



NLR Air Transport Safety Institute

Research & Consultancy

NLR-CR-2010-498-V-1

# UNABHÄNGIGES GUTACHTEN ZU DEN GEPLANTEN ABFLUGVERFAHREN AM FLUGHAFEN FRANKFURT AM MAIN

A. Kurlanc  
P.J. van der Geest  
J. Teutsch



## Kurzfassung

# UNABHÄNGIGES GUTACHTEN ZU DEN GEPLANTEN ABFLUGVERFAHREN AM FLUGHAFEN FRANKFURT AM MAIN

### **Problembereich**

Am Flughafen Frankfurt am Main ist eine neue Nordwest-Landebahn parallel zu den heutigen Start- und Landebahnen 07L/25R und 07R/25L geplant.

Voraussichtlich würde das Fehlanflugverfahren für die zukünftige Landebahn 25 die heutigen Abflugverfahren für die Startbahnen 25R und 25L behindern. Um eine solche Beeinträchtigung zu vermeiden, hat die Deutsche Flugsicherung (DFS) spezifische Änderungen in Bezug auf den heutigen Abflugbetrieb vorgeschlagen. Diese Änderungen sollen die Sicherheit des Flugbetriebs gewährleisten und potenzielle Störungen zwischen Fehlanflügen und dem Abflugbetrieb nach Möglichkeit ausschließen. Dabei ergeben sich jedoch Fragen bezüglich des erhöhten Lärmpegels infolge der genannten Änderungen.

### **Beschreibung der Arbeit**

Das Ziel der vorliegenden Studie besteht im Wesentlichen darin, den Neuvorschlag zur Struktur der Abflugstrecken von den Startbahnen 25 am Flughafen Frankfurt am Main zu

überprüfen, um dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau in Rheinland-Pfalz ein Zweitgutachten darüber vorlegen zu können, ob diese Verfahren eine optimale Lösung darstellen, insbesondere angesichts der Lärmbelastung der besiedelten Gebiete in und um Mainz.

Das Projekt wurde in zwei Teile aufgeteilt. Der erste Teil bezieht sich auf die allgemeine Beschreibung der standardmäßigen Verfahren für den Instrumentenflug. Dieses Dokument enthält dazu eine grundlegende Beschreibung des standardmäßigen Entwurfsprozesses für den Instrumentenflug gemäß der Definition der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civil Aviation Organization) (ICAO).

Der zweite – und wichtigste – Teil dieser Studie beinhaltet die Prüfung und Evaluierung der von der DFS vorgeschlagenen Änderungen des Abflugbetriebs, die Analyse und den Vergleich der aktuellen Situation und der Zukunftspläne. Außerdem

**Bericht Nr.**  
NLR-CR-2010-498-V-1

**Autor(en)**  
A. Kurlanc  
P.J. van der Geest  
J. Teutsch

**Klassifikation des Berichts**  
KEINE VERSCHLUSSACHE

**Datum**  
Februar 2011

**Wissensbereich(e)**  
Vliegoperaties

**Indexierung**  
Abflugstrecken

beinhaltet dieser Teil die Entwicklung von alternativen Routen zu den Vorschlägen der DFS.

### **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Die Studie zeigt auf, dass es flugtechnisch realisierbare Alternativen zu den von der DFS vorgeschlagenen Routen gibt.

Eine Alternative betrifft den vorgeschlagenen Fehlanflug für die neue Landebahn. Diese Alternative muss jedoch hinsichtlich der Hindernissituation in der Nähe des Flughafens und der gleichzeitigen Benutzung der alten und in Zukunft gestrichenen Routen, die direkt in nördliche Richtung führen, in separaten Studien näher untersucht werden.

Eine weitere Alternative betrifft die Ostumfliegung des Flughafens. Diese Alternative ist

hinsichtlich möglicher Kapazitätsvorgaben (unabhängiger Betrieb aller Start- und Landebahnen) und der durchaus komplexen Aufgabenstellung für die Fluglotsen eine Herausforderung, jedoch ist sie flugtechnisch realisierbar.

Weiterhin werden mehrere Alternativen zu alten und neuen Abflugverfahren in Richtung Westen gegeben, die dem von der DFS vorgeschlagenen Fehlanflugverfahren Rechnung tragen, von denen jedoch aufgrund von überschlägigen Berechnungen erwartet werden kann, dass sie in der Summe, im Gegensatz zu den von der DFS vorgeschlagenen Routen, zu einer niedrigeren Lärmbelastung für den Raum Mainz und Rheinhessen führen.

NLR-CR-2010-498-V-1

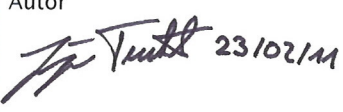
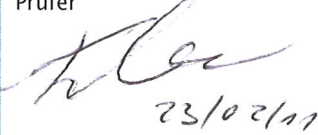
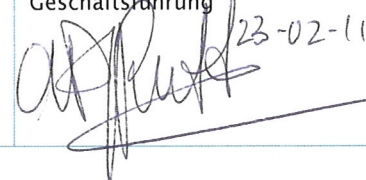
## UNABHÄNGIGES GUTACHTEN ZU DEN GEPLANTEN ABFLUGVERFAHREN AM FLUGHAFEN FRANKFURT AM MAIN

A. Kurlanc  
P.J. van der Geest  
J. Teutsch

*Die gänzliche oder teilweise Reproduktion beziehungsweise Vervielfältigung dieses Berichts in jeglicher Form oder mit welcher Technik auch immer bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Besitzers.*

<b>Kunde</b>	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz
<b>Besitzer</b>	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz
<b>Abteilung</b>	Air Transport
<b>Verteilung</b>	begrenzt
<b>Einstufung des Titels</b>	Keine Verschlussache
	Februar 2011

Genehmigt von:

Autor  23/02/11	Prüfer  23/02/11	Geschäftsführung  23-02-11
--	---	--

## ZUSAMMENFASSUNG

Am Flughafen Frankfurt am Main soll eine neue Northwest-Landebahn 07/25 parallel zu den heutigen Pisten 07L/25R und 07R/25L gebaut werden. Hieraus kann sich ein Konflikt zwischen dem Fehlanflugverfahren für die zukünftige Landebahn 25 und den aktuellen Abflugverfahren von den Startbahnen 25R und 25L ergeben. Um derartige Beeinträchtigungen zu vermeiden, hat die Deutsche Flugsicherung (DFS) spezifische Änderungen in Bezug auf den aktuellen Abflugbetrieb vorgeschlagen. Diese Änderungen sollen die Sicherheit des Flugbetriebs gewährleisten und potenzielle Störungen zwischen Fehlanflug und dem Abflugbetrieb nach Möglichkeit eliminieren.

Um dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau in Rheinland-Pfalz Hintergrundinformationen über die Methoden und Anforderungen des Entwurfsprozesses für den Instrumentenflug vorlegen zu können, enthält der erste Teil des Dokuments eine kurze Einführung in die Entwurfsprozesse für den Instrumentenflug gemäß der Definition der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civil Aviation Organization, ICAO). Ein weiterer Teil der Studie ist der Bewertung der von der DFS vorgeschlagenen Abflugstrecken und dem Vorschlag von Alternativen gewidmet, die geeignet sein können, die Lärmbelastung der besiedelten Gebiete in und um Mainz zu verringern.

Ziel des für die neue Landebahn 25 von der DFS geplanten Fehlanflugverfahrens ist, dass diese Fehlanflüge eine hinreichende Trennung vom abfliegenden Verkehr auf den bestehenden Start- und Landebahnen 25 (siehe Abschnitt 3.1 und ICAO Dok. 9643) gewährleisten. Die bestehende Struktur der Abflüge in Richtung des Navigationspunktes TABUM ist während der Anflüge auf die neue Landebahn 25 nicht zulässig, stattdessen können nur die modifizierten Abflugrouten zum Einsatz gelangen. Die modifizierten neuen Routen sind von der DFS vorgegeben worden. Die neue Routenstruktur hat jedoch zur Folge, dass sich die Lärmbelastung im Bereich Mainz und Rheinhessen erhöhen wird. Der vorliegende Bericht stellt Ansätze für mögliche Alternativlösungen vor, die den Stadtbereich von Mainz und Rheinhessen vom Fluglärm entlasten würden.

Die Studie zeigt auf, dass es flugtechnisch realisierbare Alternativen zu den von der DFS vorgeschlagenen Routen gibt.

Eine Alternative betrifft den vorgeschlagenen Fehlanflug für die neue Landebahn. Diese Alternative muss jedoch hinsichtlich der Hindernissituation in der Nähe des Flughafens und der gleichzeitigen Benutzung der alten und in Zukunft gestrichenen Routen, die direkt in nördliche Richtung führen, in separaten Studien näher untersucht werden.

Eine weitere Alternative betrifft die Ostumfliegung des Flughafens. Diese Alternative ist hinsichtlich möglicher Kapazitätsvorgaben (unabhängiger Betrieb aller Start- und Landebahnen) und der durchaus komplexen Aufgabenstellung für die Fluglotsen eine Herausforderung, jedoch ist sie flugtechnisch realisierbar.

Weiterhin werden mehrere Alternativen zu alten und neuen Abflugverfahren in Richtung Westen gegeben, die dem von der DFS vorgeschlagenen Fehlanflugverfahren Rechnung tragen, von denen jedoch aufgrund von überschlägigen Berechnungen erwartet werden kann, dass sie in der Summe, im Gegensatz zu den von der DFS vorgeschlagenen Routen, zu einer niedrigeren Lärmbelastung für den Raum Mainz und Rheinhessen führen.

Im Zusammenhang mit der Studie erhält das Ministerium weitere Informationen zur Erläuterung und Verifizierung der vorgeschlagenen Änderungen in Bezug auf den Flugbetrieb sowie verschiedene Vorschläge für potenzielle alternative Abflugstrecken, die von denjenigen der DFS abweichen.

# INHALTSVERZEICHNIS

1	<b>EINLEITUNG</b>	<b>9</b>
1.1	Struktur des Dokuments	10
2	<b>DEFINITION DER INSTRUMENTENFLUGVERFAHREN UND BESCHREIBUNG DER ENTWURFSPROZESSE</b>	<b>11</b>
2.1	Definition der Instrumentenflugverfahren	11
2.2	Internationale Normen für die Entwurfsprozesse	13
2.3	Navigationsverfahren	13
2.4	Arten von Flugverfahren – Abflug, Annäherung, Anflug	15
2.5	Allgemeine Beschreibung des Entwurfsprozesses	18
3	<b>BEWERTUNG DER VON DER DFS VORGESCHLAGENEN ABFLUGSTRECKEN</b>	<b>24</b>
3.1	Beschreibung des Problems	24
3.2	Lage der neuen Landebahn	26
3.3	Aktueller Betrieb und zukünftige Änderungen	26
3.3.1	Beschreibung des aktuellen Flugbetriebs	27
3.3.2	Heutige Fehlanflugverfahren	30
3.3.3	Bewertung der von der DFS vorgeschlagenen zukünftigen Maßnahmen	33
4	<b>VORGESCHLAGENE ALTERNATIVEN</b>	<b>42</b>
4.1	Fehlanflug	42
4.2	Abflüge	44
5	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	<b>52</b>
5.1	Ausgangslage	52
5.2	Ziel des Gutachtens	52
5.3	Wesentliche Ergebnisse des Gutachtens	53
5.3.1	Analyse der geplanten Änderungen	53
5.3.2	Alternativen zu den geplanten Änderungen	54
6	<b>LITERATUR</b>	<b>57</b>
ANNEX	<b>LÄRMOPTIMIERTE ABFLUGVERFAHREN</b>	<b>58</b>

## Abkürzungen

AIP	Aeronautical Information Publication (Luftfahrthandbuch)
ATC	Air Traffic Control (Flugverkehrskontrolle)
dB(A)	A-weighted decibels (A-bewertete Dezibel)
DFS	Deutsche Flugsicherung
DVORTAC	Doppler VOR und TACAN
ft	Fuß
GPS	Global Positioning System (Satelliten-Navigationssystem)
IAP	Instrument Approach Verfahren (Instrumentenlandeanflug)
ICAO	International Civil Aviation Organization (Internationale Zivilluftfahrtorganisation)
IFR	Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)
ILS	Instrument Landing System (Instrumentenlandesystem)
IMC	Instrument Meteorological Conditions (Instrumentenflugwetterbedingungen)
km	Kilometer
kt	Knoten
m	Meter
MOC	Minimum Obstacle Clearance (Hindernismindestabstand)
NADP	Noise Abatement Departure Procedures (Lärminderungsverfahren beim Abflug)
NDB	Non-Directional Beacon (ungerichtetes Funkfeuer)
NLR-ATSI	Dutch Aerospace Laboratory - Air Transport Safety Institute (Nationales Luft- und Raumfahrtlabor der Niederlande – Institut für Sicherheit im Lufttransport)
NM	Nautical Mile (Seemeile)
OCA/OCH	Obstacle Clearance Altitude/Obstacle Clearance Height (Sicherheitsmindesthöhe über Meereshöhe / über Grund)
PANS ATM	Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management (Verfahrensvorschriften für die Flugsicherung - Luftverkehrsmanagement)
PANS OPS	Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations (Verfahrensvorschriften für die Flugsicherung - Betrieb von Flugzeugen)
RNAV	Area Navigation (Flächennavigation)
RWY	Runway (Start- und Landebahn)
SID	Standard Instrument Departure (Standard-Instrumenten-Abflugverfahren)



STAR	Standard Instrument Arrival (Standard-Instrumentenanflug)
TACAN	TACTical Air Navigator (Taktische Flugnavigationshilfe)
VFR	Visual Flight Rules (Sichtflugregeln)
VOR	Very High Frequency Omnidirectional Range (UKW-Drehfunkfeuer)

## I EINLEITUNG

Am Flughafen Frankfurt am Main ist eine neue Nordwest-Landebahn 07/25 parallel zu den heutigen Start- und Landebahnen 07L/25R und 07R/25L geplant. Die Deutsche Flugsicherung (DFS) schlägt im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme der neuen Landebahn eine Neustrukturierung des Luftraumes und der An- und Abflugverfahren am Flughafen vor, um die mit dem Ausbau des Flughafens angestrebte volle Kapazität von 126 Flugbewegungen pro Stunde bis zum Jahr 2020 (laut Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren, Gutachten G18) entwickeln zu können.

Voraussichtlich wird das neue geplante Fehlanflugverfahren für die zukünftige Start- und Landebahn 25 einen Konflikt mit den heutigen Abflugverfahren von den Startbahnen 25R und 25L verursachen. Um einen solchen Konflikt zu vermeiden, hat die Deutsche Flugsicherung (DFS) spezifische Änderungen des heutigen Abflugbetriebs vorgeschlagen, wobei einige Abflugrouten weniger stark beansprucht, andere hingegen ganz neu eingerichtet werden sollen. Diese Änderungen sollen die Sicherheit des Flugbetriebs gewährleisten und den potenziellen Konflikt zwischen den Fehlanflügen und dem Abflugbetrieb nach Möglichkeit ausschalten.

Im Rahmen dieser Studie soll im Wesentlichen die neu vorgeschlagene Struktur der Abflugstrecken von den Start- und Landebahnen 25 am Flughafen Frankfurt am Main überprüft werden, um dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz (in diesem Dokument als Ministerium bezeichnet) eine unabhängige Bewertung darüber vorlegen zu können, ob dieser Betrieb eine optimale Lösung darstellt, insbesondere im Hinblick auf die Lärmbelastung der dicht besiedelten Gebiete in Mainz und Rheinhessen.

Diese Studie zielt darauf ab, das Ministerium bei der Klärung und Verifizierung der vorgeschlagenen Änderungen des Flugbetriebs zu unterstützen. Außerdem sollen die Änderungen in der Struktur der von der DFS vorgeschlagenen Abflugstrecken analysiert und beurteilt werden und es sollen mögliche Änderungen - alternativ zu den DFS-Vorschlägen - in der Struktur der Abflugstrecken vorgeschlagen werden. Überdies enthält dieses Dokument eine grundlegende und allgemeine Beschreibung der Entwurfsprozesse für den

Instrumentenflug gemäß der Definition der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civil Aviation Organization) (ICAO).

Die Prüfung von Änderungen der Annäherungsverfahren (STARS), der Anflugverfahren oder Änderungen anderer Abflugstrecken (Standard-Instrumenten-Abflugverfahren, SID) als denjenigen im Zusammenhang mit den heutigen RWY 25L und 25R (siehe Kapitel 3 dieses Dokuments) sind nicht Gegenstand der vorliegenden Studie.

## I.1 STRUKTUR DES DOKUMENTS

Der vorliegende Bericht ist wie folgt strukturiert.

Das Kapitel 2 enthält eine allgemeine Beschreibung der Entwurfsprozesse für den Instrumentenflug. Es enthält die Definition der Flugverfahren, sowie eine Beschreibung der verschiedenen Arten von Flugverfahren, ihrer Struktur und der wesentlichen Phasen der Planung.

Kapitel 3 enthält eine Beurteilung der von der DFS vorgeschlagenen Änderungen der Abflugrouten am Flughafen Frankfurt am Main. Dies beinhaltet auch eine Beschreibung der heutigen Situation und eine Begründung für den Änderungsbedarf.

Kapitel 4 definiert verschiedene Entwürfe der Start- und Fehlanflugsrouten, die alternativ zu den Vorschlägen der DFS in Erwägung gezogen werden können;

Kapitel 5 präsentiert die entsprechenden Schlussfolgerungen und fasst den Bericht zusammen.

## 2 DEFINITION DER INSTRUMENTENFLUGVERFAHREN UND BESCHREIBUNG DER ENTWURFSPROZESSE

Die Luftfahrt insgesamt und der Flugverkehrsbetrieb sind sehr gut standardisiert. Jede einzelne Handlung ist vorgegeben; jede getroffene Entscheidung stützt sich auf feste Vorschriften und Verfahren. Es gibt keine Möglichkeit der Entscheidungsfällung ohne Beachtung der Standardvorschriften. Eine solche Konsistenz ermöglicht ein voraussagbares Verhalten und verringert die Unfallgefahr auf ein Minimum. Die einschlägigen internationalen Gesetze regeln auch die Instrumentenflugverfahren, mit deren Hilfe Flugzeuge von einem Flughafen starten oder dort landen beziehungsweise die Flugrouten nutzen können. Für den sicheren Abstand zu anderen Flugzeugen sorgt die Flugverkehrskontrolle (Air Traffic Control) und für den Abstand von Bodenhindernissen sind spezifische Mindestwerte vorgegeben.

Gemäß dem ersten Teil der Phase 1 des Projekts, der dem Ministerium vorgelegt wurde, umfasst dieser Abschnitt eine allgemeine Einführung in die Entwurfsprozesse für den Instrumentenflug. Dieser Teil des Dokuments beinhaltet die Definition der Flugverfahren, die Beschreibung der internationalen Standards und Verordnungen, eine kurze Definition der Navigationsverfahren und eine Präsentation der Arten von Instrumentenflugverfahren.

### 2.1 DEFINITION DER INSTRUMENTENFLUGVERFAHREN

Bei den Instrumentenflugverfahren handelt es sich um spezifische Verfahren, mit denen die nach Instrumentenflugregeln (Instrument Flight Rules, IFR) fliegenden Flugzeuge alle Phasen des Flugs sicher durchlaufen und unter Instrumentenflugwetterbedingungen (Instrument Meteorological Conditions)<sup>1</sup> landen und starten können. Bei den Instrumentenflugregeln handelt es sich um Verordnungen und Verfahrensvorschriften für den Flug und die Navigation von Flugzeugen ausschließlich mithilfe der Bordinstrumente für die Navigation, ohne visuell erkennbare Wegpunkte auf dem Boden. Die IFR dienen in erster Linie dem sicheren Flugbetrieb bei Wetterbedingungen, die die Mindestvoraussetzungen für den Sichtflug nicht erfüllen.

---

<sup>1</sup> Instrumentenflugwetterbedingungen (Instrument Meteorological Conditions, IMC) – Wetterbedingungen in Bezug auf die Sichtweite und den Abstand von der Wolkenuntergrenze, wobei die Mindestvoraussetzungen für visuelle Wetterbedingungen nicht mehr erfüllt sind.

Im Hinblick auf die Verantwortung der Flugverkehrskontrolle (Air Traffic Control, ATC) bezüglich des Sicherheitsabstands zwischen den Flugzeugen gibt es große Unterschiede zwischen IFR-Flügen unter beliebigen Wetterbedingungen und VFR-Flügen unter Sichtflugregeln (Visual Flight Rules)<sup>2</sup>. Die Flugsicherungsverfahren und Luftraumregeln dienen dazu, einen gewissen Sicherheitsabstand von anderen Flugzeugen zu gewährleisten. Das wichtigste Konzept beim IFR-Flug besteht darin, dass der Sicherheitsabstand unabhängig von den Wetterbedingungen eingehalten wird. Innerhalb des kontrollierten Luftraums<sup>3</sup> sorgt die Flugverkehrskontrolle (Air Traffic Control) für den Abstand zwischen IFR-Flugzeugen einerseits und Hindernissen sowie anderen Flugzeugen andererseits.

Die Flugverkehrskontrolle (ATC) überwacht die Flüge auf einem Radarbildschirm oder über Flugzeugpositionsberichte in Bereichen, wo keine Radarerfassung verfügbar ist. IFR-Flüge im kontrollierten Luftraum bedürfen einer Flugverkehrskontrollfreigabe für jede Phase des Flugs. Eine solche Freigabe spezifiziert immer auch die Freigabegrenze – die weiteste Strecke, die das Flugzeug ohne erneute Freigabe durch die Luftverkehrskontrolle zurücklegen darf. Zusätzlich beinhaltet diese Freigabe normalerweise auch die vorgeschriebene Flugrichtung oder Route, die Flughöhe und Kommunikationsparameter wie beispielsweise Frequenzen und Transpondercodes. Im unkontrollierten Luftraum gibt es keine Flugverkehrskontrollfreigabe. Trotz der Sicherung der Flüge im kontrollierten Luftraum unter IFR obliegt die Endverantwortung für die Sicherheit des Flugzeugs immer dem Flugzeugführer, der auch die Freigabe verweigern kann.

Gleichzeitig fordern die Sichtflugregeln (VFR) vom Piloten, dass er in der Lage ist, die Umgebung vom Cockpit aus sehen zu können, die Höhe des Flugzeugs zu steuern, zu navigieren und Hindernissen sowie anderen Flugzeugen auszuweichen. Um Kollisionen zu vermeiden, wird vom Sichtflugpiloten erwartet, Hindernisse und andere Flugzeuge zu „sehen und zu vermeiden“. Piloten, die mit Sichtflug (VFR) fliegen, übernehmen die Verantwortung für die Einhaltung des Sicherheitsabstands von allen anderen Flugzeugen; generell schreibt ihnen die

---

<sup>2</sup> Die Sichtflugregeln (Visual Flight Rules, VFR) sind Verordnungen, nach denen der Pilot das Flugzeug unter Wetterbedingungen fliegen kann, wobei die Luft generell so klar ist, dass der Pilot sehen kann, wohin das Flugzeug fliegt. Das läuft spezifisch darauf hinaus, dass das Wetter besser sein muss als die grundlegenden VFR-Wettermindestbedingungen gemäß der Spezifikation in den Vorschriften der zuständigen Luftfahrtbehörde. Wenn das Wetter schlechter ist als die VFR-Wettermindestbedingungen, müssen die Piloten sich an die Instrumentenflugregeln (Instrument Flight Rules – IFR) halten.

<sup>3</sup> Kontrollierter Luftraum – Luftraum, wo der Flugverkehrskontrolldienst (Air Traffic Control) aktiv ist.

Flugverkehrskontrolle keine festen Routen oder Flughöhen vor. Im Bereich von Flughäfen mit hohem Verkehrsaufkommen und beim Flug in gewissen Lufträumen müssen die VFR-Flugzeuge jedoch einen Transponder besitzen, um über Radar identifizierbar zu sein. In einigen Luftraumklassen separiert die ATC die VFR- Flugzeuge von allen anderen Flugzeugen, aber in den meisten kontrollierten Lufträumen ist die ATC nur dafür zuständig, auf die Einhaltung des Abstands von Flugzeugen zu achten, die unter Instrumentenflugregeln fliegen.

## 2.2 INTERNATIONALE NORMEN FÜR DIE ENTWURFSPROZESSE

Die Standards und Verordnungen bezüglich der Entwurfsprozesse für den Flugverkehr sind von der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civil Aviation Organization, ICAO) vorgegeben. Die ICAO ist die Behörde, die u.a. die Standards vorgibt und definiert und auch die empfohlenen Strategien für die Flugnavigation und ihre Infrastruktur für die Zivilluftfahrt publiziert.

Die ICAO hat diverse Dokumente im Zusammenhang mit dem Flugbetrieb, der Flugsicherung und den Instrumentenflugverfahren herausgegeben. Das wichtigste Dokument jedoch, das auch die Anforderungen an die Entwurfsprozesse für den Instrumentenflug enthält, ist gemeinhin als **PANS-OPS** bzw. **ICAO Dok. 8168** (das Dokument enthält Regeln für den Entwurf von An- und Abflugverfahren) bekannt und besteht aus einem zweibändigen Werk: Band I - *Flugverfahren*, und Band II - *Einrichtung visueller Verfahren und Instrumentenflugverfahren*. Dieses Dokument erläutert die Prinzipien zum Schutz des Luftraums und zum Verfahrensentwurf, die alle ICAO-Unterzeichnerstaaten einhalten sollten. Alle Flugverfahren sollten so gut wie nur irgend möglich gemäß PANS-OPS geplant werden.

## 2.3 NAVIGATIONSVERFAHREN

Unter Instrumentenflugregeln (Instrument Flight Rules, IFR) erfolgt die Navigation in erster Linie über bodengestützte Navigationseinrichtungen, beispielsweise VOR<sup>4</sup> oder NDB<sup>5</sup>, oder über Satelliten (beispielsweise GPS<sup>6</sup>). Im Radarerfassungsbereich kann die ATC<sup>7</sup> den IFR-Flugzeugen auch Kursanweisungen erteilen, die als Radarvektoren bekannt sind.

In der Luftfahrt gibt es zwei Arten der Navigation: die konventionelle Navigation und die Flächennavigation (Area Navigation, RNAV).

---

<sup>4</sup> VOR - Very High Frequency Omnidirectional Radio range (UKW-Drehfunkfeuer)

<sup>5</sup> NDB - Non-directional Beacon (ungerichtetes Funkfeuer)

<sup>6</sup> GPS - Global Positioning System (Satelliten-Navigationssystem)

<sup>7</sup> ATC - Air Traffic Control (Flugverkehrskontrolle)

Die konventionelle Navigation ist ein Navigationsverfahren, mit dem die Flugzeuge nur im Bereich der bodengestützten Navigationseinrichtungen und nach Radialen, Peilungen oder ARC-Karten (Kurszeigern) fliegen können. Die Flugzeuge müssen die Fixes gemäß den Nav aids-Signalen der Bodensendeanlagen (beispielsweise durch Kreuzpeilung auf den Schnittpunkt der Radiale) und auch die Nav aids selber überfliegen. Daher hängt die Flugroute immer auch von der Position der bodengestützten Navigationseinrichtungen ab.

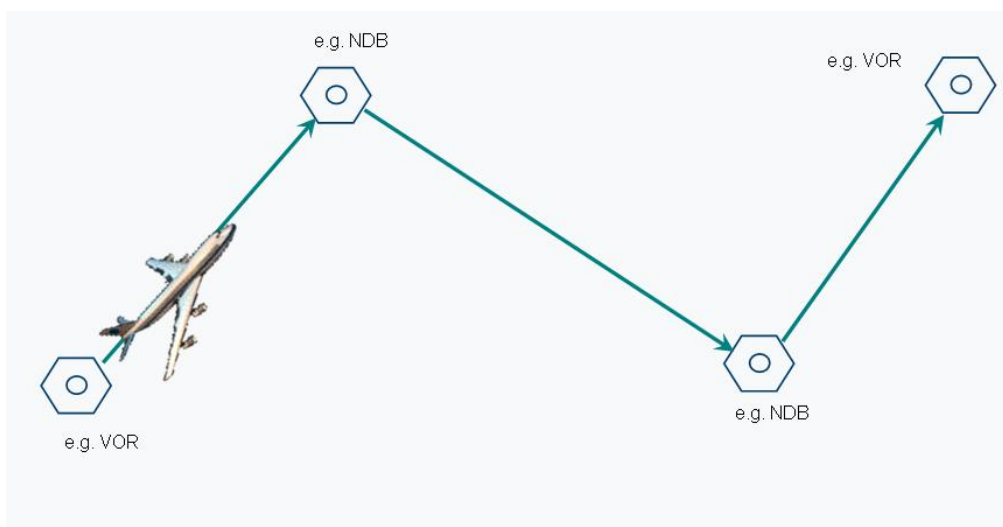


Abbildung 1 Konventionelle Navigationsroute, abhängig von Bodensendeanlagen  
e.g. = beispielsweise

Die zweite Navigationsmethode - die Flächennavigation - ermöglicht es dem Flugzeug, jede gewünschte Flugroute innerhalb des Bereichs der stationsspezifischen Navigationshilfen (bodengestützte Navigationseinrichtungen oder Satelliten), unabhängiger Navigationshilfen oder einer Kombination davon zu nutzen. Diese zweite Methode bietet mehr Freiheit bei der Flugrouten definition, da das Flugzeug in diesem Fall die Bodensendeanlagen nicht direkt anfliegen oder von ihnen wegfliegen muss.

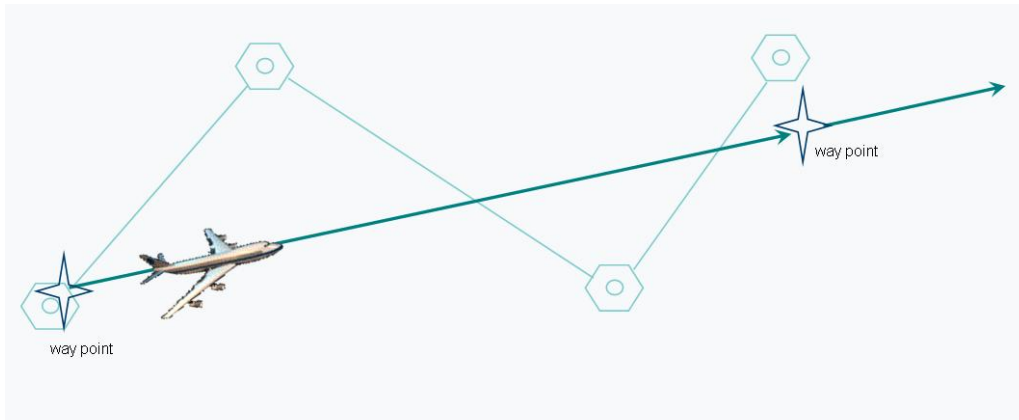


Abbildung 2 Flächennavigationsroute, unabhängig von Bodensendeanlagen  
Way point = Wegpunkt

## 2.4 ARTEN VON FLUGVERFAHREN – ABFLUG, ANNÄHERUNG, ANFLUG

Ein Flugzeug, das unter Instrumentenflugwetterbedingungen (Instrument Meteorological Conditions, IMC) von einem Flughafen zum nächsten unterwegs ist, muss spezifizierte Instrumentenrouten (in spezifischen Flugphasen) sowie die vorgegebenen Instrumentenflugverfahren einhalten. Im Nahkontrollgebiet der Flugsicherung<sup>8</sup> gibt es drei Arten von Flugverfahren:

- Abflug (Departure) - Wenn das Flugzeug den Flughafen verlässt, um die Dienstflugstrecke zu erreichen. Das Verfahren, das diese Flugbewegung ermöglicht, wird als Standard-Instrumenten-Abflugverfahren (Standard Instrument Departure, SID) bezeichnet.
- Annäherung (Arrival) - wenn das Flugzeug die Dienstflugstrecke verlässt und sich dem Flughafen nähert, um den Landeanflug zu beginnen. Dieses Verfahren wird als Standard Arrival oder Standard-Instrumentenanflug (STAR) bezeichnet.
- Anflug (Approach) - dieser beginnt am Ende des Standard-Instrumentenanflugs STAR und ermöglicht es dem Flugzeug, sich der Landebahn zu nähern und zu landen.

<sup>8</sup> Das Nahkontrollgebiet der Flugsicherung (Terminal Control Area, TMA) ist der Bereich im Luftraum über einem oder mehreren großen Flugplätzen, wo viele ATS-Routen aufeinandertreffen.



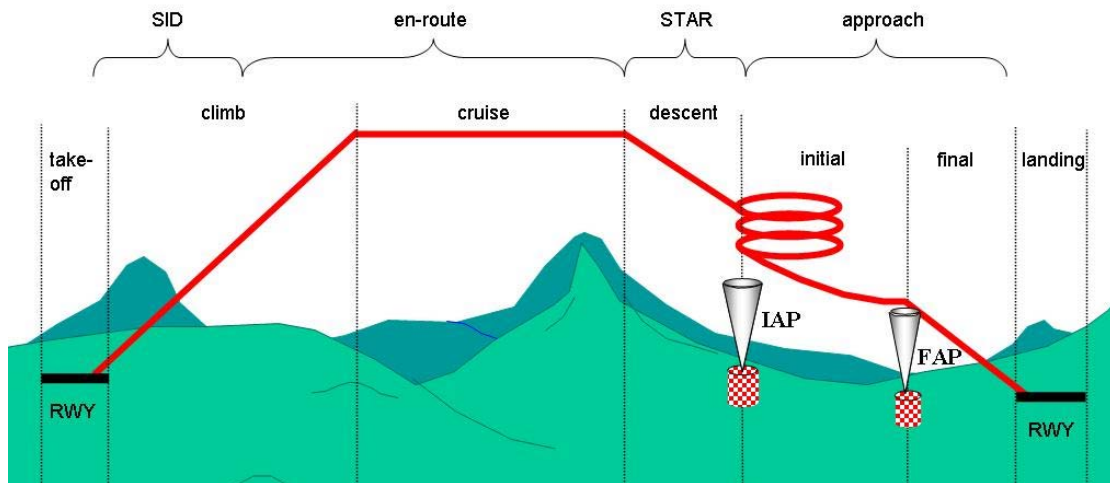


Abbildung 3 Flugphasen und Instrumentenflugverfahren

RWY = Start- und Landebahn

Take-Off = Take-Off (Abheben)

Climb = Steigflug

Cruise = Reiseflug

Descent = Sinkflug

Approach = Anflug

Initial = Landeanflug

Final = Endanflug

Landing = Landung

RWY = Landebahn

SID = Standard-Instrumentenabflug

En Route = Dienstflughöhe

IAP = Anfangsanflugpunkt (Initial Approach Point)

FAP = Endanflugpunkt (Final Approach Point)

STAR = Standard-Instrumentenanflug

Das Instrumentenverfahren dient in erster Linie dazu, eine hinreichende Trennung zwischen der sicheren Flugroute und einem Objekt / Bodenhindernis zu gewährleisten (das beinhaltet Naturhindernisse, wie Berge oder Bäume, wie auch künstliche Hindernisse, wie Gebäude oder Masten). Die nachstehenden Absätze enthalten genauere Informationen über die einzelnen Flugverfahren.

**Der Standard-Instrumentenabflug (SID)** besteht aus festgelegten Instrumentenflugregeln (Instrument Flight Rules, IFR) für die Abflugstrecke, die

den Flugplatz oder eine spezifische Startbahn des Flugplatzes mit einem spezifischen signifikanten Punkt - normalerweise auf einer festgelegten ATS-Route - verbinden, wo die Flugroute beginnt. Die Standard - Instrumentenabflüge am Flughafen Frankfurt am Main sind Ziel der Beurteilung des NLR und werden im Kapitel 3 dieses Dokuments beschrieben.

**Der Standard-Instrumentenanflug (STAR)** beinhaltet festgelegte Instrumentenflugregeln (IFR) für die Anflugroute, die einen signifikanten Punkt - normalerweise auf einer ATS-Route<sup>9</sup> - mit einem Punkt verbinden, von dem aus ein vorgegebenes Instrumenten-Anflugverfahren eingeleitet werden kann.

**Das Instrumenten-Anflugverfahren (IAP)** besteht aus einer Reihe vorgegebener Manöver in Bezug auf die Fluginstrumente mit spezifischem Schutz vor Hindernissen vom Landeanflugpunkt (Initial Approach Fix, IAF), oder - sofern zutreffend - vom Beginn einer definierten Anflugroute bis zu einem Punkt, von dem aus die Landung vollzogen werden kann und danach - sofern keine Landung erfolgt ist - bis zu einer Position, an der gewisse Kriterien für den Sicherheitsabstand von Hindernissen wie auf der Flugroute oder in der Warteschleife gelten. Die Instrumenten-Anflugverfahren sind wie folgt klassifiziert:

- *Nichtpräzisionsanflugverfahren (Non-Precision Approach, NPA)*. Ein Instrumentenanflugverfahren unter Zuhilfenahme der Lateralführung, jedoch ohne Vertikalführung (beispielsweise VOR-Anflug).
- *Anflugverfahren mit Vertikalführung (Approach Procedure with Vertical Guidance, APV)*. Ein Instrumentenanflugverfahren unter Zuhilfenahme einer Lateral- und Vertikalführung, das jedoch die Anforderungen für den Präzisionsanflug und die Landung nicht erfüllt (beispielsweise Baro-VNAV-Anflug).
- *Präzisionsanflugverfahren (Precision Approach, PA)*. Ein Instrumentenanflugverfahren mithilfe von Präzisions-, Lateral- und Vertikalführung mit Minima gemäß der Vorgabe der Betriebskategorie (beispielsweise ILS-Anflug).

*Hinweis.— Die Lateral- und Vertikalführung bezieht sich auf die Lenkung durch eine bodengestützte Navigationseinrichtung oder computergenerierte Navigationsdaten.*

Das Anflugverfahren besteht aus vier spezifischen Segmenten:

---

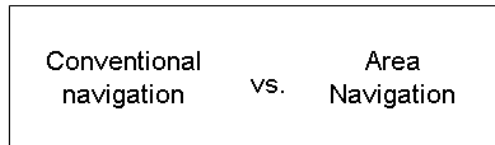
<sup>9</sup> ATS - Air Traffic Services. Eine ATS-Route ist eine vorgegebene Route zur Lenkung des Verkehrsflusses, die für das Flugverkehrsmanagement erforderlich ist.

- **Landeanflugssegment.** Das Segment eines Instrumentenanflugverfahrens zwischen dem Landeanflugfix und dem Zwischenanflugfix. Dabei handelt es sich beim Landeanflugfix (IAF) um einen Punkt, der den Beginn des Landeanflugssegments und – sofern zutreffend – das Ende des Annäherungssegments kennzeichnet.
- **Zwischenanflugssegment.** Das Segment eines Instrumentenanflugverfahrens zwischen dem Zwischenanflugfix und dem Endanflugfix. Der Zwischenanflugfix (IF) ist ein Punkt, der das Ende des Landeanflugssegments und den Beginn des Zwischensegments kennzeichnet.
- **Endanflugssegment.** Das Segment eines Instrumentenanflugverfahrens, wobei die Maschine ausgerichtet und der Sinkflug für die Landung eingeleitet wird.
- **Fehlanflug.** Das vorgeschriebene Verfahren für den Fall, dass der Anflug nicht fortgesetzt werden kann. Der Fehlanflug beginnt beim Fehlanflugpunkt (Missed Approach Point, MAPt), dem Punkt, an dem oder vor dem das vorgeschriebene Fehlanflugverfahren eingeleitet werden muss, um sicherzustellen, dass der Hindernismindestabstand (Minimum Obstacle Clearance) eingehalten wird.

## 2.5 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES ENTWURFSPROZESSES

Jedes Flugverfahren schreibt den Piloten eine vorgegebene Flugroute (die so genannte Nominalroute) vor, wobei jeweils eine spezifische Flughöhe erreicht sein muss, damit das Flugzeug keine Bodenobjekte berührt. Jedes Flugverfahren (und alle Segmente des Flugverfahrens) beinhalten spezifische Mindestflughöhen, die die Sicherheitsmindesthöhe vorgeben. Die Vorgabe der Mindestflughöhen ist der letzte Schritt des Entwurfsprozesses. Die allgemeinen Schritte dieses Verfahrens lassen sich wie folgt definieren:

1. Auswahl der Navigationsmethode und Wahl der Navigationshilfen/Systeme. In diesem Schritt wird entschieden, welche Arten von Navigationshilfen für die Planung verwendet werden sollen. Konventionelle Navigation gegenüber Flächennavigation



2. Definition der Nominalroute. Die Nominalroute richtet sich nach der gewählten Navigationsmethode. Bei der konventionellen Navigation richtet sich die Flugroute strikt nach den bodengestützten Navigationseinrichtungen. Bei der Definition der Nominalroute sind alle umweltpolitischen (beispielsweise mit der Lärmbelastung zusammenhängenden) und betriebsbedingten (beispielsweise mit der Luftraumstruktur zusammenhängenden) Aspekte zu berücksichtigen. In dieser Phase werden ebenfalls spezifische Sinkflug- oder Steigfluggradienten für die einzelnen Segmente vorgeschlagen.

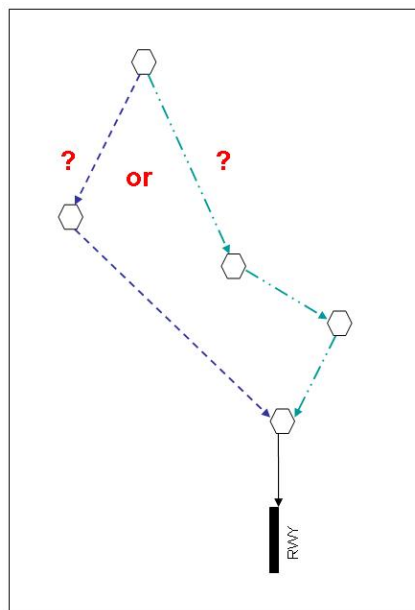


Abbildung 4 Vorgabe der nominalen Flugroute für den Anflug  
Or = oder

3. Einzeichnung des Schutzgebiets. Die Form und Abmessungen des Schutzgebietes richten sich nach dem jeweiligen Flugsegment und den verwendeten Navigationshilfen. Aspekte wie beispielsweise die Geschwindigkeit des Flugzeugs oder der Querneigungswinkel sind bei der Einrichtung eines Schutzgebietes für das Abdrehen zu berücksichtigen.

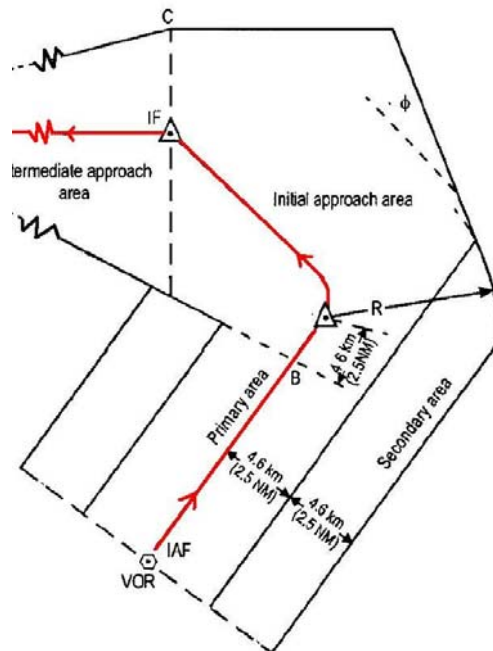


Abbildung 5 Beispiel für ein Schutzgebiet (die Nominalroute ist mit einem roten Strich gekennzeichnet, durchgezogene schwarze Linien stehen für das strukturierte Schutzgebiet)

Intermediate approach area = Zwischenanfluggebiet

Initial approach area = Landeanfluggebiet

Primary area = Primärgebiet

Secondary area = Sekundärgebiet

IAF = Landeanflugpunkt (Initial Approach Fix)

VOR = UKW-Drehpunktfeuer (Very High Frequency Omnidirectional Range)

4. Durchführung einer Hindernisbewertung (Berechnung der Mindestflughöhen). Dies ist der letzte Schritt des Entwurfs. Sobald die Abmessungen des Schutzgebiets bekannt sind, überprüft der Planer alle Hindernisse (natürliche und künstliche Objekte), um festzustellen, wie hoch die Sicherheitsmindestflughöhe über Meereshöhe sein muss, um einen hinreichenden Sicherheitsabstand über diesen Objekten einzuhalten. Daraus ergeben sich die Mindesthöhen des Verfahrens – die Sicherheitsmindesthöhe über Hindernissen (Obstacle Clearance Altitude / Height, OCA/H) über Meereshöhe bzw. über Grund.

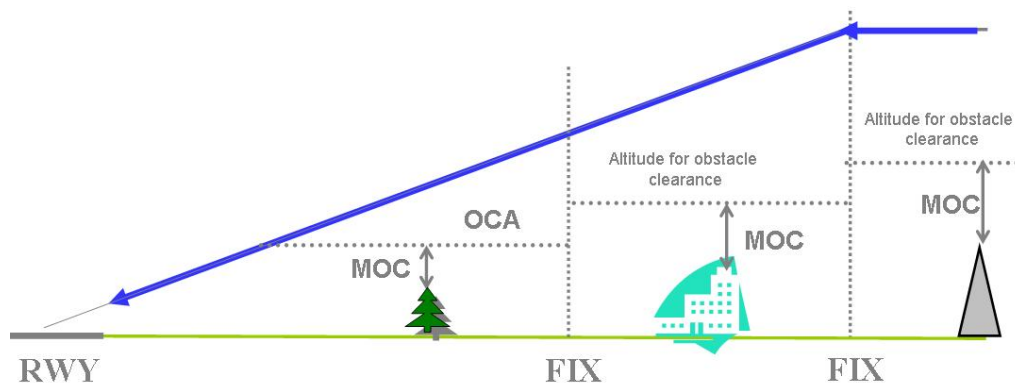


Abbildung 6 Hindernisbewertung für das Anflugverfahren

RWY = Landebahn

MOC = Hindernismindestabstand (Minimum Obstacle Clearance)

OCA = Sicherheitsmindesthöhe über Grund (Obstacle Clearance Height)

Altitude for obstacle clearance = Sicherheitsmindesthöhe über Meereshöhe

Diese vier Schritte stellen die allgemeinste Struktur des Entwurfsprozesses dar. Sobald die Navigationsmethode und die Navigationshilfen festgelegt sind, kann die nominale Flugroute eingezeichnet werden. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die Flugroutenstruktur von diversen Faktoren abhängt, beispielsweise vom Standort der bodengestützten Navigationseinrichtungen; von betriebsbedingten Parametern und der Luftraumstruktur; von Umweltschutzaspekten im Zusammenhang mit dem Fluglärm usw.

Für jedes Segment der nominalen Flugroute muss ein spezifisches Schutzgebiet eingerichtet werden. Das PANS-OPS Dokument enthält Verordnungen für die Einrichtung von Schutzgebieten in Abhängigkeit davon, welche Navigationsmethode und welche Navigationshilfen im spezifischen Fall zum Einsatz gelangen. Das Schutzgebiet besteht aus imaginären Flächen im Raum, die einen gewissen Hindernismindestabstand (Minimum Obstacle Clearance) für das Flugzeug gewährleisten. Diese Flächen können von den örtlichen Behörden als Werkzeug zur Bewertung der Bauentwicklung herangezogen werden.

*“Die PANS-OPS - Flächen (Schutzgebiete) sind primär zur Verwendung durch den Verfahrensplaner bei der Erstellung der Instrumentenflugverfahren gedacht, die dazu dienen sollen, das Flugzeug beim Instrumentenflug vor der Kollision mit Hindernissen zu schützen. Bei der Verfahrensplanung gibt der Planer (horizontale) Bereiche vor, die für verschiedene Segmente des Verfahrens benötigt werden. Er oder sie analysiert daraufhin die Hindernisse innerhalb der vorgegebenen Bereiche und spezifiziert auf Basis dieser Analyse die*

*Sicherheitsmindesthöhe über Grund/über Meereshöhe für jedes Segment des Verfahrens zur Nutzung durch die Piloten.*<sup>10</sup>

Auf Basis der Hindernisanalyse (Bewertung) werden die Mindestflughöhen<sup>11</sup> bestimmt. *Die für die Endanflugphase eines Flugs vorgegebene Sicherheitsmindesthöhe wird als „Sicherheitsmindesthöhe über Meereshöhe/über Grund“ (Obstacle Clearance Altitude/Height, OCA/H)<sup>12</sup> bezeichnet. Ein vom Piloten eingeleitetes Fehlanflugverfahren in dieser Höhe oder höher gewährleistet, dass das Flugzeug – selbst wenn der Pilot zu keiner Zeit irgendwelche externen Sichtmerkmale (visuelle Referenzen) auf dem Boden erkennen kann - alle potenziell gefährlichen Hindernisse gefahrlos überfliegt. Der Pilot kann die Sicherheitsmindesthöhe (OCA/H) nur dann unterschreiten, wenn er sich visuell davon überzeugt hat, dass das Flugzeug korrekt zur Landebahn ausgerichtet ist und dass genügend visuelle Anhaltspunkte vorhanden sind, um den Anflug fortzusetzen. Der Pilot darf den Anflug an allen Punkten unterhalb der Sicherheitsmindesthöhe (OCA/H) abbrechen, beispielsweise wenn die erforderlichen Sichtmerkmale (visuelle Referenzen) nicht mehr vorhanden sind. Ein solcher später Fehlanflug wird als Fehllandung bezeichnet.*<sup>13</sup>

Für jedes Segment des Instrumentenverfahrens gilt der spezifische Hindernismindestabstand (Minimum Obstacle Clearance, MOC). Dabei handelt es sich um den Mindestabstand, der zwischen dem höchsten Objekt auf dem Boden und der Sicherheitsmindesthöhe des Flugzeugs über Meereshöhe in einem spezifischen Flugsegment gewährleistet sein muss. Die allgemeine Anwendung des MOC ist der nachstehenden Abbildung zu entnehmen.

---

<sup>10</sup> Dok. 9137 Airport Services Manual, Teil 6 Obstacle Control (Hinderniskontrolle), Abs. 1.3.1.1

<sup>11</sup> Die Mindestflughöhe ist die Sinkflugmindesthöhe des Flugzeugs in Abwesenheit der erforderlichen Sichtmerkmale (visueller Referenzen) auf dem Boden.

<sup>12</sup> Die Obstacle Clearance Altitude (OCA) oder Obstacle Clearance Height (OCH), auf Deutsch die Sicherheitsmindesthöhe über Meereshöhe / über Grund. Hierbei handelt es sich um die Mindesthöhe über dem Meeresspiegel beziehungsweise über der relevanten Startbahn oder dem Flugplatz. Diese Angaben dienen zur Verifizierung der Einhaltung der gültigen Kriterien für den Abstand zu den Hindernissen.

Hinweis 1.— Die Bezugsfläche für die Obstacle Clearance Altitude bezieht sich auf den Meeresspiegel; die Obstacle Clearance Height hingegen ist die Mindesthöhe über dem Aufsetzpunkt oder – beim Nichtpräzisionsanflug (Non-Precision Approach) – dem Boden des Flugplatzes. Hinweis 2.— Aus praktischen Gründen schreibt man diese beiden Angaben gemeinsam oft als “Obstacle Clearance Altitude/Height”, in abgekürzter Form “OCA/H”.

<sup>13</sup> Dok. 9137 Airport Services Manual, Teil 6 Control of Obstacles (Hinderniskontrolle), Abs. 1.3.1.2

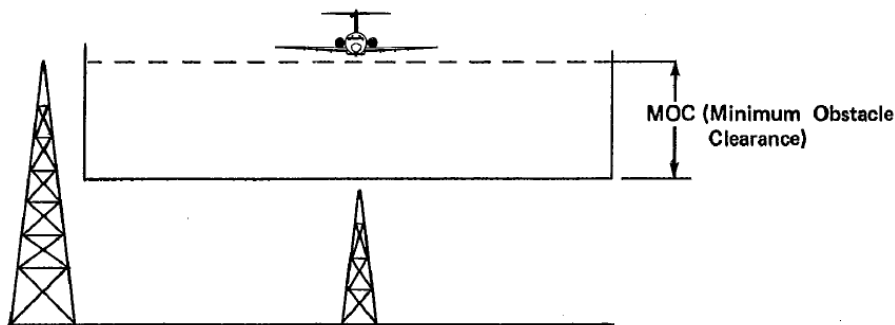


Abbildung 7 Definition des Hindernismindestabstands (Minimum Obstacle Clearance, MOC). Quelle: PANS-OPS

In einigen Fällen wird ein Schutzgebiet eines Segments des Flugverfahrens in primäre und sekundäre Bereiche eingeteilt. Der Primärbereich ist eine definierte Fläche, die symmetrisch um die nominale Flugbahn angeordnet ist und in der ein großer Hindernisabstand vorhanden ist. Der Sekundärbereich ist eine definierte Fläche beidseitig des Primärbereichs entlang der nominalen Flugbahn, wobei ein geringerer Hindernisabstand vorhanden ist. In diesen beiden Bereichen wird der MOC unterschiedlich angewendet. Im Sekundärbereich gilt der vollständige Hindernisabstand nur an der Grenze zum Primärbereich. Weiter draußen gilt der geringere MOC, der an der äußeren Grenze auf null absinkt. Dies ist in der nachstehenden Abbildung dargestellt.

Secondary area = Sekundärbereich

Primary area = Primärbereich

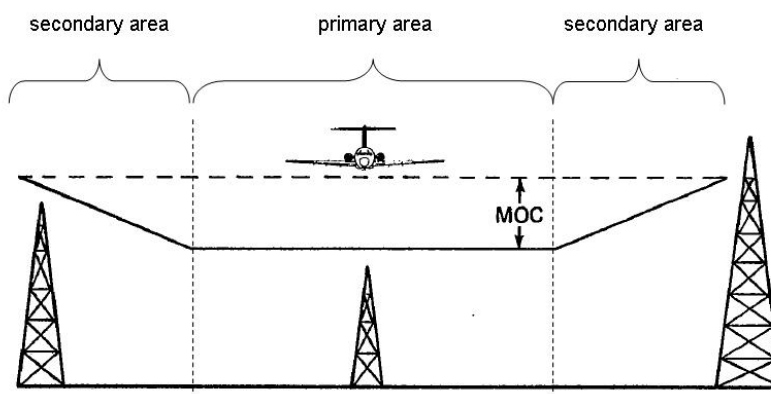


Abbildung 8 Gültigkeit des MOC im Primär- und Sekundärbereich des Flugschutzgebiets. Quelle: PANS-OPS



## 3 BEWERTUNG DER VON DER DFS VORGESCHLAGENEN ABFLUGSTRECKEN

In diesem Kapitel werden die von der DFS vorgeschlagenen Abflugstrecken unter Berücksichtigung der Effizienz des Flugbetriebs und möglicher Konflikte mit dem Fehlanflugverfahren für die neue Landebahn parallel zu den bestehenden Start- und Landebahnen 07L/25R und 07R/25L analysiert. Dabei wird das aktuelle Szenario beschrieben, um es mit den von der DFS vorgeschlagenen zukünftigen Strukturen vergleichen zu können.

### 3.1 BESCHREIBUNG DES PROBLEMS

Im Zusammenhang mit dem Ausbau des Flughafens Frankfurt am Main soll eine neue Landebahn 07/25 nördlich der Start- und Landebahn 07L/25R parallel zu den beiden heutigen Start- und Landebahnen gebaut werden. Die Inbetriebnahme der neuen Landebahn erfordert die Einrichtung neuer Instrumentenflugverfahren und auch die Modifizierung der heutigen Verfahren für die bestehenden Start- und Landebahnen, um weiterhin effiziente und sichere Routenstrukturen zu erhalten. Sobald die neue Landebahn in Betrieb genommen wird, müssen alle Flugverfahren für die neuen und die heutigen Start- und Landebahnen so strukturiert werden, dass sie einander nicht überschneiden. Dazu schlägt die DFS eine neue Struktur des Flugbetriebs vor.

Diese Studie stützt sich auf die Annahme, dass die neue Piste gemeinsam mit den heutigen parallelen Start- und Landebahnen in einem so genannten separierten Flugbetriebsmodus zum Einsatz gelangt. In diesem Modus wird eine Landebahn für Anflüge verwendet (neue Landebahn) und eine Startbahn dient für Abflüge (die bestehende Startbahn 07L/25R und/oder 07R/25L).

Gleichzeitige Flugbewegungen eines abfliegenden Flugzeugs auf einer Startbahn und einer Maschine im Endanflug auf eine andere parallele Landebahn können zugelassen werden, wenn der Startkurs sofort nach dem Take-Off (Abheben) um mindestens 30 Grad von der Fehlanflugspur des benachbarten Anflugs abweicht, bis eine andere Separation greift<sup>14</sup> (siehe nachstehende Abbildung).

---

<sup>14</sup> ICAO Dok. 9643, Kapitel 4, Abs. 4.2.1

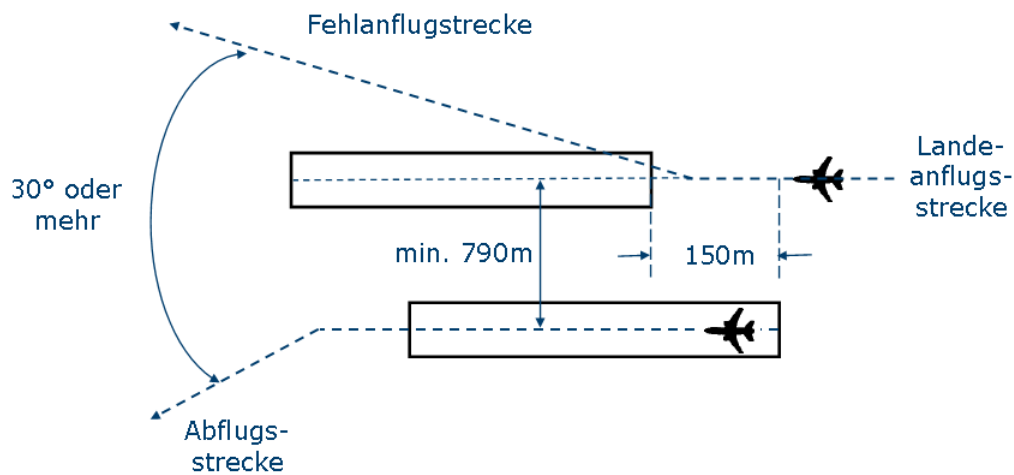


Abbildung 9 Separierte parallele Flugbewegungen, wobei die Start- und Landebahnen gestaffelt sind. Nach Angaben aus: ICAO Dok. 9643

Approach track = Anflugspur

Missed approach track = Fehlanflugspur

Or more = oder mehr

Departure track = Abflugspur

Die Deutsche Flugsicherung hat einige Änderungen vorgeschlagen, die wirksam werden sollen, sobald die neue Landebahn in Betrieb ist. Diese Änderungen sind im Einzelnen weiter unten in diesem Abschnitt beschrieben (siehe Absatz 3.3).

Die vorgeschlagenen Änderungen werden jedoch in Anbetracht der Struktur und der Nutzung der Abflugstrecken von den heutigen Start- und Landebahnen 25R und 25L hinterfragt. Es besteht die Befürchtung, dass die Lärmbelastung aufgrund der neu ausgewiesenen Flugrouten und der intensiveren Nutzung anderer Routen im Bereich Mainz signifikant zunehmen wird.

Dieser Abschnitt beschreibt das heutige Szenario und die geplanten zukünftigen Änderungen. Zudem wird die Evaluierung dieser Änderungen durch das NLR-ATSI präsentiert.

Die vorliegende Studie berücksichtigt nur die Abflugstrecken von den heutigen Startbahnen 25L und 25R sowie den Fehlanflug auf die neue Landebahn 25. Die abschließende Analyse der Anflug- und Annäherungsverfahren, die den Rahmen der aktuellen Studie überschreitet, würde eine separate Betrachtung erforderlich machen.

### 3.2 LAGE DER NEUEN LANDEBAHN

Der Flughafen Frankfurt am Main befindet sich 12km südwestlich vom Frankfurter Stadtzentrum und 17km östlich der Stadt Mainz. Heute besitzt der Flughafen drei Start- und Landebahnen: 18/36 sowie die zwei parallelen Pisten 07R/25L und 07L/25R. Gemäß den vorgelegten Daten<sup>15</sup> ist die neue Landebahn 2806m lang und befindet sich 1402m nördlich der heutigen Startbahn 07L/25R.

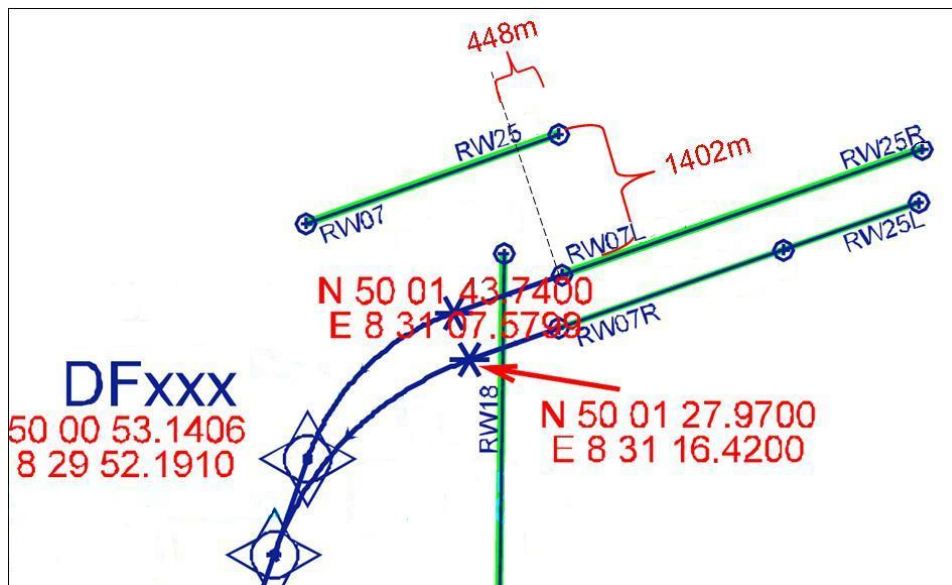


Abbildung 10 Lage der neuen Landebahn und Abstände zur heutigen Startbahn 07L/25R.  
Quelle: DFS.

### 3.3 AKTUELLER BETRIEB UND ZUKÜNFTIGE ÄNDERUNGEN

Da der Flugbetrieb immer relativ zu allen anderen Flugbewegungen betrachtet werden muss, berücksichtigt die vorliegende Studie nicht nur die neu geplanten Abflüge, sondern auch andere Abflugstrecken von den gleichen Start- und Landebahnen sowie die Fehlanflugverfahren. Bei der Beurteilung werden Anflug und Annäherung nicht berücksichtigt.

Um die vorgeschlagenen Änderungen in der Struktur der Abflüge analysieren zu können, ist zu klären, ob und warum die Änderungen im Einzelnen erforderlich sind, was genau geändert wird und welche Konsequenzen deren Implementierung hat. Daher sind die folgenden Abschnitte wie folgt unterteilt:

<sup>15</sup> CD-ROM: DFS CD 2 24.02.2006, Datei Nr. 060412-dfd25nd-planung-maue-coord.pdf/dgn

- Absatz 3.3.1 definiert die Beschreibung des aktuellen Abflugbetriebs, um die heutige Situation zu schildern, und bietet einen entsprechenden Hintergrund zur Erläuterung der zukünftigen Änderungen;
- Absatz 3.3.2 präsentiert die aktuellen Fehlanflugverfahren, um zu zeigen, wie dieser Teil des Anflugs bei Betriebsrichtung 25 im Verhältnis zum Abflugverfahren strukturiert und definiert ist;
- Absatz 3.3.3 beschreibt die zukünftigen Maßnahmen, um die Begründung für die Änderung zu klären und die eventuellen Konsequenzen der vorgeschlagenen Struktur der Abflugstrecken aufzuzeigen.

### 3.3.1 BESCHREIBUNG DES AKTUELLEN FLUGBETRIEBS

Die nachstehende Abbildung zeigt den heutigen Grundriss mit den Abflugbewegungen gemäß dem AIP Germany (dem deutschen Luftfahrthandbuch). Die beiden parallelen Start- und Landebahnen 07R/25L und 07L/25R sind nur 517m voneinander entfernt. Gemäß ICAO Annex 14 *Aerodromes*<sup>16</sup> erlaubt ein solcher Abstand keine unabhängigen Flugbewegungen von diesen Start- und Landebahnen. Die Flugroutenstruktur und die Angaben im deutschen Luftfahrthandbuch deuten jedoch darauf hin, dass die beiden Start- und Landebahnen gleichzeitig genutzt werden. Allerdings überschreitet die Analyse des heutigen Status des Flugbetriebs in Bezug auf die Abhängigkeit der Start- und Landebahnennutzung den Rahmen der vorliegenden Studie.

Die von den Startbahnen 25L und 25R aufsteigenden Flugzeuge können in südliche Richtung oder nach Norden fliegen, um die dicht besiedelten Gebiete entlang der durchgezogenen Mittellinien der Start- und Landebahnen, wie beispielsweise Raunheim, Rüsselsheim, Bischofsheim, Hochheim am Main und das Mainzer Stadtgebiet selbst, zu vermeiden (siehe Abbildung 13). Bisher führen die Abflugstrecken den Verkehr aus diesen Bereichen weg, so dass in diesen Orten in unmittelbarer Flughafennähe zu Frankfurt am Main relativ geringe Lärmemissionen zu verzeichnen sind.

---

<sup>16</sup> ICAO Annex 14 *Aerodromes*, Band I, Kapitel 3, Abs. 3.1.12 "wo unter den im PANS-ATM (Dok. 4444) und dem PANS-OPS (Dok. 8168), Band I spezifizierten Bedingungen parallele Start- und Landebahnen für den Instrumentenflug zur gleichzeitigen Nutzung vorgesehen sind, sollte der Mindestabstand zwischen ihren Mittellinien betragen: 1035m für unabhängige parallele Anflüge; 915m für voneinander abhängige parallele Anflüge; 760m für unabhängige parallele Abflüge; 760m für separierte parallele Flugbewegungen".

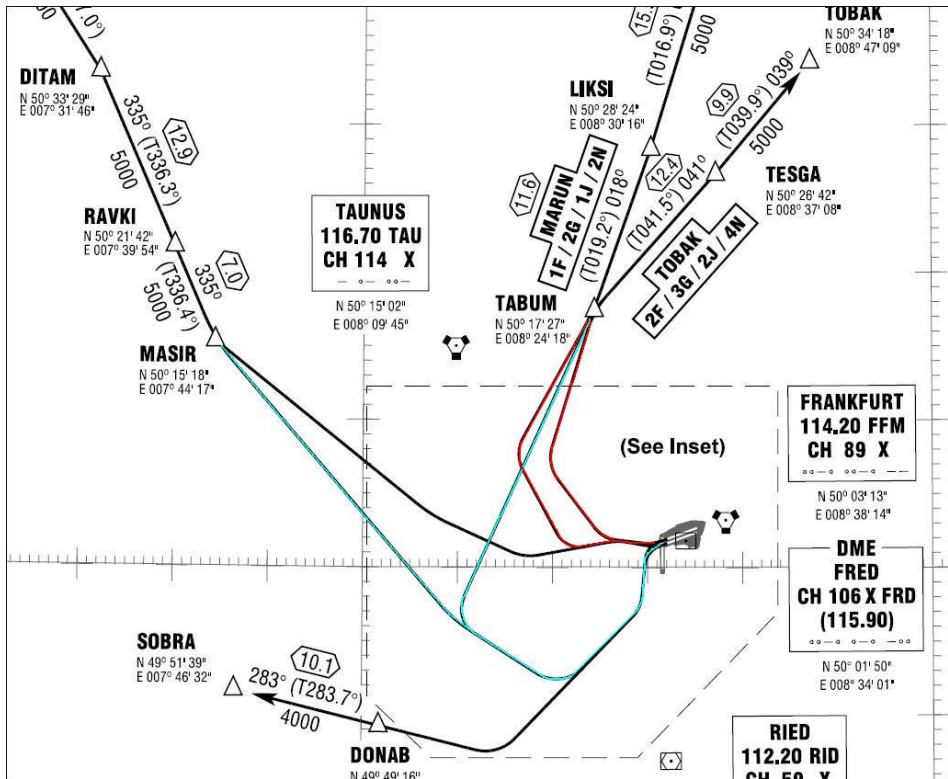


Abbildung 11 Heutige Abflüge von den Start- und Landebahnen 25L und 25R. Quelle: deutsches Luftfahrthandbuch AD2 EDDF 5-7-7 Eff: 11 MAR 2010.

See inset = siehe Einsatz

Kern der vorliegenden Analyse sind die Änderungen in der Struktur der Abflugstrecken auf den Routen entlang der Wegpunkte TABUM/TOBAK und MASIR/BIBTI.

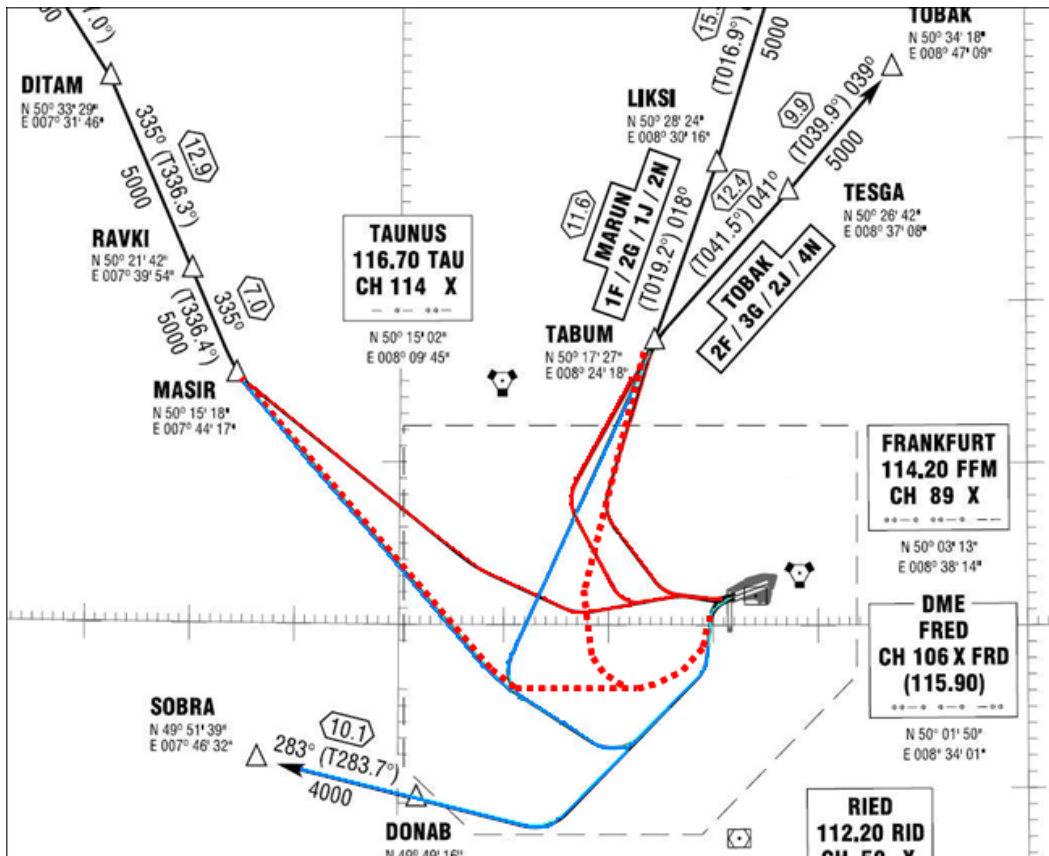


Abbildung 12 Vorschlag der DFS zur Struktur der Abflugstrecken. Die rot gestrichelten Linien markieren die neuen Routen und die durchgezogenen blauen Linien die Routen, die zukünftig häufiger benutzt werden sollen. Die durchgezogenen roten Linien zeigen die Routen, die zukünftig weniger intensiv genutzt werden sollen.

Die vorstehende Abbildung enthält die von der DFS vorgeschlagenen Änderungen; diese sind weiter unten in diesem Kapitel genauer beschrieben.





Abbildung 13 Der von den Abflugänderungen am stärksten betroffene Bereich, wobei zur besseren Orientierung die entsprechenden Städte eingezeichnet sind. Quelle: Google Earth

### 3.3.2 HEUTIGE FEHLANFLUGVERFAHREN

In der derzeitigen Situation müssen die Flugverfahren für Flugzeuge, die zwei parallele Start- und Landebahnen gleichzeitig nutzen, so gestaltet sein, dass die nötige vertikale und/oder horizontale Staffelung<sup>17</sup> gegeben und die Sicherheit gewährleistet ist. Gleichzeitig ist der Flug über die dicht besiedelten Gebiete Raunheim - Rüsselsheim - Bischofsheim - Mainz nach Möglichkeit zu vermeiden.

In den folgenden Fällen können mögliche Gefahrensituationen auftreten:

- zwei Flugzeuge heben gleichzeitig von den beiden parallelen Startbahnen 25R und 25L ab; oder
- ein Flugzeug führt einen Fehlanflug durch, während das andere abhebt; oder
- zwei Flugzeuge führen gleichzeitig einen Fehlanflug durch.

Zum Schutz vor dem ersten vorstehend genannten Fall verwendet die Flugverkehrs kontrolle (Air Traffic Control) Verfahren, nach denen eine Take-Off -

<sup>17</sup> Der vertikale Mindestabstand zwischen zwei Flugzeugen beträgt 1000ft (300m), während der horizontale Mindestabstand im Nahkontrollgebiet der Flugsicherung 3NM beträgt. Diese Werte sind unbedingt einzuhalten, um den sicheren Flugbetrieb zu gewährleisten.





Damit kann das Flugzeug in Fehlanflug geradeaus fliegen, während der Abflugverkehr nach Norden oder Süden abdreht und sich somit von der Fehlanflugspur entfernt. Das Überfliegen der Fehlanflugspur und der Abflugspur von der Startbahn 25L (TABUM-Route) erfolgt an einem Punkt, wo die vertikale Staffelung gewährleistet werden kann.

Der nachstehenden Abbildung ist das Fehlanflugverfahren für Anflüge jeder Art<sup>19</sup> auf die Landebahn 25L in Kombination mit den heutigen Abflügen zu entnehmen. Dieses Verfahren erfordert eine Linksabdrechung (nach Süden) in relativer Flughafennähe, was die sofortige Separation von anderen Flugzeugen ermöglicht, die RWY 25R für den Start oder im Rahmen eines Fehlanflugs nutzen.

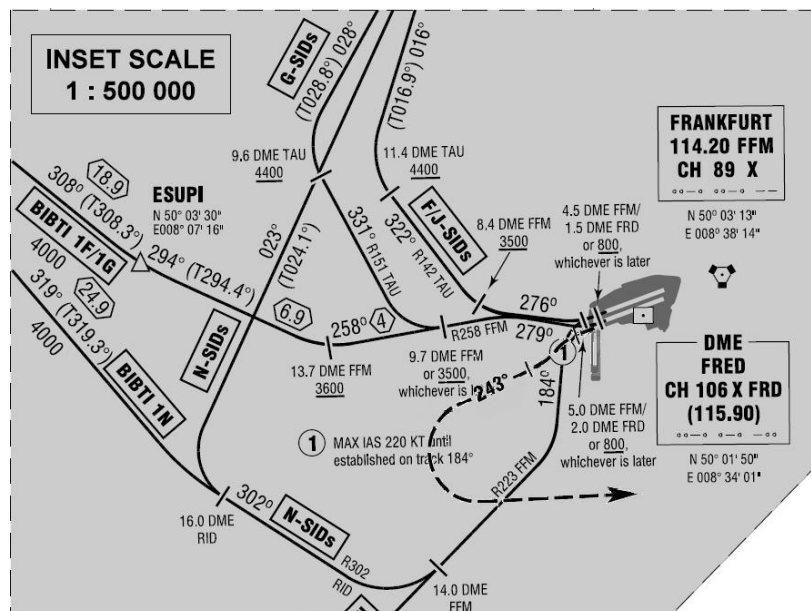


Abbildung 15 Kombiniertes Fehlanflug von RWY 25L (gestrichelte Linie) und Abflüge in Betriebsrichtung 25. Quelle: deutsches Luftfahrthandbuch

Die nachstehende Abbildung zeigt zwei miteinander kombinierte Fehlanflugverfahren in Betriebsrichtung 25. Daraus ist ersichtlich, dass das Fehlanflugverfahren auf die Landebahn 25L eine Südabdrehung vorschreibt, wobei sich das Flugzeug von der Startbahn 25R entfernt. Diese Ablenkung gewährleistet, dass die erforderliche Separation zwischen den beiden Maschinen so bald wie möglich wiederhergestellt wird und die Flugverkehrskontrolle (Air

<sup>19</sup> Die Fehlanflugverfahren für ILS, VOR, NDB und RNAV (GPS) RWY 25L gemäß dem AIP Germany (dem deutschen Luftfahrthandbuch) in den Grafiken AD2 EDDF 4-2-2, 4-3-2, 4-4-2, 4-6-2 sind alle in der gleichen Weise definiert. Sie verlangen eine Linksabdrechung zum Überfliegen der Spur 243° und eine Eindrehung, sobald die Flughöhe von 5000ft erreicht ist.

Traffic Control) deutlich beobachten kann, dass sich die beiden Flugzeuge voneinander entfernen.

Die vorstehende Beschreibung des heutigen Szenarios zeigt, dass die heutigen Routen so geplant sind, dass keine Konflikte auftreten. Außerdem verdeutlicht dies, dass die Flugverfahren nicht einzeln zu betrachten sind, sondern vielmehr in das übergreifende Betriebsszenario eingebettet werden sollten, damit keine Konflikte mit anderen Flugbewegungen auftreten.



Abbildung 16 Eine einzige Abbildung zeigt die kombinierten Fehlanflugverfahren auf RWY 25R und 25L. Quelle: deutsches Luftfahrthandbuch

### 3.3.3 BEWERTUNG DER VON DER DFS VORGESCHLAGENEN ZUKÜNFTIGEN MAßNAHMEN

Im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme der neuen Landebahn nördlich von und parallel zu den heutigen Pisten 07/25 muss die heutige Struktur der Abflugstrecken infolge des von der DFS geplanten Fehlanflugverfahrens geändert werden, so dass sich die Flugverfahren für die neue Landebahn nicht mit den Flügen auf den heute ausgewiesenen Start- und Landebahnen überschneiden. In den nächsten Abschnitten dieses Kapitels werden die von der DFS vorgeschlagenen Änderungen der Flugverfahren beschrieben. Auch die eventuellen Konsequenzen der fraglichen Änderungen werden vorgestellt.

#### 3.3.3.1 Zukünftig geplantes Fehlanflugverfahren

Da das Fehlanflugverfahren ein Aspekt des Fluges ist, der weder geplant noch vorherzusehen ist und eine Art Notsituation darstellt, muss sichergestellt sein, dass das Flugzeug im Fall eines Fehlanflugs von allen anderen Flugzeugen

separiert wird. Ein Fehlanflug tritt dann ein, wenn sich das Flugzeug bereits im Endanflug befindet, das Bordpersonal jedoch aus irgendeinem Grund nicht auf der beabsichtigten Landebahn aufsetzen kann. Ein Fehlanflug kann beispielsweise aus den folgenden Gründen eingeleitet werden:

- Wetterbedingungen (beispielsweise schlechte Sicht, plötzliche Änderung der Windrichtung),
- Probleme im Zusammenhang mit dem Flugverkehr (beispielsweise wenn das vorhergehende Flugzeug die Landebahn nicht rechtzeitig verlässt) oder
- Technische Probleme (beispielsweise Funktionsstörungen eines oder mehrerer Systeme im Flugzeug selbst).

Keines der Szenarien, das zu einem Fehlanflug führt, lässt sich in irgendeiner Weise vorhersehen oder planen. Daher wird ein Fehlanflug immer als wesentlicher Faktor des Fluges betrachtet, wobei sich das Bordpersonal ganz auf die eventuellen Probleme konzentrieren und nach Möglichkeit einen weiteren Landeanflug vorbereiten muss. Da ein Fehlanflug auch aufgrund von Funktionsstörungen eines Systems an Bord des Flugzeugs erforderlich sein kann, wird es in manchen Fällen auch schwierig sein, die nominale Flugroute genau einzuhalten; daher ist die räumliche Separation zwischen der betroffenen Maschine und dem verbleibenden Verkehr sehr wichtig.

Ein weiterer Faktor, der während eines Fehlanflugs auftreten kann, ist ein Kommunikationsversagen. Diese Situation tritt zwar selten ein, sie muss jedoch bei jeder Studie in Sachen Flugsicherheit auf jeden Fall berücksichtigt werden. Wenn die Kommunikation zwischen den Piloten und der Flugverkehrskontrolle (Air Traffic Control) unterbrochen wird, durchläuft das Flugzeug das Verfahren strikt gemäß den Vorgaben der Flugnavigationkarte im deutschen Luftfahrthandbuch. Dies ist ein weiterer Grund dafür, die Flugrouten so zu strukturieren, dass keine Konfliktsituation zwischen dem Fehlanflug und dem Abflugverkehr eintreten kann.

Derzeit gibt es wenig Konflikte zwischen den Abflügen von RWY 25R und 25L und den Fehlanflügen auf die gleichen Landebahnen, wie weiter oben in diesem Abschnitt aufgezeigt wird. Ein im Fehlanflug befindliches Flugzeug darf nur dann abdrehen, wenn es einen spezifischen Abstand von den Start- und Landebahnen erreicht hat oder auf eine spezifische Flughöhe gestiegen ist. Demgemäß lässt sich der Abflugverkehr von dem Fehlanflug separieren. Dieser Status Quo sollte auch nach der Inbetriebnahme der neuen Landebahn beibehalten werden. Da der

Anflugverkehr auf die neue Landebahn aus welchem Grund auch immer gezwungen sein kann, ein Fehlanflugverfahren durchzuführen, darf sich dieses Verfahren nicht mit den Abflug- und Fehlanflugrouten von den heutigen Start- und Landebahnen 25R und 25L überschneiden.

Gemäß den ICAO-Verordnungen müssen „Fehlanflugverfahren für jeden Instrumentenanflug vorgegeben sein“<sup>20</sup>. Daher erfordert die Implementierung der Anflugverfahren auf die neue Betriebsrichtung 25 die Vorgabe eines Fehlanflugverfahrens. Das neue Fehlanflugverfahren muss die Flugsicherheit und die Separation vom Abflugbetrieb beziehungsweise von eventuellen Fehlanflügen von anderen parallelen Pisten gewährleisten. Der Fehlanflug erfolgt mit einer geschätzten Wahrscheinlichkeit von  $1,42E-03$ , d.h. im Durchschnitt einmal in 700 Fällen<sup>21</sup> - (in Frankfurt kann dies etwa 27,5 Mal im Monat vorkommen<sup>22</sup>).

Das Fehlanflugverfahren für die neue Landebahn soll nach den Planungen der DFS so gestaltet werden, dass es ein frühzeitiges Abdrehen nach rechts (Nordabdrehung) ermöglicht (siehe Abbildung 17). Mit dieser Route wird eine Trennung von den heutigen Fehlanflügen auf der existierenden Landebahn 25L ermöglicht. Es gibt jedoch keine Separation zwischen dem neuen Fehlanflugverfahren und den gegenwärtigen Abflugstrecken, welche die Flugzeuge nach dem Abheben sofort in Richtung der Wegpunkte TABUM und TOBAK nach Norden führen.

Dies könnte unter Umständen das unakzeptable Risiko einer gefährlichen Annäherung (Staffelungsunterschreitung) oder sogar einer Kollision mit sich bringen. Daher muss der Abflugverkehr, der heute direkt in Richtung Norden zum Wegpunkt TABUM fliegt, in eine andere Richtung verlagert werden, wenn der Anflugbetrieb zur neuen Landebahn mit dem von der DFS vorgeschlagenen Fehlanflugverfahren aufgenommen wird. Dieser Verkehr muss dann erst in südliche Richtung geleitet werden und später, wenn ein größerer Abstand zum Flughafen erreicht ist, wieder nach Norden abdrehen. Die heutigen Abflüge in nördliche Richtung können weiterhin beibehalten werden; allerdings nur unter der Bedingung, dass kein Anflug auf die neue Landebahn 25 erfolgt.

---

<sup>20</sup> ICAO PANS OPS Band II, Teil I, Abschnitt 4, Kapitel 6, Abs. 6.1.1.1

<sup>21</sup> Auf Basis der Ergebnisse der NLR-Studie gemäß dem ICAO Flight Procedure Panel (IFPP) Collision Risk Model Working Group - Januar 2010

<sup>22</sup> Zahl der Flugbewegungen (Landungen + Take-Offs) im Jahr 2009 - 463,111, unter der Annahme, dass es sich bei 50% der Gesamtzahl um Landungen handelt, gemäß den Informationen im Nachhaltigkeitsbericht der Fraport 2009 ([www.fraport.com](http://www.fraport.com)) und den Informationen des Ministeriums.

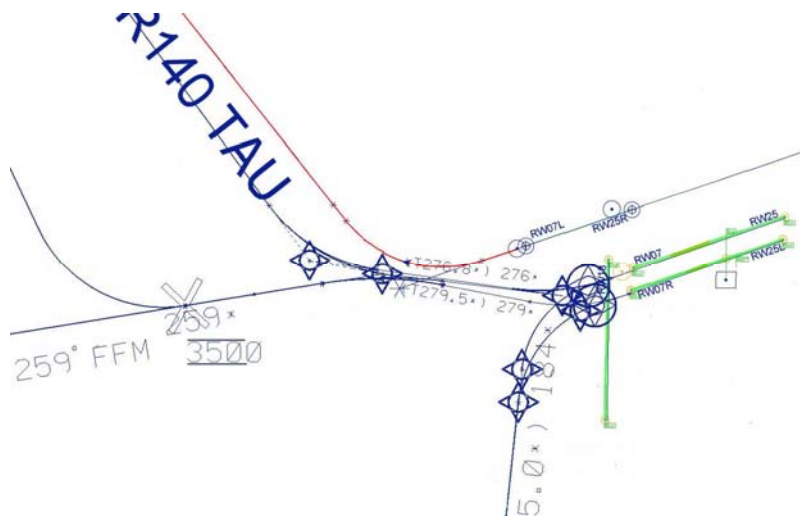


Abbildung 17 Route des geplanten Fehlanflugs (roter Strich) relativ zu den heutigen Abflügen.

Die geplante Fehlanflugroute führt das Flugzeug auf geradem Weg ungefähr 1,1 km von der neuen Landebahn weg und dreht dann nach rechts (nach Norden) ab, so dass es das Radial 140 bis zum Funkfeuer DVORTAC TAU kreuzt. Die nominale Flugroute für den Fehlanflug verläuft ungefähr 550 m nördlich der nominalen Flugroute für die heutigen Abflüge von den Start- und Landebahnen 25R und 25L. In diesem Bereich sind die Maschinen auf der Abflugstrecke ungefähr 5,5 km vom Startbahnende entfernt (von THR 07L oder 07R). In dieser Entfernung von den Start- und Landebahnen gibt es in einem Szenario, wobei ein Fehlanflug auf der neuen Landebahn erfolgt, während ein anderes Flugzeug von der heutigen Startbahn 25L oder 25R abfliegt, keine Möglichkeit, die erforderliche vertikale Staffelung zwischen ihnen zu erreichen. Das liegt an der sehr kurzen Distanz von der Startbahn und den von der ICAO vorgegebenen standardmäßigen Steiggradienten von  $-2,5\%$  für den Fehlanflug und  $-3,3\%$  für den Start (dies entspricht einem Steigflug in einem Winkel von  $1,43^\circ$  beziehungsweise  $1,89^\circ$ ).

Die standardmäßigen Steiggradienten sind konservativ und können gemäß den internationalen Verordnungen nur zur Vermeidung von Bodenhindernissen leicht modifiziert werden (d.h. beim Fehlanflug bis zu  $5\%$ ; für den Start ist kein Maximalgradient vorgegeben). Daher dürfen die Steiggradienten nicht ausschließlich zum Zweck der Separation des Flugverkehrs erhöht werden. Das liegt daran, dass die meisten Flugzeuge in der Praxis sehr steil starten, wobei das Steigprofil häufig über dem Standard liegt. Die einzelnen Maschinen haben eine sehr unterschiedliche Steigflugfähigkeit und nicht alle Flugzeuge sind steigstark

genug für einen erhöhten Gradienten. In gewissen Situationen wären einige Maschinen nicht in der Lage, mit einem höheren Steiggradienten zu starten und müssten auf andere Routen umgeleitet werden; oder das Bordpersonal wäre gezwungen, weniger Passiere zuzulassen beziehungsweise das Frachtgewicht zu verringern, um überhaupt die Anforderungen erfüllen zu können. Daher kann die Veränderung der Steiggradienten keine Lösung für die vertikale Staffelung der Flugzeuge in dieser spezifischen Situation sein und müssen die Flugzeuge horizontal separiert werden.

Aufgrund der unzureichenden Separation im Fall eines gleichzeitigen Anflugs auf die neue Landebahn und des Abflugbetriebs von den heutigen Startbahnen sollten die Abflugstrecken, welche die Flugzeuge nach dem Abheben sofort in Richtung Norden führen, während des Anflugs auf die neue Landebahn nicht genutzt werden. In diesem Fall muss der abfliegende Verkehr eine andere Route einschlagen, beispielsweise gemäß dem Vorschlag der DFS nach CURRENT TOBAK SOUTH oder auf der neu ausgewiesenen Abflugroute TOBAK NEW (siehe auch Abbildung 18).

### **3.3.3.2 Auswirkungen des geplanten Fehlanflugverfahrens**

Die Inbetriebnahme einer neuen Landebahn parallel zu den Start- und Landebahnen 07L/25R und 07R/25L erfordert die Änderung der heutigen Abflugverfahren, um Konflikte zwischen den heutigen Abflügen und dem neuen Fehlanflugverfahren zu vermeiden. Die von der DFS vorgeschlagenen neuen Abflugstrecken sind der Abbildung 12 und Abbildung 18 zu entnehmen.

Um die Auswirkungen erläutern zu können, hat im Rahmen dieser Studie jede einzelne der besprochenen Routen einen Namen erhalten, was der nachstehenden Abbildung zu entnehmen ist. Gemäß diesem Vorschlag sollen die direkten Nordabflugstrecken (in Abbildung 18 durchlaufend rot gekennzeichnet) entlastet werden und während der Anflüge zur neuen Landebahn 25 gar nicht zum Einsatz gelangen. Zugleich werden die Abflugrouten, die zuerst nach Süden abdrehen (in der Abbildung in blau und bezeichnet als CURRENT TOBAK SOUTH und CURRENT BIBTI SOUTH), verstärkt beansprucht. Zusätzlich sollen zwei neue Abflugstrecken in Betrieb genommen werden (in der Abbildung rot gestrichelt dargestellt und bezeichnet als TOBAK NEW und BIBTI NEW).



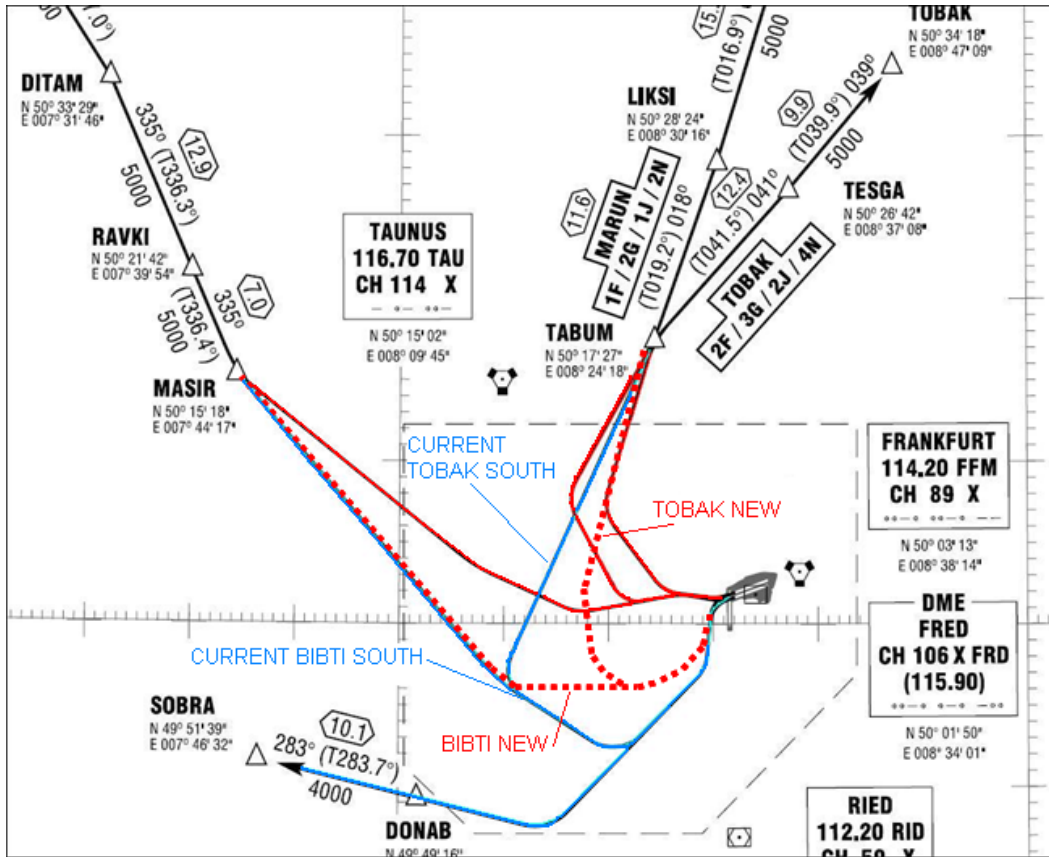


Abbildung 18 Vorgeschlagene Abflugstrecken mit den Namen, die sie im Rahmen dieser Studie erhalten haben

Die wesentlichen von der DFS vorgeschlagenen Änderungen beziehen sich auf vier Routen: BIBTI NEW und TOBAK NEW als neu ausgewiesene Routen sowie CURRENT TOBAK SOUTH und CURRENT BIBTI SOUTH. Die beiden letztgenannten Routen besitzen eine gemeinsame nominale Flugroute vom Startbeginn bis zum Divergenzpunkt südwestlich von Mainz, wo CURRENT TOBAK SOUTH nach Norden abdreht und CURRENT BIBTI SOUTH weiter geradeaus nach Nordwesten führt. Da diese beiden Routen innerhalb des Problembereichs genau gleich verlaufen, wird im Folgenden nur CURRENT TOBAK SOUTH weiter analysiert.

### CURRENT TOBAK SOUTH

Die heutige Abflugstrecke CURRENT TOBAK SOUTH führt das Flugzeug erst in südliche Richtung. Erst im Bereich südwestlich von Mainz dreht die Route zum Wegpunkt TABUM ab. Der Flugverkehr auf dieser Route unmittelbar südwestlich von Mainz (im Bereich Ober-Olm) befindet sich auf einer Flughöhe von 3100m/10200ft - 6300m/20600ft über dem Boden - unter Berücksichtigung der

etwa 36km langen Distanz vom Flughafen entlang der nominalen Route und bei einem durchschnittlichen Steiggradienten für moderne Flugzeuge (beispielsweise A320).<sup>23</sup> In dieser Entfernung beträgt der durchschnittliche Lärmpegel eines einzelnen Flugzeugs schätzungsweise etwa 55-65 dB(A)<sup>24</sup>.

#### BIBTI NEW

Die neu geplante Route BIBTI NEW führt den Verkehr in die gleiche Richtung wie die Route CURRENT BIBTI SOUTH. Allerdings führt die Route BIBTI NEW weniger stark in südliche Richtung als CURRENT BIBTI SOUTH. Somit können die Maschinen hier eine kürzere Route fliegen und auf diese Weise Treibstoff sparen. Die Ausweisung von BIBTI NEW kompensiert die Tatsache, dass die bisherige Route zum Wegpunkt MASIR/BIBTI, welche die Flugzeuge nach dem Abheben in Richtung Norden führt, in Zukunft nicht mehr so intensiv wie bisher genutzt werden und auch nicht während der Anflüge auf die neue Landebahn 25 zur Anwendung gelangen kann. Die neue Route führt von der Stadt Mainz aus in südliche Richtung in einen Bereich, wo bisher keine Abflugstrecke definiert war. Infolge der neuen Route werden neue Gebiete von Flugzeugen überflogen, in denen die Lärmbelastung hierdurch zunehmen kann. Im Bereich unmittelbar südlich von Mainz ist das Flugzeug auf der Nominalroute etwa 25km von der Startbahn entfernt. Das bedeutet, dass die Maschine in diesem Bereich durchschnittlich 2200m/7200ft - 4400m/14400ft über dem Boden fliegt. In dieser Entfernung beträgt der durchschnittliche Lärmpegel eines einzelnen Flugzeugs schätzungsweise etwa 60-70 dB(A)<sup>25</sup>. Das ist etwas höher als der Lärmpegel auf der im vorherigen Absatz genannten Route TOBAK SOUTH.

#### TOBAK NEW

Die neu vorgeschlagene Route TOBAK NEW ermöglicht es dem Verkehr, anfänglich die gleiche Flugroute einzuhalten wie beim Start auf BIBTI NEW. In einer Entfernung von etwa 16km vom Flughafen (Distanz auf der nominalen Flugroute gemessen) dreht er nach Norden ab und fliegt somit zunächst über die südlichen Stadtteile von Mainz, um dann nach Norden abzdrehen. Im Bereich der Stadt Mainz hat die Maschine dann eine Distanz von etwa 22km zurückgelegt und somit eine Flughöhe von 1900m/6300ft - 3870m/12700ft über dem Boden

---

<sup>23</sup> In der aktuellen Studie betragen die Steiggradienten durchschnittlich 8,7% beziehungsweise 17,6%. Angenommen wird, dass dies einem Steigwinkel von 5° beziehungsweise 10° entspricht. Diese Steigleistungen dienen nur dazu, die durchschnittliche Steigleistung aufzuzeigen. In diesem Zusammenhang ist deutlich darauf hinzuweisen, dass die Maschinen in Einzelfällen diese Leistung sogar noch übertreffen können; wohingegen einige von ihnen unter dem Durchschnittswert liegen.

<sup>24</sup> Auf Basis des berechneten Lärmpegels eine B737 (geringerer Lärmpegel) und B747 (höherer Lärmpegel). Quelle: Studie von F.W.J. van Deventer "Basiskennis geluidzoning luchtvaart" 2004, [http://www2.vlieghinder.nl/knipsels\\_pmach/pdfs/Basiskennis\\_Geluidzoning\\_Luchtvaart.pdf](http://www2.vlieghinder.nl/knipsels_pmach/pdfs/Basiskennis_Geluidzoning_Luchtvaart.pdf)

<sup>25</sup> Ebenda.



erreicht. In dieser Entfernung beträgt der durchschnittliche Lärmpegel eines einzelnen Flugzeugs schätzungsweise etwa 62-72 dB(A)<sup>26</sup>.

Die weiter oben genannten Werte für den Lärmpegel sind Schätzungen, die sich auf eine einzelne Maschine beziehen, die auf der vorgegebenen Nominalroute fliegt. Je länger die Route, desto mehr Distanz steht dem Flugzeug für den Steigflug zur Verfügung. Je höher das Flugzeug fliegt, desto geringer der dadurch verursachte Lärm auf dem Boden. Die spezifische Lärmbelastung im Sinn des Equivalent Continuous Sound Level (LAeq) sollte in einer separaten Studie ermittelt werden.

Ein Vergleich zwischen der heutigen Situation (in diesem Fall bezieht sich das auf die Daten aus dem Jahr 2005) und dem zukünftigen Szenario in Bezug auf die Verkehrsintensität im Gebiet von Mainz und Rheinhessen ist der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

*Tabelle 1 Zusammenfassung der vorgeschlagenen Änderungen – Gesamtzahl der Flugbewegungen auf den Routen über Rheinhessen pro Tag und Nacht in den sechs verkehrsintensivsten Monaten des Jahres. Quelle: Fraport Ausbau Flughafen Frankfurt Main.*

Zeitraum Flug- bewegung	2005		2020		Differenz	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
<b>Neue Flugrouten</b>	0	0	36.184	0	+36.184	0
<b>Alte Flugrouten</b>	11.700	2.140	23.245	4.416	+11.545	+2.276
<b>Gesamt</b>	11.700	2.140	59.429	4.416	+47.729	+2.276

Die Analyse der Verkehrsinformationen der Fraport AG und der Vergleich des Jahres 2005 mit dem Jahr 2020 zeigen einen Anstieg des täglichen Gesamtflugbetriebs um 47.729 Flugbewegungen über Mainz und Rheinhessen. Nach den Planfeststellungsunterlagen soll der nächtliche Flugverkehr um 2.276 Flugbewegungen zunehmen. Gemäß der Fraport-Planung sollen die neuen Routen

<sup>26</sup> Ebenda.

nur tagsüber zum Einsatz gelangen. Alle anderen Routen werden tagsüber und nachts beflogen. Die signifikante Zunahme der Gesamtzahl der tagsüber erfolgenden Flugbewegungen von 11.700 Flugbewegungen im Jahr 2005 auf 59.429 Flugbewegungen im Jahr 2020 zeigt, dass das Verkehrsaufkommen auf den Abflugstrecken voraussichtlich stark ansteigen wird. Infolgedessen würde sich die Lärmbelastung vor allem am Tag wahrscheinlich erhöhen.

## 4 VORGESCHLAGENE ALTERNATIVEN

Grundsätzlich lassen sich alternative Routen für jede vorgeschlagene Flugroutenplanung entwickeln. Da der erhöhte Lärmpegel den Bereich Mainz und Rheinhessen stark belasten könnte, sollten mehrere Alternativen zu den von der DFS vorgegebenen Routen entwickelt werden, um den Flugverkehr aus dem Stadtgebiet Mainz und Umgebung zu verlagern und den Lärmpegel so weit wie möglich zu verringern. An dieser Stelle werden entsprechende Vorschläge unterbreitet.

Zunächst wird die Möglichkeit einer Änderung der Fehlanflugverfahren und deren Verlagerung auf die neue Landebahn 25 analysiert. Zweitens wird die Möglichkeit alternativer Abflugstrecken untersucht. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die erwähnten alternativen Routen keineswegs die einzig möglichen Routen sind. Im Rahmen der aktuellen Studie wird jedoch nur eine begrenzte Zahl von Optionen präsentiert. Außerdem ist nachdrücklich zu erwähnen, dass die Möglichkeit besteht, dass jede der vorgeschlagenen alternativen Routen aufgrund flugtechnischer Erwägungen, die dem NLR zurzeit nicht bekannt sind (d.h. im Zusammenhang mit spezifischen örtlichen Verfahren, die im deutschen Luftfahrthandbuch nicht erwähnt sind) eventuell Restriktionen unterliegen kann.

Das NLR hat eine beratende Funktion in Bezug auf die Frage, welche Änderungen/Alternativen im Zusammenhang mit den Planfeststellungsverfahren für den Flugverkehr in Betracht gezogen werden können. Das NLR trifft keine Aussage dazu, dass eine der vorgeschlagenen Optionen in Bezug auf die Kapazitätsfrage einer anderen notwendigerweise überlegen ist. Die vorgeschlagenen Änderungen ermöglichen die Verlagerung der Lärmquellen aus dem Bereich der dicht besiedelten Mainzer Stadtgebiete heraus und können somit unter Umständen den Lärmpegel in diesen Bereichen verringern.

### 4.1 FEHLANFLUG

Es wurde untersucht, ob mögliche Änderungen des Fehlanflugverfahrens auch Nordabflüge in Richtung der bisherigen Abflugrouten TABUM unter Erhalt einer adäquaten Separation zwischen dem Abflugverkehr und den Fehlanflügen weiter ermöglichen würden.

Wie weiter oben in diesem Dokument beschrieben, ist das Fehlanflugverfahren so definiert, dass eine Rechtsabdrehung erfolgt, um das Radial 140° vom Navigationspunkt TAU DVORTAC zu kreuzen. Nach Maßgabe der Planungsdateien<sup>27</sup> erfolgt die nominale Abdrehung definitionsgemäß etwa 1100m jenseits des Landebahnendes. Generell kann sich der Abdrehpunkt beim Fehlanflug aus den vorhandenen Hindernissen ergeben (das heißt, dass sich auf dem Boden gewisse Objekte befinden, die zu vermeiden sind, und der spezifische Abdrehpunkt dies ermöglicht) oder aus dem Flugbetrieb (wenn also der Abdrehpunkt nicht von irgendwelchen Hindernissen abhängig ist, so kann der spezifische Abdrehpunkt so konzipiert sein, dass die Maschine den potenziellen Konflikt mit anderen Luftraumstrukturen oder Flugrouten vermeidet).

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass das NLR zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie keine Angaben über die Hindernisse im Bereich des Flughafens Frankfurt am Main besitzt und daher auch nicht in der Lage ist, den Abdrehpunkt in Bezug auf diese Hindernisse im Detail zu beurteilen. Unter der Annahme jedoch, dass die Hindernisse nicht der entscheidende Faktor für den Abdrehpunkt beim Fehlanflug sind, kann es unter Umständen möglich sein, diesen in Richtung der Anfluggrenze, d.h. weiter nach Osten zu verschieben. Ein solches Abdrehen kann auch als „Abdrehen so schnell wie möglich“ definiert werden. In diesem Fall könnte der Pilot nach rechts abdrehen, während sich die Maschine immer noch querab der Start- und Landebahn befindet, oder sogar schon davor. Nach dem Abdrehen könnte das Flugzeug dann direkt den im zukünftigen Anflugverfahren beim Navigationspunkt MTR VOR vorgegebenen Landeanflugpunkt anfliegen, wie der nachstehenden Abbildung zu entnehmen ist. Diese Definition des Fehlanflugs kann es möglicherweise erlauben, im Anflug begriffene Flugzeuge von dem Abflugverkehr zu separieren, der direkt nach Norden fliegt.

Die Realisierbarkeit dieser Option muss jedoch in Bezug auf die Hindernissituation verifiziert und auch auf eventuelle Konflikte mit anderen Flugverfahren überprüft werden, die möglicherweise in Zukunft für diesen Bereich vorgesehen sind.

---

<sup>27</sup> DFS CD1 vom 22.11.2002, Datei dfi25rd-planung.pdf

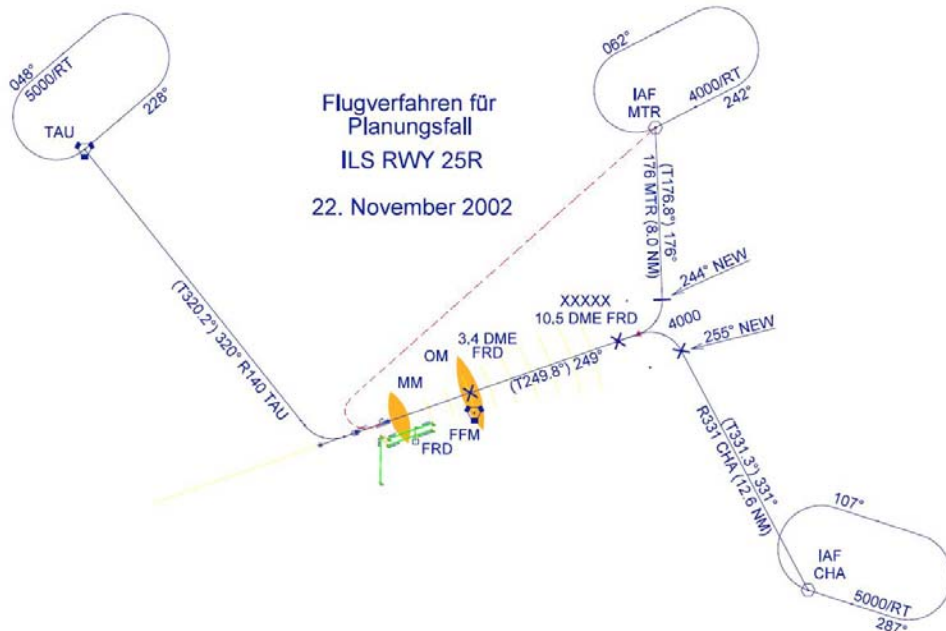


Abbildung 19 Geplante Anflug- und Fehlanflugverfahren zur neuen Landebahn (dunkelblaue durchgezogene Linien) und vorgeschlagener Entwurf der Alternative für den Fehlanflug (gestrichelte rote Linie)

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass dieser Vorschlag auf der Annahme eines standardmäßigen (ICAO) Steiggradienten von 2,5% beruht. Die Änderung des Steiggradienten (beispielsweise eine Erhöhung des Gradienten) wird nicht vorgeschlagen.

Generell wird zu dem Punkt des Fehlanflugverfahrens eine detaillierte Klärung der Hindernissituation nötig sein. Zudem sollte eine gesonderte Sicherheitsstudie ausgeführt werden, welche die Vereinbarkeit eines modifizierten Fehlanflugverfahrens mit der Beibehaltung der TABUM Abflugrouten analysiert.

## 4.2 ABFLÜGE

Sollte das Fehlanflugverfahren wie von der DFS vorgesehen aus Sicherheitsgründen nicht vermeidbar sein, ergeben sich für die Neustrukturierung der Abflugrouten bei Betriebsrichtung 25 gleichwohl Alternativen.

Gemäß den Planfeststellungsunterlagen der Fraport AG sollen Routen wie TOBAK NEW oder CURRENT TOBAK SOUTH zukünftig vom Großteil des Verkehrs genutzt werden (siehe Abbildung 18). Unter der Erwartung, dass das Verkehrsaufkommen

und die Lärmbelastung im Bereich Mainz infolge dieser Tatsache steigen werden, ist eine Lösung zur Verringerung der Verkehrsintensität wünschenswert. In diesem Absatz werden alternative Abflugstrecken vorgeschlagen, die zumindest von einem Teil des Verkehrs zusätzlich genutzt werden könnten. Damit ließe sich die Verkehrsintensität auf den heutigen bzw. den geplanten Routen verringern und einige der Flugbewegungen könnten umgelenkt werden. In der Folge könnten Lärmbelastungen im Bereich Mainz auf ein akzeptables Niveau verringert werden, wobei die Lärmquelle teilweise vollständig aus dem Stadtgebiet verlagert wird.

In dieser Studie werden mehrere Routenänderungen vorgeschlagen, gefolgt von einigen zusätzlichen Hinweisen. Die Realisierbarkeit aller Alternativen im Hinblick auf den Flugbetrieb sollte von der DFS genauer geprüft werden.

#### Option beim Start nach Osten (Option 1)

Diese vorgeschlagene Route beinhaltet das Abdrehen nach Süden. Schon bald nach dem ersten Abdrehen erfolgt das zweite Abdrehen nach links, also in östliche Richtung, um die Streckenführung südlich vom Flughafen und südlich von Mörfelden in Richtung Langen zu ermöglichen. Kurz vor Langen dreht die Route erneut nach links ab und die Maschinen werden nach Norden geführt (die gelbe gestrichelte Linie in der nachstehenden Abbildung).

Im Zusammenhang mit diesem Vorschlag werden sich jedoch gewisse Restriktionen in Bezug auf den Flugbetrieb ergeben. Diese Route kreuzt nämlich die Abflugstrecken von der Startbahn 18. Daher ist eine Koordination mit dem Flugverkehr von dieser Startbahn erforderlich. Bereits bestehende Abflüge nach RATIM/SULUS/DKB/ROTEN/NOMBO folgen in Zeiten geringeren Verkehrsaufkommens anfänglich der gleichen nominalen Streckenführung. Daher wird dies in Bezug auf den Flugbetrieb nicht als Problem betrachtet.

Eine weitere potenzielle Restriktion ergibt sich aus der Tatsache, dass diese Route die Anflugstrecken auf Betriebsrichtung 25 etwa 2NM vor den heutigen Grenzpunkten 25L und 25R kreuzt. Die Überschneidung zwischen der Abflugstrecke und der Anflugroute kann die Effizienz und Sicherheit des Flugverkehrs unter Umständen beeinträchtigen. Dies könnte dann problematisch werden, wenn der Abflugverkehr noch keine hinreichende Flughöhe erreicht hat (auf einer hinreichend langen Strecke vor dem Kreuzen im Steigflug Höhe gewinnen kann), um diesen vertikal vom Anflugverkehr zu separieren. Die grob berechnete Entfernung vom Ende der Startbahn zur Kreuzung mit der nominalen Anflugroute, auf der nominalen Abflugstrecke gemessen, beträgt etwa 25km.



Dies ermöglicht den Steigflug auf eine Höhe von etwa 2175m/7100ft - 4375m/14300ft über der Flughafenhöhe. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass der Anflugverkehr diesen Punkt in einer Höhe von etwa 300m/1000ft erreicht (siehe Anfluggrafiken, deutsches Luftfahrthandbuch), kann man davon ausgehen, dass sich eine adäquate vertikale Staffelung erzielen lässt, da die Nominalrouten mindestens 1000ft voneinander entfernt sind. Wichtig ist jedoch, dass die Flughöhen auf Basis der durchschnittlichen Steiggradienten von 8,7%-17,6% berechnet wurden.

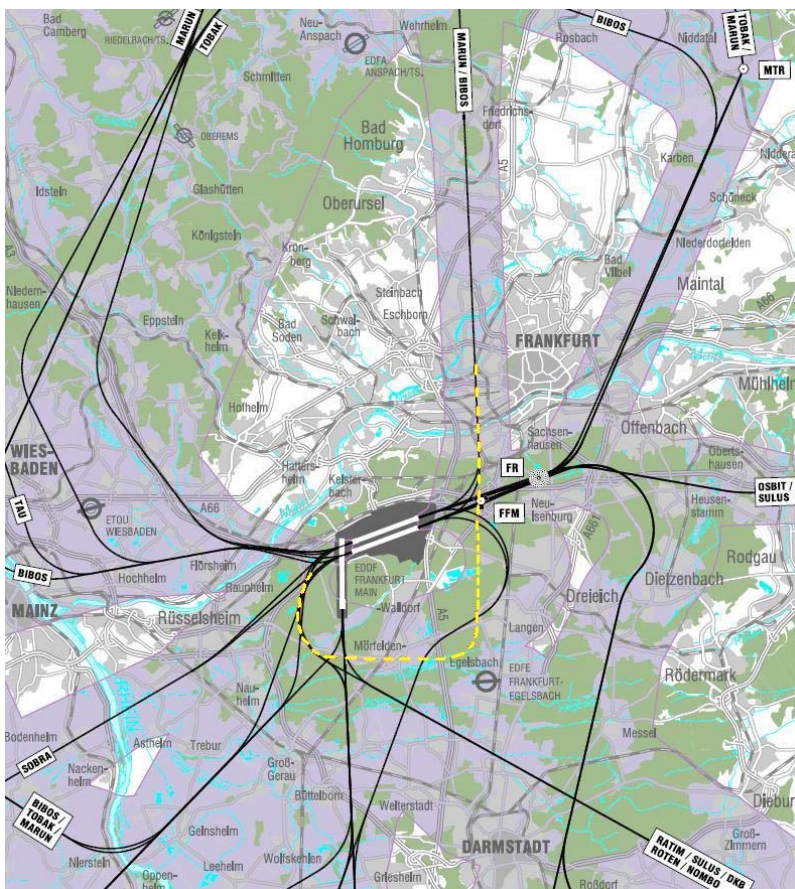


Abbildung 20 Skizze der vorgeschlagenen Abflugstrecke in Richtung Osten (gestrichelte gelbe Linie). Hintergrundgrafik aus dem deutschen Luftfahrthandbuch AD2 EDDF 5-8-1

Eine weitere Einschränkung könnte sich aus der Tatsache ergeben, dass diese Abflugstrecke an einem gewissen Punkt die Anflugrouten kreuzt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Flugsicherung in der Lage ist, für die erforderliche Separation zwischen Anflug- und Abflugverkehr zu sorgen, wenn die entsprechenden operativen Randbedingungen (Höhe des Verkehrsaufkommens, neue Anflugverfahren etc.) darauf abgestimmt sind.



Optionen beim Start nach Westen (Optionen 2 bis 5)

Sollten bei detaillierter Prüfung die kapazitätsmäßigen Restriktionen der vorher genannten Alternative mit Umfliegung des Flughafens in Richtung Süden und Osten zu umfassend ausfallen, bestehen noch weitere Alternativen, die im Wesentlichen im näheren Flughafenbereich den neu definierten Abflugrouten TOBAK NEW und BIBTI NEW entsprechen, im weiteren Verlauf allerdings so davon abweichen, dass der Stadtbereich von Mainz und Rheinhessen durch Flugbewegungen geringer belastet werden.

Die genannten Vorschläge stützen sich also auf die Annahme, dass der Abflugverkehr in relativer Flughafennähe nach Süden abdreht, um sich von eventuellen Fehlanflügen zur neuen Landebahn 25 freizuhalten. Die folgenden Optionen könnten in diesem Zusammenhang diskutiert werden:

Südliche Umfliegung von Rüsselsheim (Option 2)

Bei dieser Option handelt es sich um die Verlegung der vorgeschlagenen nominalen Streckenführungen für den Abflugverkehr nach Norden und Osten, näher zu den erweiterten Startbahn-Mittellinien hin, sodass die Nominalroute südlich - etwa dem Verlauf der Autobahnen A67 und A60 folgend - von Rüsselsheim verläuft (wobei zu beachten ist, dass die vorgegebene Divergenz von mindestens 30° zwischen den Nominalrouten für den Fehlanflug und den Abflugverkehr eingehalten werden muss - siehe Absatz 3.1), oder

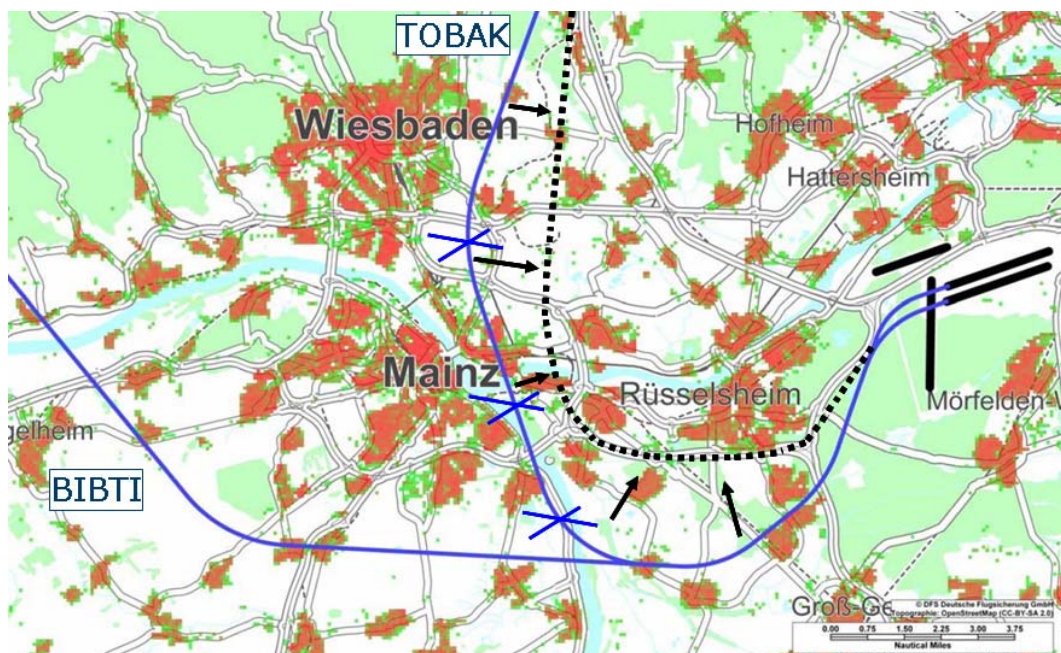


Abbildung 21 Entwurf der vorgeschlagenen Abflugstrecke in Richtung des Flugnavigationpunkts TABUM/TOBAK (schwarz gestrichelte Linie)

### Südlichere Umfliegung von Rüsselsheim (Option 3)

Bei dieser Option handelt es sich um die Definition eines Anfangssegmentes, das den von der DFS vorgeschlagenen Routen BIBTI NEW und TOBAK NEW folgt, jedoch ein früheres Abdrehen nach Norden erfordert.

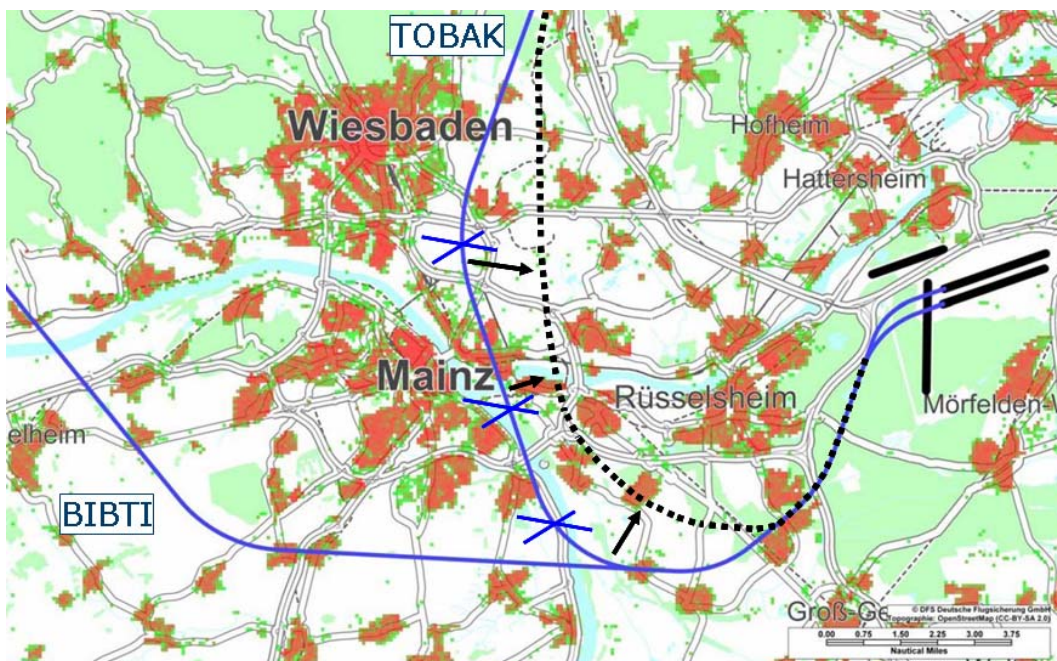


Abbildung 22 Entwurf der vorgeschlagenen Abflugstrecke zum Funknavigationspunkt TABUM/TOBAK (schwarz gestrichelte Linie)

Bei den vorstehend genannten Optionen 2 und 3 wird das Abdrehen in nördliche Richtung vorverlagert und erfolgt, im Gegensatz zu dem veröffentlichten Vorschlag der DFS, noch vor dem Erreichen des Rheins. Die Optionen ermöglichen es, den Flugverkehr weiter aus dem Bereich Mainz wegzuführen. Zugleich würde der Verkehr vor dem Abdrehen in nördliche Richtung eine kürzere Route fliegen. Das bedeutet, dass das Abdrehen bei geringeren Flughöhen erfolgen würde. Außerdem folgt die Nominalroute nach dem Abdrehen in nördliche Richtung nicht dem Fluss, sondern befindet sich im Bereich des Mainspitz-Dreiecks.

Im Hinblick auf die Planung lässt sich eine solche Streckenführung konstruieren, sofern nicht aufgrund der vorhandenen Hindernisse die Startspur für Option 2 ausgeschlossen und stattdessen ein frühzeitigeres Abdrehen, wie bei der



heutigen Struktur der Abflüge bzw. wie bei Option 3, erforderlich ist<sup>28</sup>.  
 Informationen über die Hindernisse im Bereich des Frankfurter Flughafens liegen zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie nicht vor.

Weiter Südliche Umfliegung von Rüsselsheim und höhere Führung der Flugzeuge in den beiden Richtungen TOBAK NEW und BIBTI NEW (Option 4)

Weiterhin ist es denkbar, die vorgeschlagenen Routen BIBTI NEW und TOBAK NEW so zu verlagern, dass die Nominalrouten verstärkt in südliche – und im Falle von TOBAK NEW auch östliche – Richtung erweitert werden (siehe Abbildung 23 – gestrichelte schwarze Linien). Der Verkehr wäre dann weiter von Mainz entfernt und würde beim Start eine längere Entfernung zurücklegen müssen, sodass er auch Höhe gewinnen könnte, bevor er die Umgebung von Mainz erreicht. Damit ließe sich die Geräuschintensität im Bereich der Stadt Mainz und grundsätzlich auch über Rheinhessen verringern.

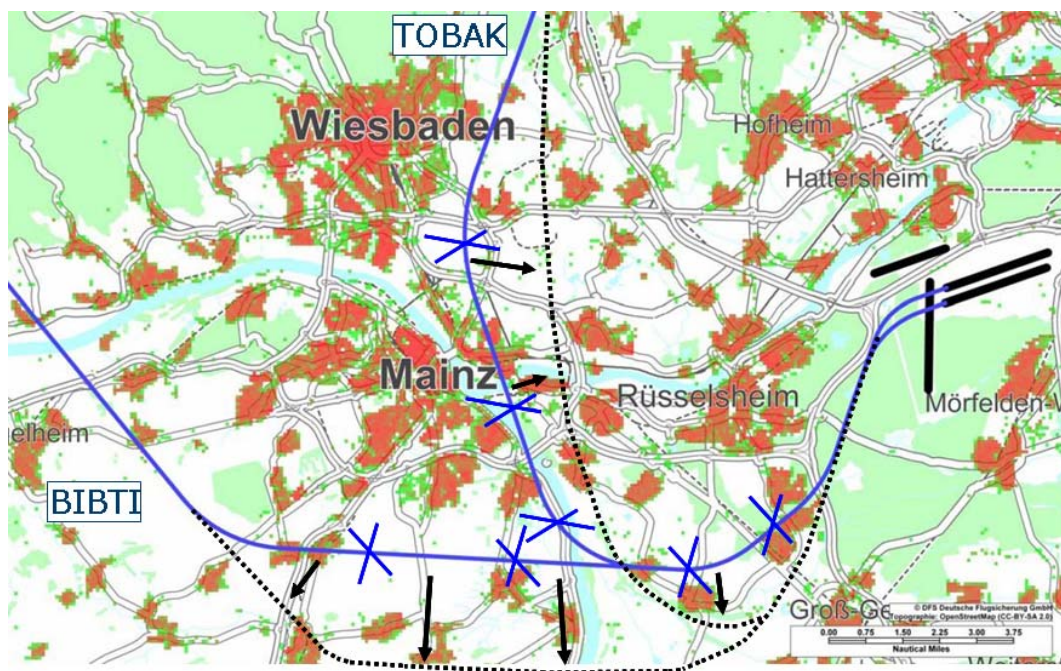


Abbildung 23 Vorgeschlagene Änderung der Abflüge BIBTI NEW und TOBAK NEW – zusätzliche Erweiterung in südliche Richtung (schwarz gestrichelte Linien)

Die vorliegende Studie spezifiziert nicht, wie weit nach Süden die Routen zu erweitern wären. Jede Routenerweiterung in die genannten Richtungen bedingt entsprechend längere Flugrouten, was zu erhöhtem Treibstoffverbrauch der

<sup>28</sup> Der Flugverkehr muss über allen Hindernissen einen adäquaten Freiraum einhalten. Für jede Flugphase ist ein solcher Freiraum vorgegeben. Sollte ein abfliegendes Flugzeug ein bestimmtes Objekt nicht mit hinreichendem Freiraum überfliegen können, um das Kollisionsrisiko auf das absolute Minimum zu verringern, so muss es vor dem Erreichen des Hindernisses eindrehen.

Maschinen führen kann. Außerdem ist zu bedenken, dass eine separate detaillierte Studie durchgeführt werden sollte, um die Veränderung des Lärmpegels in den genannten Gebieten durch die Verlängerung der Abflugstrecken zu analysieren.

Verlegung der bestehenden Südumfliegung von Mainz (Option 5)

Grundsätzlich sind auch noch weiter geführte Abflugrouten denkbar. Solche Abflugstrecken könnten entweder eigenständig oder in Kombination mit dem im vorherigen Absatz beschriebenen Vorschlag betrachtet werden. Diese Alternative könnte die Route CURRENT TOBAK SOUTH in ihrer heutigen Form ersetzen. Auf diese Weise kann der Großteil des Verkehrs von Mainz weggeführt werden, wobei der verbleibende Verkehr dann alle anderen verfügbaren Routen nutzen könnte.

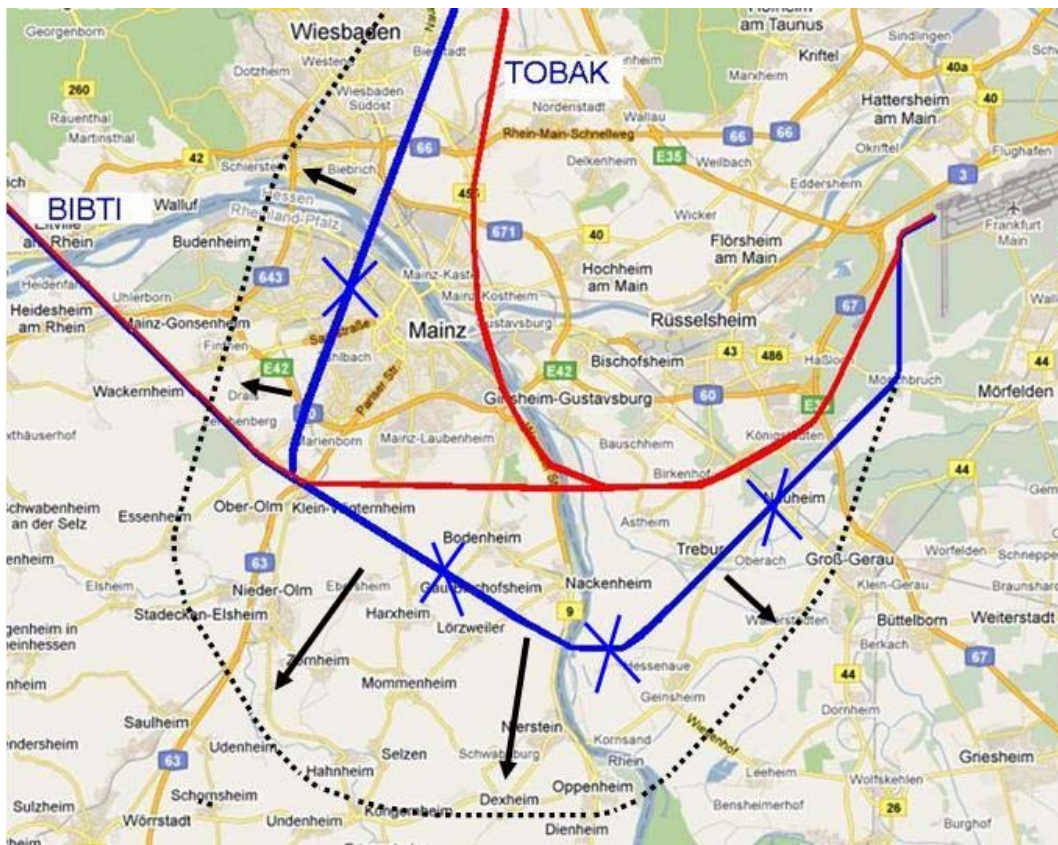


Abbildung 24 Entwurf der vorgeschlagenen Abflugstrecke nach Westen (schwarz gestrichelte Linien)

Der Vorschlag beinhaltet eine alternative Route mit südlicherer Streckenführung im Vergleich zu CURRENT TOBAK SOUTH und CURRENT BIBTI SOUTH. Zusätzlich könnte die alternative Route dann weiter westlich von CURRENT TOBAK SOUTH

bis zu dem Punkt führen, wo ein Abdrehen nach rechts vorgesehen ist, also in nördliche Richtung (zum Navigationspunkt TABUM).

Eine solche Alternative würde die Verschiebung des voraussichtlichen Verkehrsaufkommens auf der Route CURRENT TOBAK SOUTH und CURRENT BIBTI SOUTH nach Süden und Westen beinhalten, d.h. die Verlagerung der Lärmquelle aus dem Mainzer Stadtgebiet heraus. Flugzeuge auf der Nominalroute hätten bereits eine größere Flughöhe erreicht und sich weiter von Mainz entfernt und würden demnach auch eine geringere Lärmbelastung verursachen.

Wenn ein Teil des Verkehrs auch während des Tages auf dieser alternativen Route fliegen könnte, würde dies zu einer gleichmäßigeren Verteilung der Lärmbelastung in der gesamten Region führen.

## 5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

### 5.1 AUSGANGSLAGE

Die Deutsche Flugsicherung (DFS) schlägt im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme der neuen Landebahn Nordwest am Flughafen Frankfurt/Main im Oktober 2011 eine Neustrukturierung des Luftraumes und der An- und Abflugverfahren am Flughafen vor, um die mit dem Ausbau des Flughafens angestrebte volle Kapazität von 126 Flugbewegungen im Jahr 2020 entwickeln zu können.

Die Inbetriebnahme der neuen Landebahn und der neuen Anflugrouten erfordert dabei im Zusammenhang mit dem von der DFS geplanten Fehlanflugverfahren für die neue Landebahn und der daraus entstehenden Notwendigkeit der Separation nach ICAO Regeln eine Änderung der heutigen Abflugstrecken in westliche Richtung mit den folgenden Konsequenzen:

- Die heutigen Routen nach Norden (TABUM Routen) können während des Anflugbetriebs zur neuen Landebahn 25 nicht genutzt werden;
- Der Abflugverkehr von der bisherigen Nord- und Südbahn, der derzeit die Routen in nördliche Richtung verwendet, muss bei diesen Planungen dann in südliche Richtung verlagert werden, um ihn vom Fehlanflug zu separieren.

Es ist zu erwarten, dass sich sowohl durch die für das Jahr 2020 prognostizierte steigende Zahl von Flugbewegungen als auch durch die veränderte Streckenführung, zusätzliche Lärmbelastungen über Mainz und Rheinhessen ergeben.

### 5.2 ZIEL DES GUTACHTENS

Um ein fachlich fundiertes Zweitgutachten zu erhalten, hat das rheinland-pfälzische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau beim NLR Air Transport Safety Institute (NLR-ATSI) eine unabhängige Studie zu den geplanten Abflugverfahren am Flughafen Frankfurt/Main in Auftrag gegeben. Ziel dieses Gutachtens ist es, die von der DFS vorgeschlagenen Abflugrouten bei der Betriebsrichtung 25 (Westwind) zu bewerten und Vorschläge für alternative Routenverläufe zur Verminderung der Lärmbelastung auf dem Hintergrund der flugtechnischen Realisierbarkeit zu entwickeln.



## 5.3 WESENTLICHE ERGEBNISSE DES GUTACHTENS

### 5.3.1 ANALYSE DER GEPLANTEN ÄNDERUNGEN

In verfahrenstechnischer Hinsicht und in Bezug auf die flugbetrieblichen Anforderungen sind die von der DFS vorgeschlagenen Änderungen der Abflugverfahren nachvollziehbar. Sie berücksichtigen die flugbetrieblichen Parameter zur Vermeidung potenzieller Konflikte mit den Abflügen und Anflügen anderer Routen. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass sie auf das Ziel der mit dem Ausbau verfolgten Kapazitätserweiterung ausgerichtet sind. Die Änderungen haben jedoch gewisse Konsequenzen, die zu untersuchen sind, insbesondere in Bezug auf die Lärmbelastung.

Zentrale Ursache für die Einführung neuer Routen im Bereich von Mainz und Rheinhessen sowie die stärkere Belegung der bereits existierenden Routen südlich von Mainz ist das geplante Fehlanflugverfahren auf der neuen Landebahn Nordwest. Dabei stellen die genannten Änderungen im Flugbetrieb zweifelsohne eine technische Lösungsmöglichkeit dar, sie sind jedoch nicht als alternativlos zu betrachten.

Die stärksten Auswirkungen auf den Flugbetrieb durch das geplante Anflugverfahren auf der neuen Landebahn ergeben sich für die bisherigen Routen, welche direkt nach dem Abheben in Richtung Norden zum Wegpunkt TABUM führen. Der Fehlanflug bei Betriebsrichtung West muss vom Abflug gemäß ICAO Dokument 9643 separiert werden. In der Folge werden nach den Planungen der DFS die genannten bisherigen TABUM-Routen bei Einsatz der neuen Landebahn nicht mehr genutzt werden können. Hieraus kann man eine Lärmentlastung der Taunusregion bei Westwind ableiten.

Im Gegenzug ergeben sich für Mainz und Rheinhessen durch die Einführung der neuen Abflugrouten (die sogenannte Südumfliegung) und die stärkere Belegung der bereits existierenden Routen, insbesondere über den südlichen Stadtteilen von Mainz und den rheinhessischen Gemeinden, deutlich höhere Flugbewegungszahlen. Bis zum Jahr 2020 soll sich die Flugbewegungszahl am Tag um knapp 48.000 Bewegungen in den 6 verkehrsreichsten Monaten erhöhen. Nachts wird die Flugbewegungszahl über Mainz und Rheinhessen um knapp 2.300 Bewegungen in den 6 verkehrsreichsten Monaten steigen.



### 5.3.2 ALTERNATIVEN ZU DEN GEPLANTEN ÄNDERUNGEN

Aus der Analyse der geplanten Änderungen am Flughafen Frankfurt/Main durch den Einsatz der neuen Landebahn Nordwest ergeben sich die folgenden Möglichkeiten einer alternativen Gestaltung des Flugbetriebs:

- Solange die Kapazität der neuen Landebahn noch nicht vollständig benötigt wird, ist - bei einer entsprechenden Koordination von An- und Abflügen - die Benutzung der bisherigen Routen zum Wegpunkt TABUM (Nordabflüge) weiterhin möglich. Der getrennte Betrieb der Start- und Landebahnen (d.h. kein gleichzeitiger Abflugbetrieb von den heutigen Startbahnen in Westrichtung bei Anflügen auf die neue Landebahn) dient dabei der Separation zwischen an- und abfliegendem Verkehr. Dieser Betrieb dürfte so lange weitergeführt werden können, wie eine Erhöhung der Kapazität in Folge des Baues der neuen Landebahn Nordwest noch nicht nachgefragt wird
- Ein verändertes Fehlanflugverfahren anstelle des oben aufgeführten geplanten Verfahrens für die neue Landebahn Nordwest könnte die Möglichkeit eröffnen, die bisherigen TABUM-Routen für den Abflug in Richtung Norden weiter zu benutzen und damit die geplante Südumfliegung unter Umständen vollständig zu vermeiden. Die Alternative sieht vor, dass das Fehlanflugverfahren nach der Methodik „Abdrehen so früh wie möglich“ ausgeführt wird. Dadurch würde das Abdrehen des gesamten Flugverkehrs in Richtung Norden vorverlagert und früher erfolgen als beim derzeitigen Vorschlag der DFS. Eine solche Lösung könnte dazu führen, eine ausreichende Trennung von Fehlanflügen und Abflugverkehr zu erreichen, und eine weitere Nutzung der bisherigen Abflugrouten in Richtung Norden zu ermöglichen. Generell wird zu dem Punkt des Fehlanflugverfahrens eine detaillierte Klärung der Hindernissituation nötig sein. Zudem sollte eine gesonderte Sicherheitsstudie ausgeführt werden, welche die Vereinbarkeit eines modifizierten Fehlanflugverfahrens mit der Beibehaltung der TABUM Abflugrouten analysiert.
- Auch wenn das von der DFS vorgeschlagene neue Fehlanflugverfahren nach näherer Prüfung aller alternativ möglichen Fehlanflugverfahren und einer Sicherheitsstudie gleichwohl installiert werden müsste, sind andere als von der DFS vorgeschlagene Varianten der Südumfliegung flugtechnisch zu realisieren.

Hierzu sind die folgenden Optionen betrachtet worden:

- Option 1 (Abbildung 20, Seite 46)  
Eine operationell gesehen komplexe und anspruchsvolle, aber ausführbare Möglichkeit ist eine Südumfliegung des Flughafens nicht nach Westen, sondern zunächst in Richtung Osten, mit Abdrehen nach Norden im westlichen Bereich von Frankfurt. Zwar ist eine solche Flugroutenführung komplex und erfordert einen durchaus beachtlichen Koordinationsaufwand mit anderen Verkehrsströmen wie beispielsweise Abflügen von der Startbahn West und den Anflügen nach Westen bei Betriebsrichtung 25; sie ist jedoch - unter der Bereitschaft, bestimmte Kapazitäten und Einschränkungen zu akzeptieren - eine betrieblich denkbare Möglichkeit.
- Sofern die genannte Variante der Umfliegung nach Osten mit zu starken Kapazitätseinschränkungen oder betrieblichen Restriktion verbunden sein sollte, bleibt gleichwohl die Möglichkeit, durch Änderungen der von der DFS präferierten Variante der Südumfliegung geringere Belastungen für Mainz und Rheinhessen zu erreichen. Insoweit werden folgende Optionen identifiziert:
  - Option 2 (Abbildung 21, Seite 47)  
Verschiebung der Abflugroute TOBAK auf eine Linienführung entlang der Autobahnen A67 und A60 bis zum Mainspitzdreieck und von dort nach Norden.
  - Option 3 (Abbildung 22, Seite 48)  
Südlichere Umfliegung von Rüsselsheim bis zum Mainspitzdreieck und von dort nach Norden.
  - Option 4 (Abbildung 23, Seite 49)  
Südliche Umfliegung von Königsstätten und Nauheim sowie Trebur und Astheim und von dort nach Norden sowie eine südliche Führung des Astes BIBTI südlich von Nackenheim.
  - Option 5 (Abbildung 24, Seite 50)  
Ausweisung einer alternativen Route mit südlicherer Streckenführung im Vergleich zu den bestehenden und zukünftig stärker belegten Abflugrouten CURRENT TOBAK SOUTH und CURRENT BIBTI SOUTH.
- Bei den oben genannten Alternativen zu den Abflugrouten in Richtung Westen (Optionen 2 bis 5) würde sich, aufgrund der östlichen Verschiebung der Abflugrichtung TOBAK bzw. eines früheren Abdrehens nach Norden, also

in größerer Flughafennähe, eine Entlastung für das dicht besiedelte Mainzer Stadtgebiet ergeben. Durch die größere Flughöhe bei der Flugrichtung BIBTI könnte im Übrigen der Lärm über Rheinhessen tendenziell bei diesen Varianten vermindert werden. Die Lärmverteilung im Zusammenhang mit den neuen Alternativen und die Differenz zwischen den Lärmpegeln für die Vorschläge der DFS und die des NLR sind im Detail in einer separaten Studie zu prüfen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Falle einer Änderung des Fehlanflugverfahrens auf die neue Landebahn 25R, eine Veränderung der bisherigen Abflugrouten weitgehend vermieden werden kann. Sollte eine Änderung des von der DFS vorgeschlagenen Fehlanflugverfahrens nicht möglich sein, bestehen Alternativen zu der von der DFS vorgeschlagenen Variante einer Südumfliegung, welche die zukünftige Lärmbelastung gegenüber dieser Variante in Mainz und Rheinhessen zumindest verringern könnte.

## 6 LITERATUR

1	DFS CD 1 - Instrumenten An- und Abflugverfahren; Stand 22.11.2002
2	DFS CD 2 - Instrumenten An- und Abflugverfahren; Update 24.02.2006
3	Fraport - Aus BAV FFM -Planfeststellungsverfahren Stand FEB 2007 DVD 01/02
4	Fraport - Aus BAV FFM -Planfeststellungsverfahren Stand FEB 2007 DVD 02/02
5	AIP Germany (deutsches Luftfahrthandbuch)
6	ICAO Dok. 8168 PANS OPS Band I, fünfte Auflage 2006, Amendment Nr. 3
7	ICAO Dok. 8168 PANS OPS Band II, fünfte Auflage 2006, Amendment Nr. 2
8	ICAO Dok. 9137 Airport Services Manual, Teil 6 Control of Obstacles, zweite Auflage 1983
9	ICAO Annex 14 Aerodromes, fünfte Auflage, Juli 2009
10	ICAO Annex 16 Environmental Protection, Band I Aircraft Noise, fünfte Auflage, Juli 2008
11	ICAO Dok. 9643 Manual on Simultaneous Operations on Parallel oder Near-Parallel Instrument Runways (SOIR), erste Auflage 2004
12	F.W.J. van Deventer, Basiskennis geluidzonerung luchtvaart (Grundkenntnisse zu Lärmzonen in der Luftfahrt), 2004 ( <a href="http://www2.vlieghinder.nl/knipsels_pmach/pdfs/Basiskennis_Geluidzonerung_Luchtvaart.pdf">http://www2.vlieghinder.nl/knipsels_pmach/pdfs/Basiskennis_Geluidzonerung_Luchtvaart.pdf</a> )

## Annex LÄRMOPTIMIERTE ABFLUGVERFAHREN

Schlussendlich ist darauf hinzuweisen, dass die ICAO im Dokument PANS-OPS Band I eine Noise Abatement Start Climb Guidance<sup>29</sup> (Maßnahmen zur Lärminderung beim Steigflug) spezifiziert, wobei die beiden Arten von Lärminderungsmaßnahmen bei den Abflugverfahren (NADP) beschrieben sind. „Diese Verfahren werden beispielhaft angeführt, da die erzielte Lärminderung sehr stark vom Flugzeugtyp, vom Triebwerkstyp, der erforderlichen Schubkraft und der Höhe abhängt, bei der die Schubkraft zurückgenommen wird. Aus diesem Grund können sich die Verfahren, die die bestmögliche Lärminderung erzielen, von einem Flugzeugtyp zum anderen und auch zwischen Flugzeugen des gleichen Typs mit verschiedenen Triebwerken signifikant unterscheiden. [...] Die beiden beispielhaft genannten Verfahren unterscheiden sich dahingehend, dass das Beschleunigungssegment zum Einfahren der Landeklappen / Lamellen entweder vor Erreichen der vorgeschriebenen Maximalhöhe oder bei der vorgeschriebenen Maximalhöhe initiiert wird.“<sup>30</sup>

Das erste Beispiel wird als NADP 1 bezeichnet. Dabei handelt es sich um eine Struktur, die eine (jedoch nicht die einzige) Methode zur Lärminderung in lärmrelevanten Bereichen in unmittelbarer Nähe zum Ende der Startbahn beschreiben soll. Dieses Verfahren beinhaltet die Zurücknahme der Triebwerksleistung oder Schubkraft beim Erreichen der vorgeschriebenen Mindestflughöhe und darüber sowie die Verzögerung des Einfahrens der Landeklappen / Lamellen, bis die vorgeschriebene Maximalflughöhe erreicht ist. Bei der Maximalflughöhe wird das Flugzeug beschleunigt und die Landeklappen / Lamellen bei positiver Steigrate eingefahren, um den Übergang zur normalen Dienststeigfluggeschwindigkeit zu ermöglichen. Die anfängliche Steigfluggeschwindigkeit bis zum Anfangspunkt der Lärminderungsmaßnahme beträgt mindestens  $V_2 + 10\text{kt}$ <sup>31</sup>.

---

<sup>29</sup> ICAO Dok. 8168 Band I, Anhang zum Kapitel 3

<sup>30</sup> Ebenda.

<sup>31</sup>  $V_2$  ist die Sicherheitsgeschwindigkeit beim Take-Off (beim Abheben). Dabei handelt es sich um die Geschwindigkeit, bei der das Flugzeug gefahrlos abheben kann, auch wenn ein Triebwerk ausgeschaltet ist. Diese Geschwindigkeit hängt vom jeweiligen Flugzeugtyp sowie vom spezifischen Gewicht und den Wetterbedingungen ab. Er wird für jedes Take-Off separat berechnet. Im Rahmen der aktuellen Studie kann jedoch eine durchschnittliche  $V_2$  von 140kt angenommen werden.

Das zweite Beispiel - NADP 2 - beschreibt eine (jedoch nicht die einzige) Methode zur Lärminderung in weiter vom Startbahnende entfernten Bereichen; daher hat dies mehr Relevanz für die dicht besiedelten Gebiete im Umfeld von Mainz. Die NADP 2 beinhaltet den Beginn des Einfahrens der Landeklappen / Lamellen bei der vorgeschriebenen Mindestflughöhe oder darüber, aber vor Erreichen der vorgeschriebenen Maximalflughöhe. Die Landeklappen / Lamellen müssen bei positiver Steigrate eingefahren werden. Die Zurücknahme der Triebwerksleistung beziehungsweise Schubkraft beginnt an einem Punkt auf dem Beschleunigungssegment, an dem eine adäquate Beschleunigungsleistung gewährleistet ist. Bei der vorgegebenen Maximalflughöhe erfolgt der Übergang zum normalen Dienststeigflug. Die anfängliche Geschwindigkeit des Steigflugs bis zum Anfangspunkt der Lärminderungsmaßnahme beträgt mindestens  $V_2 + 10$ kt. Bei einem frühzeitigen Einfahren der Landeklappen kann das Flugzeug viel schneller beschleunigen. Das bedingt eine höhere Steigrate (die Geschwindigkeit, bei der das Flugzeug seine Flughöhe erhöht, normalerweise ausgedrückt in ft/min), und das Flugzeug erreicht die vorgegebene Flughöhe innerhalb einer kürzeren Zeit.

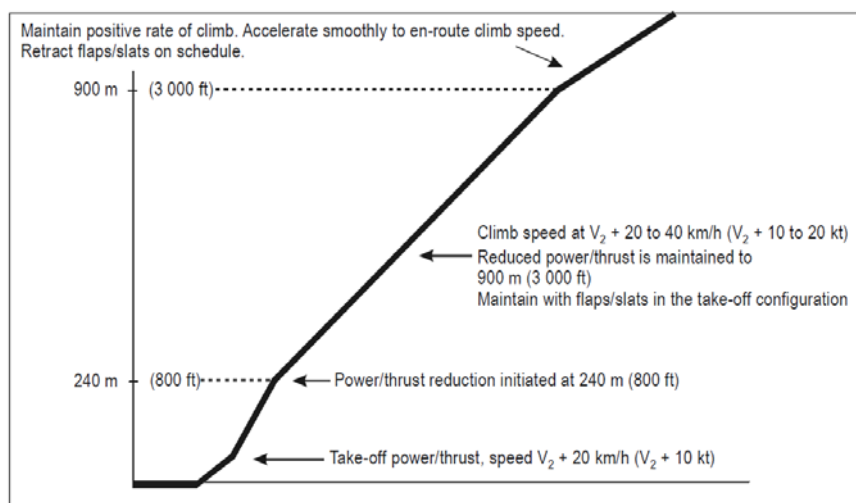


Abbildung 25 Take-Off und Steigflug mit Lärminderung - Beispiel für ein Verfahren zur Lärminderung in Flugplatznähe (NADP 1).  
Quelle PANS OPS Band I

Positive Steigflugrate. Gleitender Übergang auf den Dienststeigflug. Plangemäßes Einfahren der Landeklappen / Lamellen.

Steigfluggeschwindigkeit bei  $V_2 + 10$ kt

... to ... = bis

Die verringerte Triebwerksleistung / Schubkraft wird bis zu einer Höhe von 900 m aufrechterhalten

Weiter mit den Landeklappen / Lamellen in der Take-Off - Konfiguration

Beginn der Zurücknahme der Triebwerksleistung / Schubkraft bei 240 m

Triebwerksleistung / Schubkraft beim Take-Off, Geschwindigkeit V...

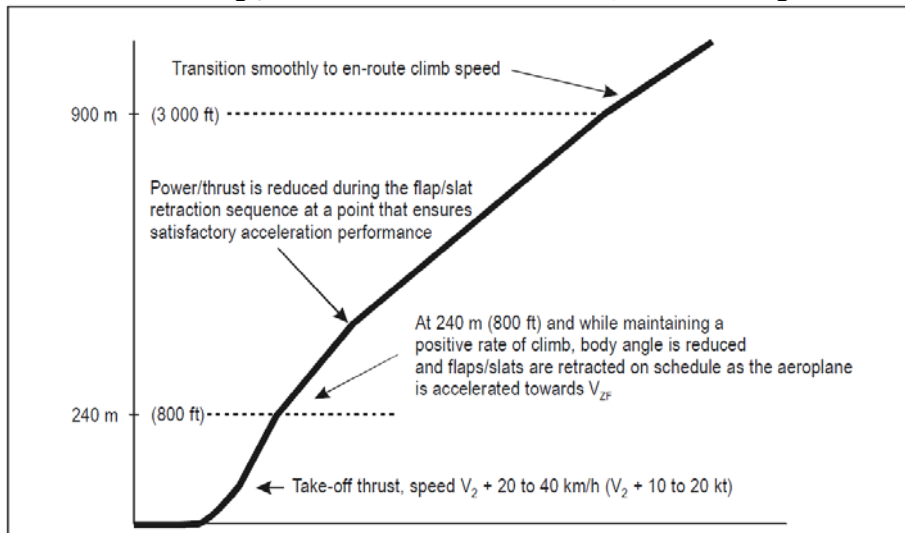


Abbildung 26 Take-Off und Steigflug mit Lärmreduzierung - Beispiel für ein Verfahren zur Lärmreduzierung in einiger Entfernung vom Flugplatz (NADP 2).  
 Quelle: PANS OPS Band I

Gleitender Übergang auf die Dienststeigfluggeschwindigkeit.

Die Triebwerksleistung / Schubkraft wird während des Einfahrens der Landeklappen / Lamellen an einem Punkt zurückgenommen, wo eine adäquate Beschleunigungsleistung sichergestellt ist.

Bei 240 m und bei einer positiven Steigrate wird der Querneigungswinkel verringert und die Landeklappen / Lamellen werden plangemäß eingefahren, während die Maschine auf  $V_{ZF}$  beschleunigt.

Schubkraft beim Take-Off, Geschwindigkeit  
 ... to ... = bis

Die Varianten von ICAO NDAP 1 und NDAP 2 sind am Flughafen Frankfurt am Main bereits im Einsatz, und zwar gemäß der Definition im deutschen Luftfahrthandbuch, Teil AD2 EDDF AD2.21 und ENR 1.5. Ein Aspekt sollte jedoch erwähnt werden. Die im deutschen Luftfahrthandbuch enthaltenen Informationen



stammen vom 28. September 2006 (siehe Luftfahrthandbuch AIP ENR 1.5-1) und beziehen sich auf Flugzeuge, die gemäß ICAO Annex 16, Kapitel 2 und 3 lizenziert worden sind. Gemäß Annex 16 Kapitel 2 lizenzierte Maschinen sind die Unterschallflugzeuge des Typs Certificate, die vor dem 6. Oktober 1977 eingereicht wurden. Gemäß Kapitel 3 wurden lizenziert:

- Unterschall-Jets des Typs Certificate, eingereicht am oder nach dem 6. Oktober 1977 und vor dem 1. Januar 2006;
- Propellermaschinen mit einem Gewicht von über 5700kg des Typs Certificate, eingereicht am oder nach dem 1. Januar 1985 und vor dem 17. November 1988;
- Propellermaschinen mit einem Gewicht von über 8618kg des Typs Certificate, eingereicht am oder nach dem 17. November 1988 und vor dem 1. Januar 2006.

Andere Flugzeugtypen oder solche mit einem Typenzertifikat, das zu anderen Zeiten eingereicht worden ist, sind im Annex 16 ab Kapitel 4 aufgeführt. Trotzdem erwähnt das Luftfahrthandbuch AIP ENR 1.5 keine anderen Teile des Annex 16. Es wird vorgeschlagen, das Luftfahrthandbuch AIP zu aktualisieren, um auch neue Informationen und alle Arten von Flugzeugen in Bezug auf den Effekt der Lärminderungsmaßnahmen zu berücksichtigen.