsangaben und deren Zusammenfassung in Form eines Datenerfassungssystems (DES) sind in der als Bestandteil der 1. FlugLSV veröffentlichten Anleitung zur Datenerfassung (AzD) beschrieben.

AVIA Consult wurde vom Senator für Wirtschaft und Häfen beauftragt, auf der Grundlage der vom Flughafen Bremen und der Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS) bereit gestellten Daten ein Datenerfassungssystem für das Prognosejahr 2020 zu erstellen, den Entwurf des Datenerfassungssystems vor den durch den Senator für Wirtschaft festgelegten Gremien vorzustellen und nach erfolgter Abschlussbesprechung die Endfassung des DES zu erarbeiten und in Form einer Papierfassung und in digitaler Form (pdf-Format) einschließlich des QSI-Formates zur digitalen Eingabe in ein zugelassenes Fluglärmrechnungsprogramm zu übergeben.

Über die Erstellung des Datenerfassungssystems ist ein Bericht anzufertigen und mit der Endfassung des DES zu übergeben.

Dieser Bericht wird hiermit vorgelegt.

## **2. Methodik der Erstellung von Datenerfassungssystemen**

Die grundsätzliche Methodik der Berechnung von Schallimmissionen durch Flugverkehr ist in der Anlage zum § 3 der am 01.06.2007 in Kraft getretenen Änderung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Fluglärmgesetz) dargestellt. Die Einzelheiten des Berechnungsverfahrens und der Erfassung der Ausgangsangaben für die Berechnungen sind in der „Ersten Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Verordnung über die Datenerfassung und das Berechnungsverfahren für die Festsetzung von Lärmschutzbereichen)“ durch die Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB) und Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) geregelt, die als Rechtsverordnung am 30.12.2008 in Kraft gesetzt wurde.

Aus methodischen Gründen erachtet es der Verfasser für sinnvoll, in kurzer Form auf die für die Erstellung von Datenerfassungssystemen geltenden Bestimmungen der 1. FlugLSV einzugehen.

### **2.1 Verantwortlichkeiten für die Bereitstellung der Ausgangsdaten zur Erstellung des DES gemäß 1. FlugLSV**

Die Aufgaben und Verantwortlichkeiten für die Bereitstellung der Ausgangsangaben sind im § 2 „Datenerfassung über den Flugbetrieb“ wie folgt detailliert geregelt.

(1) Der Halter eines Flugplatzes und die mit der Flugsicherung Beauftragten erteilen der zuständigen Behörde auf Anforderung die für die Ermittlung der Lärmbelastung nach § 3 des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm erforderlichen Auskünfte über den voraussehbaren Flugbetrieb und legen entsprechende Daten, Unterlagen und Pläne vor. Die Daten über den Flugbetrieb erfassen die Flugbewegungen, die vom Flugplatz ausgehen (Starts und Abflüge) und die zum Flugplatz führen (Anflüge und Landungen) innerhalb des Erfassungsbereichs nach Nummer 2.1.1.1 der Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) vom 19. November 2008 (BAnz. Nr. 195a vom 23. Dezember 2008), die Platzrundenflüge am Flugplatz, die Überflüge über eine Start- und Landebahn in niedriger Höhe ohne Bodenkontakt, die Rollbewegungen der Luftfahrzeuge vor dem Start und nach der Landung sowie den Betrieb von Hilfsgasturbinen der Flugzeuge.

(2) Die Daten über den Flugbetrieb beschreiben die Flugbewegungen in einem Prognosejahr, das in der Regel zehn Jahre nach der in Absatz 1 genannten Anforderung liegt. Das Prognosejahr wird von der zuständigen Behörde bestimmt. Die Prognose bezieht sich auf die sechs verkehrsreichsten Monate (180 Tage) des Prognosejahres. Die Monate müssen keinen zusammenhängenden Zeitraum des Prognosejahres bilden. Im Hinblick auf die Beurteilungszeiten Tag und Nacht ist bei Abflügen der Zeitpunkt des Starts und bei Anflügen der Zeitpunkt der Landung maßgeblich. Platzrundenflüge werden der Nachtzeit zugerechnet, sofern Start oder Landung in dieser Beurteilungszeit stattfinden.

(3) Die Daten über den Flugbetrieb eines bestehenden Flugplatzes erfassen die Streuung der Nutzungsanteile der einzelnen Betriebsrichtungen, indem für jede Start- und Landebahn die Nutzungsanteile in den zurückliegenden zehn Kalenderjahren getrennt für die Zeiträume Tag und Nacht sowie getrennt für Start und Landung angegeben werden. Sofern Daten zu den Nutzungsanteilen nur für kürzere Zeiträume vorliegen oder sofern die Nutzungsanteile Besonderheiten aufweisen, kann die zuständige Behörde einen kürzeren oder einen anderen Erfas-

sungszeitraum vorgeben. Ein solcher Erfassungszeitraum soll nicht vorgegeben werden, wenn ein erneutes Vorkommen der in diesen Jahren aufgetretenen Besonderheiten über den ganzen Prognosezeitraum nicht ausgeschlossen werden kann. Sofern für einen Flugplatz keine ausreichenden statistischen Daten zu den Nutzungsanteilen vorliegen, sollen die Nutzungsanteile aufgrund von Daten über die örtliche Windrichtungsverteilung oder aufgrund der Nutzungsanteile vergleichbarer Flugplätze abgeschätzt werden. Satz 4 gilt entsprechend für die Anlegung eines Flugplatzes oder den Bau einer neuen Start- und Landebahn.

(4) Die Vorlage der Daten über den Flugbetrieb erfolgt mit einem Datenerfassungssystem nach der Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) in der in Absatz 1 Satz 2 genannten Fassung. Ferner sind Unterlagen vorzulegen, in denen die wesentlichen fachlichen Annahmen beschrieben werden, die der Prognose über Art und Umfang des voraussehbaren Flugbetriebs zugrunde liegen. Zukünftige, in der Prognose berücksichtigte Änderungen in der Anlage oder im Betrieb des Flugplatzes sowie in den Flugverfahren sind zu erläutern. Die Unterlagen enthalten auch Angaben über den Flugplatz insbesondere mit Flugplatzdaten und Plänen.

(5) Die Daten über Art und Umfang des voraussehbaren Flugbetriebs werden zur Verfügung gestellt von

1. dem Halter des Flugplatzes insbesondere zu den Flugbewegungszahlen und
2. den mit der Flugsicherung Beauftragten insbesondere zu den Flugverfahren und Flugstrecken.

Der Halter des Flugplatzes und die mit der Flugsicherung Beauftragten gleichen ihre Daten ab und teilen Unstimmigkeiten der zuständigen Behörde mit.

(6) Die Angaben nach den Absätzen 1 bis 5 werden der zuständigen Behörde unentgeltlich zur Verfügung gestellt.

Der § 3 „Elektronische Datenerfassung und Datenübermittlung“ legt fest, wie die elektronische Erfassung und Übermittlung der Daten über den Flugbetrieb erfolgen kann.

(1) Die zuständige Behörde kann anordnen, dass die Erfassung und die Übermittlung der Daten über den Flugbetrieb elektronisch erfolgt. Für die elektronische Erfassung und die Übermittlung der Daten sind Datenformate zu verwenden, die die vollständige Erfassung der Daten gewährleisten und den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

(2) Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit kann Datenformate nach Absatz 1 Satz 2 feststellen und im Bundesanzeiger bekannt machen. Die Feststellung von Datenformaten, die für zivile Flugplätze verwendet werden sollen, erfolgt im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, die Feststellung von Datenformaten, die für militärische Flugplätze verwendet werden sollen, im Einvernehmen mit dem Bundesministerium der Verteidigung.

(3) Die zuständige Behörde kann festlegen, dass Dokumente, die elektronisch übermittelt werden, mit einer qualifizierten elektronischen Signatur nach dem Signaturgesetz zu versehen sind.

Eine teilweise Umsetzung dieser Regelung erfolgte in der Neufassung der DIN 45 687 Fassung 2008-12.1, in der eine QSI-Datenschnittstelle zur Bereitstellung der Ausgangsangaben für die Berechnung von Lärmschutzbereichen definiert wurde.

## 2.2 Die Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD)

Die AzD ist die verbindliche Erfassungsvorschrift für die Ausgangsdaten zur Berechnung von Lärmschutzbereichen. Sie regelt den Umfang der zu erfassenden Ausgangsangaben, die formelle Beschreibung des Inhaltes und der Struktur der Daten, das zu verwendende Koordinatensystem für die Erstellung des für die Berechnungen verbindlichen Datenerfassungssystems (DES).

Im Einzelnen sind im DES die nachfolgend genannten Daten aufzunehmen.

### Beschreibung der Geometrie des Flugplatzes

Für die Beschreibung der exakten geographischen Lage des Flugplatzes und seiner Start- und Landebahnen sind folgende Angaben genau zu erfassen:

- geographische Koordinaten des Flughafenbezugspunktes - ARP;
- Länge der Start- und Landebahn(en);
- Koordinaten des Bezugspunktes der Start- und Landebahn(en) -  $P_B$   
(als Rechts- und Hochwert bezogen auf den ARP und in genauen geographischen Koordinaten);
- rechtweisende Richtung der Start- und Landebahn(en);
- Abstand der Startpunkte und Landeswellen vom  $P_B$  für jede Betriebsrichtung;
- Koordinaten des Hubschrauberlandeplatzes bzw. des Hubschrauberabstellplatzes, wenn dieser nicht mit dem Landeplatz übereinstimmt.

### Beschreibung der Geometrie der Flugbahnen

Die AzD unterscheidet folgende Arten von verschiedenen Flugbahnen:

- Abflugstrecken;
- Anflugstrecken;
- Platzrunden und platznahe Manöver;
- Hubschrauberstrecken mit zugehörigen Hoverstrecken
- Flugstrecken für Luft-Boden-Schießplätze.

Alle Flugbahnen werden in einzelne Geradeausabschnitte und Kurvenabschnitte (Teilstrecken) unterteilt, die einzeln in ihrer tatsächlichen Reihenfolge zu beschreiben sind.

Dabei werden für Geradeausabschnitte die zugehörige Länge, für Kurvenabschnitte die jeweilige Kursänderung in Grad und der Kurvenradius angegeben. Zur Berücksichtigung der im realen Flugbetrieb auftretenden Abweichungen von der beschriebenen Ideallinie der Flugbahn wird für jede Teilstrecke am Ende eine Korridorbreite angegeben, mit der alle Flugbewegungen einer Klasse auf dieser Flugbahn erfasst werden. Dieser Korridor wird bei der Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels gemäß der neuen Anleitung zur Berechnung (AzB) in Teilkorridore unterteilt. Die Verteilung der Flugbewegungen auf die Teilkorridore erfolgt nach der Gauß'schen Glockenkurve.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, bei Abweichung der Flugverfahren von den in der AzB für jede Flugzeugklasse vorgegebenen Standardwerten, zur Beschreibung des Höhenprofils jeder Flugbahn am Ende jedes Teilstücks eine Höhe anzugeben und somit auch andere Flugverfah-

ren (insbesondere bei militärischen Flugplätzen für militärische Flugzeuggruppen) zu berücksichtigen.

Die Beschreibung der Flugstrecken beginnt immer am Bezugspunkt der jeweiligen Start- und Landebahn und endet für Instrumentenflugverfahren in einer Entfernung von mindestens 25 km vom ARP und für Sichtflugverfahren und Hubschrauberstrecken in einer Entfernung von 15 km vom ARP. Als Besonderheit ist dabei zu beachten, dass Anflugstrecken und Platzrunden immer beginnend vom Bahnbezugspunkt entgegen der realen Flugrichtung beschrieben werden müssen.

Die gemäß DES erfassten Bahnbezugspunkte und Bahnrichtungen beziehen sich zukünftig auf folgendes Koordinatensystem: UTM-Abbildung, entsprechend Lage des Flugplatzes in Zone 32 bzw. 33 (Mittelmeridian 9° bzw. 15°), Ellipsoid GRS80, Datum ETRS89.

### **Beschreibung der Geometrie der Rollwege und APU-Positionen**

Die AzD unterscheidet zwei Arten von Rollwegen:

- Abflug-Rollwege von der Abstellposition zum Startpunkt einer Start- und Landebahn;
- Anflug-Rollwege von einem Abrollpunkt der Start- und Landebahn zur Abstellposition.

Dabei ist der Abflug-Rollweg entgegen der Rollrichtung beginnend beim Startpunkt zu beschreiben.

Als Koordinaten der APU-Positionen vor dem Start werden die Endpunkte der Abflugrollwege und für die APU-Positionen nach der Landung die Endpunkte der Anflugrollwege angenommen.

### **Zuordnung von Flugbewegungen zu Flugstrecken**

Da es praktisch nicht möglich ist, alle auf einem Flugplatz verkehrenden Flugzeuge mit ihren genauen technischen Charakteristika zu erfassen bzw. den Anteil jedes einzelnen Flugzeugtyps an den Flugbewegungen zu prognostizieren, wurden in der AzB bestimmte Luftfahrzeugtypen mit ähnlichen technischen Parametern zu Luftfahrzeuggruppen zusammengefasst, die jeweils in Startklassen (meistens eine, für ausgewählte Gruppen zwei) und eine Landeklasse unterteilt werden. Dabei bilden die für die Schallemission besonders wichtigen Daten, wie Antriebsart, Triebwerksleistung, Startgewicht und Festlegungen der ICAO zu üblichen Flugverfahren, die Grundlage dieser Klassifizierung.

Ausgehend von den im Prognoseszenario 2020 für den Flughafen Bremen enthaltenen Ausgangsangaben sind im Datenerfassungssystem die in der Tabelle 2.2.1 definierten Flugzeuggruppen zu berücksichtigen.

Tabelle 2.2.1 Luftfahrzeuggruppen der Prognose 2020 für den Verkehrsflughafen Bremen

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Beschreibung	Flugzeugtypen (Beispiele)
1	P 1.0	Ultraleichtflugzeuge	
2	P 1.1	Motorsegler	S-10, Falke
3	P 1.3	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 2 t	Cessna 172, PA-32
4	P 1.4	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 2 bis 5,7 t	Piper PA-42, Cessna 421
5	P 2.1	Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 5,7 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3, Kapitel 4 oder Kapitel 10 entsprechen	ATR-42, Dash-8, DO-328
6	P 2.2	Propeller Flugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 5,7 t, die nicht der Luftfahrzeuggruppe P 2.1 zugeordnet werden können	
7	S 5.1	Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 50 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen	BAe-146, LJ 60, Citation
8	S 5.2	Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 50 t bis 120 t und einem Triebwerks-Nebenstromverhältnis größer als 3, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen und nach 1982 gebaut wurden	A 319, A 320, B-737, B-757
9	S 5.3	Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 50 t bis 120 t und einem Triebwerks-Nebenstromverhältnis bis 3, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen und nach 1982 gebaut wurden	B-737-200, MD-81
10	S 6.1	Strahlflugzeuge mit zwei Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 120 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen und nach 1982 gebaut wurden	A 310, A 330, B-767
11	S 7	Strahlflugzeuge mit drei oder vier Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 300 t bis 500 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen. a) Starts mit Luftfahrzeugen der Luftfahrzeuggruppe S 7, deren aktuelle Startmasse bis 70 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt. b) Starts mit Luftfahrzeugen der Luftfahrzeuggruppe S 7, deren aktuelle Startmasse mehr als 70 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt. a/b) Landungen mit Luftfahrzeugen der Luftfahrzeuggruppe S 7	Boeing 747, AN-124

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Beschreibung	Flugzeugtypen (Beispiele)
12	S 8	Strahlflugzeuge mit vier Triebwerken und einer Höchststartmasse (MTOM) über 500 t, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 4 entsprechen.	A380
		a) Starts mit Luftfahrzeugen der Luftfahrzeuggruppe S 8, deren aktuelle Startmasse bis 70 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt.	
		b) Starts mit Luftfahrzeugen der Luftfahrzeuggruppe S 8, deren aktuelle Startmasse mehr als 70 % der Höchststartmasse (MTOM) beträgt.	
		a/b) Landungen mit Luftfahrzeugen der Luftfahrzeuggruppe S 8	
13	P-MIL 2	militärische Propellerflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 5,7 t	C-130, C 160
14	S-MIL 1	E-3 AWACS (Airborne Warning and Control System), E-8 Joint Stars, KC-135A, KC-135E	E-3A
15	S-MIL 3	Tornado	Tornado
16	S-MIL 4	F-15 Eagle, F-16 Fighting Falcon	F-15, F 16
17	S-MIL 6	Eurofighter	Eurofighter
18	H 1.1	zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 1,0 t bis 3,0 t.	BK 117, EC 135
19	H 1.2	zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 3,0 t bis 5,0 t.	UH-1D, EC 145
20	H 2.1	zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 5,0 t bis 10,0 t.	Puma, Bell 214
21	H 2.2	zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 10,0 t.	Mi-8, CH-53

### 3. Flugbetriebsangaben für die DES-Erstellung

Die Ausgangsangaben zur Erstellung des DES wurden dem Auftragnehmer vom Senator für Wirtschaft und Häfen übergeben.

Vom Flughafen Bremen erfolgte die Bereitstellung folgender Ausgangsangaben für den Flugbetrieb:

- Prognose des Flugbetriebes für das Prognosejahr 2020 [5],
- Lageplan des Flugplatzes mit Darstellung der Rollwege und Abstellpositionen,
- Analyse der Nutzung der Abstellpositionen des Flughafens nach Flugzeuggruppen gemäß der AzB für das Betriebsjahr 2008,
- Verteilung der Flugbewegungen auf die bahnbezogenen Betriebsrichtungen für die Jahre 1998 bis 2008,
- Auskünfte über Besonderheiten des Flugbetriebes.

#### 3.1 Prognose des Flugbetriebs für das Jahr 2020

Für die Prognose des Flugbetriebes des Verkehrsflughafens Bremen für das Jahr 2020 wurde durch den Verkehrsflughafen ein Forschungsauftrag an die Firma Intraplan vergeben, dessen Ergebnisse die Grundlage für die von der Flughafen Bremen GmbH übergebene Prognose der Flugbewegungszahlen für das Prognosejahr 2020 bilden.

Im Ergebnis der Abschlussbesprechung zum Datenerfassungssystem vom 26.06.2009 erfolgte durch die Flughafen Bremen GmbH unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Flugbetriebes am Flughafen Bremen im Rahmen des Ausbildungsbetriebes der Flugschule der Deutschen Lufthansa und der gelegentlichen, insgesamt jedoch geringfügigen Nutzung des Flughafens Bremen durch militärische Luftfahrzeuge eine Präzisierung der Flugbewegungszahlen.

Im Rahmen dieser Präzisierung wurden zusätzlich 10 Flüge der AWACS (Luftfahrzeuggruppe S-MIL 1) und je 6 Flüge von Kampfflugzeugen Tornado (S-MIL 3), F-16 (S-MIL 4) und Eurofighter (S-MIL 6) in die Prognose aufgenommen.

In der von Flughafen Bremen übergebenen Prognose wurden alle Flugbewegungen als Starts und Landungen ausgewiesen, so dass auch Platzrunden jeweils als ein Start und eine Landungen berücksichtigt wurden. Die entsprechenden Flugbewegungszahlen sind in Tabelle 3.1.1 dargestellt.

Platzrundenflüge sind gemäß den Bestimmungen der AzD als eine Flugbewegung zu zählen. Deshalb sind die Flugbewegungszahlen im DES für die Luftfahrzeuggruppen, die Platzrundenflüge durchführen, um die Anzahl der Platzrundenflüge zu verringern.

Aus den vom Flughafen Bremen übergebenen Zahlen von Platzrundenflügen (P 1.3 – 912 PR, P 1.4 – 21 PR, S 5.1 - 360 PR und P-MIL 2 – 30 PR) ergeben sich demzufolge die im DES enthaltenen und in Tabelle 3.1.2 dargestellten Flugbewegungszahlen.

Die Flugbewegungszahlen der Luftfahrzeuggruppen der Prognose für Hubschrauber sind in Tabelle 3.1.3 angegeben.

Tabelle 3.1.1 Gesamtzahl der Flugbewegungen mit Flugzeugen in den sechs verkehrsreichsten Monaten des Prognosejahres 2020 (Prognose FH Bremen)

Luftfahrzeuggruppe	Tag (06.00 bis 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr)	gesamt
P 1.0	48	0	48
P 1.1	50	0	50
P 1.3	5.337 <sup>1)</sup>	7	5.344
P 1.4	916	14	930
P 2.1	6010	120	6.130
P 2.2	234	0	234
S 5.1	9.644	372	10.016
S 5.2	9.367	1285	10.652
S 5.3	90	16	106
S 6.1	306	10	316
S 7	10	0	10
S 8	10	0	10
P-MIL 2	92	0	92
S-MIL 1	10	0	10
S-MIL 3	6	0	6
S-MIL 4	6	0	6
S-MIL 6	6	0	6
insgesamt	32.142	1824	33.966

Tabelle 3.1.2 Gesamtzahl der Flugbewegungen mit Flugzeugen in den sechs verkehrsreichsten Monaten des Prognosejahres 2020 im Datenerfassungssystem

Luftfahrzeuggruppe	Tag (06.00 bis 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr)	gesamt
P 1.0	48	0	48
P 1.1	50	0	50
P 1.3	4.425	7	4.432
P 1.4	895	14	909
P 2.1	6.010	120	6.130
P 2.2	234	0	234
S 5.1	9.284	372	9.656
S 5.2	9.367	1.285	10.652
S 5.3	90	16	106
S 6.1	306	10	316
S 7	10	0	10
S 8	10	0	10
P-MIL 2	62	0	62
S-MIL 1	10	0	10
S-MIL 3	6	0	6
S-MIL 4	6	0	6
S-MIL 6	6	0	6
insgesamt	30.819	1.824	32.643

Tabelle 3.1.3 Gesamtzahl der Flugbewegungen mit Hubschraubern in den sechs verkehrsreichsten Monaten des Prognosejahres 2020

Luftfahrzeuggruppe	Tag (06.00 bis 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr)	gesamt
H 1.1	80	0	80
H 1.2	996	10	1006
H 2.1	53	9	62
H 2.2	6	0	6
insgesamt	1.135	19	1.154

### 3.2 Angaben über den Flugbetrieb der Vorjahre

Vom Flughafen Bremen wurde ein zusammenfassende Darstellung über die Flugbewegungszahlen der Jahre 1998 bis 2008, unterteilt nach Betriebsrichtungen jeweils für die Tageszeit 06.00 bis 22. 00 Uhr und für die Nachtzeit 22.00 bis 06.00 Uhr bereitgestellt. Diese Angaben sind in den nachfolgenden Tabelle 3.2.1 und 3.2.2 enthalten.

Tabelle 3.2.1 Verteilung der Flugbewegungen auf die Betriebsrichtungen von 06.00 Uhr bis 22.00 Uhr

Jahr	Start 09	Landung 09	Start 27	Landung 27	Start 23	Summe
1998	6.792	6.284	16.773	15.960	0	45.809
1999	8.034	7.250	16.548	15.879	0	47.711
2000	7.776	7.200	17.156	16.425	77	48.634
2001	7.921	7.282	14.297	13.512	177	43.189
2002	9.435	9.060	11.888	11.085	221	41.689
2003	8.616	8.215	11.872	10.947	223	39.873
2004	6.690	6.520	13.935	12.998	144	40.287
2005	7.376	7.098	13.133	12.415	109	40.131
2006	6.737	6.531	12.544	11.545	129	37.486
2007	6.976	6.683	14.598	13.312	141	41.710
2008	7.676	7.059	14.808	13.399	122	43.064

Tabelle 3.2.2 Verteilung der Flugbewegungen auf die Betriebsrichtungen von 22.00 Uhr bis 06.00 Uhr

Jahr	Start 09	Landung 09	Start 27	Landung 27	Start 23	Summe
1998	130	538	228	1.139	0	2.035
1999	138	639	240	1.196	0	2.213
2000	135	671	236	1.090	0	2.132
2001	141	681	248	1.316	0	2.386
2002	173	773	179	976	0	2.101
2003	80	742	78	964	0	1.864
2004	44	457	63	906	0	1.470
2005	35	453	55	740	0	1.283
2006	89	612	179	1.000	0	1.880
2007	109	735	168	1.260	0	2.272
2008	35	848	80	1.428	0	2.391

Aus diesen Zahlen wurden Angaben für die Standardabweichung Sigma der bahnbezogenen Betriebsrichtungen ermittelt, die in den nachfolgenden Tabellen dargestellt sind.

Tabelle 3.2.3 Bewegungsanteile der bahnbezogenen Betriebsrichtungen (06.00 bis 22.00 Uhr)

Jahr	RWY09		RWY 27		RWY09 Lang	RWY27 Lang	RWY09 Kurz	RWY27 Kurz	RWY23
	Start	Landung	Start	Landung	Start	Start	Start	Start	Start
1999	0,1493	0,1520	0,3074	0,3328	0,0001	0,0003	0,0190	0,0392	0,0000
2000	0,1417	0,1480	0,3125	0,3377	0,0001	0,0005	0,0181	0,0398	0,0016
2001	0,1625	0,1686	0,2931	0,3129	0,0002	0,0006	0,0207	0,0373	0,0041
2002	0,2004	0,2173	0,2526	0,2659	0,0004	0,0003	0,0255	0,0322	0,0053
2003	0,1911	0,2060	0,2635	0,2745	0,0007	0,0007	0,0244	0,0336	0,0056
2004	0,1469	0,1618	0,3061	0,3226	0,0004	0,0008	0,0187	0,0390	0,0036
2005	0,1625	0,1769	0,2894	0,3094	0,0006	0,0009	0,0207	0,0369	0,0027
2006	0,1589	0,1742	0,2956	0,3080	0,0006	0,0013	0,0202	0,0377	0,0034
2007	0,1481	0,1599	0,3098	0,3186	0,0008	0,0011	0,0189	0,0395	0,0034
2008	0,1542	0,1602	0,3173	0,3041	0,0004	0,0010	0,0197	0,0404	0,0028

Tabelle 3.2.4 Bewegungsanteile der bahnbezogenen Betriebsrichtungen (22.00 bis 06.00 Uhr)

Jahr	RWY09		RWY 27		RWY09 Lang	RWY27 Lang	RWY09 Kurz	RWY27 Kurz	RWY23
	Start	Landung	Start	Landung	Start	Start	Start	Start	Start
1999	0,0624	0,2887	0,1085	0,5404	0	0	0	0	0
2000	0,0633	0,3147	0,1107	0,5113	0	0	0	0	0
2001	0,0591	0,2854	0,1039	0,5516	0	0	0	0	0
2002	0,0823	0,3679	0,0852	0,4645	0	0	0	0	0
2003	0,0429	0,3981	0,0418	0,5172	0	0	0	0	0
2004	0,0299	0,3109	0,0429	0,6163	0	0	0	0	0
2005	0,0273	0,3531	0,0429	0,5768	0	0	0	0	0
2006	0,0473	0,3255	0,0952	0,5319	0	0	0	0	0
2007	0,0480	0,3235	0,0739	0,5546	0	0	0	0	0
2008	0,0146	0,3547	0,0335	0,5972	0	0	0	0	0

Des weiteren wurde eine detaillierte Aufstellung der Flugbewegungszahlen je Luftfahrzeuggruppe für die 6 verkehrsreichsten Monate des Jahres 2008 (siehe Tabelle 3.2.5) sowie eine detaillierte Aufstellung der Nutzung der einzelnen Abstellpositionen durch die am Flughafen Bremen verkehrenden Luftfahrzeuggruppen und eine Beschreibung der Nutzung der Rollwege durch verschiedene Luftfahrzeuggruppen übergeben.

Tabelle 3.2.5 Gesamtzahl der Flugbewegungen je Luftfahrzeuggruppe in den sechs verkehrsreichsten Monaten des Jahres 2008

Luftfahrzeuggruppe	Tag (06.00 bis 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr)	gesamt
Flugzeuge			
P 1.0	38	0	38
P 1.1	40	0	40
P 1.3	3.230	6	3.236
P 1.4	2.146	8	2.154
P 2.1	4.751	83	4.834
P 2.2	108	0	108
S 5.1	5.618	216	5.834
S 5.2	7.492	908	8.400
S 5.3	75	9	84
S 6.1	142	8	150
P-MIL 2	26	0	26
gesamt	23.666	1.238	24.904
Hubschrauber			
H 1.1	64	0	64
H 1.2	786	8	794
H 2.1	46	4	50
H 2.2	6	0	6
gesamt	902	12	914
Flugbewegungen insgesamt	24.568	1.250	25.818

Aus der Nutzung und der Lage der einzelnen Abstellpositionen wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber auf der Grundlage einer mit den zuständigen Behörden des Landes Niedersachsen und der Freien Hansestadt Bremen abgestimmten Methodik eine sinnvolle Zusammenfassung von mehreren Abstellpositionen zu einer Ersatzposition abgeleitet.

Diese Zusammenfassung ist in der nachfolgenden Tabelle 3.2.4 dargestellt.

Vorfeldbezeichnung	Bezeichnung Ersatzposition	Einbezogene Einzelpositionen
Vorfeld 1 Brückenpositionen	EP1	Positionen 01 bis 05
Vorfeld 1 Terminal E	EP2	Positionen 06 bis 07
Vorfeld 1 Luftfracht	EP3	Positionen 08 bis 09
Vorfeld 1 Linie 2	EP4	Positionen 10 bis 19
Vorfeld 2 Allgemeine Luftfahrt	EP5	Positionen 20 bis 25
Abstellplatz „Beluga“	EP6	Position 88

Die genaue Lage der Ersatzpositionen und die Konfiguration der Rollwege sind in Anlage 2, Plan EDDW-04/09-pl05 dargestellt.

Aus den Angaben zur Nutzung der Abstellpositionen, des Planes der Rollwegmarkierungen und der Beschreibung der Rollwegenutzung lässt sich für die Prognose eine begründete Rollwegbeschreibung und Zuordnung von Rollbewegungen der Luftfahrzeuggruppen zu den Rollwegen ableiten.

Diese Ableitung ist in der dem Bericht auf CD-R beigefügten Excel-Datei enthalten und deren Zusammenfassung in der Anlage 1 des Berichtes dargestellt.

## 4. Flugstreckenangaben und Zuordnung von Flugbewegungen

Zur Ermittlung der Flugstreckenbeschreibungen und der Zuordnung von Flugbewegungen zu Flugstrecken wurden von der DFS die nachfolgend genannten Daten bereitgestellt:

- Auszüge aus dem Luftfahrthandbuch Instrumentenflugbetrieb (AIP IFR) mit Darstellung des Flughafenlayouts des Flughafens Bremen und Übersichtsdarstellungen der veröffentlichten Ab- und Anflugverfahren in Form von pdf-Dateien,
- Auszüge aus dem Luftfahrthandbuch Sichtflugbetrieb (AIP VFR) mit Darstellung der Ab- und Anflugverfahren im Sichtflugbetrieb und der Festlegungen zur Durchführung dieses Betriebes (Flughöhen, Nutzung der Meldepunkte) im pdf-Format,
- Darstellung der durch die DFS konstruierten Flugverfahren jeweils für die Betriebsrichtung 09 und 27 in Form von dxf-Dateien (CAD-Austauschformat – geeignet für die Weiterverarbeitung in CAD-Programmen),
- Aufzeichnungen des Flugüberwachungssystems FANOMOS für die Monate Mai bis Oktober 2008 (6 verkehrsreichste Monate) in Form einer Text-Datei im ASCII-Format.

Die von der DFS im CAD-Austauschformat DXF übergebenen Flugstreckendarstellungen wurden in das CAD/GIS-Autodesk MAP übernommen.

### 4.1 Beschreibung der Datenstruktur der FANOMOS-Daten

Um jedoch eine dem realen Flugbetrieb entsprechende Flugstreckenbeschreibung zu erstellen, war es erforderlich, die zur Verfügung stehenden FANOMOS-Daten in ein Datenbanksystem zu überführen, mit dem eine Analyse der FANOMOS-Daten durchgeführt werden konnte.

Ein FANOMOS-Datensatz hat die nachfolgend dargestellte Struktur [7].

Jeder Block, in denen die Radarplots eines Fluges liegen, besitzt eine Überschriftenzeile:

```
flight-id,flighttype,startdate,starttime,enddate,endtime,numberOfEntries
```

Diese Felder sind:

- Die Flug-ID „**flight-id**“ ist eine ID-Nummer, die das System FANOMOS intern einem Flug zuordnet, um diesen eindeutig zu kennzeichnen, so dass dessen Radar- und Flugplandaten über die Flug-ID korreliert werden. Die Flug-ID ist eine dezimale Zahl, die laufend um „1“ hoch gezählt und so an die Flüge vergeben wird.

- Das Feld „**flighttype**“ gibt an, ob es sich um einen An- (Arrival) oder Abflug (Departure) handelt
- Das Datum „**startdate**“ gibt den Tag an, an dem die Radaraufzeichnung des Fluges beginnt
- Die Zeit „**starttime**“ gibt die UTC-Uhrzeit an, an der Radaraufzeichnung des Fluges beginnt
- Das Datum „**enddate**“ gibt den Tag an, an dem die Radaraufzeichnung des Fluges endet
- Die Zeit „**endtime**“ gibt die UTC-Uhrzeit an, an der Radaraufzeichnung des Fluges endet
- Die Zahl „**numberOfEntries**“ gibt die Anzahl der Zeilen eines Radardatenblocks an und enthält somit die zu einer Flug-ID und Track-ID gehörenden Radarplots.

Radardaten, die in Dateien vom Typ „tracks“ abgelegt sind, werden zeilenweise im folgenden Format abgelegt:

```
t(sec),X(m),Y(m),Z(m),GS(m/s),DS(m)
```

Jedem Flug sind ein oder mehrere Datenblöcke zugeordnet, die die Radardaten des Fluges enthalten, wobei einer Zeile jeweils einem Radarplot entspricht. Die Datenfelder einer solchen Zeile, die jeweils mit einem Komma getrennt werden, sind nachfolgend einzeln beschrieben.

- Das erste Feld „**t(sec)**“ gibt die Anzahl der Sekunden aus, die ab dem Zeitpunkt des Beginns der Radar-Aufzeichnung bis zur Aufzeichnung des Plots verstrichen sind. Die Darstellung erfolgt dezimal mit einer Nachkommastelle.
- Als nächstes folgt mit „**X(m)**“ die x-Koordinate im UTM WGS84-Format der Zone 32 (9 Grad E), die den Rechts-Wert („East“) in Meter darstellt. Dieser Wert wird berechnet, indem von der Rechts-Koordinate des UTM-Koordinatensystems die Zahl 32.000.000 subtrahiert und FANOMOS-intern verwendet wird.
- Entsprechend wird die y-Koordinate „**Y(m)**“ dargestellt, ebenfalls in dem speziellen, sechstelligen FANOMOS-Format. Sie wird erzeugt, indem vom Hoch-Wert („Nord“) des Koordinatensystems UTM WGS84 für die Zone 32 (9 Grad E) die Zahl 5.000.000 subtrahiert wird.
- Danach folgt die Höhenangabe „**Z(m)**“ des Flugzeugs in Meter, bezogen auf MSL.
- Als nächstes wird die Groundspeed „**GS(m/s)**“ in Meter pro Sekunde (m/s) dargestellt.
- Schließlich wird die Streckendistanz „**DS(m)**“ in Meter ausgegeben, die das Flugzeug über Grund vom Beginn der Radardatenaufzeichnung bis zur Aufzeichnung des Radarplots zurückgelegt hat.

Damit ist ein Radardatenblock folgendermaßen aufgebaut:

```
flight-id,flighttype,startdate,starttime,enddate,endtime,numberOfEntries  
t(sec),X(m),Y(m),Z(m),GS(m/s),DS(m)  
t(sec),X(m),Y(m),Z(m),GS(m/s),DS(m)  
.
```

In der nachfolgenden Tabelle sind noch einmal alle Datenfelder einzeln beschrieben:

Tabelle 4.1 Datenstruktur eines FANOMOS-Datensatzes

<b>Datenfeld</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Format bzw. Werte</b>
flight-id	Flug-ID <i>Zahl, die FANOMOS intern einem Flug zuordnet, um dessen Flugplan- und Radardaten zu korrelieren</i>	dezimale Zahl im Intervall: {1...999999}
flighttype	Flugtyp <i>Anflug bzw. Abflug</i>	Arrival oder Departure
startdate	Start-Datum <i>Datum des Tages, an dem die Radardatenaufzeichnung des Fluges beginnt</i>	Datum im Format YYYY-MM-DD (Jahr 4-stellig, Monat 2-stellig, Tag 2-stellig; getrennt durch „-“)
starttime	Start-Zeit <i>Uhrzeit zu Beginn der Radardatenaufzeichnung eines Fluges in UTC</i>	Uhrzeit im Format hh:mm:ss (2-stellige Ausgabe von Stunde, Minute, Sekunde; getrennt durch „:“)
enddate	Ende-Datum <i>Datum des Tages, an dem die Radardatenaufzeichnung des Fluges endet</i>	Datum im Format YYYY-MM-DD (Jahr 4-stellig, Monat 2-stellig, Tag 2-stellig; getrennt durch „-“)
endtime	Ende-Zeit <i>Uhrzeit zum Ende der Radardatenaufzeichnung eines Fluges in UTC</i>	Uhrzeit im Format hh:mm:ss (2-stellige Ausgabe von Stunde, Minute, Sekunde; getrennt durch „:“)
numberOfEntries	Plotanzahl <i>Zahl, die die Anzahl der Radar-Plots, die FANOMOS für einen Flug mit der ID-Nummer &lt;flight-id&gt; und Track-ID &lt;track-id&gt; angibt</i>	dezimale Zahl im Intervall: {1...999999}
t(sec)	Flugzeit <i>Dauer der Aufzeichnung in Sekunden (Offset Time) vom Beginn bis zum Ende der Radardatenaufzeichnung des Fluges</i>	dezimale Zahl mit einer Nachkommastelle im Intervall: {1...999999}.[0-9]
X(m)	x-Koordinate <i>UTM-Koordinate (nördliche Hemisphäre) „East“ in Meter, Meridianstreifen 32 (9 Grad E) mit Summanden -3200000 (FANOMOS-Format)</i>	dezimale, 6-stellige Zahl mit einer Nachkommastelle im Format [0-9]...[0-9].[0-9]
Y(m)	y-Koordinate <i>UTM-Koordinate (nördliche Hemisphäre) „North“ in Meter, Meridianstreifen 32 (9 Grad E) mit Summanden -5000000 (FANOMOS-Format)</i>	dezimale, 6-stellige Zahl mit einer Nachkommastelle im Format [0-9]...[0-9].[0-9]
Z(m)	z-Koordinate <i>Angabe der Höhe (MSL) in Meter</i>	dezimale Zahl mit einer Nachkommastelle im Intervall: {1...999999}.[0-9]
GS(m/s)	Groundspeed <i>Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde</i>	dezimale Zahl mit einer Nachkommastelle im Intervall: {1...999999}.[0-9]
DS(m)	Distance <i>zurückgelegte Distanz in Meter</i>	dezimale Zahl mit einer Nachkommastelle im Intervall: {1...999999}.[0-9]
.	<numberOfEntries>-Anzahl der Zeilen vom Typ: “t(sec),X(m),Y(m),Z(m),GS(m/s),DS(m)”	s.o.



Nachfolgend ist als Beispiel ein vollständiger Datensatz aus den übergebenen FANOMOS-Daten dargestellt.

179943,2008-05-01,04:09:00,EDDW,EHAM,27 ,EEL6K ,KLM1750 ,1376,  
,F50 ,Departure,1,2008-05-01,04:09:24,2008-05-01,04:17:50,127  
0.0,485172.1,877481.6,41.6,63.7,0.0  
4.0,484912.8,877467.0,53.2,66.1,259.7  
8.0,484644.5,877453.4,72.2,68.2,528.4  
12.0,484368.3,877441.2,97.3,70.0,804.8  
16.0,484085.6,877430.2,127.3,71.4,1087.7  
20.0,483797.9,877420.2,161.0,72.5,1375.6  
24.0,483506.4,877411.2,196.9,73.3,1667.3  
28.0,483212.5,877403.4,233.9,73.7,1961.2  
32.0,482917.7,877396.8,270.6,73.8,2256.2  
36.0,482623.0,877391.1,305.9,73.5,2550.8  
40.0,482329.6,877386.2,338.7,73.3,2844.3  
44.0,482036.4,877381.2,369.3,73.4,3137.6  
48.0,481742.4,877375.8,397.8,73.7,3431.6  
52.0,481446.8,877368.7,424.5,74.2,3727.2  
56.0,481148.7,877359.6,449.5,75.0,4025.6  
60.0,480846.8,877347.4,473.0,76.1,4327.7  
64.0,480540.4,877331.8,495.3,77.4,4634.4  
68.0,480228.6,877311.8,516.5,79.0,4947.0  
72.0,479910.1,877286.4,536.9,80.8,5266.4  
76.0,479584.2,877255.1,556.7,82.8,5593.8  
80.0,479251.2,877218.2,576.1,84.6,5928.8  
84.0,478911.9,877176.4,595.3,86.2,6270.8  
88.0,478567.2,877130.6,614.6,87.6,6618.5  
92.0,478217.9,877081.2,634.0,88.8,6971.3  
96.0,477864.7,877028.9,654.0,89.7,7328.3  
100.0,477508.8,876974.8,674.6,90.3,7688.3  
104.0,477150.8,876919.2,696.1,90.8,8050.6  
108.0,476791.6,876863.2,718.7,91.0,8414.1  
112.0,476432.0,876807.2,742.6,90.9,8778.0  
116.0,476072.7,876751.8,767.9,90.9,9141.6  
120.0,475713.6,876696.5,794.3,90.8,9505.0  
124.0,475354.3,876641.2,821.7,90.9,9868.4  
128.0,474994.9,876585.2,849.6,91.0,10232.1  
132.0,474635.0,876528.1,877.8,91.2,10596.6  
136.0,474274.6,876469.6,906.1,91.4,10961.7  
140.0,473913.4,876409.2,934.1,91.7,11327.9  
144.0,473551.2,876346.5,961.5,92.1,11695.5  
148.0,473187.8,876281.1,988.2,92.5,12064.7  
152.0,472823.2,876212.6,1013.8,93.0,12435.8  
156.0,472457.1,876141.2,1038.3,93.5,12808.7  
160.0,472089.7,876067.0,1061.9,94.0,13183.5  
164.0,471720.8,875990.4,1084.6,94.4,13560.3  
168.0,471350.2,875911.5,1106.5,94.9,13939.2  
172.0,470978.2,875830.9,1127.9,95.4,14319.8  
176.0,470604.8,875749.0,1148.8,95.9,14702.2  
180.0,470229.5,875665.7,1169.4,96.3,15086.6  
184.0,469852.7,875581.5,1189.8,96.7,15472.7  
188.0,469474.2,875496.7,1210.0,97.2,15860.5  
192.0,469094.0,875411.6,1230.2,97.6,16250.1  
196.0,468712.1,875326.3,1250.5,98.0,16641.4  
200.0,468328.6,875240.9,1270.9,98.4,17034.3  
204.0,467943.3,875155.6,1291.5,98.8,17428.9



208.0,467556.5,875070.7,1312.3,99.2,17825.0  
212.0,467168.0,874985.9,1333.3,99.6,18222.6  
216.0,466777.8,874901.8,1354.7,100.0,18621.7  
220.0,466386.0,874818.1,1376.5,100.3,19022.4  
224.0,465992.6,874735.4,1398.7,100.7,19424.4  
228.0,465597.6,874653.6,1421.4,101.0,19827.8  
232.0,465201.2,874572.6,1444.5,101.3,20232.4  
236.0,464803.2,874492.2,1468.0,101.7,20638.5  
240.0,464403.8,874412.1,1491.8,102.0,21045.8  
244.0,464003.2,874332.4,1515.8,102.3,21454.2  
248.0,463601.4,874252.4,1540.0,102.6,21863.9  
252.0,463198.4,874172.3,1564.3,102.8,22274.8  
256.0,462794.5,874091.9,1588.7,103.1,22686.6  
260.0,462389.7,874010.8,1612.9,103.4,23099.5  
264.0,461984.0,873928.8,1637.1,103.6,23513.4  
268.0,461577.6,873845.4,1661.1,103.8,23928.2  
272.0,461171.3,873759.6,1684.9,103.9,24343.5  
276.0,460765.4,873670.1,1708.7,103.9,24759.1  
280.0,460360.9,873576.0,1732.3,103.8,25174.5  
284.0,459958.1,873475.8,1755.9,103.7,25589.5  
288.0,459557.8,873368.6,1779.4,103.6,26004.0  
292.0,459160.3,873252.9,1802.9,103.4,26417.9  
296.0,458766.6,873127.7,1826.5,103.2,26831.1  
300.0,458377.1,872991.9,1850.1,103.1,27243.6  
304.0,457992.4,872844.6,1873.7,103.0,27655.5  
308.0,457611.8,872686.8,1897.4,103.0,28067.5  
312.0,457234.4,872521.4,1921.2,103.1,28479.6  
316.0,456858.7,872351.2,1945.0,103.1,28892.0  
320.0,456483.7,872178.9,1968.8,103.2,29304.7  
324.0,456108.2,872007.1,1992.6,103.3,29717.7  
328.0,455731.1,871838.6,2016.4,103.3,30130.7  
332.0,455351.0,871675.8,2040.2,103.4,30544.2  
336.0,454967.0,871522.1,2063.9,103.5,30957.8  
340.0,454577.7,871379.5,2087.5,103.8,31372.4  
344.0,454182.6,871249.6,2111.0,104.2,31788.3  
348.0,453782.4,871131.2,2134.5,104.6,32205.6  
352.0,453377.9,871021.6,2157.9,105.0,32624.7  
356.0,452970.1,870919.2,2181.3,105.3,33045.2  
360.0,452559.7,870821.7,2204.7,105.6,33467.0  
364.0,452147.7,870727.4,2228.1,105.7,33889.7  
368.0,451734.9,870634.0,2251.5,105.8,34312.9  
372.0,451322.2,870539.4,2275.0,105.8,34736.3  
376.0,450910.6,870442.0,2298.5,105.7,35159.3  
380.0,450500.7,870339.5,2322.1,105.5,35581.8  
384.0,450093.5,870229.8,2345.8,105.3,36003.6  
388.0,449689.0,870112.8,2369.6,105.2,36424.6  
392.0,449286.5,869989.8,2393.3,105.2,36845.4  
396.0,448885.4,869862.0,2416.9,105.3,37266.4  
400.0,448484.9,869731.1,2440.2,105.4,37687.8  
404.0,448084.2,869598.1,2463.1,105.7,38110.0  
408.0,447682.6,869464.7,2485.7,105.9,38533.2  
412.0,447279.4,869332.2,2507.6,106.3,38957.5  
416.0,446873.9,869201.8,2528.9,106.7,39383.5  
420.0,446465.3,869075.2,2549.4,107.2,39811.3  
424.0,446053.2,868953.2,2569.2,107.7,40241.1  
428.0,445637.8,868835.9,2588.2,108.1,40672.8  
432.0,445219.6,868722.2,2606.8,108.5,41106.1  
436.0,444799.1,868612.1,2625.2,108.8,41540.8



440.0,444376.9,868505.1,2643.4,109.0,41976.3  
444.0,443953.5,868400.5,2661.8,109.1,42412.4  
448.0,443529.3,868297.7,2680.4,109.1,42848.9  
452.0,443104.9,868196.3,2699.6,109.0,43285.3  
456.0,442680.7,868095.7,2719.5,108.9,43721.2  
460.0,442257.3,867995.4,2740.3,108.7,44156.3  
464.0,441834.9,867895.3,2761.9,108.5,44590.4  
468.0,441413.0,867794.9,2784.1,108.4,45024.1  
472.0,440991.6,867694.2,2806.7,108.3,45457.4  
476.0,440570.3,867592.9,2829.3,108.3,45890.7  
480.0,440149.0,867491.0,2851.9,108.4,46324.2  
484.0,439727.2,867388.1,2874.0,108.6,46758.3  
488.0,439304.9,867284.1,2895.5,108.9,47193.3  
492.0,438881.7,867178.9,2916.1,109.2,47629.3  
496.0,438457.3,867072.3,2935.6,109.6,48066.8  
500.0,438031.7,866964.0,2953.7,110.0,48506.1  
504.0,437604.4,866854.1,2970.1,110.6,48947.3

Insgesamt enthielt die übergeben Datei 21154 solcher Datensätze, von denen 19579 Datensätze (92,5 %) dem Flugverkehr des Flughafens Bremen zugeordnet werden konnten. Die restlichen Datensätze enthielten Flugbewegungen, die auf Grund der angegebenen Flugstrecken und der Flugzeugtypen nicht mit dem Flugverkehr des Flughafens Bremen in Verbindung gebracht werden konnten.

Diese Datensätze wurden in eine Access-Datenbank übernommen, die anschließend nach verschiedenen Kriterien analysiert wurde.

## **4.2 Analyse des Flugbetriebs nach Flugzeuggruppen und Flugart**

Im ersten Schritt der Analyse der FANOMOS-Daten wurden die Flugbewegungen getrennt für die Tag- und Nachtzeit nach Flugzeugmustern sowie Starts und Landungen analysiert. Die Flugzeugtypen wurden anschließend den in der AzB definierten Flugzeuggruppen zugeordnet.

In einem weiteren Schritt erfolgte die Analyse der realen Belegung der IFR-Flugstrecken mit den verschiedenen Flugzeugklassen. Diese Analyse ergab das in den folgenden Tabellen dargestellte Bild.

Tabelle 4.3.1 Anteil der Flugbewegungen der Flugzeugklassen auf den IFR-Abflugstrecken in den 6 verkehrsreichsten Monaten des Jahres 2008 von 06.00 bis 22.00 Uhr

Route	P 1.3	P 1.4	P 2.1	P 2.2	S 5.1	S 5.2	S 5.3	S 6.1	P-MIL 2
BASUM1Q	7,03%	2,69%	2,14%	0,00%	1,05%	2,04%	3,70%	11,29%	0,00%
BASUM2A	3,89%	1,28%	0,71%	0,00%	0,82%	1,50%	0,00%	5,79%	0,00%
BASUM6K	3,89%	4,73%	2,94%	0,00%	0,97%	1,60%	0,00%	21,70%	0,00%
EEL1Q	6,62%	1,00%	11,57%	0,00%	6,89%	4,34%	7,39%	0,00%	0,00%
EEL2E	2,09%	0,76%	2,37%	0,00%	1,39%	1,52%	6,03%	3,00%	0,00%
EEL6K	8,21%	2,56%	31,09%	0,00%	14,16%	10,21%	0,00%	2,89%	0,00%
EEL6W	1,29%	0,50%	4,89%	0,00%	2,04%	1,81%	4,11%	3,63%	0,00%
GESTO2A	5,62%	29,39%	0,41%	0,00%	2,58%	1,06%	40,20%	1,45%	0,00%
GESTO3K	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	6,70%	0,00%	0,00%
GESTO5M	2,07%	17,82%	0,38%	0,00%	1,62%	0,48%	14,79%	2,51%	0,00%
NIE1Q	4,55%	3,28%	0,38%	0,00%	12,59%	5,10%	0,00%	0,00%	0,00%
NIE2Z	7,35%	5,75%	1,11%	32,20%	21,22%	7,76%	6,70%	0,00%	0,00%
NIE5K	1,30%	1,15%	0,05%	0,00%	0,45%	1,84%	0,00%	0,00%	0,00%
WRB2Q	4,55%	4,38%	8,94%	0,00%	10,16%	17,98%	3,70%	17,56%	0,00%
WRB2Z	14,70%	7,41%	12,86%	0,00%	17,64%	31,15%	6,70%	4,34%	0,00%
WRB8K	0,43%	0,00%	0,20%	0,00%	0,11%	0,83%	0,00%	17,36%	0,00%
WSR1M	8,69%	5,67%	9,81%	35,60%	1,90%	4,13%	0,00%	1,25%	35,60%
WSR6K	17,29%	11,63%	10,13%	32,20%	4,37%	6,64%	0,00%	7,23%	64,40%

Tabelle 4.3.2 Anteil der Flugbewegungen der Flugzeugklassen auf den IFR-Abflugstrecken in den 6 verkehrsreichsten Monaten des Jahres 2008 von 22.00 bis 06.00 Uhr

Route	P 1.4	P 2.1	S 5.1	S 5.2	S 5.3
BASUM1Q	0,00%	0,00%	6,54%	0,00%	0,00%
BASUM2A	0,00%	0,00%	6,07%	0,00%	0,00%
BASUM6K	0,00%	0,00%	6,07%	0,00%	0,00%
EEL1Q	0,00%	39,26%	6,54%	31,41%	39,26%
EEL2E	0,00%	0,00%	0,00%	2,64%	0,00%
EEL6K	30,37%	60,74%	0,00%	50,18%	0,00%
GESTO2A	0,00%	0,00%	12,15%	0,00%	60,74%
GESTO5M	39,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
NIE1Q	0,00%	0,00%	19,63%	0,00%	0,00%
NIE2Z	0,00%	0,00%	30,37%	0,00%	0,00%
NIE5K	0,00%	0,00%	0,00%	2,64%	0,00%
WRB2Q	0,00%	0,00%	6,54%	7,85%	0,00%
WRB2Z	30,37%	0,00%	6,07%	2,64%	0,00%
WRB8K	0,00%	0,00%	0,00%	2,64%	0,00%

Tabelle 4.3.3 Anteil der Flugbewegungen der Flugzeugklassen auf den IFR-Anflugstrecken in den 6 verkehrsreichsten Monaten des Jahres 2008 von 06.00 bis 22.00 Uhr

Route	P 1.3	P 1.4	P 2.1	P 2.2	S 5.1	S 5.2	S 5.3	S 6.1	P-MIL 2
DENEN1P09	2,31%	18,12%	0,82%	0,00%	2,05%	4,34%	18,87%	1,14%	0,00%
DENEN1P27	4,13%	32,43%	1,47%	0,00%	3,67%	7,77%	33,76%	2,04%	0,00%
GIBMA1P09	18,10%	7,82%	25,39%	35,85%	12,14%	10,35%	5,66%	27,88%	35,85%
GIBMA1P27	32,39%	14,00%	45,44%	64,15%	21,72%	18,53%	10,13%	49,90%	64,15%
PIXUR1P09	5,68%	4,95%	2,22%	0,00%	1,78%	2,43%	3,77%	3,41%	0,00%
PIXUR1P27	10,16%	8,86%	3,97%	0,00%	3,18%	4,36%	6,75%	6,11%	0,00%
VERED1P09	9,76%	4,95%	7,42%	0,00%	19,88%	18,72%	7,55%	3,41%	0,00%
VERED1P27	17,47%	8,86%	13,27%	0,00%	35,58%	33,50%	13,51%	6,11%	0,00%

Tabelle 4.3.4 Anteil der Flugbewegungen der Flugzeugklassen auf den IFR-Anflugstrecken in den 6 verkehrsreichsten Monaten des Jahres 2008 von 22.00 bis 06.00 Uhr

Route	P 1.3	P 1.4	P 2.1	S 5.1	S 5.2	S 5.3	S 6.1
DENEN1P09	0,00%	9,46%	0,55%	0,81%	2,12%	0,00%	0,00%
DENEN1P27	0,00%	15,54%	0,90%	1,33%	3,49%	0,00%	0,00%
GIBMA1P09	25,22%	0,00%	33,44%	2,23%	9,70%	0,00%	15,13%
GIBMA1P27	41,45%	0,00%	54,97%	3,66%	15,95%	0,00%	24,87%
PIXUR1P09	0,00%	18,91%	1,10%	1,01%	15,03%	0,00%	7,57%
PIXUR1P27	0,00%	31,09%	1,80%	1,66%	24,71%	0,00%	24,87%
VERED1P09	12,61%	9,46%	2,74%	33,78%	10,97%	37,83%	15,13%
VERED1P27	20,72%	15,54%	4,51%	55,52%	18,03%	62,17%	12,43%

Die in den o. a. Tabellen enthaltenen Anteile wurden unter Berücksichtigung der angenommenen Anteile der bahnbezogenen Betriebsrichtungen (Mittelwert der Jahre 1999 bis 2008) als Grundlage für die Zuordnung der Flugbewegungen der Prognose 2020 zu den Flugstrecken verwendet.

### 4.3 Analyse der IFR-Flugverfahren und Erarbeitung der Flugstreckenbeschreibungen

Im zweiten Schritt der Analyse der FANOMOS-Daten wurden die Streckenaufzeichnungen jedes Datensatzes den einzelnen in FANOMOS genannten Flugverfahren zugeordnet und in Form von dxf-Dateien aufbereitet und an das CAD-Programm AutoCAD übergeben.

Mit Hilfe dieses Programms erfolgte der Vergleich der veröffentlichten und der real geflogenen Ab- und Anflugverfahren. Im Ergebnis dieses Vergleiches wurde festgestellt, dass die real geflogenen Abflugverfahren teilweise deutlich von den veröffentlichten Flugverfahren abweichen bzw. nur zum Teil benutzt werden.

Noch gravierender sind die Unterschiede bei den Anflugverfahren. Es wurde festgestellt, dass die Anflüge fast ausschließlich unter Nutzung des Radar-Vectoring durchgeführt werden. Die Nutzung der veröffentlichten IFR-Anflugverfahren bildet die Ausnahme. Deshalb können dieser Verfahren nicht die Grundlage für die Erstellung der Streckenbeschreibung der Anflugstrecken verwendet werden.

Ausgehend von diesem Sachverhalt wurden die Flugstreckenbeschreibungen für die Abflugstrecken, bei denen Radaraufzeichnungen und Veröffentlichung im AIP gut übereinstimmen, auf der Grundlage der von der DFS bereit gestellten CAD-Dateien erarbeitet und die Korridorbreite der Teilstrecken auf der Grundlage der FANOMOS-Prints bestimmt. Bei der Bestimmung der Korridorbreiten wurde ein Anteil von 90 bis 95 % der zu einer Flugstrecke gehörenden Flugspuren berücksichtigt.

Für die Abflugstrecken, bei denen die Radaraufzeichnungen deutliche Abweichungen von den veröffentlichten Flugverfahren aufweisen bzw. durch die Anwendung von Direct Routing nach Erreichen einer bestimmten Flughöhe zusätzliche Flugkorridore vorhanden sind, wurden die Footprints der Radaraufzeichnungen eines Abflugverfahrens für die Konstruktion zusätzlicher Abflugverfahren verwendet. Die sich aus der Konstruktion ergebenden Teilstrecken bilden die Grundlage für die Beschreibung der zusätzlich vorhandenen Abflugverfahren. Für diese Konstruktion wurde jedes Abflugverfahren einzeln betrachtet, d. h. es wurden nur die einem Abflugverfahren zugeordneten Flugspuren berücksichtigt. Dadurch ergeben sich Überschneidungen von unterschiedlichen Abflugverfahren.

Diese Herangehensweise ist für jede Startrichtung zusammengefasst auf den nachfolgenden Bildern dargestellt. Die in roter Farbe erkennbaren Strecken entsprechen dabei den durch die DFS veröffentlichten Flugverfahren.

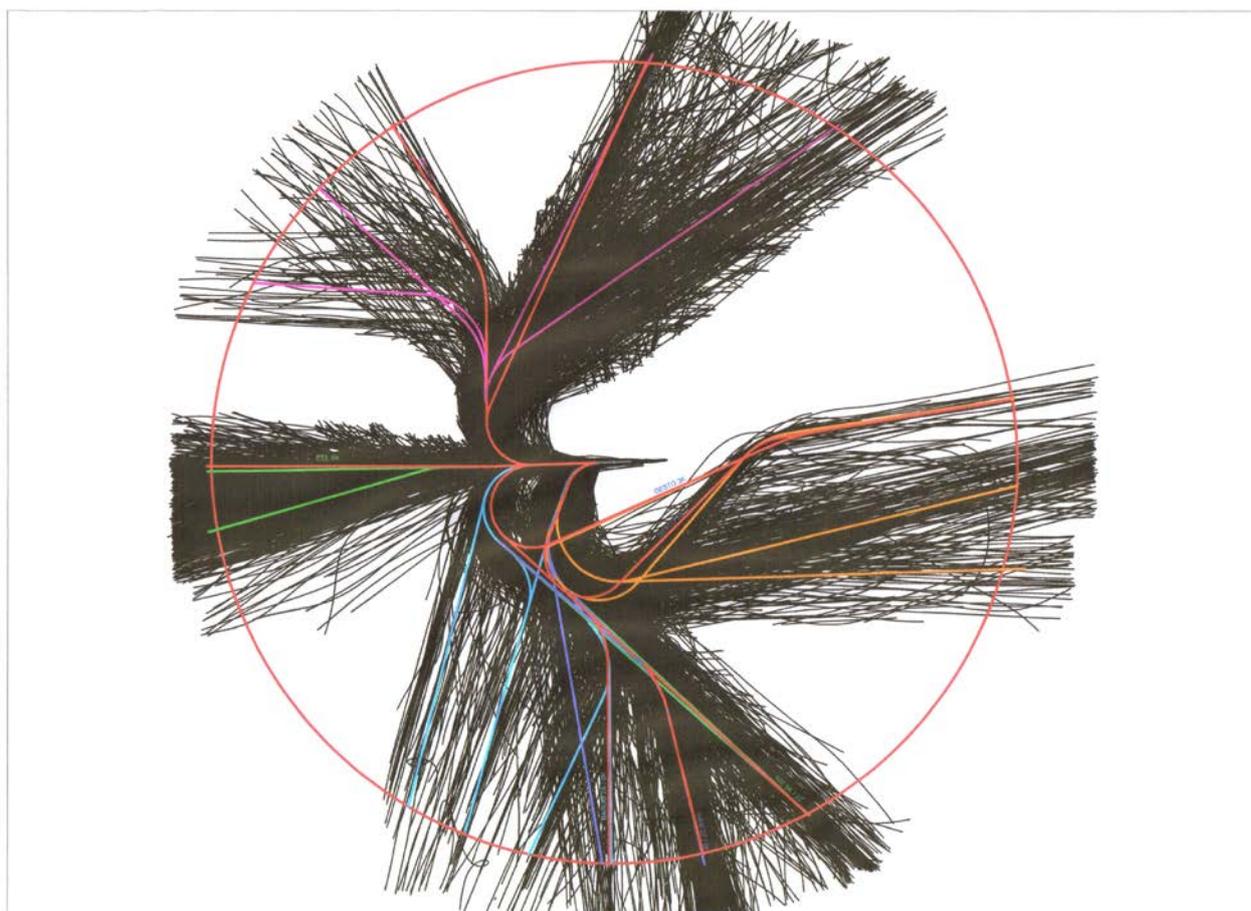


Abb. 4.3.1 Darstellung der Abflugverfahren in Startrichtung 27

Der genaue Flugstreckenverlauf einschließlich der Korridorbreiten aller Abflugverfahren ist getrennt für die Startrichtungen 27 und 09 auf den beigefügten Plänen EDDW-04/09-pl01 und EDDW-04/09-pl02 dargestellt.

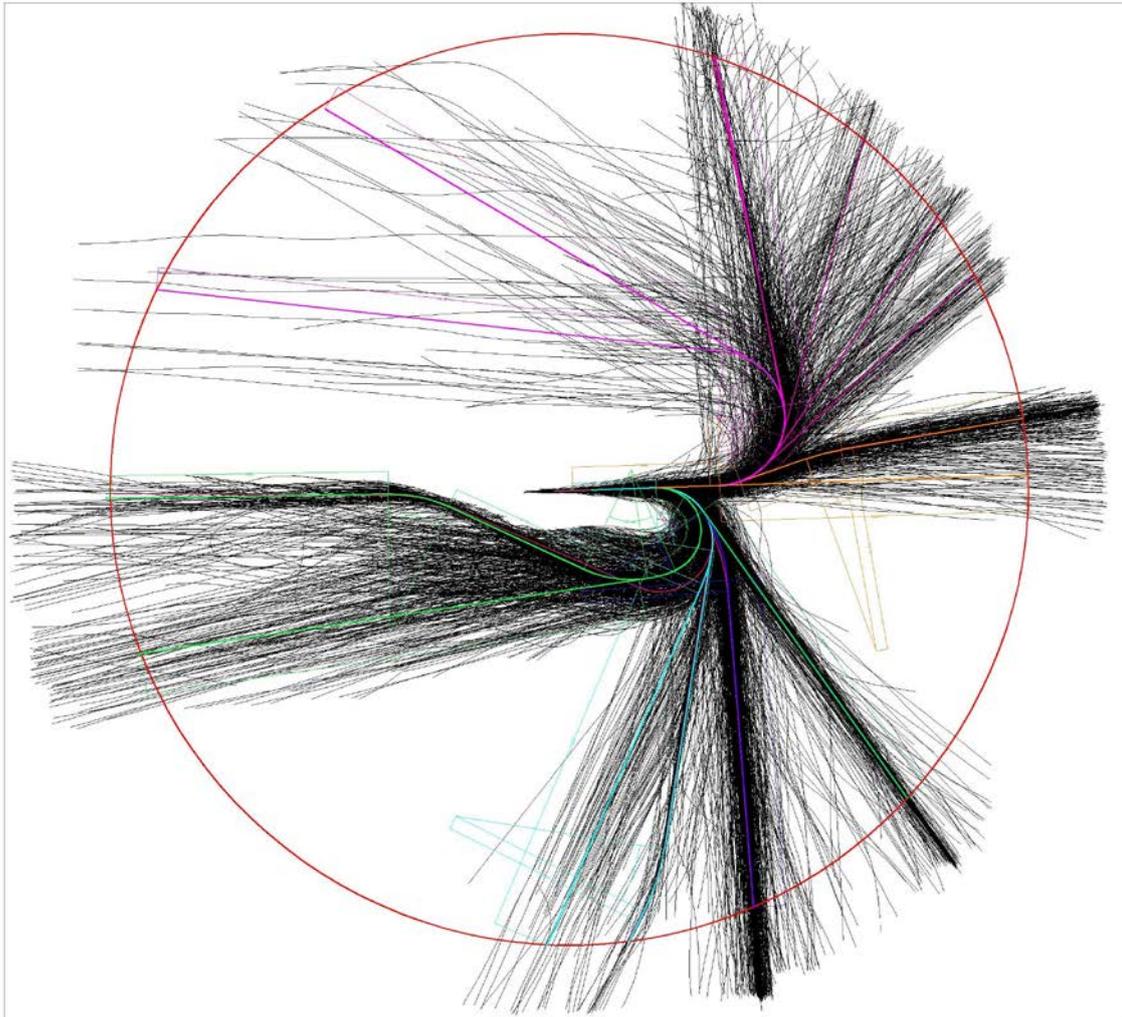


Abb. 4.3.2 Darstellung der Abflugverfahren in Startrichtung 09

Eine gleiche Herangehensweise wurde für die Ermittlung der Flugstreckenbeschreibung der Anflugstrecken angewendet.

Die prinzipielle Darstellung der einzelnen Anflugverfahren ist in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Eine exakte Darstellung dieser Verfahren ist in dem Plan EDDW-04/09-pl03 der Anlage 2 enthalten.

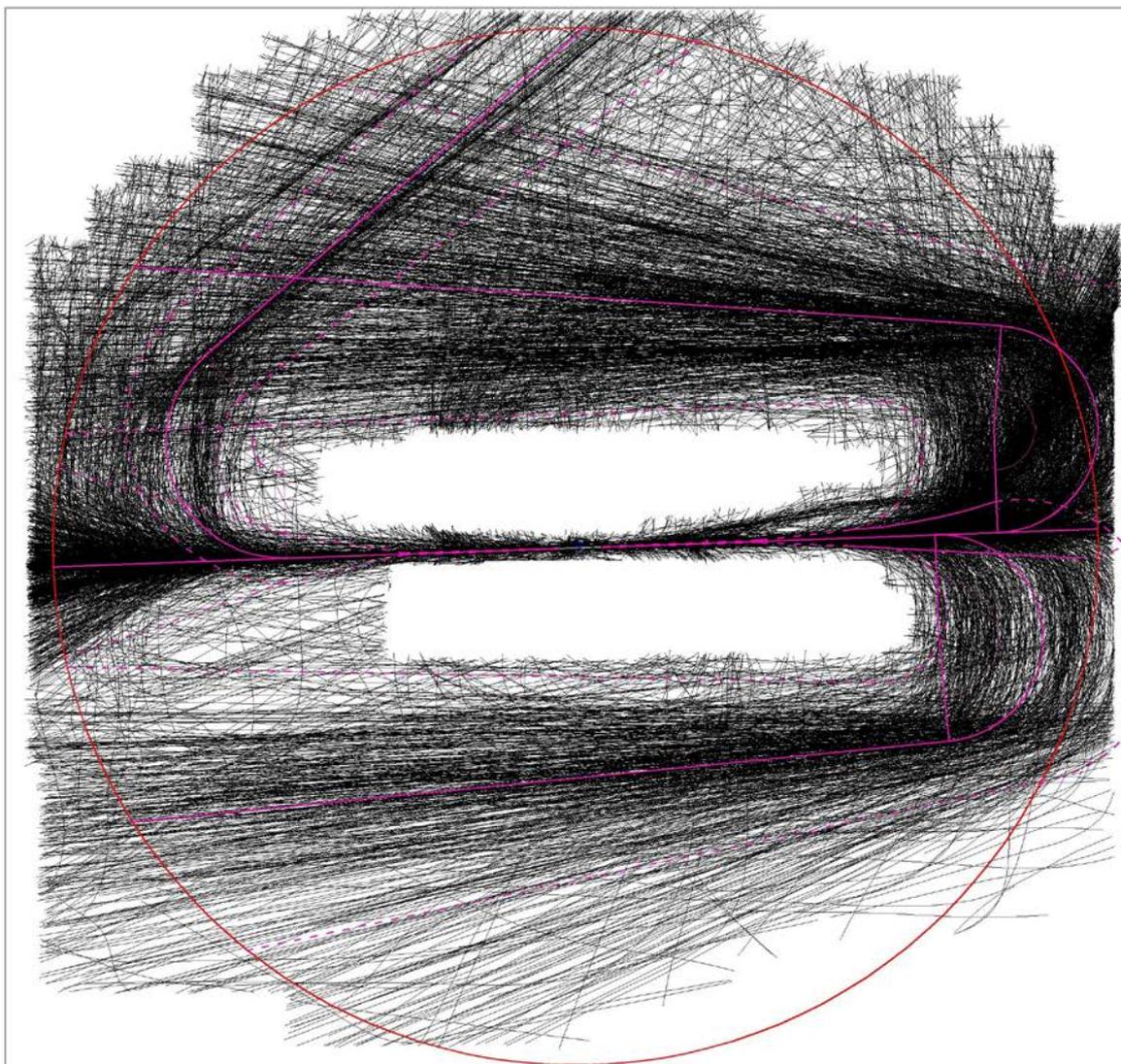


Abb. 4.3.3 Anflugstrecken GIBMA 09 und 27

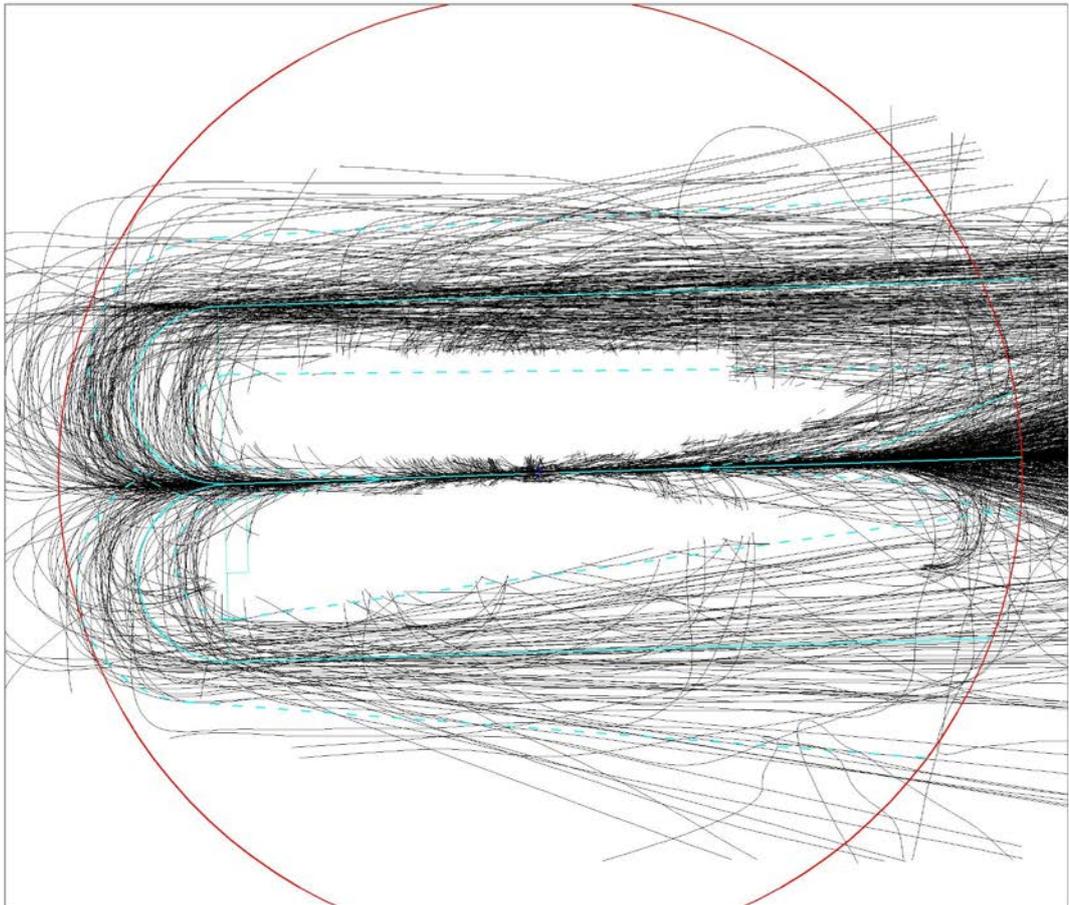


Abb. 4.3.4 Anflugstrecken DENEN 09 und 27

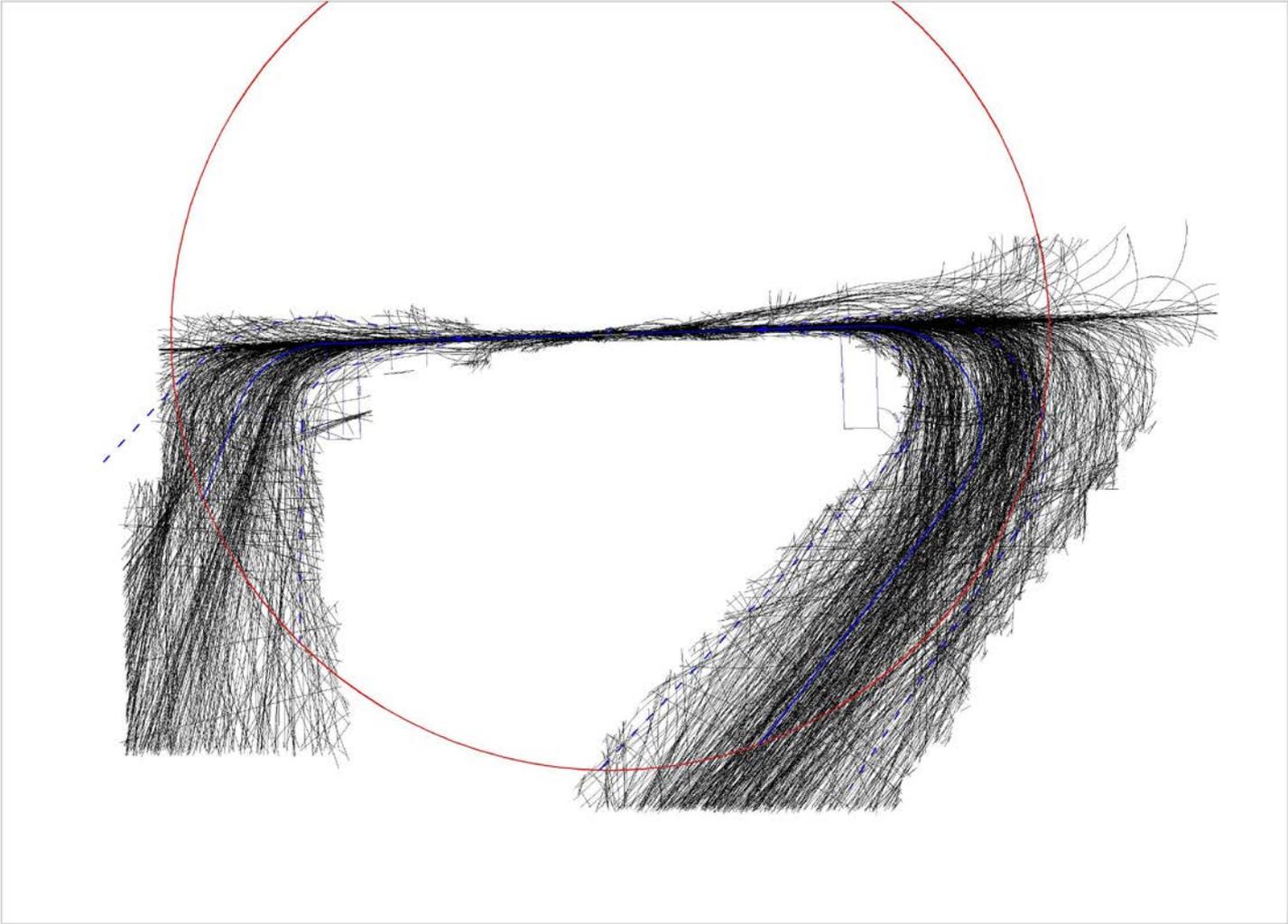


Abb. 4.3.3 Anflugstrecken PIXUR 09 und 27

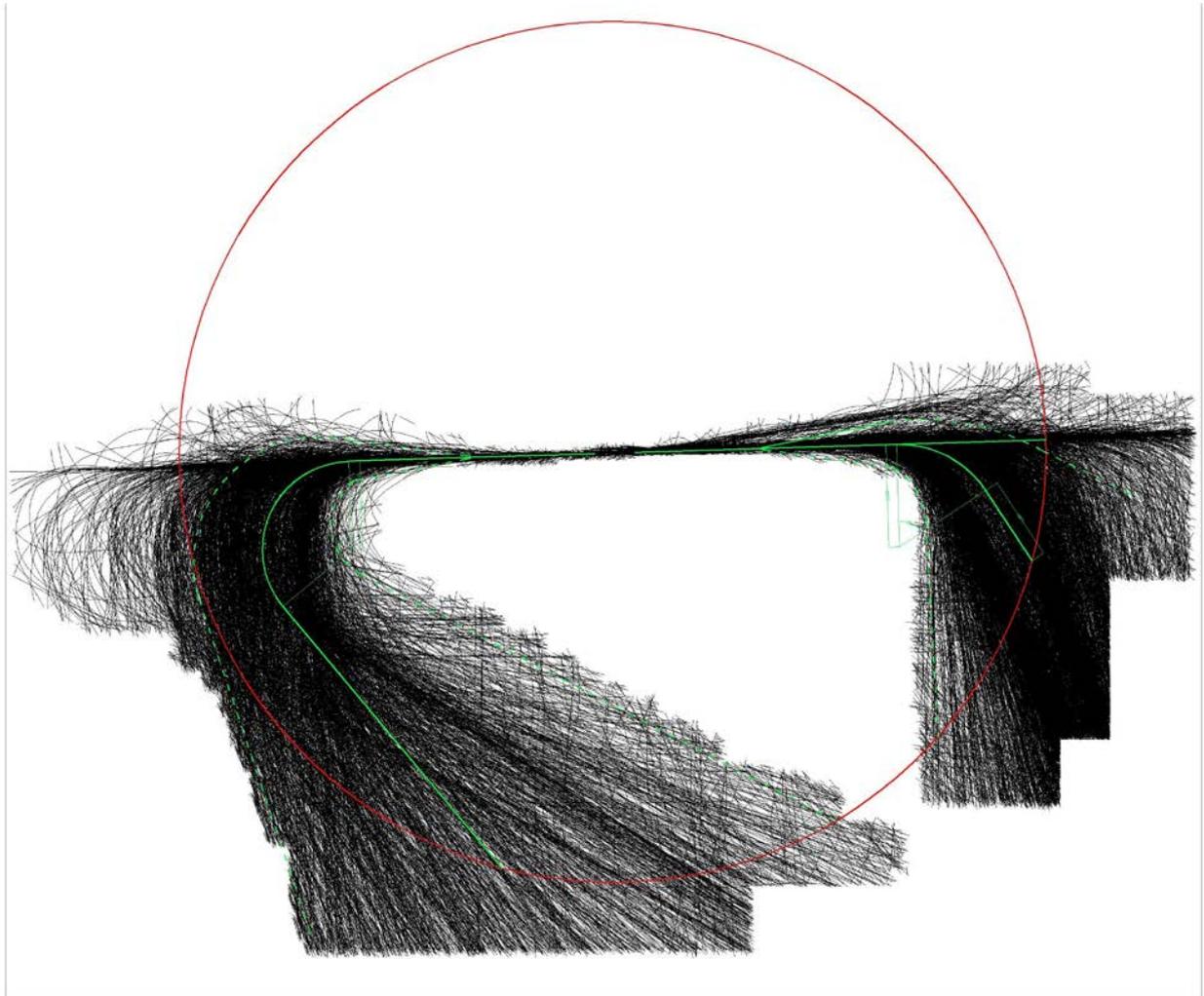


Abb. 4.3.6 Anflugstrecken VERED 09 und 27

#### 4.4 Beschreibung des Sichtflugbetriebes (VFR)

Sichtflugbetrieb spielt am Flughafen Bremen nur eine untergeordnete Rolle und wird fast ausschließlich von Flugzeugen der Luftfahrzeuggruppe P 1.3 und von Hubschraubern durchgeführt. Die Beschreibung der Flugstrecken erfolgte auf der Grundlage der im AIP VFR veröffentlichten Angaben.

Die Zuordnung von Flugbewegungen zu den Flugstrecken erfolgte auf der Grundlage der Erfahrungen des Flugsicherungspersonals am Flughafen Bremen, da zu der Verteilung der Flüge keine statistischen Angaben vorhanden sind. Hier vorhandene Ungenauigkeiten haben jedoch keinerlei Einfluss auf die Konfiguration der Fluglärmkonturen, weil die VFR-Flugstrecken nur mit einer geringen Anzahl von Flugbewegungen kleiner Luftfahrzeuge mit geringen Schallemissionen belegt sind und diese bereits in geringer Entfernung vom Flughafen nach Norden und Süden abkurven müssen.

Eine Darstellung aller VFR-Flugverfahren und der IFR-Platzrunde sind im Plan EDDW-04/09-p104 enthalten.

Strausberg, 14.08.2009



Rüdiger Bartel  
Beratender Ingenieur



## 5. Glossar

- AzB - Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
- AzD - Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb
- ARP - Aerodrome Reference Point (Flugplatzbezugspunkt)
- DES - Datenerfassungssystem für Fluglärmrechnungen
- FlugLSV - Fluglärmverordnung
- ICAO - International Civil Aviation Organization (Internationale Zivilluftfahrtorganisation)
- LuftVG - Luftverkehrsgesetz
- MTOM - Maximum Take-Off Mass (Maximale Startmasse)
- P<sub>B</sub> - Bahnbezugspunkt
- UBA - Umweltbundesamt

## 6. Verzeichnis der Pläne

Nr.	Bezeichnung	Maßstab	Größe
EDDW-04/09-pl01	Darstellung der IFR-Abflugverfahren Startrichtung 27	1 : 50 000	1265 x 1041 mm
EDDW-04/09-pl02	Darstellung der IFR-Abflugverfahren Startrichtung 09	1 : 50 000	1265 x 1041 mm
EDDW-04/09-pl03	Darstellung der IFR-Anflugverfahren Landerichtungen 09 und 27	1 : 50 000	1265 x 1041 mm
EDDW-04/09-pl04	Darstellung der VFR-Flugverfahren Betriebsrichtungen 09, 27 und 23 sowie der IFR-Platzrunden	1 : 50 000	1265 x 1041 mm
EDDW-04/09-pl05	Darstellung der Rollwege	1 : 5 000	1025 x 542 mm

## 7. Literaturverzeichnis

1. Luftverkehrsgesetz (LuftVG) in der Neufassung vom 10. Mai 2007, BGBl. I, S.698), geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 1. Juni 2007 (BGBl. I S 986)
2. Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung, (LuftVZO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Juli 2008 (BGBl. I S. 1229), geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 12. September 2008 (BGBl. I S. 1834)
3. Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2250)
4. Erste Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Verordnung über die Datenerfassung und das Berechnungsverfahren für die Festsetzung von Lärmschutzbereichen – 1. FlugLSV)“ vom 27.12.2008
5. Prognose des Flugbetrieb für das Jahr 2020  
Flughafen Bremen GmbH, 09.07.2009
6. Luftfahrthandbuch Deutschland IFR und VFR, Auszüge für den Flughafen Bremen  
Deutsche Flugsicherung GmbH
7. Beschreibung der Datenstruktur der FANOMOS-Aufzeichnungen  
Deutsche Flugsicherung GmbH