

# GEMEINSAMER MONITORING-BERICHT ZUR LÄRMOBERGRENZE IM BETRIEBSJAHR 2019

Wiesbaden, den 15.10.2020

HESEN



Hessisches Ministerium  
für Wirtschaft, Energie,  
Verkehr und Wohnen



**BARIG**

Board of Airline  
Representatives  
in Germany



**Condor**



Forum Flughafen  
und Region



**Lufthansa**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung der Monitoringergebnisse.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Veranlassung, Zielsetzung und Vorgehensweise .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Besondere Flugzeuggruppen in diesem DES.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Ergebnisse des Monitorings .....</b>	<b>9</b>
4.1	Ergebnisse der Monitoring-Berechnung 2019.....	9
4.2	Abschätzung der Entwicklung der Konturflächen.....	9
<b>5</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis/Glossar.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>12</b>
<b>Anhang 1</b>	<b>Datenerfassungssystem DES .....</b>	<b>13</b>
1.1	Allgemeines zum Datenerfassungssystem .....	13
1.1.1	Mit Vortex-Generator nachgerüstete A320 Familie .....	14
1.1.2	Modifizierte Flugzeugtypen (A320neo, A321neo und B748).....	14
1.1.3	Neu entwickelte Flugzeugtypen (A220-100/BCS1, A350, B788, B789, A388) ...	14
1.2	Flugplatzdaten .....	15
1.3	Flugstreckenbeschreibung .....	16
1.4	Flugbewegungsangaben .....	18
1.4.1	Berücksichtigung von statistischen Daten .....	18
1.5	Rollstreckenbeschreibungen .....	19
1.6	Rollverkehr auf den Rollstrecken.....	19
1.7	Angaben zum Betrieb der Hilfsgasturbinen (APU).....	19
<b>Anhang 2</b>	<b>Weiteres begleitendes Material.....</b>	<b>20</b>
2.1	Anflug Landebahn NW, Gleitwinkel 3,0° bzw. 3,2° .....	20
2.2	Unabhängiger Landebetrieb .....	21
<b>Anhang 3</b>	<b>Flugbewegungen der 6vM 2017, 2018 und 2019.....</b>	<b>22</b>

## 1 Kurzfassung der Monitoringergebnisse

Das Land Hessen, die Flughafenbetreiberin Fraport AG, die Fluglärmkommission Frankfurt, die beiden Homebase Carrier Deutsche Lufthansa AG und Condor, der Airline-Verband BARIG und das Forum Flughafen und Region haben in gemeinsamer Verantwortung für die Entwicklung des Flughafens Frankfurt und der Rhein-Main-Region am 7.11.2017 freiwillig das gemeinsame Bündnis für eine Lärmobergrenze für den Flughafen Frankfurt etabliert. Die durch startende und landende Luftfahrzeuge am Flughafen Frankfurt Main zu erwartende Fluglärmbelastung soll demnach die im Planfeststellungsbeschluss vom 18.12.2007 für den sogenannten Ausbaufall prognostizierte Fluglärmbelastung bei Erreichen des hier unterstellten Flugbewegungsaufkommens von 701.000 Bewegungen pro Jahr deutlich unterschreiten. Die Partner des Bündnisses legen nun entsprechend des im Bündnispapier vom 7.11.2017 verabredeten Vorgehens den zweiten Monitoringbericht zur Lärmobergrenze für das Jahr 2019 vor.

Im Ergebnis bestätigt sich, dass die Lärmobergrenze auch im Jahr 2019 deutlich unterschritten bleibt.

	<b>PFB Prognose</b>	<b>Lärmobergrenze</b>	<b>Berechnung Jahr 2018</b>	<b>Berechnung Jahr 2019</b>
Fläche in Hektar >L <sub>Aeq6-22</sub> 60 dB(A) (höchstbetroffenes Gebiet)	12.758	8.815	7.176	7.022
Fläche in Hektar >L <sub>Aeq6-22</sub> 55 dB(A) (hoch betroffenes Gebiet)	29.994	22.193	17.582	17.332

Tabelle 1: Überblick über die Werte Monitoringbericht 2019

Gegenüber dem Jahr 2018 kann bei den Werten ein leichter Rückgang verzeichnet werden. Ebenso verbleiben die Werte weiterhin deutlich unterhalb der 55 dB(A) bzw. 60 dB(A) LOG-Grenze. Aufgrund der leicht gestiegenen Gesamtbewegungszahl wäre eine Reduktion der aktuellen Flächen nicht zu erwarten gewesen. Die Bewegungen stiegen in den sechs verkehrsreichsten Monaten (6vM) des Jahres 2019 auf 257.584 gegenüber den 6vM des Jahres 2018 mit 254.788 Starts und Landungen. Jedoch wird dieses absolute Bewegungswachstum von ca. 1,1 % in den 6vM flächenmäßig u. a. durch die in dem Jahr vollzogene Einflottung des im Vergleich zum A320 deutlich leiseren A320NEO überkompensiert.

In den vergangenen beiden Berichten der Jahre 2017 und 2018 wurden Abschätzungen über die absehbare weitere Entwicklung des Fluglärms vorgenommen und darüber, ob auf Basis der Ergebnisse die Lärmobergrenze in den folgenden zwei bis drei Jahren voraussichtlich eingehalten werden würde. Aktuell lässt sich allerdings keine belastbare Vorhersage für die kommenden Jahre treffen, weil die pandemiebedingten Auswirkungen nicht absehbar sind. Dennoch wurde vorsorglich eine Abschätzung vorgenommen. Hierbei wurde unter Annahme

eines fiktiven jährlichen Wachstums von 1,6 % eine Berechnung auf Basis der Verkehrszahlen von 2019 durchgeführt. Würde sich dieses Wachstum drei Jahre lang fortsetzen, blieben die berechneten Flächen für 55 dB(A) und 60 dB(A) immer noch deutlich unter den Lärmobergrenzen.

Alle Berechnungen und Abschätzungen wurden unter Anwendung der in Abschnitte II 2 (Lärmobergrenze – Monitoring) und VII (Technischer Anhang zum Monitoring) des Bündnis-papiers enthaltenen Vorgaben vorgenommen.

Das unabhängige Umwelt- und Nachbarschaftshaus des Forums Flughafen und Region hat wie im Bündnis-papier vorgesehen die Vorgehensweise überprüft. Das Ergebnis ist dem Monitoringbericht beigefügt.

Das Monitoring wird jährlich fortgeführt und die Ergebnisse entsprechend veröffentlicht. Dabei werden auch die jeweiligen Annahmen z. B. hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung des Verkehrs überprüft und ggf. angepasst sowie, wenn möglich, für weitere Jahre fortgeschrieben.

## 2 Veranlassung, Zielsetzung und Vorgehensweise

Die Lärmobergrenze wurde durch zwei Flächenkriterien in Hektar definiert. Ziel ist, dass beide Kriterien eingehalten bleiben. Die Lärmobergrenze orientiert sich bei den Begrenzungen an den Werten des Fluglärmschutzgesetzes für Ausbauf Flughäfen für die beiden Schutzzonen am Tag, wobei die prognostizierte Belastung jeweils um mindestens 1,8 dB(A) unterschritten bleiben soll. Die Begrenzung des zweiten Flächeninhalts soll sicherstellen, dass die Größe der höchstbetroffenen Flächen begrenzt bleibt. Es soll also vermieden werden, dass eine etwaige Verkleinerung von weniger betroffenen Flächen zu Lasten der höherbetroffenen Flächen erfolgt. Die weiteren Einzelheiten der Herleitung der Lärmobergrenze sind im Bündnispapier unter Ziffer II. dargestellt.

Tabelle 2: Werte der Lärmobergrenze

	<b>PFB Prognose</b>	<b>Obergrenze</b>
Fläche in Hektar >LAeq <sub>6-22</sub> 60 dB(A) (höchstbetroffenes Gebiet)	12.758	8.815
Fläche in Hektar >LAeq <sub>6-22</sub> 55 dB(A) (hoch betroffenes Gebiet)	29.994	22.193

Die Betrachtung der Lärmentwicklung in der Nacht ist nicht Gegenstand der Lärmobergrenze, da der Planfeststellungsbeschluss bereits ein Bewegungskontingent von maximal 133 geplanten Nachtflugbewegungen pro Nacht im Jahresdurchschnitt vorsieht.

Im Rahmen des LOG-Monitorings sind mit den festgelegten LOG-Flächenwerten die Flächenwerte der jeweils zu den (6vM) des zurückliegenden Jahres ermittelten Fluglärmkonturen LAeq,Tag = 60 dB(A) und 55 dB(A) zu vergleichen.

Neben der jährlichen Monitoring-Berechnung zu den 6vM des Vorjahres wird eine Abschätzung zur absehbaren Entwicklung in den kommenden Jahren vorgenommen.

Die Fluglärmrechnungen erfolgen grundsätzlich gemäß der 1. Fluglärmschutzverordnung des Bundes (Anleitung zur Berechnung von Fluglärm (AzB); Anleitung zur Datenerfassung (AzD)) aus dem Jahr 2008, die das Verfahren zur Berechnung von Fluglärm nach Fluglärmschutzgesetz regelt. Teilweise sind für die Zwecke des Monitorings der Lärmobergrenze Modifikationen an diesen Vorgaben erforderlich. Die vorgenommenen Modifikationen werden – wo einschlägig – nachfolgend jeweils beschrieben.

Sämtliche Berechnungen und Abschätzungen werden gemäß den Verabredungen zum Monitoring im Bündnispapier vorgenommen. Es handelt sich jeweils um die Werte für die 6vM eines Jahres, ermittelt gemäß der Realverteilung, ohne Sigma-Zuschlag zur Abbildung von Unsicherheiten bei bahnbezogenen Betriebsrichtungsverteilungen.

Die Fraport AG hat die erforderlichen Daten ermittelt und zusammengestellt sowie die Fluglärmrechnungen durchgeführt. Die Berechnung wurde mit dem vom Umweltbundesamt (UBA) für die Berechnung von Lärmschutzbereichen zertifizierten Lärmberechnungsprogramm Cadna/A durchgeführt. Die Eingangsdaten wurden vom HMWEVW in Zusammenarbeit mit dem Umwelt- und Nachbarschaftshaus (UNH) geprüft und plausibilisiert. Methodik und Annahmen zur Berechnung der Monitoringergebnisse sowie die

Darstellung der Ergebnisse für den Monitoringbericht wurden gemeinsam und einvernehmlich unter den Bündnispartnern abgestimmt.

### 3 Besondere Flugzeuggruppen in diesem DES

Die Lärmemissionsdaten der AzB-Flugzeuggruppen basieren auf Fluglärmmessungen, die in den 1990er Jahren an den deutschen Verkehrsflughäfen durchgeführt wurden. Flugzeugtypen, die erst nach der Erarbeitung der AzB '08-Datensätze eingeführt oder an denen emissionsmindernde Nachrüstungsmaßnahmen vorgenommen wurden, werden durch die vorliegenden AzB-Datensätze nicht adäquat berücksichtigt.

Beim Einsatz der Fluglärmrechnung im Sinne des Monitorings der Lärmobergrenze ist jedoch eine möglichst realitätsnahe Immissionssituation zu ermitteln, zumal ausdrückliches Ziel der Lärmobergrenze ist, dass sie Anreize für den Einsatz von modernem, lärmarmem Fluggerät schafft. Für diese Zwecke sollen neue oder nachgerüstete Flugzeugtypen, deren Immissionen sich von älteren, vergleichbaren Flugzeugtypen unterscheiden, adäquat in die Fluglärmrechnungen eingearbeitet werden. Dieser Ansatz war bereits Grundlage der Beratungen zu einer Lärmobergrenze, der schließlich vorgenommenen Definition der Lärmobergrenze und ist im Bündnispapier vom 7.11.2017, VII. Technischer Anhang zum Monitoring beschrieben.

Wenngleich grundsätzlich die Daten aus der AzB '08 zur Anwendung kommen, so sind für neuere, aktuell verkehrende Flugzeuge pauschalierte Ab- oder gegebenenfalls Zuschläge gegenüber dem jeweiligen Emissionsreferenzwert für den Start oder die Landung anzusetzen. In der Realität unterscheidet sich das Delta der Emissionen verschiedener Muster beim Überflug des Immissionspunkts je nach Abstand zur Schwelle, individueller An- oder Abflugkonfiguration, Schubsetzung etc. deutlich. Auch die AzB selbst arbeitet mit Pauschalierungen. Die damit einhergehenden punktuellen Über- oder Unterschätzungen werden bewusst in Kauf genommen, solange insgesamt bezogen auf die Flächengrößen eher über- als unterschätzend vorgegangen wird.

Bei den jährlich durchzuführenden Monitoring-Berechnungen zur Lärmobergrenze werden daher bei der DES-Erstellung Bewegungen moderner Flugzeugmuster aus der jeweiligen „klassischen“ AzB-Gruppe herausgelöst und einer pro Muster jeweils eigenen, hinsichtlich der Emissionsdaten durch Ab- oder Zuschläge modifizierten, Gruppe zugeordnet. Die Flugleistungsdaten (Steigprofile, Geschwindigkeiten etc.) der jeweiligen AzB-Gruppe werden unverändert übernommen. Zur Anwendung kamen im DES 2017 die in der folgenden Tabelle dargestellten Ab- bzw. Zuschläge.

Tabelle 3: Angewendete Zu- und Abschläge

Typ	AzB-Gruppe	Start (dB)	Landung (dB)
<b>Vortex ausgerüstete A319, A320, A321</b>	S 5.2	0,0	-1,5
<b>A320neo</b>	S 5.2	-2,5	-1,5
<b>A321neo</b>	S 5.2	-2,0	-1,5
<b>A220-100 / BCS1</b>	S 5.2	-4,0	0,0
<b>A359</b>	S 6.1	-4,0	0,0
<b>B788</b>	S 6.1	-4,5	-0,5
<b>B789</b>	S 6.1	-3,0	-0,5
<b>B748</b>	S 7	-2,0	+0,5
<b>A388</b>	S 8	-2,0	0,0

Tabelle 1: moderne LFZ mit Ab- bzw. Zuschlägen für Start und Landung gegenüber der AzB-Flugzeuggruppe

*Hinweis: Die jährlich gemäß Teil A XI 5.1.7 des Planfeststellungsbeschlusses zum Ausbau des Verkehrsflughafens Frankfurt Main durchzuführenden und der Genehmigungsbehörde vorzulegenden Fluglärmrechnungen oder mögliche Berechnungen im Rahmen des Vollzugs des Fluglärmschutzgesetzes werden weiterhin mit unveränderten AzB-Flugzeuggruppen durchgeführt. Solche Berechnungen sind nicht Gegenstand des hier vorliegenden Berichtes.*

Diese Ab- bzw. Zuschläge basieren auf Messdaten der Fraport aus den kontinuierlichen Fluglärmmessungen gem. § 19a LuftVG und gegebenenfalls ergänzenden konservativen Annahmen. Die Vorgehensweise zur Ableitung der Ab- und Zuschläge differenzieren je nach Flugzeugtyp.

## 4 Ergebnisse des Monitorings

### 4.1 Ergebnisse der Monitoring-Berechnung 2019

Die Flächen innerhalb der beiden für die 6vM des Jahres 2019 berechneten Konturen des energieäquivalenten Dauerschallpegels  $L_{Aeq,Tag} = 60\text{dB}$  und  $55\text{dB}$  umfassen:

Fläche(60dB) = 7.022 ha

Fläche(55dB) = 17.332 ha

Beide Flächen sind deutlich kleiner als die als Lärmobergrenze definierten Flächen (8.815 ha bzw. 22.193 ha).

In den 6vM des Jahres 2019 konnte ein moderates Wachstum von 1,1 % an Bewegungen verzeichnet werden. Bemerkenswert ist dabei die Steigerung des Anteils des A320NEO an den Gesamtbewegungen am Tag von knapp über 4 % auf knapp über 8 % innerhalb eines Jahres. Eine entsprechende Verringerung des Anteils der Klasse S 5.2 und des A320 mit Vortex zeigt die positiven Auswirkungen, wenn ältere Luftfahrzeuge durch neue und emissionsärmere Muster ersetzt werden.

Siehe hierzu auch Anhang 3. Dort sind die Bewegungen der LFZ-Klassen getrennt nach Start und Landung zwischen 06 und 22 Uhr für die Jahre 2017, 2018 und 2019 aufgelistet.

### 4.2 Abschätzung der Entwicklung der Konturflächen

Aufgrund der derzeitigen Situation, in der weder die kurz- und mittelfristige Entwicklungen wegen der geltenden Reisewarnungen und Einreisebeschränkungen, noch die langfristigen Auswirkungen auf das Verhalten von Passagieren vorhergesagt werden können, kann im Rahmen dieses Berichts keine Aussage über das Verkehrsaufkommen in den kommenden Jahren getroffen werden. Deswegen hat sich das gemeinsame Bündnis für eine Lärmobergrenze für den Flughafen Frankfurt entschieden, keine zeitlich konkreten Ausblicke für das Jahr 2021 und darüber hinaus zu formulieren.

Trotzdem wurde vorsorglich geprüft, wie sich die Immissionssituation ohne die Auswirkungen der Corona-Krise entwickelt hätte. In den Prognosen, die im Rahmen der Planungen des Terminals 3 erstellt wurden, ist von einem langjährigen mittleren Wachstum von 1,6 % ausgegangen worden. Setzt man dieses Wachstum für drei Jahre an und unterstellt, dass sich an der im Jahr 2019 erreichten Verkehrszusammensetzung keine Änderungen ergeben würden, wären von der 55 dB(A) Kontur 17.970 ha und von der 60 dB(A) Kontur 7267 ha umschlossen worden. Daraus ergibt sich, dass die Lärmobergrenze unter Ausblendung der Corona-Krise und unter Annahme eines im langfristigen Mittel angenommenen Wachstums von jährlich 1,6% über drei Jahre, deutlich unterschritten worden wäre.

## 5 Abkürzungsverzeichnis/Glossar

APU	Auxiliary Power Unit. In das Heck des Flugzeugrumpfes eingebautes Hilfstriebwerk zur Stromversorgung bei abgeschalteten Haupttriebwerken.
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen.
AzB-Flugzeuggruppe	Für die Fluglärm Berechnung nach AzB wird von standardisierten Luftfahrzeuggruppen ausgegangen. Jede Gruppe besitzt einheitliche akustische und flugbetriebliche Eigenschaften für Start und Landung.
AzD	Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb
„Backbone“-Strecke	Aus Flugspuren gemittelte Flugstrecke
BIBTI	Wegpunkt im Umfeld des Flughafen Frankfurt / Main
BR	Betriebsrichtung. Die parallelen Start- und/oder Landebahnen des Flughafens Frankfurt werden in Abhängigkeit von der aktuellen Windrichtung entweder in West-Ost-Richtung (BR07) oder in Ost-West-Richtung (BR25) betrieben. Die Startbahn 18 wird ausschließlich in Nord-Süd-Richtung (BR18) betrieben. Die Nutzung der Abflugrouten von der Startbahn 18 ist teilweise abhängig von der aktuellen BR des Parallelbahnsystems, weshalb im Datenerfassungssystem unterschieden wird nach O_18-Abflugstrecken (bei Ostbetrieb des Parallelbahnsystems) und W_18-Abflugstrecken (bei Westbetrieb des Parallelbahnsystems).
Cadna/A	Schallimmissionssoftware der Firma Datakustik
DES	Datenerfassungssystem gemäß AzD und AzB. Im DES sind alle für die Fluglärm Berechnung erforderlichen Daten zusammengestellt.
DFS	DFS Deutsche Flugsicherung GmbH.
FANOMOS	Flight Track and Aircraft Noise Monitoring System. System auf der Basis von Radar-Daten zur Überprüfung der zurückgelegten Flugwege mit dem Ziel der Lärmvermeidung.
FluglärmG	Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm.
1. FlugLSV	1. Fluglärmschutzverordnung.
Fraport AG	Fraport AG Frankfurt Airport Services Worldwide, u.a. Betreiberin des Flughafens Frankfurt Main
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HMWEVW	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
Intersection Take Off	Verfahren, bei dem der Start nicht am Anfang („Kopf“) der Startbahn sondern ab einem anderen Zurollweg zur Startbahn erfolgt.
LOG	Lärmobergrenze
LSB	Lärmschutzbereich gem. Fluglärmgesetz
Matrix	In der Mathematik versteht man unter einer Matrix eine rechteckige Anordnung (Tabelle) von Elementen bzw. mathematischen Objekten, mit denen man in bestimmter Weise rechnen kann
MARUN	Wegpunkt im Umfeld des Flughafen Frankfurt / Main

RWY	Runway = Start- und/oder Landebahn
6vM	Sechs verkehrsreichste Monate = Betrachtungszeitraum der Fluglärmrechnungen analog zu 1. FlugLSV
Segmented Approach Seg. Approach	Segmentiertes Anflugverfahren Area Navigation (Flächennavigation)
Sigma-Matrix	Gemäß AzD und AzB erstellte Matrix als Berechnungsgrundlage zur Ermittlung eines Zuschlags für die Streuung der Nutzungsanteile der jeweiligen Betriebsrichtungen (sog. Sigma-Regelung)
Swingover	Bei der Landung kurzfristig angeforderter Bahnwechsel
TOBAK	Wegpunkt im Umfeld des Flughafen Frankfurt / Main
UBA	Umweltbundesamt
UNH	Umwelt- und Nachbarschaftshaus

## 6 Quellenverzeichnis

- [1] AzD - Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb vom 19.11.2008, veröffentlicht im Bundesanzeiger (BAnz. Nr. 195a vom 23. Dezember 2008).
- [2] AzB - Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen vom 19.11.2008, veröffentlicht im Bundesanzeiger (BAnz. Nr. 195a vom 23. Dezember 2008).
- [3] 1. FlugLSV - 1. Fluglärmschutzverordnung vom 27. Dezember 2008, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt (BGBl. I S. 2980).
- [4] Bericht über die Erstellung der DES-Flugstreckenbeschreibung auf der Basis von FANOMOS-Flugspurauswertungen aus den 6 verkehrsreichsten Monaten (Mai bis Oktober) 2015. OTSD, Bremen 2016
- [5] Nutzung des unabhängigen Landebetriebs. 240. Sitzung der FLK, 19.04.2017, TOP 2 - Präs. DFS, Unabhängiger Betrieb und seine Auswirkungen auf die Flugverkehrsführung, Seite 8 (vgl. auch begleitendes Material 8.2)

## Anhang 1 Datenerfassungssystem DES

### 1.1 Allgemeines zum Datenerfassungssystem

Nach AzD (Anleitung zur Datenerfassung) [1] bzw. AzB (Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen) [2] enthält jedes DES die folgenden Datenblätter:

1. Datum der DES-Erstellung und Prognosejahr
2. Flugplatzdaten
3. Flugbewegungsangaben
4. Rollstreckenbeschreibungen
5. Beschreibungen der Ab- und Anflugstrecken
6. Rollverkehr auf den Rollstrecken
7. Flugverkehr auf den Ab- und Anflugstrecken
8. Angaben zum Betrieb der Hilfstriebwerke (APU)
9. Matrix zur Auswertung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen

Abweichungen beim Vorgehen zur AzB/AzD: Punkt 9. „Matrix zur Auswertung der bahnbezogenen Betriebsrichtungen“ ist bei Berechnungen zum Monitoring der Lärmobergrenze nicht einschlägig, da diese gemäß Realverteilung erfolgt. Da sich die hier durchzuführenden Betrachtungen ausschließlich auf die Tagzeit (06 bis 22 Uhr) beziehen, werden die Verkehrsdaten zur Nachtzeit nicht dargestellt.

Die AzD enthält unter Punkt 4 Hinweise zur Qualitätssicherung der Datenerfassung. Vom Flugplatzhalter werden hier einige zusammenfassende Tabellen zu den in das DES eingestellten Flugbewegungen gefordert. Diese Tabellen sind dieser Dokumentation im Anhang als Tabelle 4 und Tabelle 5 beigefügt.

Die Forderung nach Übereinstimmung von Start und Landung in den Flugzeuggruppen sowie nach einheitlichen Start- und Landeverhältnissen (AzD Kapitel 4 Qualitätssicherung der Datenerfassung) zielt auf aus Verkehrsprognosen abgeleitete DESe ab. Bei retrospektiven Betrachtungen sind diese Forderungen nicht sinnvoll. In der Realität ist davon auszugehen, dass nicht alle Umläufe von Flugzeugen ganzzahlig mit den sechs verkehrsreichsten Monaten (hier 184 Tage) zusammenpassen. Am Anfang und am Ende der 6vM kommt es zu im Vergleich zur Gesamtzahl der Flugbewegungen der 6vM unbedeutenden Abweichungen.

### **1.1.1 Mit Vortex-Generator nachgerüstete A320 Familie**

Grundlage des Pegelabschlags für die mit Vortex-Generator nachgerüsteten Flugzeugmuster der A320 Familie bei der Landung sind die entsprechenden Monitoringergebnisse, welche dem FFR bereitgestellt wurden. Es wurden die gemessenen mittleren Schallereignispegel, die an den unterschiedlichen Messstationen der Fraport AG für Flugzeuge ohne bzw. mit Vortex-Generator erfasst wurden, gegenübergestellt.

Auf der Basis dieser Auswertung wurde als Ansatz für die AzB-Emissionsdaten ein Pegelabschlag von 1,5 dB für alle mit Vortex-Generator ausgerüsteten Flugzeuge der A320-Familie zugrunde gelegt.

### **1.1.2 Modifizierte Flugzeugtypen (A320neo, A321neo und B748)**

Modifizierte Flugzeugtypen zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie im Vergleich zu dem jeweiligen Vorgängermodell mit Triebwerken ausgestattet sind, die ein größeres Nebenstromverhältnis aufweisen. Zusätzlich können unter Anderem Modifikationen wie die Ausrüstung mit Chevron-Düsen am Strahlauslass des Triebwerks oder Optimierungen an den Tragflügeln Beiträge zur Minderung der Schallemission liefern.

Zur Ableitung der Ab- bzw. Zuschläge wurden die mittleren Typenpegel der modifizierten Flugzeugmuster und der jeweiligen Vorgängermodelle ermittelt. Im Fall der A320- und A321-neo-Versionen wurden als Referenzflugzeug die jeweiligen ceo-Versionen ohne Vortex-Generator herangezogen. Die Boeing 747-400 stellt das Referenzflugzeug für die Boeing B747-8 dar. Aus den Differenzen der an An- und Abflug-Messstationen ermittelten Typenpegel ergeben sich die Ab- bzw. Zuschläge, welche bei der Fluglärmrechnung zum Monitoring der Einhaltung der Lärmobergrenze genutzt werden.

### **1.1.3 Neu entwickelte Flugzeugtypen (A220-100/BCS1, A350, B788, B789, A388)**

Die Einordnung eines Flugzeugtyps in eine AzB-Gruppe erfolgt entsprechend des Nebenstromverhältnisses, der Anzahl der Triebwerke und der Maximum Take-Off Mass (MTOM). Es läge daher nahe, als Referenz für die messtechnische Ableitung von Zu- und Abschlägen den AzB-Gruppentypenpegel der älteren Flugzeugmuster mit dem Typenpegel des neu entwickelten Flugzeugtyps zu vergleichen. Bei dieser Vorgehensweise wäre jedoch zu beachten, dass der gemessene AzB-Gruppenpegel an einer An- oder Abflugroute von der Zusammensetzung der AzB-Typen abhängig ist. Insbesondere bei der AzB-Gruppe S6.1, welche zweistrahlige Flugzeugtypen über 120 Tonnen enthält, ist die Spanne der Typenpegel der einzelnen Typen verhältnismäßig groß.

Um eine stabile Referenz für die neu entwickelten Flugzeugmuster zugrunde zu legen, wurde ein Flugzeugtyp der jeweiligen AzB-Gruppe genutzt, der häufig in Frankfurt verkehrt, auf allen Routen vertreten ist und tendenziell niedrigere Pegelwerte hervorruft als die älteren Flugzeugmuster der jeweiligen AzB-Gruppen zusammen.

Als Referenzflugzeugtyp für die BCS100 bzw. nun als A220-100 benannt, wurde die A320ceo der AzB-Gruppe S5.2 genutzt. Die Typenpegel der neuen Flugzeugmuster der AzB-Gruppe S6.1, A350, B787-800 und B787-900 wurden zum Typenpegel der B772/B77L in Relation gesetzt. Da die B772 selten in Frankfurt verkehrt, werden die Typenpegel faktisch durch die B77L dominant geprägt. In der nachfolgenden Grafik ist die normierte Verteilung der

gemessenen LAX-Werte bei Start der S6.1 AzB-Gruppe ohne neue Flugzeugtypen, der B772/B77L und der B788 dargestellt. Die Verteilung der B772/B77L Pegelwerte ist gegenüber der Verteilung der gesamten AzB-Gruppe zu etwas niedrigeren Pegelwerten hin verschoben. Durch diesen Ansatz ist sichergestellt, dass die aus dem Typenpegelvergleich abgeleiteten Abschläge für die neuen Flugzeugtypen konservativ abgeschätzt werden.

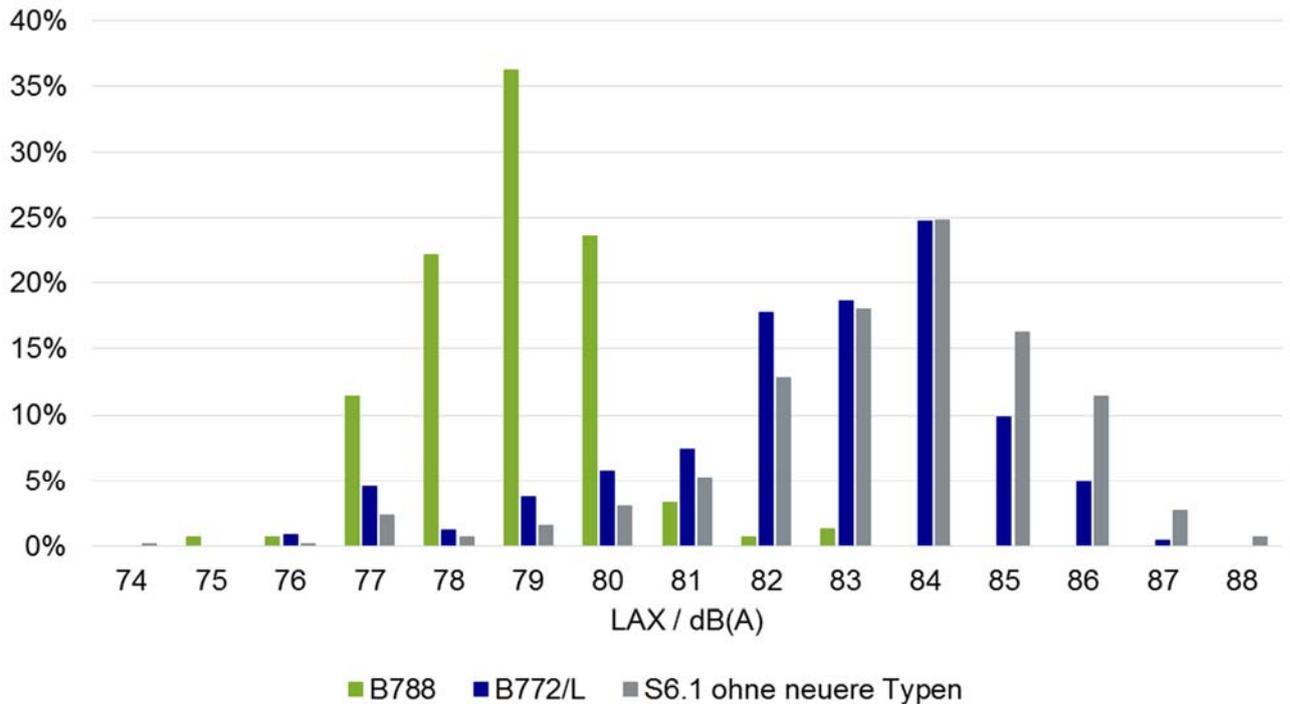


Abbildung 1: Normierte Pegelverteilung für Starts der Flugzeugtypen B788, B772/B77L und der AzB-Gruppe S6.1 ohne die neu entwickelten Flugzeugtypen

In der AzB '08 wird die A380-800 zwar der Gruppe S8 zugeordnet, die Emissions- und Flugleistungsdaten sind jedoch identisch mit denen der AzB-Gruppe S7. Als Referenzflugzeugtyp zur Ableitung der Abschläge wurde daher die Boeing 747-400 herangezogen.

## 1.2 Flugplatzdaten

Die Flugplatzdaten wurden anlässlich der Ausweisung des Lärmschutzbereiches im Jahre 2011 von der Firma OTSD in enger Zusammenarbeit mit der DFS erstellt. Der Grund für diese Neubearbeitung lag zum einen in der Novellierung des Fluglärmschutzgesetzes und der damit verbundenen Umstellung der Koordinatensysteme von Gauß-Krüger-Zone 3 auf UTM – Zone 32. Zum anderen musste das Bahnsystem um die Landebahn Nordwest ergänzt werden. Die im Jahre 2011 für das Bahnsystem erstellten Daten sind weiterhin aktuell.

Seitens Fraport wurden für die Startbahn 18 und für die Centerbahn neben den Startpunkten mit voller Bahnlänge auch Startpunkte mit verkürzter Startlaufstrecke (Intersection Take Off) eingeführt. Bei der Startbahn 18 (RWY 18) ergeben sich damit die Startpunkte bei den Rollwegen „N“, „M“ und „S“. Bei der Centerbahn werden aktuell zusätzlich die Startpunkte bei

den Rollwegen „L6“ bei Betriebsrichtung 25 und „L16“ bei Betriebsrichtung 07 berücksichtigt. Da auf der Centerbahn in der Realität eine Vielzahl von Startpunkten genutzt wird, wird jährlich die relative Häufigkeit dieser Nutzungen überprüft und gegebenenfalls die resultierende mittlere verkürzte Startlaufstrecke im DES angepasst. Die Südbahn wird im Regelfall nur als Landebahn genutzt. Aufgrund des geringen Startverkehrs (weniger als 1 % aller Starts erfolgen von der Südbahn) wird hier auf zusätzliche Intersection-Startpunkte verzichtet.

Bei allen für die Landung zugelassenen Bahnen wurden die Abrollpunkte konservativ an den weitest entfernten Abrollweg gelegt. Die Start- und Landepunkte für Hubschrauber liegen auf der Süd- bzw. auf der Centerbahn. Ein separater Hubschrauberstart- und Landepunkt ist im AIP nicht mehr ausgewiesen.

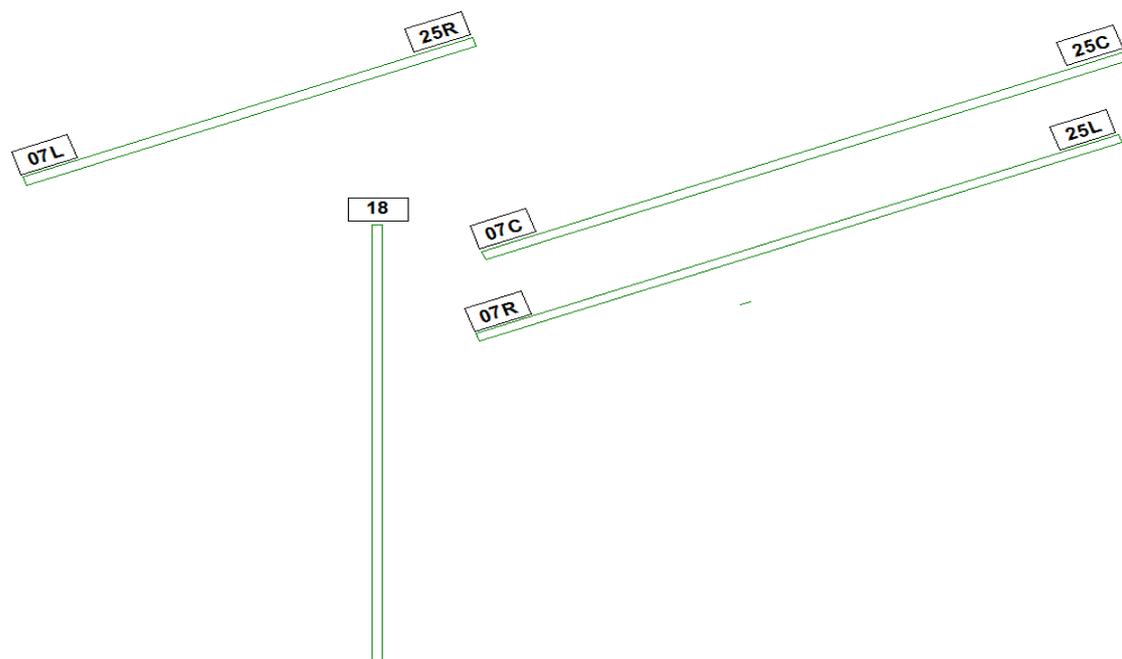


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Bahnensystems mit den entsprechenden Runway-Bezeichnungen

### 1.3 Flugstreckenbeschreibung

Die aktuell verwendete DES-Flugstreckenbeschreibung, die von der Firma OTSD, Bremen, erstellt wurde, beruht auf FANOMOS-Flugspurauswertungen aus den sechs verkehrsreichsten Monaten (Mai bis Oktober) 2015. Diese Arbeit wurde von Experten aus den Häusern HMWEVW, HLNUG, DFS, UNH und Fraport fachlich begleitet.

Anzahl und Lage der Flugstrecken, die Korridorweiten und die Länge der Streckenbeschreibungen wurden in diesem Begleitkreis besprochen und abgestimmt. Hier wurde auch abgestimmt, für welche Strecken neben der „Backbone“-Strecke, welche der veröffentlichten Streckenführung weitgehend entspricht, zusätzlich Stellvertreterstrecken, z.B. zur Nachbildung typischer Direktfreigaben, definiert werden sollten.

Die Belegung der jeweiligen Strecke wurde getrennt nach AzB-Gruppen und getrennt nach Tag bzw. Nacht ausgewertet. Ebenso wurden von OTSD Angaben über Swingover-Vorgängen

für den Landeanflug gemacht [4]. Angaben zu Fehlanflugstrecken und Intersection Take Offs konnten von OTSD auf Basis der Radardaten nicht ermittelt werden. Die Fehlanflugstrecken wurden von Fraport auf Basis der veröffentlichten Streckenführungen ergänzt. Um die Intersection-Abflüge berücksichtigen zu können, wurden die DES-Abflugstrecken dupliziert und an die jeweils verkürzten Startbahnen angebunden. Die Abflugstrecken der Centerbahn wurden doppelt ausgelegt, sodass für jede Betriebsrichtung ein zweiter Startpunkt eingerichtet werden konnte. Für die Startbahn 18 wurden die Abflugstrecken sechsfach ausgeführt. Dieser Aufwand ist notwendig, um zum einen die drei oben (Flugplatzdaten) genannten Startpunkte auf der Startbahn 18 realisieren zu können und zum anderen, um die unterschiedliche Belegung in Abhängigkeit von der Betriebsrichtung des Parallelbahnsystems nachbilden zu können.

Im Rahmen der kontinuierlichen Pflege des Routensystems wurden die 2017 eingeführten Flugstrecken in Richtung TOBAK, MARUN und BIBTI mit der Endung "W" bzw. "K" von Fraport eingefügt. Da zu diesen Strecken noch keine statistisch belastbaren FANOMOS-Daten ausgewertet werden konnten, wurden die DES-Streckenbeschreibungen auf Grundlage der AIP-Veröffentlichungen ausgeführt. Die Korridorbreiten wurden nach dem Start bis auf 500 m aufgeweitet und dann konstant gehalten. Die von OTSD auf Basis von FANOMOS-Daten konstruierten Strecken mit der Endung „M“ und „H“ sind weiterhin vorhanden.

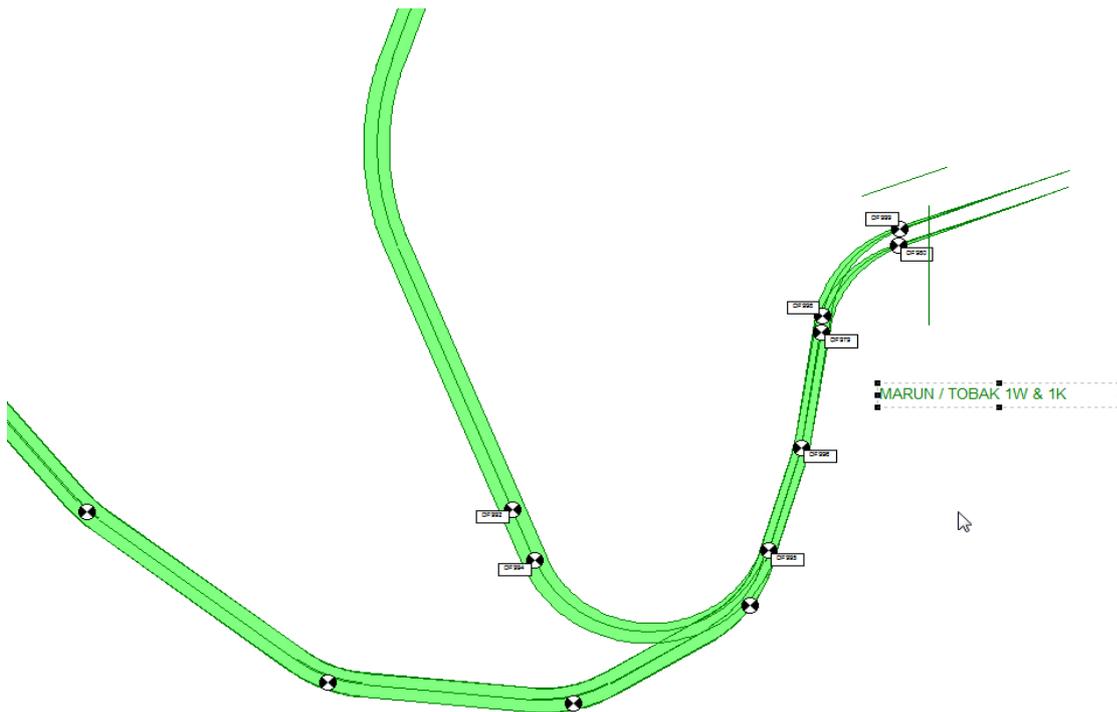


Abbildung 3: Abflugstrecken in Richtung TOBAK, MARUN und BIBTI mit der Endung „W“ bzw. „K“

## 1.4 Flugbewegungsangaben

Jede Flugbewegung wird in der Datenbank zur Messung von Fluggeräuschen erfasst. Diese Datenbank enthält eine Vielzahl von Daten, von denen die Start- bzw. die Landezeit, der Flugzeugtyp, die AzB-Gruppe, die Registration, die Art der Flugbewegung (Start oder Landung), die Start- bzw. Landebahn, die DFS-Abflugstrecke bzw. der Einflugpunkt, die Betriebsrichtung des Parallelbahnsystems, die Entfernung zum Zielflughafen (kurz / mittel / lang) sowie die Abstellposition für die DES-Erstellung von Bedeutung sind. Um die Auswertung der Datenbank zu vereinfachen, werden die in der Datenbank enthaltenen Streckeninformationen zu eindeutigen Hauptstreckenbezeichnungen zusammengefasst. Diese setzen sich beim Parallelbahnsystem aus Bewegungsart, z.B. Start, der Bahn und der Flugstrecke zusammen.

Bei den Landungen ist die Vorgehensweise ähnlich. Hier ist allerdings bei der Landebahn Nordwest zu unterscheiden, ob die Landung mit  $3^\circ$  oder mit  $3,2^\circ$  durchgeführt wurde. Eine Landung mit einem  $3,2^\circ$ -Gleitwinkel wird nur durchgeführt, wenn gute Sichtbedingungen herrschen (maximal CAT I) und über den gesamten Gleitweg keine Rückenwindkomponente vorliegt. Für die Südbahn ist zu unterscheiden, ob die Anflüge im sogenannten abhängigen Betrieb (Horizontalsegment für Landebahn Nordwest und Südbahn in 5000ft Höhe) oder im unabhängigen Betrieb (Südbahn dann nur 4000ft Zwischenanflughöhe) durchgeführt wurden. Der unabhängige Betrieb wird nach Angaben der DFS [5], in der Zeit von 06:00 bis 20:30 Uhr durchgeführt. In der übrigen Zeit werden die Südbahn und die Landebahn Nordwest im abhängigen Betrieb und damit mit jeweils 5000ft Horizontalanflug betrieben.

Fehlanflüge („Durchstarts“) und Segmented Approach-Flüge können ebenfalls der Datenbank der Fraport-Fluglärmerfassung entnommen werden. Die Durchstarts werden als je ein Start und eine Landung modelliert. Ein Rollvorgang resultiert hieraus nicht.

### 1.4.1 Berücksichtigung von statistischen Daten

Zu den einzelnen Flugbewegungen ist nicht dokumentiert, ob bei einem Abflug z.B. eine Direktfreigabe erfolgt ist und daher eine von der Backbone-Strecke abweichende Stellvertreterroute genutzt wurde. Um jeweils die Backbone-Strecke und ggf. vorhandene Unterstrecken realitätsnah belegen zu können, werden statistische Daten verwendet. Diese statistischen Daten werden in der sogenannten Verteilungsdatei zusammengefasst. Die Verteilungsdatei besteht zu einem großen Teil aus den oben genannten Streckenbelegungsauswertungen von OTSD. Diese wurden getrennt nach AzB-Gruppen sowie nach Tag und Nacht in relative Streckenbelegungen umgewandelt. Die gemäß der o.g. Datenbank einer bestimmten Abflugstrecke zugeordneten Flugbewegungen werden gemäß dieser relativen Verteilungsangaben auf die Backbone-Strecke und ggf. vorhandene Stellvertreterrouten verteilt. Diese Vorgehensweise wird sinngemäß auch auf Anflüge z.B. bei der Verteilung auf die Eindrehbögen vom Gegenanflug auf die Anfluggrundlinie angewendet.

Fraport-intern werden weitere statistische Auswertungen erstellt zur Belegung der Startpunkte (Intersection Take Offs) und bei der Landung zur Berücksichtigung von Swingover-Vorgängen. Diese Daten werden jährlich aktualisiert und in das jeweilige DES eingepflegt.

## 1.5 Rollstreckenbeschreibungen

Wie in AzD 2.2.4 Abs. 2 zur Aufwandsbegrenzung vorgeschlagen, wurden benachbarte Abstellpositionen in geeigneter Weise zu Positionsbereichen („Ersatzpositionen“) zusammengefasst. Die Positionsbereiche entsprechen denen, die im PFU-Gutachten G10.1B [11], Abb. 2-3, zum Planungsfall 2020 verwendet wurden. Jedem regulären Abflug geht ein Zurollvorgang von einem der 20 definierten Positionsbereiche voraus und jedem regulären Anflug folgt ein Abrollvorgang zu einem Positionsbereich.

Für das DES wurden alle Positionsbereiche mit den in der Flugplatzbeschreibung definierten Startbahn-Zurollpunkten und Landebahn-Abrollpunkten über Standardrollwege verbunden. Gemäß AzD 2.2.4 Abs. 2 wurden dabei immer diejenigen Abrollbahnen verwendet, die nach der Landung des Flugzeugs am weitesten vom Aufsetzpunkt entfernt sind. Auf die Beschreibung von Rollwegen, die die parallelen S/L-Bahnen kreuzen, wurde dabei verzichtet. Stattdessen wurden die Standardrollwege grundsätzlich so festgelegt, dass die Parallelbahnen umfahren und damit die rollenden Flugzeuge in geringstmöglichem Abstand zur umgebenden Wohnbebauung geführt werden. Wegen der größeren Länge (Emissionsdauer) und der Lage (geringerer Abstand zur umgebenden Wohnbebauung) der so festgelegten Rollwege führt diese Vereinfachung tendenziell zu einer Überschätzung der im Umland auftretenden Rolllärmmissionen.

## 1.6 Rollverkehr auf den Rollstrecken

Die Datenbank zur Messung von Fluggeräuschen beinhaltet, wie oben bereits erwähnt, die genutzte Start- bzw. Landebahn, die Betriebsart (Start/ Landung), die Betriebsrichtung sowie die Abstellposition, die einem Positionsbereich zugeordnet ist. Jedes Flugzeug ist einer bestimmten Flugzeuggruppe zugeordnet. Jede einzelne Flugbewegung hat am Tag (06:00 bis 22:00Uhr) oder in der Nacht (22:00 bis 06:00) stattgefunden.

## 1.7 Angaben zum Betrieb der Hilfsgasturbinen (APU)

Im DES wurde jede reguläre Abstellposition mit einem APU-Emissionspunkt für Start und einem für Landung versehen. Die Belegung erfolgt wieder als Pivot-Auswertung über alle Abstellpositionen differenziert nach Flugzeuggruppen und nach Tag und Nacht. Als Einwirkzeiten werden die AzB-Standardzeiten verwendet.

## Anhang 2 Weiteres begleitendes Material

### 2.1 Anflug Landebahn NW, Gleitwinkel 3,0° bzw. 3,2°

Auf der Landebahn NW wurde im Rahmen des aktiven Schallschutzes ein erhöhter Anflugwinkel von 3,2° eingerichtet. Der erhöhte Anflugwinkel wird in beiden Betriebsrichtungen (25 und 07) nur bei guter Sicht (maximal CAT I) und bei Gegenwind verwendet. Wenn eine dieser Bedingungen nicht erfüllt ist, wird der Anflug mit 3,0° durchgeführt.

Die „Schaltzeiten“ zwischen 3,0° und 3,2° werden von der DFS nicht kontinuierlich dokumentiert. Für die Berücksichtigung im DES wurde daher eine andere Herangehensweise gewählt:

Die dokumentierten Flugbewegungsdaten werden mit minutengenauen Protokoll Daten über die Betriebszeiten CAT II und III sowie mit Daten des DWD zu Windrichtung und Windgeschwindigkeit, welche als Halbstundenmittelwerte zur Verfügung stehen, verknüpft. Die Auflösung dieser DWD-Daten beträgt bei den Richtungsangaben 10° (z.B. 160° +/- 5°) und bei der Windgeschwindigkeit 1m/s.

Es ist davon auszugehen, dass ein Gleitwinkel von 3,2° im Anflug angewendet wird, wenn:

1. Kein CAT oder CAT I vorliegt (also CAT II / III nicht vorliegt)
2. die Windrichtung am Boden im Bereich von Betriebsrichtung +/- 90° liegt und
3. in der Höhe keine Rückenwindkomponente vorliegt.

Da über die Rückenwindkomponente in der Höhe keine Daten zur Verfügung stehen kann diese nur aus der Winddrehung in der Höhe abgeleitet werden. Der Wind am Boden unterliegt stets der Reibung am Boden. Bei fehlender Reibung (in der Höhe) ändert sich die Windrichtung um 30 bis 45° gegenüber dem Bodenwind. Auf der nördlichen Erdhalbkugel ist dieser Effekt rechtsdrehend (hin zu größeren Gradzahlen). Ein Wind am Boden aus der Richtung BR + 45° bis BR +90° weist in der Höhe eine Richtung  $\geq$  BR + 90° auf. Es liegt also eine Rückenwindkomponente in der Höhe vor. Der Effekt der Reibung und der daraus resultierenden Drehung wird bis zu einer Höhe von ca. 1.500m beobachtet. Bei einem Anflug aus 5.000 ft (1.524m) kommt dieser Effekt vollständig zum Tragen. Aus diesem Grund wurde nur für Wind aus den Richtungen BR - 90° bis BR + 45° von Gegenwind (über die gesamte relevante Endanflughöhe) und damit von gegebener 3,2°-Voraussetzung ausgegangen.

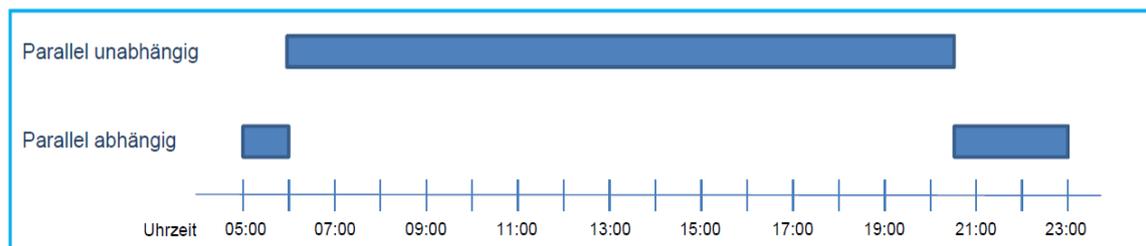
Im Rahmen einer konservativen Betrachtungsweise wird die Stärke des Rückenwindes nicht berücksichtigt. Sobald für eine der beiden Betriebsrichtungen eine auch nur geringe Rückenwindkomponente gegeben ist wird im DES konservativ ein Gleitwinkel von 3,0° eingestellt.

Die Halbstundenmittelwerte für Windrichtung und Windgeschwindigkeit des DWD weisen leider auch Datenlücken auf. Mit Anflügen, die während dieser Datenlücken stattfinden, wird wie folgt verfahren. Wenn vor und hinter der Datenlücke, bei gleicher Betriebsrichtung, die Voraussetzungen für einen 3,2°-Anflug gegeben sind, wird auch für die Anflüge in der Datenlücke ein 3,2°-Anflug angenommen. Für alle anderen Fälle wird als konservativer Ansatz von einem 3,0°-Anflug ausgegangen.

## 2.2 Unabhängiger Landebetrieb

### 2015: Änderung Luftraumstruktur Anflugkontrolle

- **PSS/NSF** sind Maßnahmen in Folge des Ausbaus (LBNW) und zielt auf die Bewältigung **wachsender Verkehrszahlen**
- Ein Baustein von NSF ist der unabhängige Landebetrieb
- Bei Einführung NSF wurde davon ausgegangen, dass mit den aktuellen Verkehrszahlen und nach einer Einführungsphase auch unter den neuen Rahmenbedingungen **wieder** der abhängige Landebetrieb genutzt werden kann  
→ **Entgegen der Annahme (max. 55-60%) wird heute der unabhängige Landebetrieb zu ca. 80-90% durchgeführt**



Nutzung des unabhängigen Landebetriebs. 240. Sitzung der FLK, 19.04.2017, TOP 2 - Präs. DFS, Unabhängiger Betrieb und seine Auswirkungen auf die Flugverkehrsführung, Seite 8.

### Anhang 3 Flugbewegungen der 6vM 2017, 2018 und 2019

Tab. 1: Belegung der LFZ-Klassen getrennt nach Start und Landung zwischen 06 und 22 Uhr für die Jahre 2017, 2018 und 2019 im Vergleich.

Flugzeug- gruppe	6vM 2017				6vM 2018				6vM 2019			
	Start	Landung	Start %	Landung %	Start	Landung	Start %	Landung %	Start	Landung	Start %	Landung %
P1.2	1	1	0,00%	0,00%	0	0	0,00%	0,00%	0	0	0,00%	0,00%
P1.3	17	17	0,01%	0,01%	0	0	0,00%	0,00%	5	5	0,00%	0,00%
P1.4	73	71	0,06%	0,06%	58	56	0,05%	0,04%	61	62	0,05%	0,05%
P2.1	1.194	1.005	1,02%	0,84%	1.332	1.128	1,05%	0,88%	1.326	1.148	1,04%	0,88%
S3.2	0	0	0,00%	0,00%	1	1	0,00%	0,00%	0	0	0,00%	0,00%
S5.1	14.467	14.515	12,32%	12,11%	15.480	15.778	12,24%	12,29%	15.992	16.268	12,53%	12,52%
S5.2	27.246	26.607	23,20%	22,19%	33.678	32.604	26,63%	25,41%	28.280	27.451	22,16%	21,13%
BCS1	78	78	0,07%	0,07%	141	143	0,11%	0,11%	523	533	0,41%	0,41%
BCS3	7	7	0,01%	0,01%	95	96	0,08%	0,07%	440	449	0,34%	0,35%
A20V*	46.636	50.674	39,70%	42,26%	44.983	48.529	35,57%	37,82%	43.518	46.633	34,09%	35,89%
A20N	3.117	3298	2,65%	2,75%	4.996	5.316	3,95%	4,14%	10.410	11.011	8,16%	8,47%
A21N	1	1	0,00%	0,00%	7	7	0,01%	0,01%	1.030	1.108	0,81%	0,85%
S5.3	123	123	0,10%	0,10%	100	99	0,08%	0,08%	40	38	0,03%	0,03%
S6.1	12.063	11.279	10,27%	9,41%	13.076	12.227	10,34%	9,53%	13.132	12.117	10,29%	9,33%
A350	424	428	0,36%	0,36%	195	145	0,15%	0,11%	507	508	0,40%	0,39%
B788	634	648	0,54%	0,54%	575	592	0,45%	0,46%	561	581	0,44%	0,45%
B789	731	631	0,62%	0,53%	1.006	961	0,80%	0,75%	1.402	1.441	1,10%	1,11%
S6.2	933	821	0,79%	0,68%	1.000	958	0,79%	0,75%	850	848	0,67%	0,65%
S6.3	2.020	1.744	1,72%	1,45%	2.760	2.680	2,18%	2,09%	2.446	2.025	1,92%	1,56%
S7	2.832	2.539	2,41%	2,12%	2.496	1.972	1,97%	1,54%	2.138	2.283	1,67%	1,76%
B748	2.442	2.881	2,08%	2,40%	2.508	2.932	1,98%	2,28%	2.865	3.119	2,24%	2,40%
A388	2.404	2.518	2,05%	2,10%	1.952	2.083	1,54%	1,62%	2.100	2.291	1,65%	1,76%
H1.1	8	8	0,01%	0,01%	4	4	0,00%	0,00%	7	7	0,01%	0,01%
H1.2	9	9	0,01%	0,01%	12	14	0,01%	0,01%	10	9	0,01%	0,01%
H2.1	0	0	0,01%	0,01%	4	4	0,00%	0,00%	3	3	0,00%	0,00%
Gesamt	117.460	119.903	100,00%	100,00%	126.459	128.329	100,00%	100,00%	127.646	129.938	100,00%	100,00%