

EXPERTENGREMIUM AKTIVER SCHALLSCHUTZ

**Bericht über die Ergebnisse zum Monitoring des 1. Maßnahmenpakets
Aktiver Schallschutz am Flughafen Frankfurt/Main**

Berichtszeitraum: Juni 2010- Mai 2012

Autoren

Expertengremium Aktiver Schallschutz des Forum Flughafen & Region Frankfurt (Redaktionsteam: Regine Barth, Alexander Braun, Olaf Glitsch, Daphne Goldmann, Helmut Tolksdorf, Jochen Schaab, Horst Schmittziel, Silvia Schütte, Anja Wollert)

Herausgeber

Forum Flughafen & Region / Gemeinnützige Umwelthaus GmbH
Rüsselsheimer Str. 100 / 65451 Kelsterbach
www.umwelthaus.org

Fachliche Koordination

Öko-Institut e.V. / www.oeko.de

Stand

15.06.2012

Inhalt

1	Einführung	1
1.1	Ziele des Monitorings und dieses Berichts	1
1.2	Ablauf des Monitorings.....	2
2	Monitoringergebnisse zu den einzelnen Maßnahmen.....	3
2.1	Vertikale Optimierung von Abflugverfahren – Einhaltung einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 220 Knoten angezeigter Geschwindigkeit IAS.....	3
2.1.1	Beschreibung der Maßnahme	3
2.1.2	Erwartete Auswirkung der Maßnahme	4
2.1.3	Umsetzung der Maßnahme	5
2.1.4	Durchführung des Monitorings.....	6
2.1.5	Ergebnisse	7
2.2	Umrüstung der Boing737-Flotte der Lufthansa – Austausch der schallabsorbierenden Auskleidungen an den Triebwerken	16
2.2.1	Beschreibung der Maßnahme	16
2.2.2	Erwartete Auswirkung der Maßnahme	17
2.2.3	Umsetzung der Maßnahme	18
2.2.4	Durchführung des Monitorings.....	18
2.2.5	Ergebnisse	20
2.3	Optimierung beim Betriebsrichtungswechsel je nach Rückenwind – Anweisung an die Lotsen der Deutschen Flugsicherung.....	21
2.3.1	Beschreibung der Maßnahme	21
2.3.2	Erwartete Auswirkung der Maßnahme	22
2.3.3	Umsetzung der Maßnahme	23
2.3.4	Durchführung des Monitorings.....	23
2.3.5	Ergebnisse	23
2.4	Segmented RNAV (GPS) Approach.....	24
2.4.1	Beschreibung der Maßnahme	24
2.4.2	Umsetzung der Maßnahme	24
2.4.3	Erwartete Auswirkung der Maßnahme	26
2.4.4	Ergebnisse	26
2.5	Dedicated Runways Operations (bevorzugte Bahnnutzung – DROps)	38
2.5.1	Beschreibung der Maßnahme	38
2.5.2	Erwartete Auswirkungen der Maßnahme	39

2.5.3	Umsetzung der Maßnahme	41
2.5.4	Durchführung des Monitorings	42
2.5.5	Ergebnisse	42
2.6	Optimierung kontinuierlicher Sinkflug (Continuous Descent Approach – CDA/CDO) – Optimierung der Anwendung und Erhöhung der Ausnutzung	64
2.6.1	Beschreibung der Maßnahme	64
2.6.2	Erwartete Auswirkung der Maßnahme	66
2.6.3	Umsetzung der Maßnahme	66
2.6.4	Durchführung des Monitorings	66
2.6.5	Ergebnisse	66

Anlagen:

- Anlage 1: Übersicht Fluglärmmessstationen
- Anlage 2: DROps
- Anlage 3: Empfehlungen aus dem Expertengremium Aktiver Schallschutz

1 Einführung

Im Konvent des Forum Flughafen & Region (FFR) wurde am 29.06.2010 das erste Maßnahmenpaket Aktiver Schallschutz¹ der Öffentlichkeit vorgestellt. Das Paket enthält Vorschläge für sieben einzelne Maßnahmen des aktiven Schallschutzes, die eine Entlastung von Fluglärm für die Menschen in der Rhein-Main Region bringen sollen. Die Umsetzung des Paketes wurde mit der Vorstellung der Maßnahmen in der Frankfurter Fluglärmkommission am 01.07.2010 eingeleitet. In der Regel war für die Maßnahmen jeweils ein Probebetrieb ab Anfang des Jahres 2011 vorgesehen. Die Dauer des Probebetriebes war auf etwa ein Jahr veranschlagt.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen sollen das Ziel des aktiven Schallschutzes auf drei möglichen Wegen erreichen:

- Die Reduzierung von Lärm an der Quelle durch technische Maßnahmen.
- Die Vergrößerung des Abstandes der Lärmquelle von bevölkerungsreichen Gebieten – horizontal und/oder vertikal – und damit die Verringerung des dort auftreffenden Lärms.
- Schaffung von Lärmpausen.

Die Maßnahmen wurden speziell für den Standort Frankfurt identifiziert und auf ihre Geeignetheit geprüft. Auf Erfahrungen an anderen Flughafenstandorten zu vergleichbaren Maßnahmen konnte dabei kaum zurückgegriffen werden. Viele Aspekte konnten im Vorhinein nur abgeschätzt werden bzw. unter Treffen bestimmter Annahmen berechnet werden, insbesondere zu Lärmauswirkungen. Es ist daher immer deutlich gemacht worden, dass es nach Einführung der Maßnahmen erforderlich sein wird jeweils so gut wie möglich zu überprüfen, ob die angenommenen Abläufe und Lärminderungen auch eingetreten sind. Unter Umständen sind je nach Ergebnis auch Maßnahmen neu zu justieren. Daher wurde mit der Vorstellung und Umsetzung der Maßnahmen jeweils ein Probebetrieb vorgegeben, währenddessen die getroffenen Annahmen überprüft werden sollten. Ein weiteres Ziel war es auch, Optimierungspotentiale für diese Maßnahmen zu erkennen.

1.1 Ziele des Monitorings und dieses Berichts

Der vorliegende Bericht dient der Dokumentation des Vorgehens beim Monitoring und als Basis für die weiteren Empfehlungen. Die Empfehlungen des Expertengremiums zum weiteren Vorgehen zu den Maßnahmen sind in der Anlage „Empfehlungen zum weiteren Vorgehen der Umsetzung des ersten Pakets Aktiver Schallschutz des FFR“ enthalten.

Die verfügbaren Instrumente zur Berechnung oder Abschätzung von Lärm haben Grenzen, technisch, methodisch, hinsichtlich der Verfügbarkeit erforderlicher Eingangsdaten ebenso wie bezogen auf den Aufwand.

Das Lärmverhalten jedes einzelnen Flugzeuges sowie die Auswirkung die bei den Betroffenen ankommt, hängt von vielen Faktoren ab, die sich auch je nach Verfahren, individueller Konfiguration und

¹ Abzurufen auf der Homepage des UNH: <http://www.forum-flughafen-region.de/forum/expertengremium-aktiver-schallschutz/massnahmenpaket-aktiver-schallschutz/>. In dem Bericht sind die Maßnahmenbeschreibungen, Begründungen Annahmen zu Lärmauswirkungen sowie Berechnungsergebnisse dargestellt.

Wetterverhältnissen noch unterschiedlich ausprägen (u.a. Art des Triebwerks, Geschwindigkeit, Höhe, Wind, Winkel des Flugzeugs, Temperatur, Schubsetzung, Klappenstellung, Fahrwerk), so dass jede Vorhersage nur so genau sein kann, wie dies der heutige Stand der Wissenschaft und vor allem die Verfügbarkeit von Daten es zulassen. Es bleibt eine kontinuierliche Aufgabe, sowohl die Möglichkeiten der vorherigen Berechnung von Lärmauswirkungen als auch die Messung und nachträgliche Auswertung weiter zu entwickeln. Diese Aufgabe wird auch in Zukunft einen wichtigen Anteil der Arbeit im FFR einnehmen.

Das nachfolgend erläuterte Monitoring beruht auf einem Konzept, das im Entwurf u.a. in der AG Transparenz der Fluglärmkommission (FLK) vorgestellt und diskutiert wurde. Die Anregungen der Beteiligten wurden insbesondere in der Frage, an welchen Stellen Lärmmessungen mit mobilen Messstationen durchgeführt werden sollten, aufgegriffen und berücksichtigt. Das endgültige Monitoringkonzept wurde am 03.12.2010 im Konvent des FFR vorgestellt. Erste Zwischenergebnisse des Monitorings wurden auf den Konventen am 17.06.2011 und 25.11.2011 vorgestellt.

Das Monitoring und seine Ergebnisse wurden in einer Arbeitsgruppe durchgeführt. Die Mitglieder dieser Arbeitsgruppe waren Vertreter des Umwelt- und Nachbarschaftshauses, der Fraport, die Geschäftsführerin der Fluglärmkommission, der DFS, Lufthansa sowie unabhängige Experten:

- Alexander Braun (UNH)
- Daphne Goldmann (Fraport)
- Anja Wollert (GF FLK)
- Olaf Glitsch/Horst Schmittdiel (DFS)
- Helmut Tolksdorf/Gerd Saueressig (Lufthansa)
- Dr. Ullrich Isermann (DLR)
- Kurt Müller
- Koordination: Regine Barth/Silvia Schütte (Öko-Institut)

1.2 Ablauf des Monitorings

Es wurden folgende Komponenten überprüft:

- Vertikale Optimierung von Abflugverfahren – Einhaltung einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 220 Knoten;
- Umrüstung der Boeing 737-Flotte der Lufthansa – Austausch der schallabsorbierenden Auskleidungen an den Triebwerken;
- Optimierung beim Betriebsrichtungswechsel je nach Rückenwind – Anweisung an die Lotsen der Deutschen Flugsicherung;
- Segmented RNAV (GPS) Approach – Ausnutzung;
- Dedicated Runways Operations (bevorzugte Bahnnutzung – DROps) – Ausnutzung;
- Optimierung kontinuierlicher Sinkflug (Continuous Descent Approach – CDA/CDO) – Optimierung der Anwendung und Erhöhung der Ausnutzung.

Die Veränderung der Lärmbelastung durch die geänderten Verfahren wurde auf Basis der Messungen der stationären Messstellen der Fraport AG untersucht, da hier auch ausreichend Messdaten für den

Zeitraum vor der Einführung der jeweiligen Maßnahme vorlagen um Vergleiche ziehen zu können. Die festen Messstellen des UNH wurden erst im Lauf des Jahres 2011 bzw. 2012 eingerichtet. Ergänzend wurden Messungen mit mobilen Anlagen durch das Umwelthaus und die Fraport AG durchgeführt. Für das Monitoring wurden des Weiteren insbesondere FANOMOS Daten der DFS ausgewertet, die es u.a. ermöglichen, laterale Position, Höhe und Geschwindigkeit von Flugzeugen zu vergleichen. Es standen Daten für sämtliche Flüge zur Verfügung, die im Auswertungszeitraum durchgeführt wurden.

Besondere Randbedingungen:

Der Probetrieb für die Maßnahmen Segmented RNAV (GPS) Approach, Dedicated Runways Operations (bevorzugte Bahnnutzung – DROps) und Optimierung kontinuierlicher Sinkflug (Continuous Descent Approach – CDA/CDO) fand gemäß 1. Maßnahmenpaket in dem Zeitraum von 23:00 bis 05:00 Uhr statt. Nachdem der VGH Kassel mit Beschluss vom 10.10.2011 die Nachtflugregelung für den Zeitraum von 23:00 bis 05:00 Uhr – bis zur Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichtes – vorläufig ausgesetzt hatte und mit Beginn des Winterflugplanes am 31.10.2011 keine planmäßigen Flüge mehr in diesem Zeitraum stattfanden, wurde auch das begleitende Monitoring für diese drei Maßnahmen zum 30.10.2011 eingestellt.

Der Beginn des Probetriebs der Maßnahme „Anhebung des Anfluggleitwinkels auf 3,2 Grad auf der neuen Nordwestlandebahn“ ist für Ende 2012 vorgesehen (vorbehaltlich der Erteilung der erforderlichen Genehmigungen). Daher ist sie in diesem Monitoringbericht nicht weiter berücksichtigt. Ein Monitoringkonzept begleitend zum Probetrieb eines 3,2 Grad Anfluggleitwinkels auf der NW-Bahn wird derzeit entwickelt.

2 Monitoringergebnisse zu den einzelnen Maßnahmen

2.1 Vertikale Optimierung von Abflugverfahren - Einhaltung einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 220 Knoten angezeigter Geschwindigkeit IAS²

2.1.1 Beschreibung der Maßnahme

Mit der vertikalen Optimierung von Abflugverfahren durch Vorgabe einer Geschwindigkeitsbeschränkung wird das Ziel verfolgt, die Überflughöhen über Wohngebieten zu vergrößern. Beim Erreichen der vorgegebenen Geschwindigkeit darf bis zu einer Entfernung von 6 NM vom Abhebeort nicht weiter beschleunigt werden, sondern die Triebwerksleistung ist vollständig in Höhengewinn umzusetzen. Die Maßnahme soll gleichzeitig eine höhere laterale Einhaltung der Abflugrouten sicherstellen.

Auf Initiative des ehemaligen Fluglärmschutzbeauftragten Georg M. Müller wurden für den Flughafen Frankfurt Main bereits im Zuge der Arbeiten zum Anti-Lärm-Pakt des RDF auf einzelnen Abflugstrecken die Abflugprofile durch Einführung einer Maximalgeschwindigkeit von 220 Knoten optimiert. Die Einführung erfolgte im Rahmen von Rechtsverordnungen ab dem Jahr 2008. Mit dem ersten Maß-

² IAS – Indicated Airspeed

nahmenpaket wurden Geschwindigkeitsvorgaben für weitere Strecken eingeführt. Die veränderten Startverfahren wurden sowohl für Tag als auch Nachtflüge vorgeschrieben.

2.1.2 Erwartete Auswirkung der Maßnahme

Anhand der konkreten Siedlungsstruktur war jeweils geprüft worden, ob im Rahmen einer Gesamtbeurteilung die angenommenen Lärmabnahmen unterhalb der Abflugstrecke und seitliche Zunahmen eine Anhebung des Vertikalprofils vorteilhaft wäre. Der durch diese Maßnahme erreichbare Höhengewinn im Vergleich zu den bisher angewendeten Verfahren führt rechnerisch zu geringeren Lärmmissionen im Bereich des Abflugpfades bis zu einer Entfernung von ca. 6 NM. Bei der Entwicklung der Maßnahme wurde davon ausgegangen, dass diese Geschwindigkeitsbegrenzung bei mittleren und schweren Flugzeugmustern (MTOW³) Wirkung zeigen würde. Leichtere Flugzeuge haben in diesen Bereichen ohnehin schon größere Höhen gewonnen – die Geschwindigkeitsbegrenzung würde hier keine Wirkung entfalten.



³ MTOW unter 7t: L-Light, MTOW 7 t bis 136 t: m- Medium, MTOW über 136 t: H – Heavy

2.1.3 Umsetzung der Maßnahme

Für die Startbahn 18 West wurden auf den folgenden Abflugstrecken neue Geschwindigkeitsvorgaben von 220 Knoten implementiert:

MARUN..S, TOBAK..S, BIBTI..S, SOBRA..S

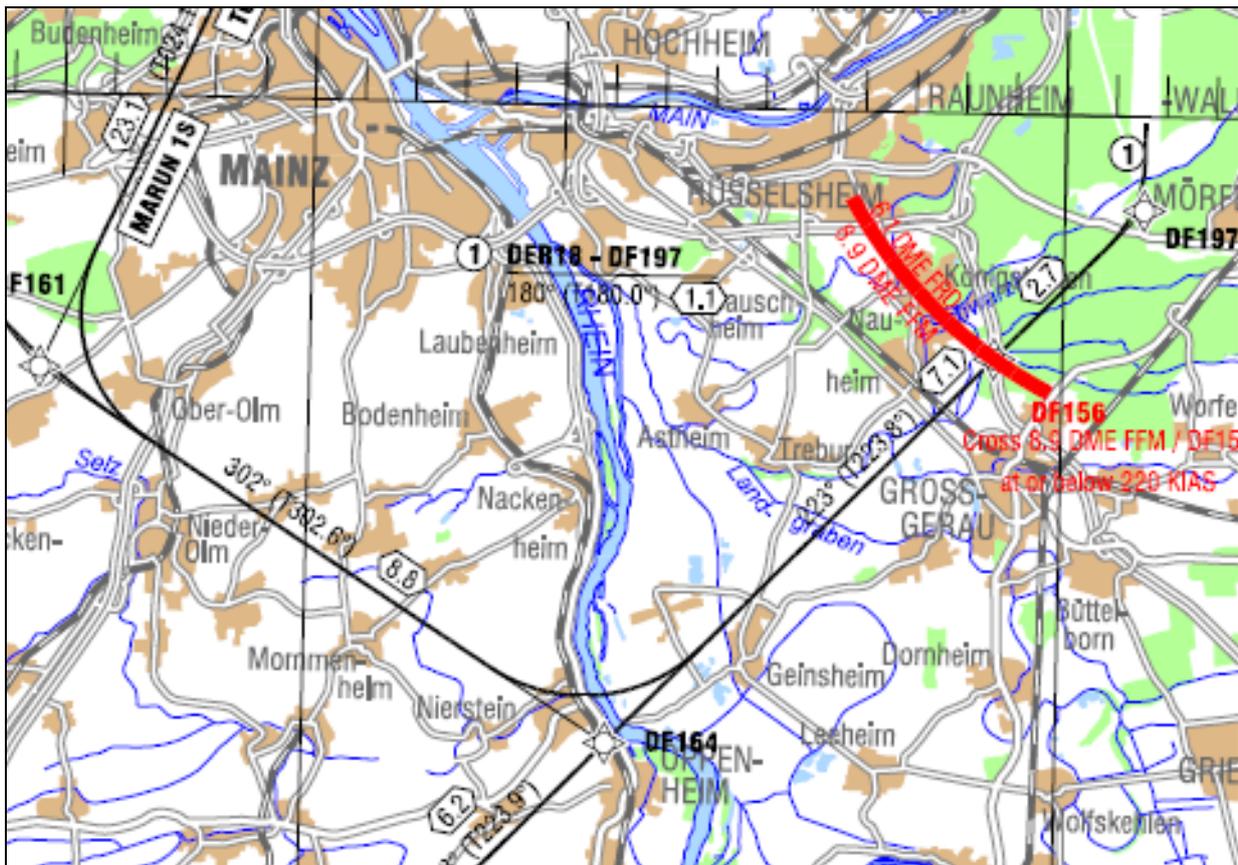


Abbildung 1: Startbahn 18 - Geschwindigkeitsvorgabe. Quelle: DFS

Für die Startbahnen 07 wurden auf den folgenden Abflugstrecken neue Geschwindigkeitsvorgaben von 220 Knoten implementiert:

OSBIT..D, SULUS..D, MARUN..D, TOBAK..D, BIBTI..D

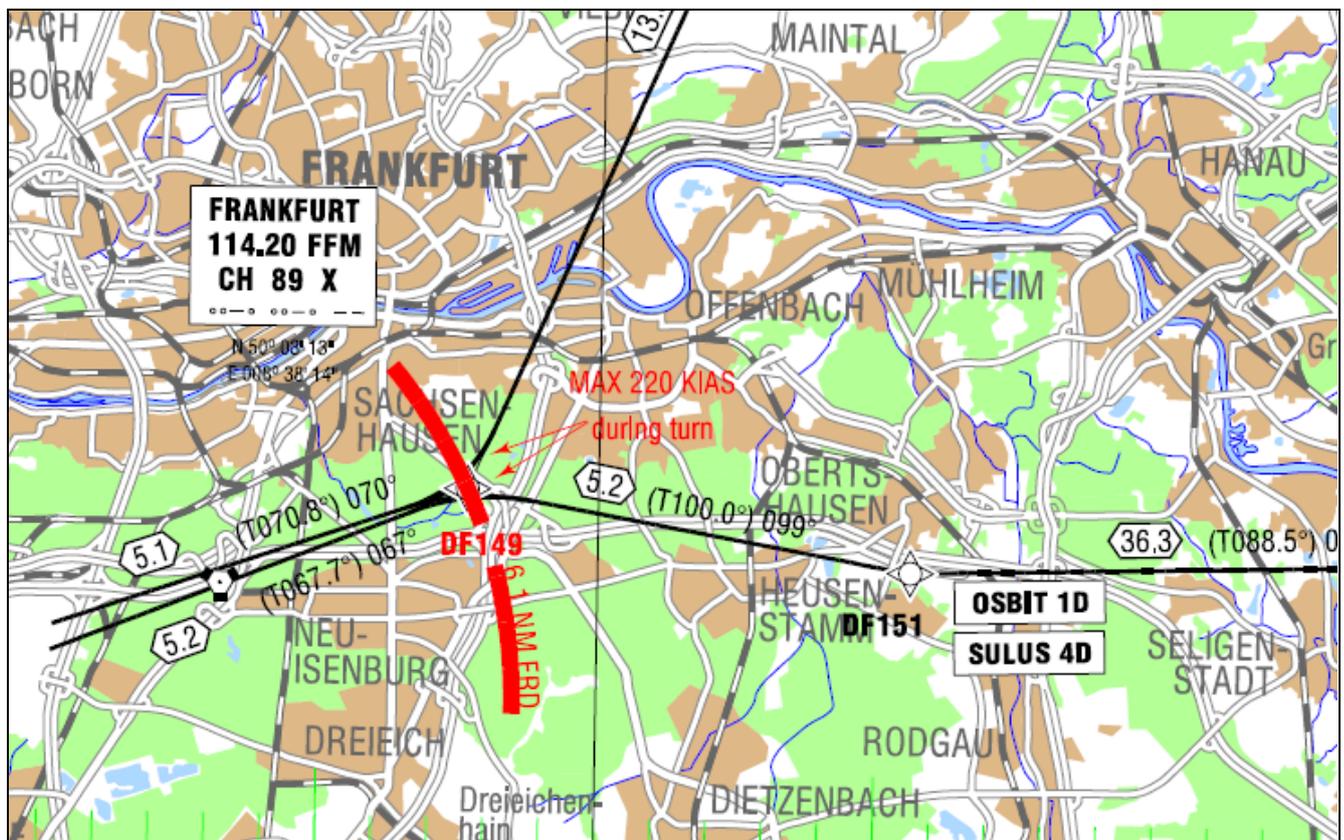


Abbildung 2: Startbahn 07 – Geschwindigkeitsvorgabe . Quelle: DFS

2.1.4 Durchführung des Monitorings

Im Rahmen des Monitorings dieser Maßnahme wurde ein dreistufiges Konzept verfolgt. In einer ersten Stufe wurde geprüft, ob die vorgegebene Geschwindigkeitsvorgabe eingehalten wurde und inwiefern sich die Geschwindigkeitsbegrenzung auf die tatsächliche Flughöhe auswirkt. Diese Untersuchungen wurden auf Basis von FANOMOS-Daten durch das Umwelthaus durchgeführt. Parallel dazu wurden durch die Fraport AG die Auswertungen der Lärmdaten der stationären Messstellen MP 31 in Nauheim, MP 32 in Groß-Gerau und MP 35 in Groß-Gerau-West ausgewertet.

Die Messstellen MP 31 und MP 32 befinden sich innerhalb der 6 NM von der Startbahn 18W, die Entfernung vom Schnittpunkt (einer Geraden durch die MPs 31/ 32 und Flugroute) zum Bahnende beträgt 8,2 km (= ca. 4,4 NM). Der MP 35 liegt 10 km vom Bahnende entfernt, dies entspricht ca. 5,4 NM.

Die Auswertungen beschränken sich auf die von der Startbahn 18 West in südwestliche Richtung führenden Abflüge, da hier eine im Vergleich zu den vom Parallelbahnsystem startenden Abflügen größere Anzahl von Flugbewegungen in die Auswertung eingehen konnte. Gegenübergestellt wurden Flugbewegungen aus dem Jahr 2010 vor Einführung der Maßnahme einerseits und Flugbewegungen nach Einführung der Maßnahme bis einschließlich September 2011 andererseits. Um eine Vergleichbarkeit

der ausgewerteten Daten zu gewährleisten und Störfaktoren auszuschließen, wurden Flugbewegungen mit gleicher Flugnummer (Callsign), gleichem Flugzeugtyp, gleicher Abflugroute und gleicher Destination miteinander verglichen. Es wird dabei davon ausgegangen, dass sich das Gewicht der Maschinen in einer vergleichbaren Größenordnung bewegt.

2.1.5 Ergebnisse

Erste Ergebnisse deuteten zunächst darauf hin, dass die Geschwindigkeiten der Flugzeuge sich im Vergleichszeitraum 13.01.2010 bis 30.09.2010 und 13.01.2011 bis 30.09.2011 bei den ausgewerteten Bewegungen nicht auffällig geändert hatten. Da die bei Empfehlung der Maßnahme erwartete Lärmwirkung darauf beruhte, dass vor Einführung der Begrenzung die Geschwindigkeit der Flugzeuge jedenfalls in Teilen höher ist und durch die Geschwindigkeitsbegrenzung das durchschnittliche vertikale Profil der Abflüge steiler werden würde, wurde daher eine vertiefende Untersuchung durchgeführt. Ziel war es, mittels der detaillierten Einzelauswertung, in der möglichst viele der die Lärmauswirkung bestimmenden Faktoren vergleichbar vorliegen, um absehen zu können, ob die Maßnahme eine tatsächliche Wirkung entfaltet hat. Die Geschwindigkeit, die Höhe und die laterale Einhaltung sollten anhand von vier verschiedenen Flugzeugtypen der Kategorie Heavy⁴ für den Zeitraum 13.01.-30.09. jeweils für die Jahre 2010 und 2011 miteinander verglichen werden.

Dafür wurden sieben Callsigns ausgewählt, die jeweils die gleiche Strecke vor und nach der Einführung der Geschwindigkeitsbegrenzung von Frankfurt startend geflogen sind. Folgende Typen wurden dabei betrachtet:

- 2 x MD11,
- 1 x A332 (330-200),
- 2 x A333 (330-300),
- 2 x B744

Fünf verschiedene Destinationen wurden dabei angefliegen (Memphis, Philadelphia, New York, Charlotte, Krasnojarsk).

⁴ Siehe Fußnote 1: MTOW über 136 t.

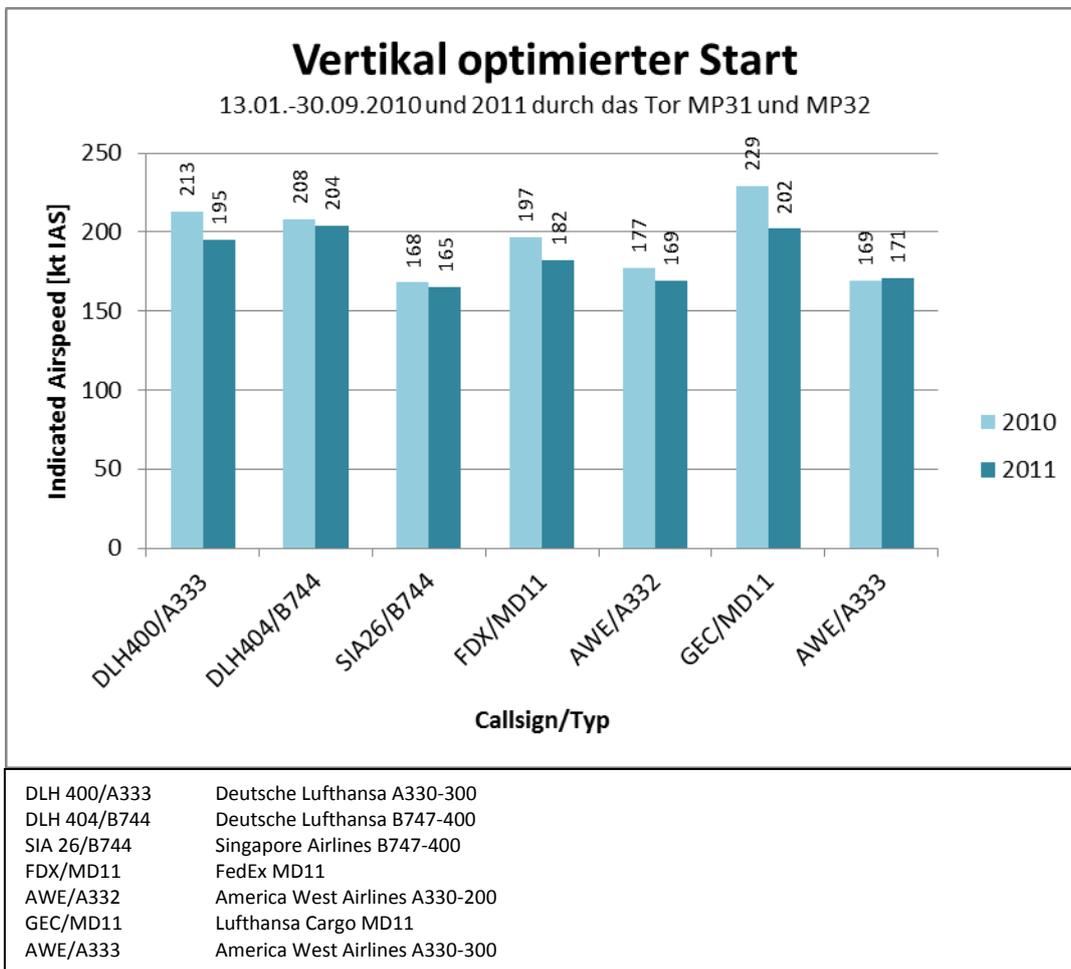


Abbildung 3: Vertikal optimierter Start. Quelle: Umwelthaus

Hier ist zu erkennen, dass bis auf die MD11 der LH Cargo auch schon vor Einführung der Maßnahme die durchschnittliche Geschwindigkeit unterhalb der Grenze von 220 Knoten lag.

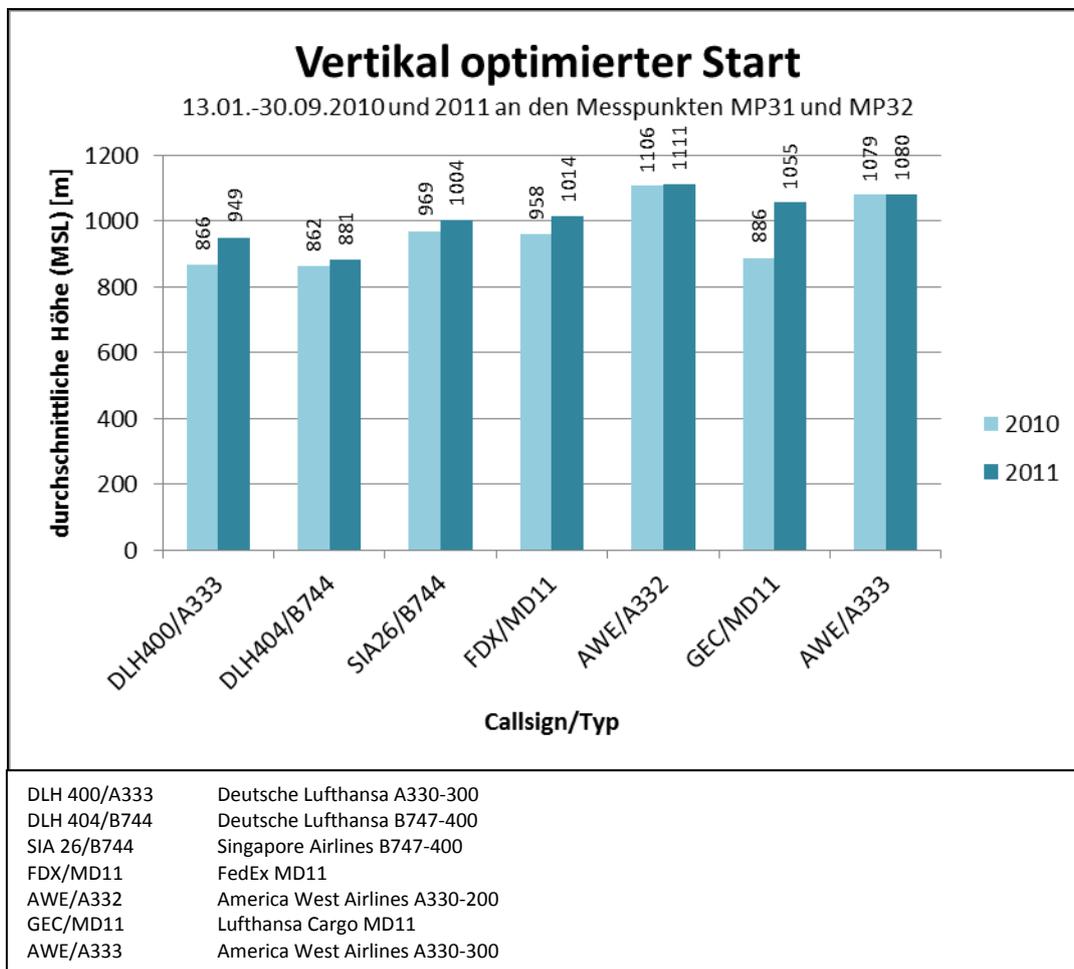


Abbildung 4: Vertikal optimierter Start. Quelle: Umwelthaus

Mit dem Befund, dass die Geschwindigkeiten überwiegend bereits vorher unter 220 kn lag, korrespondiert, dass sich die durchschnittliche Höhe an den Messpunkten (dieser Referenzpunkt wurde gewählt, da damit auch Vergleiche über den tatsächlich gemessenen Lärm der untersuchten Bewegungen möglich war) in den meisten Fällen geringfügig erhöht hat, wiederum abgesehen von der MD11 der LH Cargo.

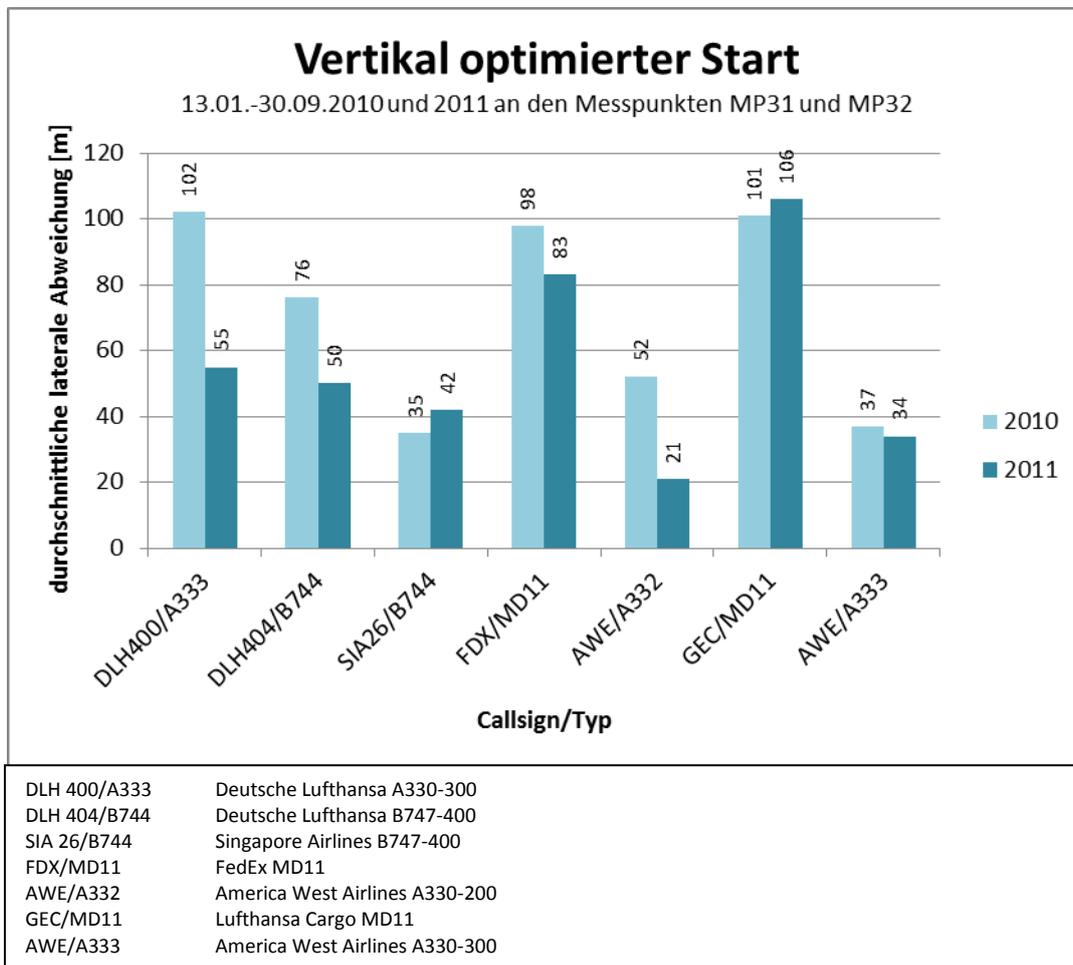


Abbildung 5: Vertikal optimierter Start. Quelle: Umwelthaus

Da bei Einführung der Maßnahme auch argumentiert worden war, es sei dadurch eine bessere Einhaltung der vorgesehenen Abflugstrecken erreichbar, wurde auch die durchschnittliche Abweichung untersucht. Die Ergebnisse dieser Auswertung zeigen ein uneinheitliches Bild. Während bei denjenigen Bewegungen, deren durchschnittliche Geschwindigkeit und Höhe sich nur unwesentlich oder nicht änderten, teilweise eine geringere Abweichung zeigt als vor Einführung der Maßnahme, hat bei der MD11 der LH Cargo die Abweichung leicht zugenommen. Somit hat sich die Annahme im Rahmen des Monitoring nicht bestätigt. Allerdings ist auch hier zu beachten, dass aufgrund der Fallzahlen und der vielen Einflussfaktoren keine endgültigen Aussagen möglich sind. Bei der Fortsetzung der Prüfungen des FFR zur möglichen Optimierung von Abflugverfahren sollten auch hier weitere Untersuchungen erfolgen.

Auswertung von Lärmmessungen:

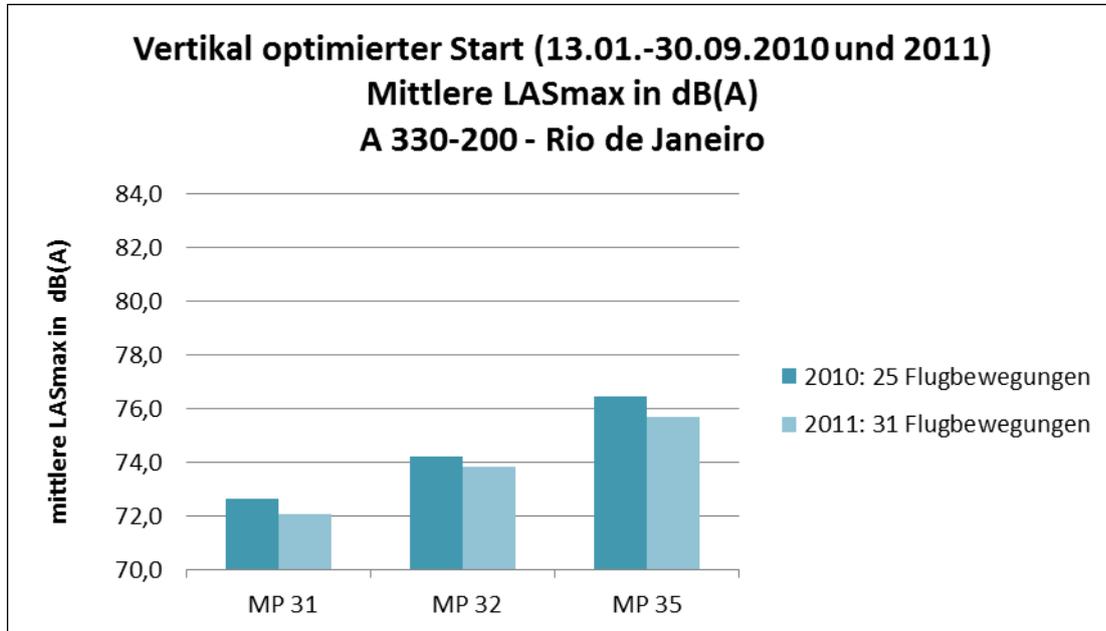


Abbildung 6: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, A330-200, Rio de Janeiro. Quelle: Fraport

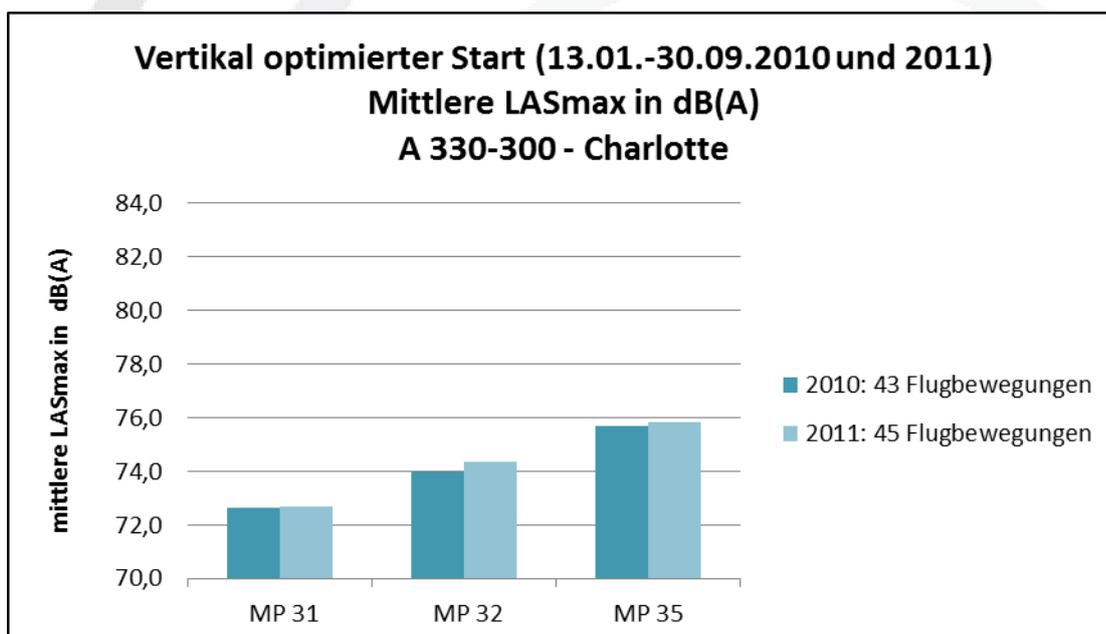


Abbildung 7: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, A330-300, Charlotte. Quelle: Fraport

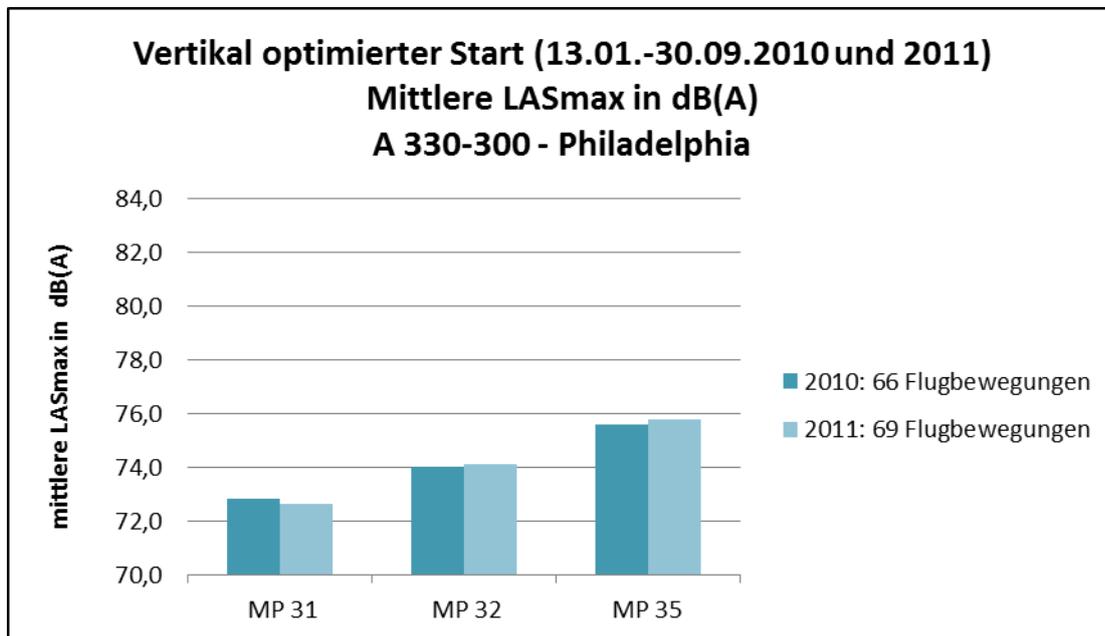


Abbildung 8: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, A330-300, Philadelphia. Quelle: Fraport

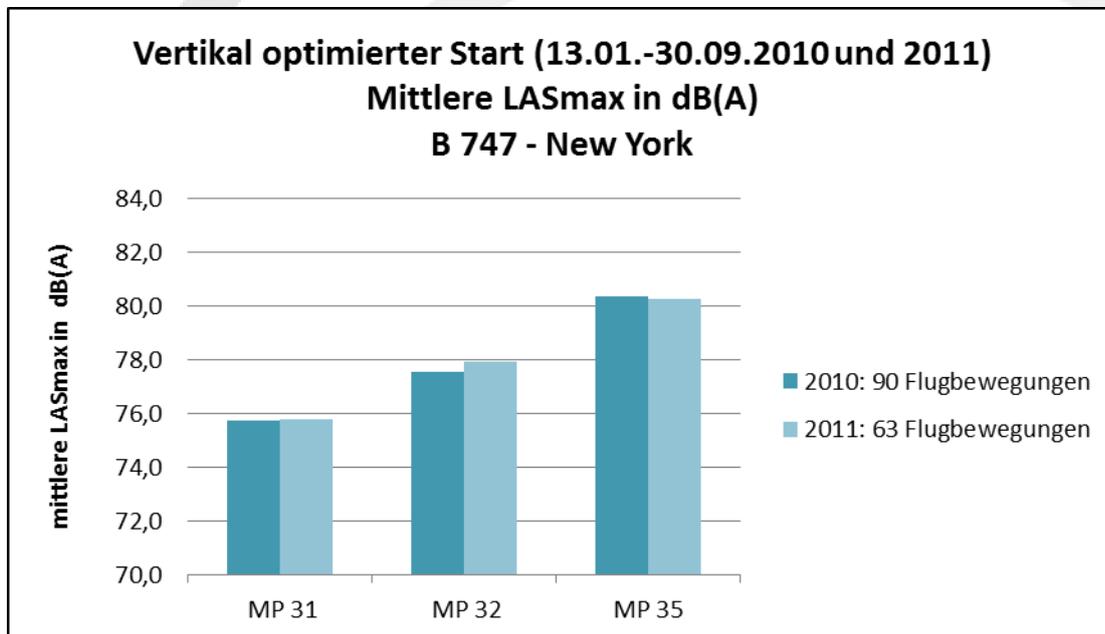


Abbildung 9: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, B737, New York. Quelle: Fraport

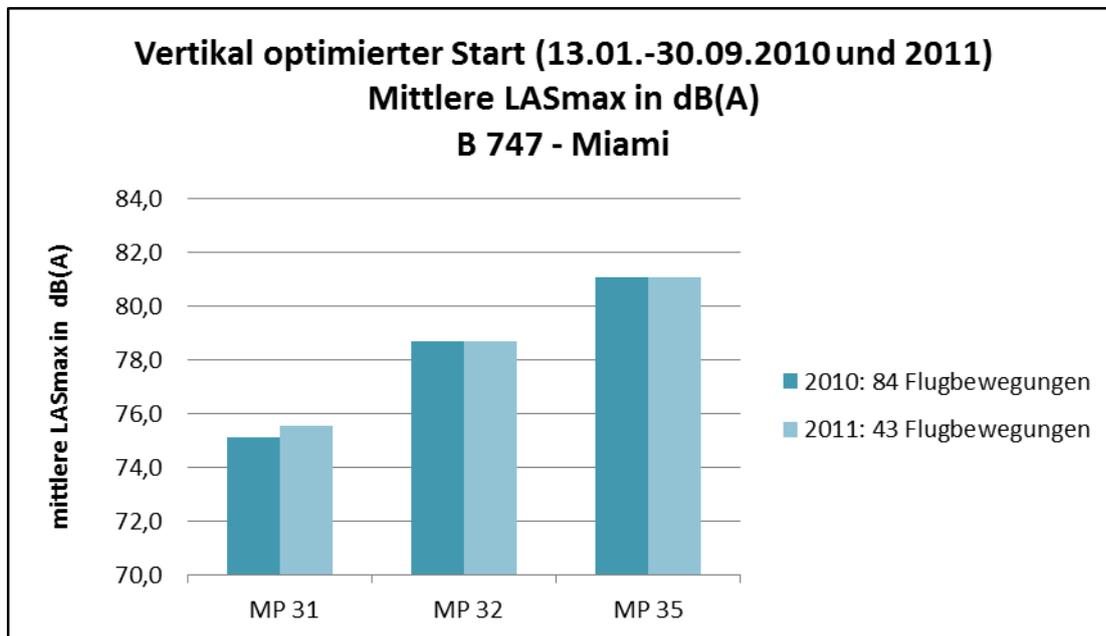


Abbildung 10: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, B747, Miami. Quelle: Fraport

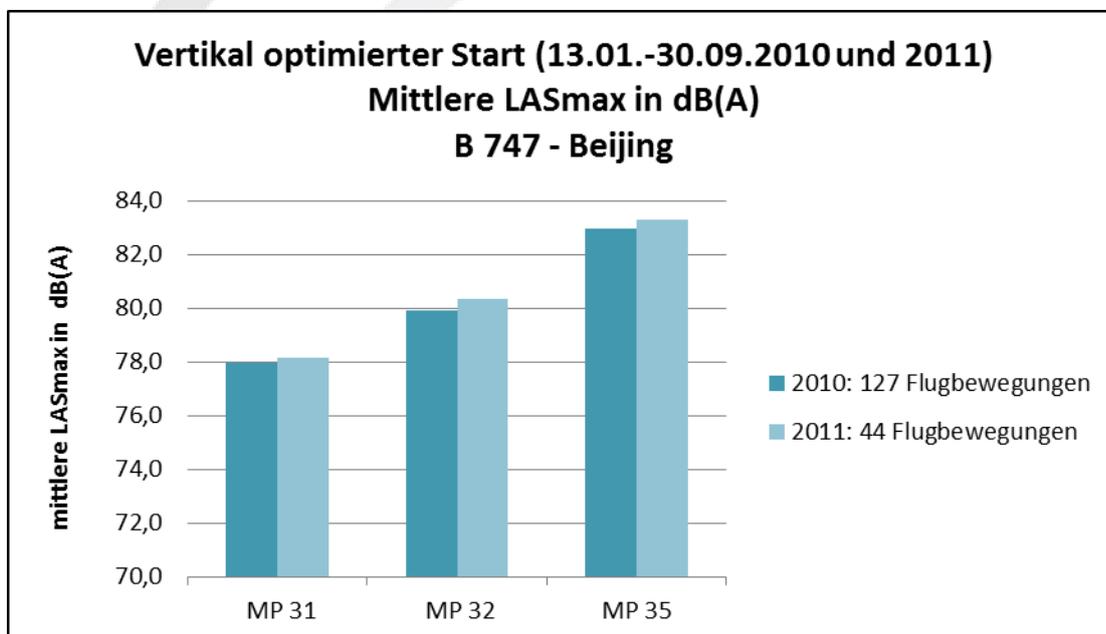


Abbildung 11: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, B747, Beijing. Quelle: Fraport

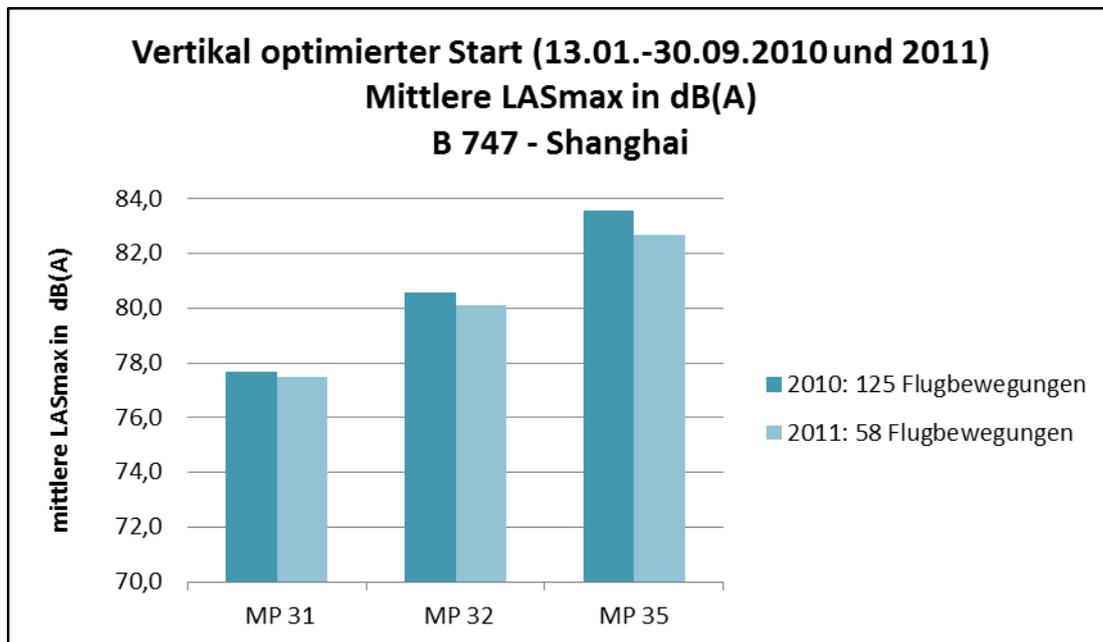


Abbildung 12: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, B747, Shanghai. Quelle: Fraport

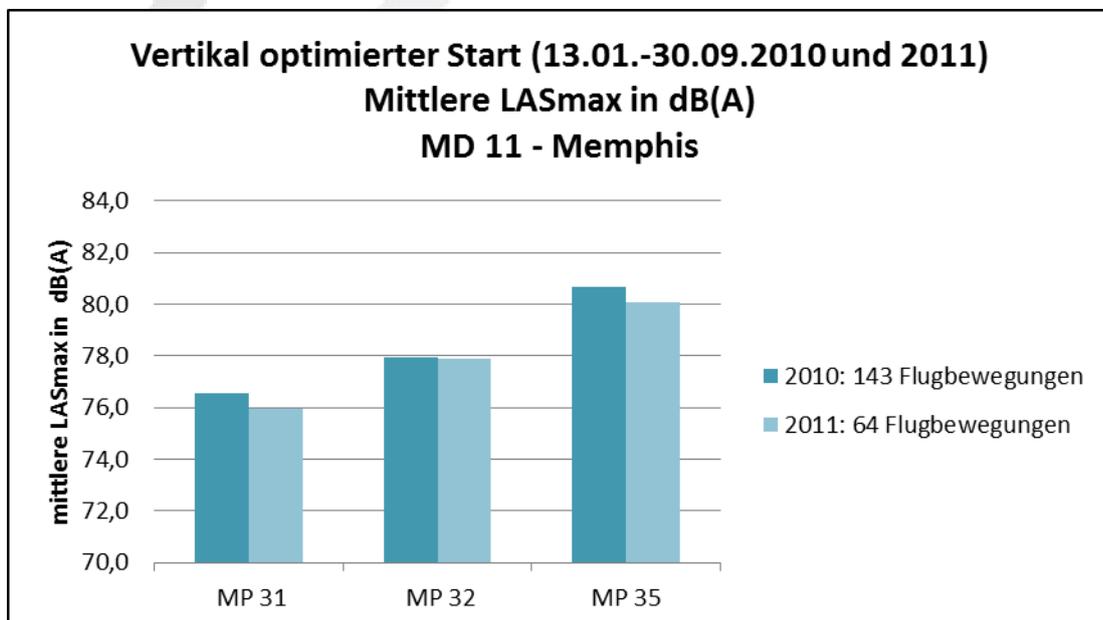


Abbildung 13: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, MD11, Memphis. Quelle: Fraport

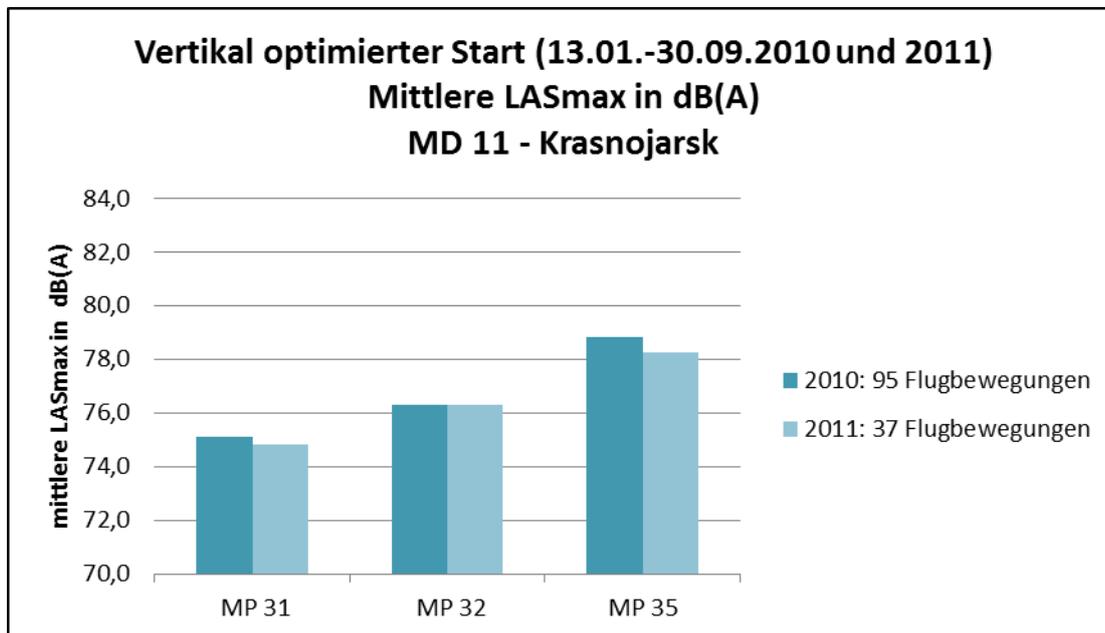


Abbildung 14: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, MD 11 Krasnojarsk. Quelle: Fraport

Die Lärmauswertungen wurden durch die Fraport AG anhand der Lärmdaten der stationären Messstellen MP 31 in Nauheim, MP 32 in Groß-Gerau und MP 35 in Groß-Gerau-West durchgeführt. Als Indikator für die Wirksamkeit der Maßnahme wurde der jeweils über Einzelmessungen für die sieben betrachteten Flugzeuge typenspezifisch gemittelte A-bewertete Maximalschallpegel herangezogen. Die detailliertere Auswertung der Messergebnisse macht deutlich, dass beim Flugzeugmuster MD11 geringere Lärmwerte gemessen wurden als vor Einführung der Maßnahme. Allerdings liegen die gemessenen Pegelreduktionen für die MD11 in einer Größenordnung, die in Anbetracht der Streuung der Messwerte als statistisch nicht signifikant einzustufen ist. Hier zeigt sich, dass aufgrund der vielen Einflussfaktoren eine schwierige Abwägung zu treffen ist. Denn durch das Herausfiltern möglichst vergleichbarer Flugbewegungen anhand von Kriterien wie Typ, Destination, Gewicht etc. können zwar die sich durch andere Faktoren ergebenden Effekte „neutralisiert“ werden. Damit geht aber eine entsprechende Reduktion der auswertbaren Fallzahlen einher, was andererseits zu einer Verminderung der Aussagekraft führt, um überhaupt maßnahmenbedingte Wirkungen identifizieren zu können.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Lärmreduktionspotenziale durch die Maßnahme nicht in dem Umfang eingetreten sind, wie ursprünglich rechnerisch angenommen. Dies liegt aber insbesondere daran, dass – wie nach dem Monitoring festzustellen ist – der Weg, die vertikalen Profile durch die Vorgabe von Höchstgeschwindigkeiten anzuheben jedenfalls im konkreten Fall für den überwiegenden Teil der Abflüge nicht greifen konnte, da schon vorher die durchschnittlichen Geschwindigkeiten geringer waren. Es wird daher derzeit auch weiter verfolgt und untersucht, wie vertikale Profile durch andere Wege optimiert werden können und welche Vor- und Nachteile dabei verschiedene Optionen haben.

2.2 Umrüstung der Boing737-Flotte der Lufthansa - Austausch der schallabsorbierenden Auskleidungen an den Triebwerken

2.2.1 Beschreibung der Maßnahme

Seit 1999 hat die Lufthansa zusammen mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchgeführt. Ziele waren unter anderem die Identifikation von Lärmquellen am Flugzeug durch Überflugmessungen, die Erprobung lärmarter Modifikationen am Flugzeug sowie die Zusammenarbeit mit Herstellern, um Nachrüstlösungen zu entwickeln. In diesem Zusammenhang konnte auch eine Lärmreduzierungsmaßnahme an den CFM-56-3-Triebwerken der Boeing 737 identifiziert werden: Der Austausch von zwölf „acoustic panels“ (schallabsorbierende Auskleidungen) am Einlass des Triebwerks bewirkt nach Herstellerangaben eine Lärmreduzierung sowohl beim Start als auch bei der Landung.



Abbildung 15: CFM 56-3 Triebwerk mit Acoustic Panels an der B737. Quellen: Lufthansa, CFM International (Triebwerkshersteller)

Die schallabsorbierende Auskleidung besteht aus zwölf einzelnen Schalldämpfern, die direkt vor dem großen Rotor (Fan) in jedem Triebwerk montiert sind. Bei der konventionellen Auskleidung herrscht an den Stoßstellen zwischen den einzelnen Schalldämpfern ein anderer Schallwiderstand als entlang der restlichen Panel-Oberfläche. Ein erheblicher Teil der Schallenergie, der theoretisch im Triebwerk verbleiben müsste, wird so nach außen umgelenkt. Siehe Abbildung 16.

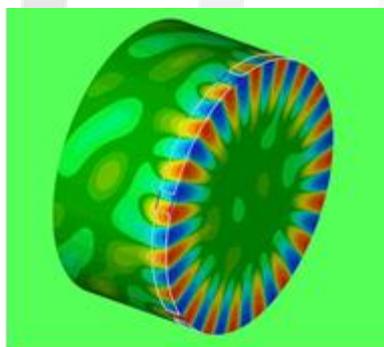


Abbildung 16: CFM 56-3 Triebwerk vor der Umrüstung. Simulation und schematische Darstellung der Ausbreitung bestimmter Schallfrequenzen im Triebwerk. Quelle: DLR, Institut für Antriebstechnik, Abt. Triebwerksakustik

Die neuen Hard Wall Forward Acoustic Panels (HWFAP) bilden dagegen eine schallharte, homogene Oberfläche (Hard Wall) mit einem gleichmäßigen Schallwiderstand, die diesen Effekt unterdrückt. Siehe Abbildung 17.

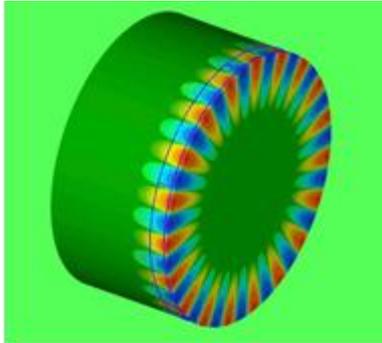


Abbildung 17: CFM 56-3 Triebwerk nach der Umrüstung. Simulation und schematische Darstellung der Ausbreitung bestimmter Schallfrequenzen im Triebwerk. Quelle: DLR, Institut für Antriebstechnik, Abt. Triebwerksakustik

2.2.2 Erwartete Auswirkung der Maßnahme

Durch die Umrüstung reduzieren sich die Lärmemissionen bei An- und Abflug. Laut Angaben des Flugzeugherstellers Boeing sinken die Geräuschpegel an den von der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO festgelegten Zertifizierungsmesspunkten deutlich, und zwar beim Starten (noch nahe am Boden) um -0,6 bis -0,8 EPNdB, im weiteren Verlauf des Abflugs um -1,4 bis -2,3 EPN-dB und im Anflug um -2,4 EPNdB.

Das EPNdB ist die Einheit, in der „Effective Perceived Noise Level EPNL“ ausgedrückt wird. Dieser errechnet sich aus der Geräuschdauer und dem „Tone Corrected Perceived Noise Level PNLT“, einem frequenzbewerteten Gesamtschallpegel ähnlich dem A-bewerteten Pegel. Allerdings geht in den PNLT noch ein additiver Zuschlag ein, der berücksichtigt, dass tonale Komponenten eines Geräusches besonders störend wirken.

Die umgerüsteten B737 verfügen über ein Lärmzertifikat des Luftfahrtbundesamtes, das die Erfüllung der derzeit strengsten Grenzwerte (Kapitel 4) bescheinigt. Die durch den Hersteller ermittelten Zertifizierungswerte basieren auf Lärmmessungen an bestimmten, vorgegebenen Messpunkten und unter genau definierten Rahmenbedingungen. Schallpegelmessungen werden im Zuge der zur Zertifizierung eines Flugzeugs gehörenden Flugtests durchgeführt. Um die Vergleichbarkeit zu anderen Daten zu gewährleisten, müssen verschiedene Standardbedingungen hinsichtlich Wind und Wetter eingehalten werden. Die Messungen finden an drei sogenannten Referenzmesspunkten statt.

1. Zur Vermessung des Anflugs (Approach) wird 2.000 Meter vor der Landeschwelle ein Mikrofon direkt unter der Anfluglinie platziert. Das Flugzeug befindet sich hier auf dem 3-Grad-Anfluggleitpfad in einer Höhe von 120 Metern.
2. Die seitliche Schallabstrahlung des Flugzeugs während des Starts wird an den seitlichen (Lateral) Referenzmesspunkten erfasst. Zwei Mikrofone werden links und rechts von der Abfluglinie im Abstand von 450 Metern an der lautesten Stelle eines Starts mit Vollschub positioniert. Der Zertifizierungsmesswert ergibt sich aus dem Mittelwert der beiden Messungen.
3. Der Referenzmesspunkt für den Start (Flyover) liegt unter der Abfluglinie eines Standard-Take-offs im Abstand von 6.500 Metern vom Startrollpunkt des Flugzeugs.

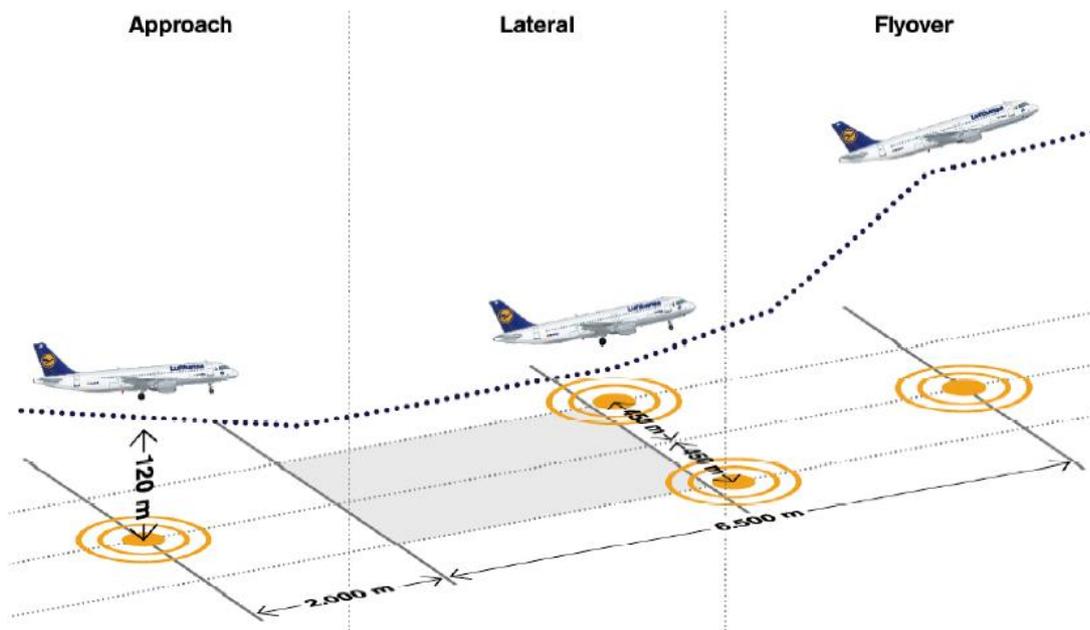


Abbildung 18: Schematische Darstellung Zertifizierungsmessung. Quelle: Lufthansa

2.2.3 Umsetzung der Maßnahme

Bis Ende November 2011 wurden die Triebwerke der gesamten in Frankfurt stationierten Boeing-737-Flotte der Lufthansa mit neuen Schalldämpfern ausgestattet (s. Abbildung 16). Die Umrüstung des Reserve-Pools Flugzeuge und der Spare-Engines Ersatz-Triebwerke ist mittlerweile ebenfalls abgeschlossen. Alle in Frankfurt stationierten B737 erfüllen nun die strengsten Grenzwerte bei der Lärmzulassung (ICAO Kapitel 4).

Mit dieser Modifikation geht die B737 in ihre letzte Nutzungsphase bei Lufthansa. Für die Zukunft plant Lufthansa einen beschleunigten Austausch alter Flugzeuge gegen moderne, leisere Jets. Im Zuge dessen wird auch die B737 sukzessive durch moderne, leisere Jets ersetzt werden. Insbesondere Flugzeuge der nächsten Generation, die wie die C-Series oder und die A320 neo, die über komplett neu entwickelte Triebwerke verfügen, werden erheblich leiser sein als heutige Modelle.

2.2.4 Durchführung des Monitorings

Im Rahmen des Monitorings des FFR wurden für rund 40.000 Flugbewegungen die Messdaten der Fluglärmmessstationen der Fraport rund um den Frankfurter Flughafen ausgewertet. Im Vergleich zu den beschriebenen Messflügen zur Zertifizierung finden die An- und Abflüge im regulären Flugbetrieb unter stark differierenden Bedingungen statt. So beeinflussen das Wetter, das Gewicht des Flugzeugs oder eine leichte vertikale oder horizontale Abweichung bei passieren des Mikrofons die Messergebnisse erheblich.

Entsprechend groß ist die Streuung der Messwerte (s. Abbildung 19).

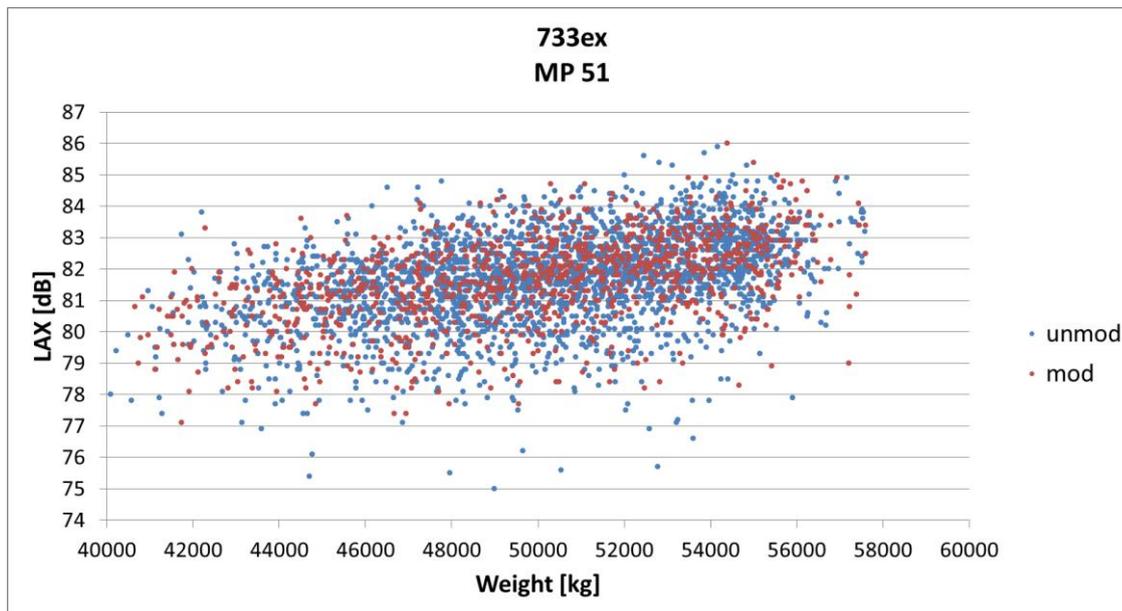


Abbildung 19: 737-300 Messwerte für Starts am Messpunkt 51. Quelle: Lufthansa

Die Streuung der Messwerte in einem Bereich von bis zu elf Dezibel übersteigt die erwartete Lärmreduktion durch die Triebwerksmodifikation bei weitem. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Messungen zu gewährleisten, wurden die Daten systematisch geclustert, um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der Einzelmessungen zu erreichen. Dabei wurden folgende Variablen, die die Messwerte beeinflussen, berücksichtigt:

- Teilflotte (737-300 vs. 737-500)
- Start/Landung
- Gewicht
- Mikrofonmesspunkte
- Flugroute
- Start-/Landebahn
- Temperatur
- Windrichtung
- Flughöhe

Darüber hinaus können weitere Variablen zu einer Beeinflussung des Messergebnisses führen, die nicht bekannt oder nicht kontrollierbar sind. Es hat sich gezeigt, dass auch bei der Kontrolle bestimmter Variablen die Streuung insgesamt noch sehr groß bleibt.

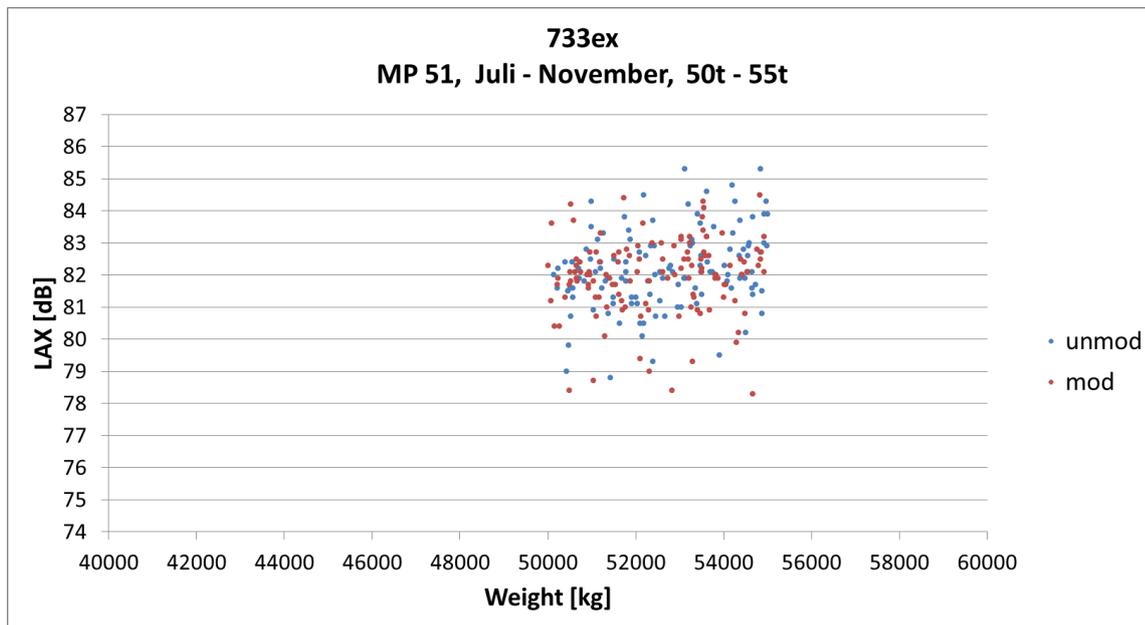


Abbildung 20: 737-300 Messwerte für Starts am Messpunkt 51, nur Ereignisse mit Startgewichten von 50 bis 55 Tonnen. Quelle: Lufthansa

Bei der Gruppierung der Messergebnisse nach den oben genannten Variablen entstand zudem ein Zielkonflikt bei der Auswertung. Einerseits sollten die einzelnen Messwerte bestmöglichst vergleichbar sein und daher idealerweise unter nahezu gleichen Bedingungen stattgefunden haben. Auf diese Weise wäre am ehesten der durch die Modifikation erklärbare Unterschied in der Lärmmessung erkennbar. Andererseits sollte die Anzahl der miteinander verglichenen Messungen statistisch signifikante Aussagen zulassen und eine Verfälschung der Ergebnisse durch einzelne Ausreißer vermieden werden. Wenn aber die Gruppierung der Ereignisse zu stark ausdifferenziert wird, sinken die Fallzahlen rapide, so dass eine Auswertung der verbleibenden Messereignisse nicht mehr sinnvoll war. Ein Vergleich von beispielsweise zehn Messwerten lässt keine Aussagen über die Wirkung der zu prüfenden Maßnahme zu. Daher musste bei der Clusterung der Messergebnisse ein Kompromiss zwischen den erwähnten Zielen gefunden werden.

2.2.5 Ergebnisse

- Der Einfluss einzelner Faktoren ist bisher nicht vollständig bekannt. Daher kann zum jetzigen Zeitpunkt keine genaue Aussage getroffen werden, welche Veränderungen in den Lärmmessungen auf die Modifikation zurückzuführen sind und welche durch andere, u.U. unbekannte Faktoren zurückzuführen sind.
- Aufgrund der geringen Fallzahlen ist eine ausreichende Ausdifferenzierung der Auswertung kaum möglich.
- Auf Basis der bisherigen Messungen ist ein positiver Trend, aber unterhalb des erwarteten Effekts der Lärmzertifizierung erkennbar.
- Die Schwankung der Werte ist insgesamt sehr groß und die Ergebnisse sind nicht einheitlich positiv. Einzelne Werte zeigen eine deutliche Reduktion, wohingegen bei anderen Werten auch negative Effekte festzustellen sind. Die Streuung innerhalb der Gruppen (modifiziert vs. unmodifiziert) ist höher als zwischen den Gruppen.

- Eine direkte Vergleichbarkeit von Zertifizierungsmessungen und Fluglärmüberwachungsmessungen ist nicht gegeben, da bei ersteren der Perceived Noise Level und bei letzteren der A-bewerteter Pegel ermittelt wird. Dieser kennt keine Korrektur für tonhaltige Geräusche. Da die Triebwerksmodifikation im Wesentlichen zu einer Unterdrückung von Tönen führt, besteht die Möglichkeit, dass eine Messung des A-bewerteten Pegels für diesen Effekt trotz einer subjektiven Wahrnehmbarkeit nicht auflösen kann. Zudem sind die Messpunkte der Fraport deutlich weiter vom Flughafen entfernt als die Zertifizierungsmesspunkte, so dass auch die Höhe und damit die Entfernung der Geräuschquelle von den Mikrofonen deutlich größer sind.

Ausblick

Zur Erhöhung der Qualität der Auswertung werden weitere Untersuchungen geprüft.

- Erhöhung der Fallzahlen durch weitere Auswertungen in der Zukunft für Ereignisse mit modifizierten Flugzeugen und eine zusätzliche Auswertung von Archivdaten für nicht modifizierte Flugzeuge
- Auswertung der Daten von anderen Flughäfen, bei denen die Lärmmessstationen näher an den Start- und Landebahnen und damit näher an den Zertifizierungsmesspunkten liegen
- Untersuchung der Vergleichbarkeit von Zertifizierungswerten und Ergebnissen der Fluglärmüberwachungsanlagen.

2.3 Optimierung beim Betriebsrichtungswechsel je nach Rückenwind - Anweisung an die Lotsen der Deutschen Flugsicherung

2.3.1 Beschreibung der Maßnahme

Die Start- und Landerichtung (Betriebsrichtung) wird im Grundsatz durch die Windrichtung bestimmt, da üblicherweise gegen den Wind gestartet und gelandet wird. Insbesondere bei wechselhaften bzw. „drehenden“ Winden kann jedoch nicht permanent auch die Betriebsrichtung gewechselt werden, deshalb sind Landungen bis zu einem gewissen Grad auch mit Rückenwind zulässig. Die Grenze liegt derzeit bei 5 Knoten Rückenwindkomponente, das entspricht rund 9 km/h. Der Großteil der Luftfahrzeuge ist bis zu einer Rückenwindkomponente von 10 Knoten (18,5 km/h) zugelassen. Neben der Windrichtung spielen auch andere Faktoren, wie z.B. Verfügbarkeit von Landehilfen und Höhenwind bei der Betriebsrichtungsauswahl eine Rolle.

Für den Flughafen Frankfurt ist bevorzugt die Betriebsrichtung 25 (Anflüge aus Osten und Starts nach Westen), das heißt der Westbetrieb, vorgesehen. Die Betriebsrichtung 25 soll grundsätzlich bis zur zulässigen Rückenwindkomponente von derzeit 5 Knoten beibehalten werden, da westlich des Flughafens einige Wohngebiete sehr nahe am Flughafen liegen und Landungen besonders niedrige Überflüge verursachen.

Westbetrieb findet im langjährigen Mittel zu etwa 75% der Betriebszeit statt. Es wird angestrebt, diesen Anteil zu erhöhen. Zunächst soll die bestehende Regelung besser ausgenutzt werden, nach der bei maximal 5 Knoten Rückenwind noch Landeanflüge bei bestehender Betriebsrichtung durchgeführt werden dürfen, denn Erfahrungen zeigen, dass hin und wieder bereits auch bei geringeren Rückenwindkomponenten die Betriebsrichtung gewechselt wird.

Als weiterer Schritt soll die zulässige Rückenwindkomponente auf 7 Knoten angehoben werden. Dies wird derzeit im Rahmen der ICAO Gremien diskutiert und nach Veröffentlichung auf die Anwendung in Frankfurt geprüft.

Sollte die ICAO eine Erhöhung der Rückenwindkomponente von 5kn auf 7kn ermöglichen, sollten die Auswirkungen insoweit kritisch untersucht werden, ob nicht nur pauschal eine Erhöhung der BR25 erfolgt. Sondern es sollte auch untersucht werden, ob durch eine Anhebung der Rückenwindkomponente langfristig auch tatsächlich für die Betroffenen jeweils Lärmpausen/Lärmentlastung entstehen.

Im Rahmen des FFR wurde vereinbart, die Ergebnisse dieser Diskussion abzuwarten, da somit das Risiko einer Ablehnung der Ausnahme von ICAO ausgeschlossen werden kann.

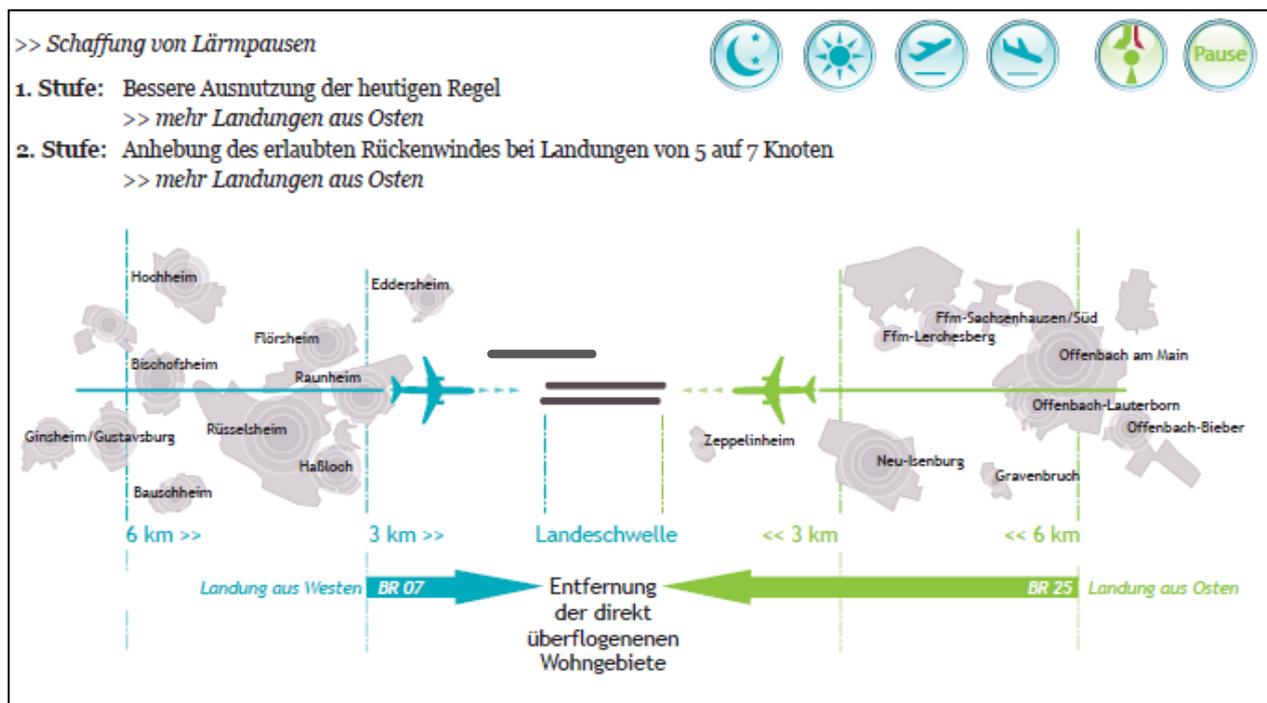


Abbildung 21: Schaffung von Lärmpausen. Quelle: Bericht zum ersten Maßnahmenpaket FFR

2.3.2 Erwartete Auswirkung der Maßnahme

Eine verstärkte Nutzung der Betriebsrichtung 25 führt letztlich zu einer Veränderung in der Lärmverteilung, die in von Landungen betroffenen Bereichen westlich des Flughafens zu einer Entlastung und in den von Landungen betroffenen Bereichen östlich des Flughafens zu einer erhöhten Belastung führt. Da die Wohngebiete im Westen näher am Flughafen liegen und dort die von Fluglärm betroffene Anzahl an Personen höher ist, wirkt sich die Entlastung besonders auf diese hoch betroffenen Bereiche/für diese größere Anzahl Hochbetroffener aus.

Aufgrund der windbedingten Schwankungen der Betriebsrichtungsverteilung ist eine genaue Prognose der Lärmwirkung der Maßnahme nicht möglich. Alle die im ersten Maßnahmenpaket zugrunde liegenden Szenarien Tag, Nacht sowie 2005 oder 2020 wurden jeweils mit standardisierter Betriebsrichtungsverteilung und zusätzlich mit sechs zusätzlichen Tagen Westbetrieb (Potenzial bei Anhebung der Rückenwindkomponente) in den sechs verkehrsreichsten Monaten ausgewertet.

Auf Basis der Auswertung von Wetterdaten (Windrichtung und -stärke am Boden und in der Höhe) über mehrere Jahre durch Fraport ergab sich ein Potenzial von sechs bis zwölf möglichen zusätzlichen Tagen für die Betriebsrichtung 25 bei Anhebung der Rückenwindkomponente auf 7 Knoten. Ein Potenzial für die bessere Ausnutzung wurde nicht ermittelt.

In diese Abschätzung gehen neben den Wetterbedingungen auch betriebliche und Kapazitätserwägungen ein. So ist es z.B. nicht sinnvoll, die Betriebsrichtung nur für ein kurzes Zeitfenster zu „drehen“, da hierbei für einen gewissen Zeitraum kein Verkehr stattfinden kann.

2.3.3 Umsetzung der Maßnahme

Die maximale Rückenwindkomponente von 5 Knoten am Boden gilt am Frankfurter Flughafen schon seit vielen Jahren. Die Rückenwindkomponente ist ein maßgeblicher Faktor von mehreren Faktoren für die Festlegung der Betriebsrichtung. Andere Faktoren, wie z.B. Wind in der Höhe oder Verfügbarkeit von Navigationsanlagen, sind bei der Festlegung zu berücksichtigen. Genutzt wird für diese Festlegung der Durchschnittswind der letzten zwei Minuten, der alle 10 sec aktualisiert wird. Darüber hinaus fließen bei der Festlegung Pilotenberichte über die Windverhältnisse im kurzen Endanflug ein.

Zunächst wurden die Lotsen in Briefings für die Thematik sensibilisiert. Briefings sind Informationsveranstaltungen für Lotsen, die vor jedem Dienstbeginn stattfinden. Diese finden sowohl in Form von eigenverantwortlichem Informieren mittels PC basierten „Briefing Terminals“ als auch in Form von Informationsveranstaltungen durch die Schichtleiter statt.

Unterstützt wurde diese Sensibilisierung durch Bereitstellung von Betriebsinformationen in Schriftform zu Beginn der Maßnahme und zusätzlich während des letzten Jahres in regelmäßigen Abständen.

2.3.4 Durchführung des Monitorings

Die Landerichtung wird in den Tagesberichten der DFS und darüber hinaus von der Fraport AG festgehalten. Hieraus lässt sich eine Betriebsrichtungsverteilung für frei definierbare Zeiträume ermitteln.

Vergleich der Rückenwindanteile

Für das Monitoring liegt es nahe, einen Vergleich der Anteile bei denen mit Rückenwind geflogen wurde des Jahres vor Implementierung der Maßnahme mit dem Jahr nach der Maßnahme durchzuführen. Die hierfür notwendigen Daten über Wind und Betriebsrichtung liegen jedoch nicht in einer automatisch verarbeitbaren Form vor, so dass diese Form der Auswertung für einen langen Zeitraum derzeit noch nicht möglich ist. Zur Verfügung stehen die Daten von September 2010 bis September 2011 des minütlich aktualisierten, vom DWD gemessenen Durchschnittsbodenwindes. Die Betriebsrichtungsdaten müssen nunmehr hierzu korreliert werden.

2.3.5 Ergebnisse

Vergleich der langjährigen Durchschnittswerte der Betriebsrichtungsanteile

Die nachfolgende Tabelle muss als Beginn der Auswertung gesehen werden, da belastbare Ergebnisse mit dieser Methode erst mit Auswertungen über mehrere Jahre erfolgen können. Die Tabelle stellt einerseits die durchschnittliche Betriebsrichtungsverteilung des Zeitraumes von zehn Jahren vor Beginn der Maßnahme und die Betriebsrichtungsverteilung des Jahres nach Beginn der Maßnahme gegenüber. Andererseits werden in der Tabelle für die gleichen Zeiträume die Anteile der Flugbewegungen gegenüber gestellt.

Es ist erkennbar, dass die Westbetriebsanteile minimal (ca. 9 Stunden) zugenommen haben. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass dies auf andere Faktoren, vor allem meteorologische Verhältnisse

zurück zu führen ist. Eine tatsächliche Veränderung wird systembedingt erst nach Ablauf des ersten langjährigen Zeitraumes nach Einführung der Maßnahme feststellbar sein.

Betriebsrichtungsanteile zeitlich:		%
01.02.2001 bis 31.01.2011	BR 25	72,2
	BR 07	27,8
01.02.2002 bis 31.01.2012	BR 25	71,0
	BR 07	29,0
Betriebsrichtungsanteile nach Bewegungen:		
01.02.2001 bis 01.02.2011	BR 25	71,6
	BR 07	28,4
01.02.2011 bis 31.01.2012	BR 25	71,7
	BR 07	28,3
Betriebsrichtungsanteile zeitlich:		%
01.02.2011 bis 31.01.2012	BR 25	72,3
	BR 07	27,7

Tabelle 1: Betriebsrichtungsverteilung zeitlich und nach Bewegungen. Quelle: Fraport

Die im 1. Maßnahmenpaket ebenfalls enthaltene Maßnahme „Anhebung Rückenwindkomponente“ wurde ebenfalls weiter verfolgt. Hierzu ist die Initiative innerhalb der ICAO zur Änderung der bestehenden Empfehlung die zulässige Rückenwindkomponente von 5 auf 7 Knoten anzuheben ein wichtiger Faktor. Dennoch hat die „Air Navigation Commission“ der ICAO (ANC) entschieden, das Thema in die Arbeitsgremien zurück zu verweisen und dazu aufgefordert, bis zum IV. Quartal 2012 eine Sicherheitsbewertung vorzulegen, damit diese dann anschließend in der ANC diskutiert werden kann.

2.4 Segmented RNAV (GPS) Approach

2.4.1 Beschreibung der Maßnahme

Der segmentierte Anflug ist ein Verfahren der Flächennavigation („Area navigation RNAV“): Durch Definition der Flugroute über frei wählbare Wegpunkte wird es möglich, mittels Satellitennavigation dicht besiedelte Gebiete zu umfliegen. Konkrete Zielsetzung der Maßnahme war es, insbesondere Mainz, Offenbach und Hanau südlich zu umfliegen und erst in einer Entfernung von ca. 9,3 km (= 5 NM) anstatt normalerweise bei ca. 18 km (= 9,7 NM) auf die verlängerte Landebahnachse einzudrehen. In einigen Kommunen, die südlich der bisherigen Endanfluggrundlinien liegen, entstehen neue Fluglärmbelastungen durch das segmentierte Anflugverfahren. Es handelt sich also um ein den Fluglärm verteilendes Verfahren.

2.4.2 Umsetzung der Maßnahme

Bei dieser Maßnahme wurden für beide Betriebsrichtungen (West- und Ostbetrieb) satellitengestützte Anflugverfahren definiert, die die Möglichkeit des kontinuierlichen Sinkfluges beinhalten. Auf Grundlage der positiven Lärmberechnungen entschied die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, das Verfahren am 27.08.2010 beim Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung zu beantragen.

Das Verfahren wurde zum 10.02.2011 im Luftfahrthandbuch der Bundesrepublik Deutschland veröffentlicht. Um eine möglichst frühe Nutzung zu ermöglichen, wurde das Verfahren bereits Mitte Januar 2011 mittels NOTAM (Notice to airmen) frei gegeben, und somit für Luftfahrzeuge mit entsprechenden Datenbanken nutzbar.

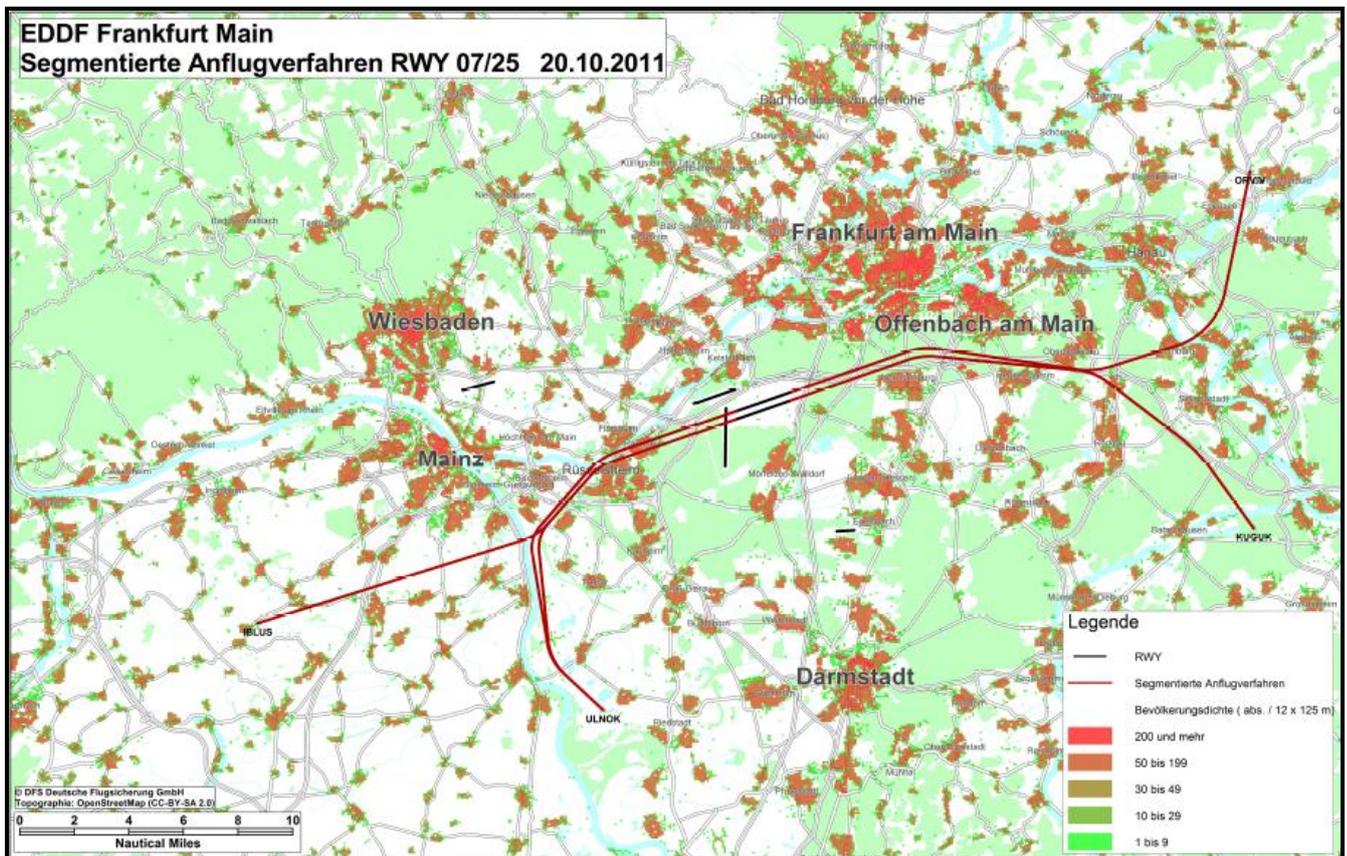


Abbildung 22: Segmentierte Anflugverfahren RWY 07/25, 20.10.2011. Quelle: DFS.

Da nicht alle Luftfahrzeuge aus technischen Gründen in der Lage sind, die segmentierten Anflüge zu fliegen, muss die Integration zwischen segmentierten Anflügen und herkömmlichen Anflügen auf dem Endanflug erfolgen. Dies erfordert größere Abstände zwischen den einzelnen Luftfahrzeugen. Hieraus entstand in einer Sicherheitsdokumentation eine Empfehlung von 10 NM lateralem Abstand zwischen anfliegenden Luftfahrzeugen auf dem Verfahren.

Darüber hinaus ist die Maßnahme aufgrund der ICAO Empfehlungen nicht mit einem unabhängigen parallelen Anflug Betrieb kompatibel. Daher hat das Verfahren Auswirkungen auf die Kapazität und wurde deshalb in der verkehrsarmen Zeit nachts zwischen 23:00 und 05:00 Uhr erprobt.

Der grundsätzliche Probetrieb begann am 10.02.2011 und endete aufgrund der dann einsetzenden neuen Nachtflugbeschränkung am 30.10. 2011.

2.4.3 Erwartete Auswirkung der Maßnahme

Zielsetzung war es, mit der Segmentierung des Anfluges die hochbelasteten und dichtbesiedelten Kommunen unter dem Endanflugpfad (z.B. Offenbach, Hanau, Mainz, Bischofsheim) zu umfliegen. Um dieses Verfahren nutzen zu können, benötigen die Luftfahrzeuge eine besondere technische Ausstattung und Zulassung, die es erlaubt, GPS als primären Sensor für die Navigation im Nahbereich zu nutzen. Nicht alle Flugzeuge verfügen über eine entsprechende Ausstattung, teilweise schwankt dies auch innerhalb von Airlines.

2.4.4 Ergebnisse

Ausnutzung:

Zunächst galt es, die Ausnutzungsrate (10.02.2011 bis 30.10.2011) zu überprüfen. Dies galt auch vor dem Hintergrund, dass das Anflugverfahren aufgrund der Entscheidung des BAF als „Kann“- und nicht als „Muss“-Vorschrift im Luftfahrthandbuch veröffentlicht wurde, so dass Piloten grundsätzlich auch die Möglichkeit hatten, selbst bei Vorhandensein der entsprechenden Ausstattung einen ILS Anflug zu erbitten. Aufgrund von systematischen Abfragen bei den Airlines war man vor Einführung davon ausgegangen, dass 80% der Flugzeuge über die notwendige Ausstattung für Flächennavigation verfügen.

Zeitraum: 10.02.-30.10.2011	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Gesamt
Anzahl der Anflüge (23:00 bis 05:00 Uhr)	191	344	462	587	713	662	627	667	623	4876
davon Segmented RNAV	67	164	274	309	329	358	317	355	337	2510
Konventionelle Anflüge	124	180	188	278	384	304	310	312	286	2366
Segmented RNAV-Quote	35,1	47,7	59,3	52,6	46,1	54,1	50,6	53,2	54,1	51,5

Tabelle 2: Monatliche Anzahl der Anflüge getrennt nach Segmented Approach und konventionellen Anflügen und die daraus resultierende Nutzungsquote der Segmented Approach Anflüge. Quelle: Fraport

Dies ergibt eine Quote der segmentierten Anflüge für den gesamten Zeitraum des Probetriebes von 51,5 Prozent.

Nach der Betriebsrichtungsverteilung aufgliedert ergibt sich folgende Tabelle:

	Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August		Sept.		Oktober	
Betriebsrichtungsverteilung BR 25/ BR 07 (23:00 bis 05:00 Uhr)	56 %	44 %	60 %	40 %	43 %	57 %	68 %	32 %	73 %	27 %	91 %	9%	91 %	9%	80 %	20 %	70 %	30 %
Davon: Segmented RNAV-Quote bei BR 25/ BR 07	34 %	31 %	50 %	45 %	53 %	63 %	53 %	53 %	48 %	37 %	57 %	33 %	51 %	47 %	50 %	66 %	54 %	55 %

Tabelle 3: Segmented RNAV-Quote nach Betriebsrichtungsverteilung. Quelle: Fraport

Es zeigt sich, dass die avisierten 80% Ausnutzungsrate nicht erreicht wurden, und je nach Luftverkehrsgesellschaften die Anwendungsquoten auch stark variierten. Rückfragen bei Piloten ergaben, dass eine höhere Ausnutzung davon abhängen kann, dass die Piloten möglichst frühzeitig die Information

erhalten, welches Anflugverfahren sie zu erwarten haben. Hier wurden im Lauf des Probebetriebs die Abläufe verbessert.

Die Luftfahrtgesellschaften, welche den Großteil des Verkehrs in Frankfurt in der maßgeblichen Zeit ausmachen, kamen zu folgenden Ausnutzungsraten (Tabelle 4):

Luftverkehrs- gesellschaft	RNAV- Quote [%] Feb	RNAV- Quote [%] Mar	RNAV- Quote [%] Apr	RNAV- Quote [%] Mai	RNAV- Quote [%] Jun	RNAV- Quote [%] Jul	RNAV- Quote [%] Aug	RNAV- Quote [%] Sep	RNAV- Quote [%] Okt	Gesamt- anzahl der Anflüge	Segmented RNAV Anflüge	Segmented RNAV- Quote [%] ⁵
Lufthansa Cargo	68,8	68,4	71,0	72,0	70,5	67,4	62,0	70,4	56,7	725	494	68,1
TUI	64,0	80,4	95,7	86,3	80,7	87,9	81,5	84,8	87,6	779	659	84,6
Condor	30,3	75,9	85,9	76,2	65,4	70,8	69,2	63,3	96,0	1063	745	70,1
Air Berlin	0	0	80,0	56,3	46,6	49,4	39,3	41,0	55,9	492	247	50,2
Sun Express	45,5	15,4	6,7	7,3	24,4	54,3	53,3	79,4	72,2	294	112	38,1
Aero Logic	0	100,0	40,0	0	20,0	75,0	57,1	22,2	50,0	48	21	43,8
Lufthansa	8,3	44,4	60,0	33,3	22,0	41,9	44,9	50,7	37,7	432	162	37,5
XL Airways Germany	0	0	0	6,7	20,0	18,2	26,1	33,3	36,4	106	24	22,6

Tabelle 4: RNAV-Quote nach Luftverkehrsgesellschaft. Quelle: Fraport

TUI, Condor und Lufthansa Cargo erzielten die beste Ausnutzungsquote über den gesamten Zeitraum. Hintergrund dürfte u.a. sein, dass diese Fluggesellschaften ihre Piloten ausdrücklich aufgefordert haben, den angebotenen segmentierten Anflug zu nutzen.

Lärmmessung:

Das segmentierte Anflugverfahren stellt primär eine lärmverteilende Maßnahme dar, in dem die Anflüge lateral verschoben werden, von dicht besiedeltem Gebiet auf unbesiedeltes, bzw. weniger dicht besiedeltes Gebiet. Das bedeutet letztlich eine lokale Entlastung, aber punktuell auch zusätzliche Belastungen in den neu überflogenen Gebieten und in den Eindrehbereichen.

Um die Belastungen in den neu überflogenen Gebieten zu untersuchen, wurden daher mobile Messstationen aufgestellt, die einen Vergleich vor und nach Einführung der Maßnahme ermöglichen sollten. Das Umwelthaus stellte an zwei Stellen, über die die neue Anflugroute führte, mobile Messstationen auf, um die tatsächliche Lärmbelastung nach Inbetriebnahme der neuen Maßnahme zu messen. Es wurde in Rüsselsheim in der Böllenseesiedlung auf dem Böllenseeplatz gemessen (MP 210) und in Gravenbruch (MP 300). Darüber hinaus wurden von Fraport mobile Fluglärmmessungen vor und nach der Einführung des Segmented Approachs in Heusenstamm, Zeisigweg 7 und in Bodenheim, Wasserwerk durchgeführt. Da die Messzeiträume vor und nach Einführung der Maßnahme unterschiedliche Betriebsrichtungsverteilungen und Anzahl von Flugbewegungen aufweisen, wird bei der Auswertung allein auf gemessene Maximalpegelverteilungen abgestellt. Für die Flugzeugtypen, die häufig den Segmented Approach nutzten, werden typenbezogen mittlere Maximalpegel ermittelt und entsprechende gemessenen Typenpegel der konventionellen Anflüge in Offenbach und Bischofsheim gegenübergestellt.

⁵ Gerundet.

Im Folgenden sind die gemessenen Maximalpegel durch Segmented Approach Anflüge dargestellt. Sowohl an der Messstation in Gravenbruch als auch in Rüsselsheim wurde auch Fluglärm gemessen, wenn ILS Anflüge erfolgten, mit allerdings deutlich geringeren Pegeln. Die nachfolgenden Darstellungen zeigen ausschließlich die gemessenen Lärmereignisse von Segmented Approaches, die durch eine Einzelauswertung aller gemessenen Ereignisse und Abgleich mit den FANOMOS-Flugspuren jedes Anflugs ermittelt wurden. Im Einzelnen ergibt sich folgendes Bild:

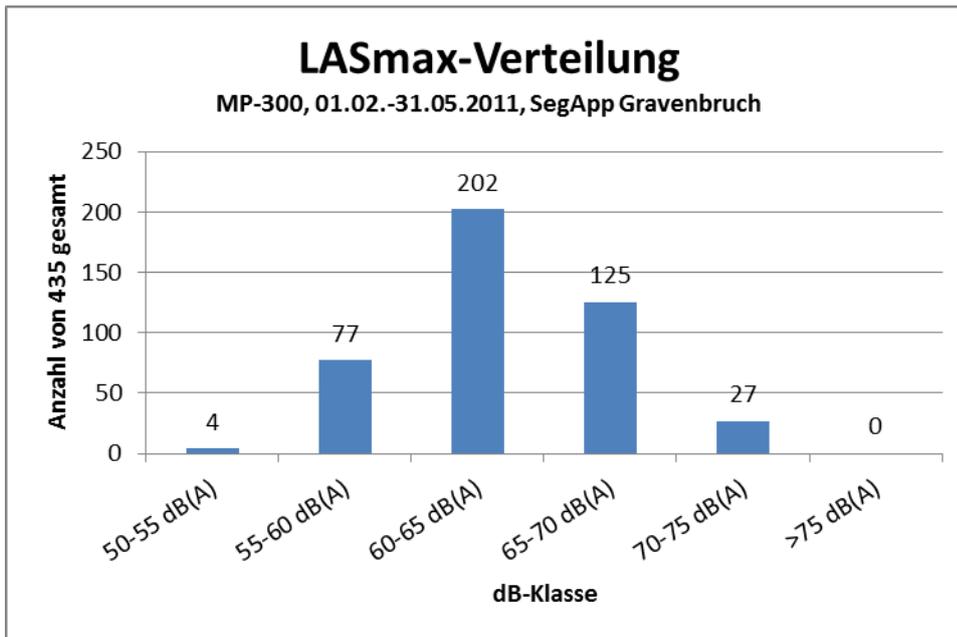


Abbildung 23: LASmax-Verteilung MP-300, Gravenbruch. Quelle: Umwelthaus

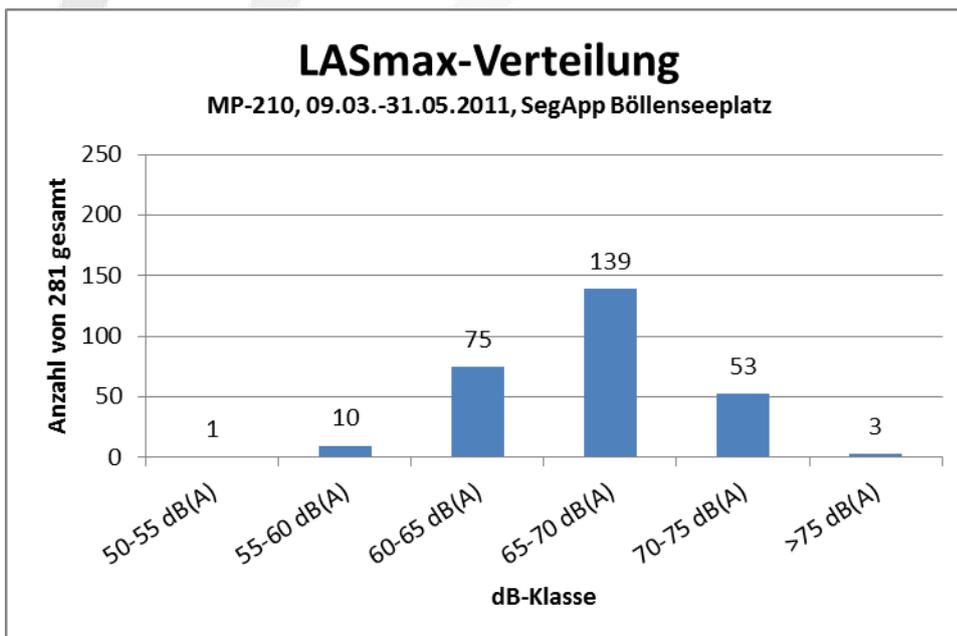


Abbildung 24: LASmax-Verteilung MP-210, Gravenbruch. Quelle: Umwelthaus

Aufgrund der stark divergierenden Betriebsrichtungsverteilung sind die Messzeiträume der mobilen Messungen für die sog. „Nachher“-Messungen nicht ganz identisch. Zudem trat in der mobilen Messstation für die Böllenseesiedlung am Böllenseeplatz ein Hardwaredefekt auf, so dass diese repariert und erst entsprechend mit einer kurzen zeitlichen Verzögerung zu dem Beginn des Probetriebes aufgestellt werden konnte.

Eine Veränderung der Fluglärmbelastung infolge der Verlagerung von Anflügen über den konventionellen ILS-Landeanflug auf die Segmented Approach Flugrouten kann nur dann im direkten Vergleich messtechnisch nachvollzogen werden, wenn die zu vergleichenden Zeiträume vor und nach Einführung der Maßnahme die gleiche Anzahl von Flugbewegungen pro Nacht bei gleicher Verteilung auf die Runways und eine identische Flottenzusammensetzung aufweisen. In der Realität sind diese Voraussetzungen nicht gegeben. Für eine erste Einschätzung der veränderten Fluglärmsituation wurden die gemessenen Maximalpegelverteilungen bei West-Betrieb an den Messstationen der Fraport AG MP 01 Offenbach-Lauterborn, MP 02 Offenbach-Bieber, MP 41 Frankfurt-Süd, MP 42 Neu-Isenburg- Nord und der mobilen Messanlage in Heusenstamm betrachtet. Der Zeitraum vom 17.12.2010 bis 18.01.2011 bezieht sich auf die Fluglärmsituation vor Einführung des Segmented Approach, der Zeitraum vom 19.01.2011 bis 31.03.2011 stellt die Ergebnisse nach Einführung des Segmented Approach dar. Um zumindest den verzerrenden Effekt der unterschiedlichen Anzahl von Flugbewegungen zu eliminieren, wurde in beiden Messzeiträumen die Anzahl der bei 25-Betrieb stattfindenden Anflüge auf 46,9 pro Nacht normiert.

Die sich daraus ergebenden Maximalpegelverteilungen sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

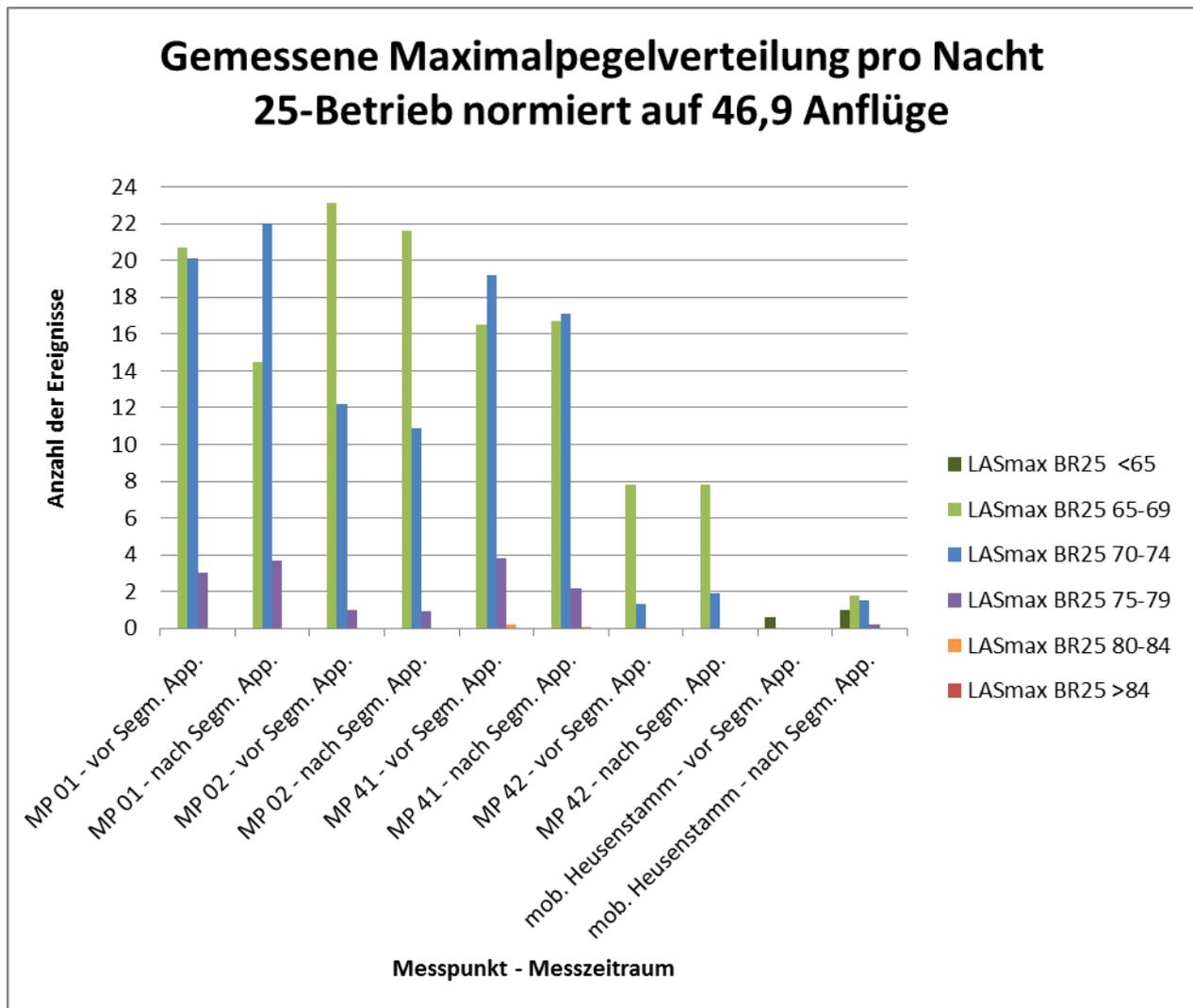


Abbildung 25: Vergleich der Maximalpegelverteilungen vor (17.12.2010 bis 18.01.2011) und nach (19.01.2011 bis 31.03.2011) Einführung des Segmented Approach. Quelle: Fraport

Diese Verteilungen enthalten jedoch nach wie vor Effekte, die sich aus einer unterschiedlichen Runwaynutzung und Flottenzusammensetzung ergeben. Dies kann zu Verschiebungen von Maximalpegeln in andere Klassen führen. Dennoch zeigt sich in der Gesamtzahl der gemessenen Maximalpegel, dass eine Verlagerung von Anflügen über Offenbach auf den Segmented Approach ergibt.

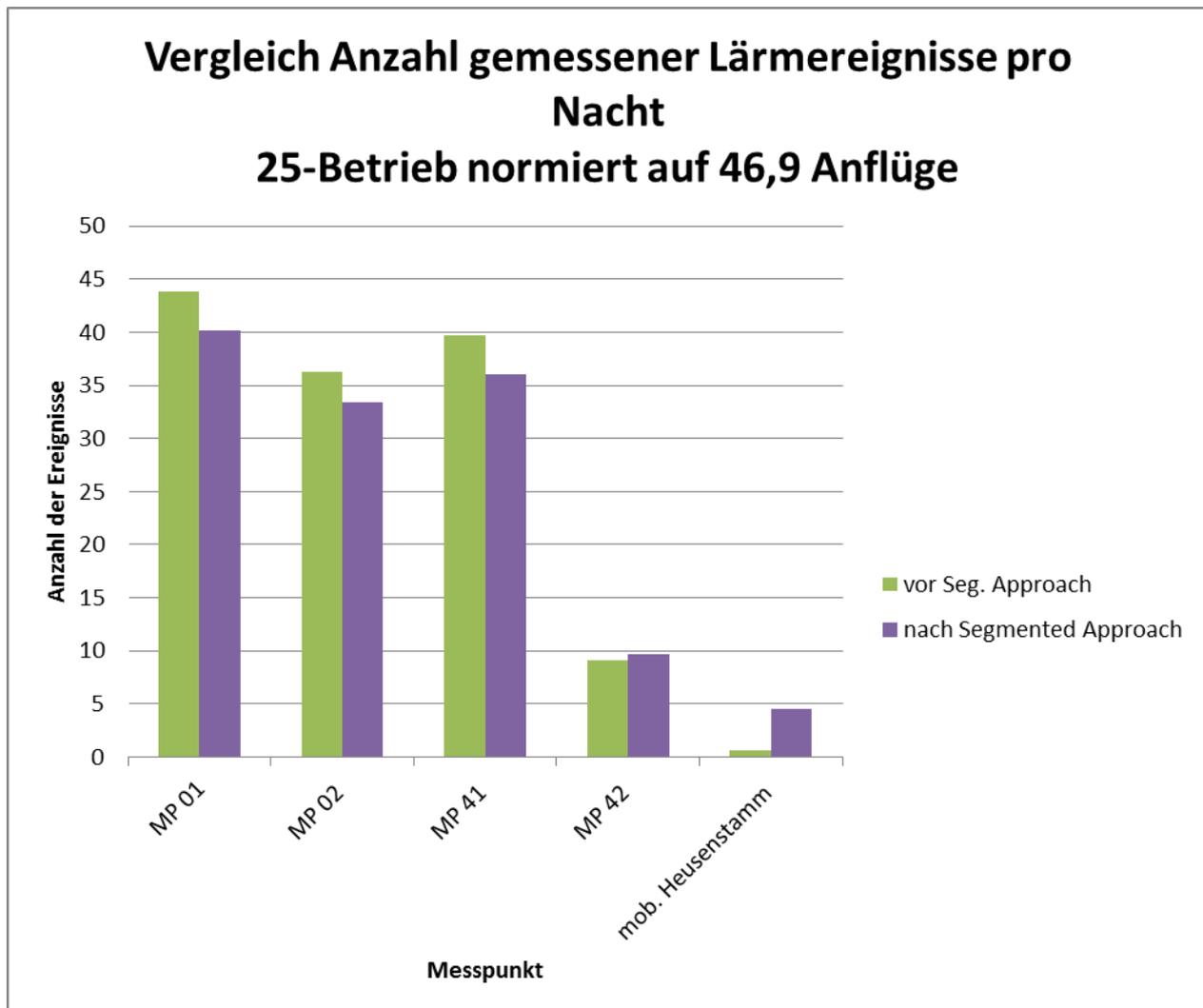


Abbildung 26: Vergleich der Anzahl der gemessenen Fluglärmereignisse pro Nacht bei 25-(West-)Betrieb, Zu Vergleichszwecken wurde die Anzahl der Anflüge pro Nacht vor und nach der Einführung des Segmented Approach auf 46,9 normiert. Quelle: Fraport

Darüber hinaus wurden für die jeweiligen Messzeiträume der mobilen Messpunkte in Heusenstamm (18.01.2011 bis 26.07.2011) und in Bodenheim (23.05.2011 bis 15.09.2011) die Maximalpegel der über den Segmented Approach geführten Anflüge getrennt nach Typen ausgewertet.

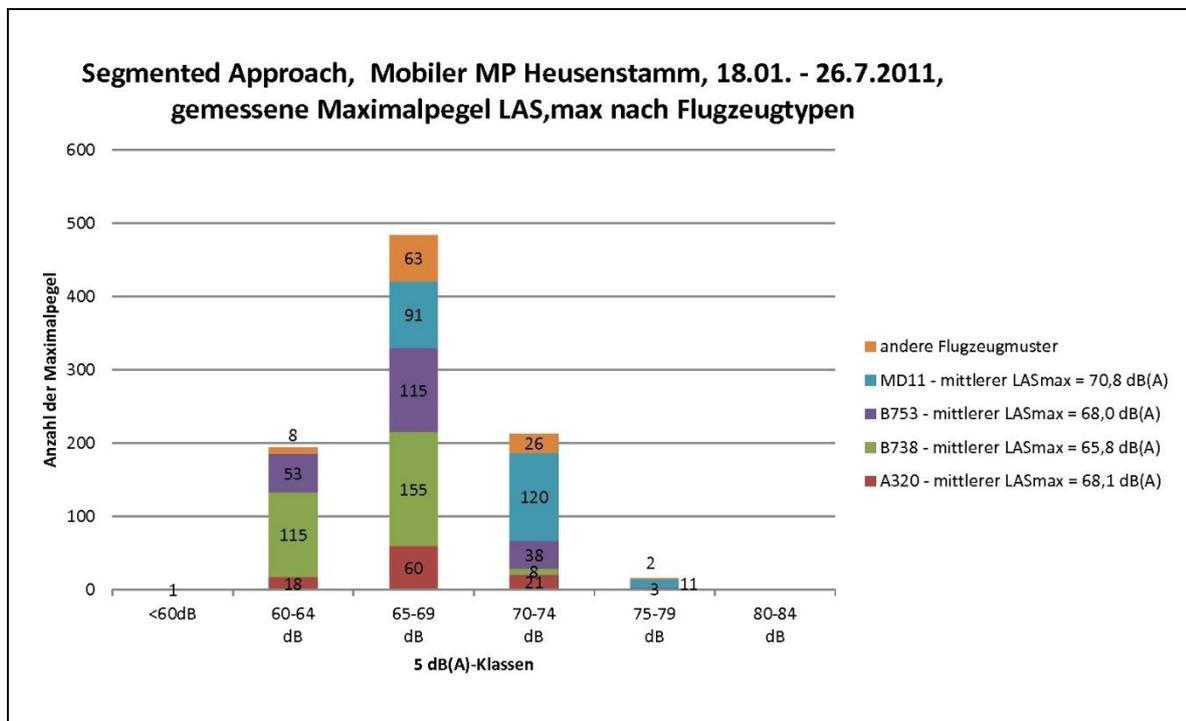


Abbildung 27: Segmented Approach, Mobiler MP Heusenstamm, Maximalpegel nach Flugzeugtypen. Quelle: Fraport

Der Vergleich der energetisch gemittelten typenbezogenen Maximalpegel für Anflüge über den Segmented Approach am mobilen Messpunkt in Heusenstamm mit den Typenpegeln für ILS-Anflüge, die an den Messstationen in Offenbach ermittelt werden, zeigt, dass im Allgemeinen der ILS-Anflug höhere Maximalpegel in Offenbach hervorruft als ein Anflug über den Segmented Approach in Heusenstamm.

Typ	Mob. MP Heusenstamm	MP 01 Offenbach - Lauterborn	MP 02 Offenbach - Bieber
A320	68,1	69,3	67,4
B738	65,8	67,2	64,3
B753	68,0	66,4	62,7
MD11	70,8	71,5	69,3

Tabelle 5: Energetisch gemittelte typenbezogene Maximalpegel für Segmented Approach in Heusenstamm und konventionelle ILS-Anflüge in Offenbach. Quelle: Fraport

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei 07-Betrieb im Vergleich der mit einer mobilen Messanlage vom 23.05.2011 bis 15.09.2011 in Bodenheim gemessenen Segmented Approach Anflüge mit den ILS-Anflügen, die im gleichen Zeitraum an der Messstation 89 in Bischofsheim gemessen wurden. Aus einer mobilen Messung in Mainz-Hechtsheim, Teufelskaute, ist bekannt, dass die Fluglärmimmissionen dort im Vergleich zu der Messstation Bischofsheim ca. 1 dB(A) geringer ausfallen. Unter der An-

nahme dieser Pegeldifferenz wurden die typenbezogenen mittleren Maximalpegel, die in Mainz Hechtsheim zu erwarten sind, abgeschätzt.

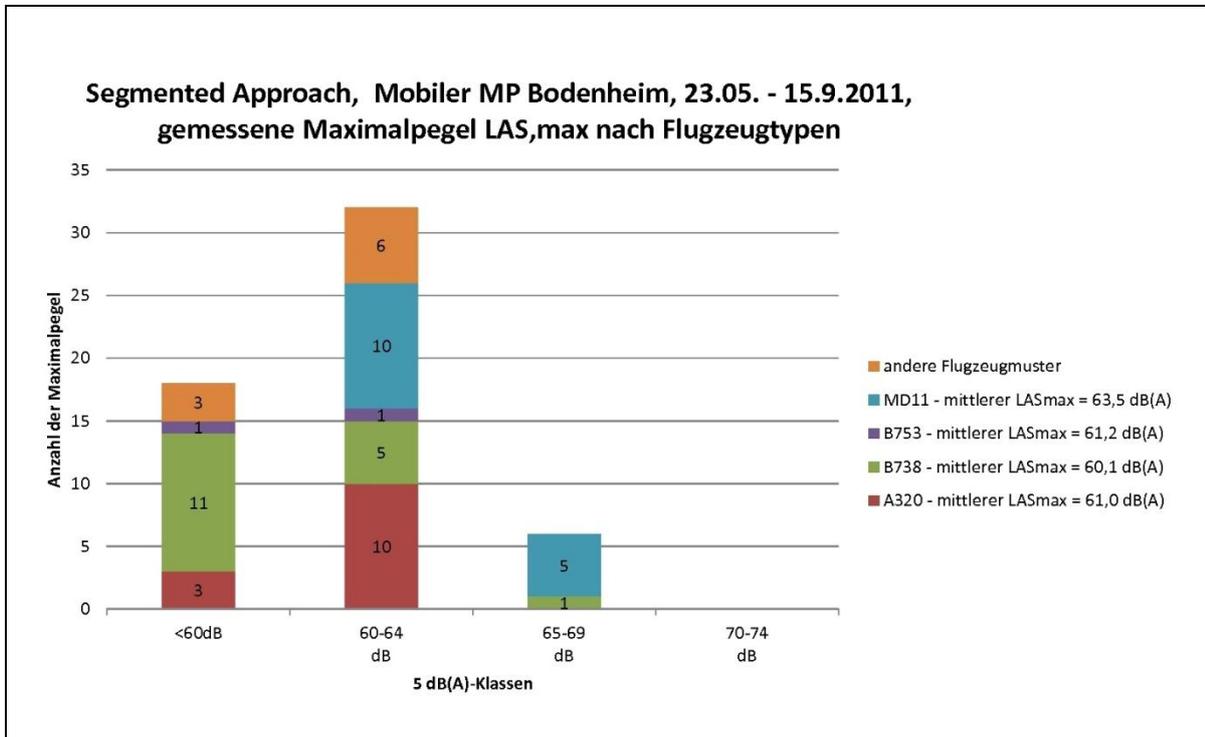


Abbildung 28: Segmented Approach, Mobiler MP Bodenheim, Maximalpegel nach Flugzeugtypen.
Quelle: Fraport

Typ	Mob. MP Bodenheim	MP 89 Bischofsheim	Mainz Hechtsheim (Geschätzte Werte auf Basis einer mobilen Messung vom 31.3.2007 – 27.6.2007)
A320	61,0	69,2	Ca. 68
B738	60,1	66,6	Ca. 65
B753	61,2	65,6	Ca. 64
MD11	63,5	71,4	Ca. 70

Tabelle 6: Energetisch gemittelte typenbezogene Maximalpegel für Segmented Approach in Bodenheim und konventionelle ILS-Anflüge in Bischofsheim und Mainz-Hechtsheim. Quelle: Fraport

Laterale Genauigkeit:

Verglichen wurde auch die laterale Genauigkeit bei der Durchführung der Anflüge anhand der FANOMOS-Flugspuren. Es wurde erwartet, dass durch die Flächennavigation eine Bündelung erreicht werden kann.

Für den Zeitraum zwischen dem 10.02.2011 und 10.04.2011 konnten bei Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb) folgende Flugspuren über das standardisierte Anflugverfahren und dem segmentierten Anflugverfahren aufgezeichnet werden (23:00 bis 05:00 Uhr):

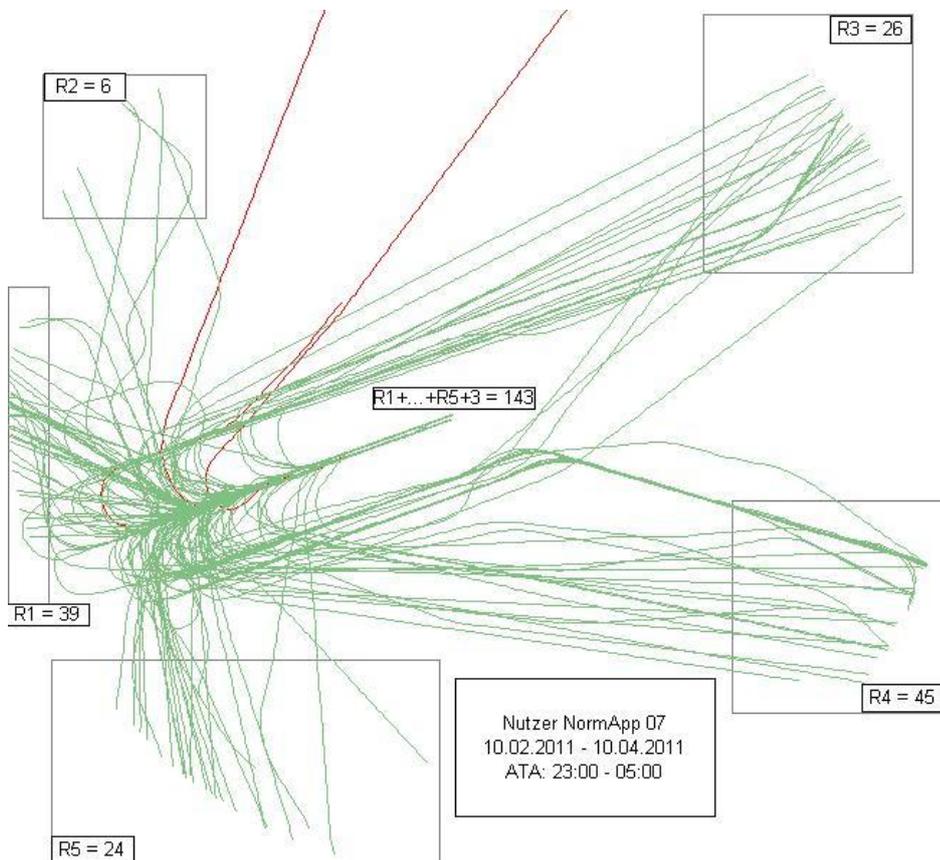


Abbildung 29: Standardisiertes Anflugverfahren –Ostbetrieb 23:00 bis 05:00 Uhr. Quelle: Umwelthaus

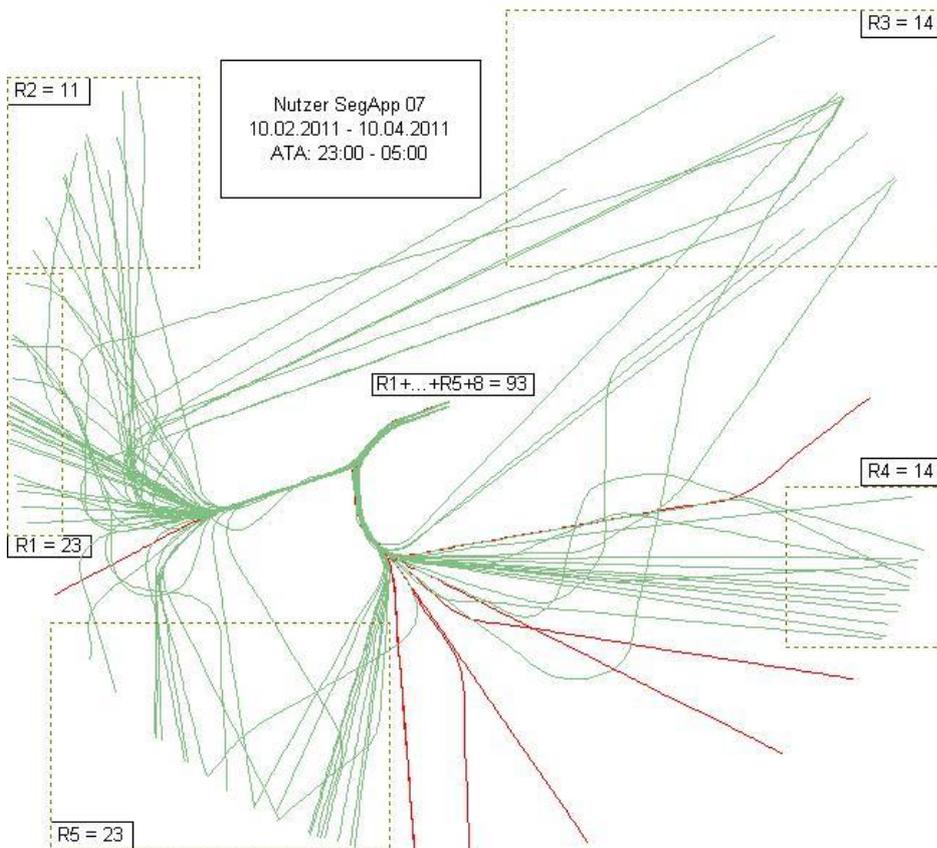


Abbildung 30: Segmentiertes Anflugverfahren-Ostbetrieb – 23:00 bis 05:00 Uhr. Quelle: Umwelthaus.

Es zeigt sich, dass die als Segmented Approach geflogenen Anflüge früher als die ILS Anflüge gebündelt werden und dass die laterale Abweichung sehr gering ist.

Dieser Vergleich wurde ebenfalls vorgenommen für die Betriebsrichtung West (BR 25), d.h. für Anflüge aus dem Osten auf den Flughafen:

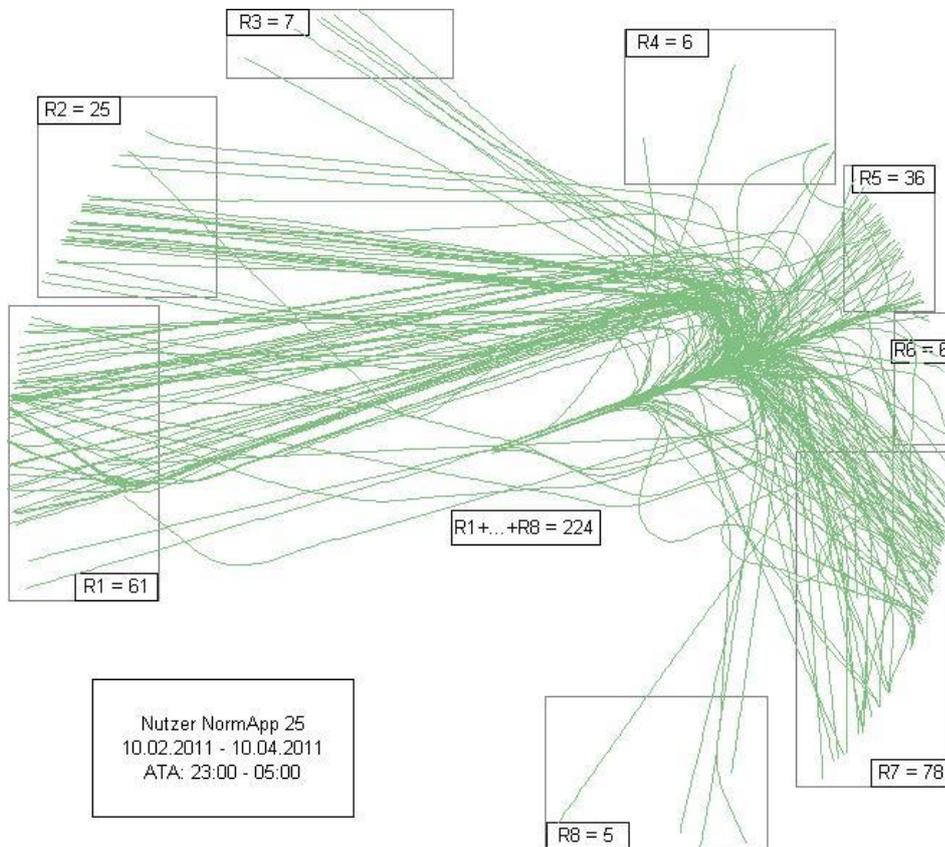


Abbildung 31: Standardisiertes Anflugverfahren – Westbetrieb- 23:00 bis 05:00 Uhr. Quelle: Umwelthaus

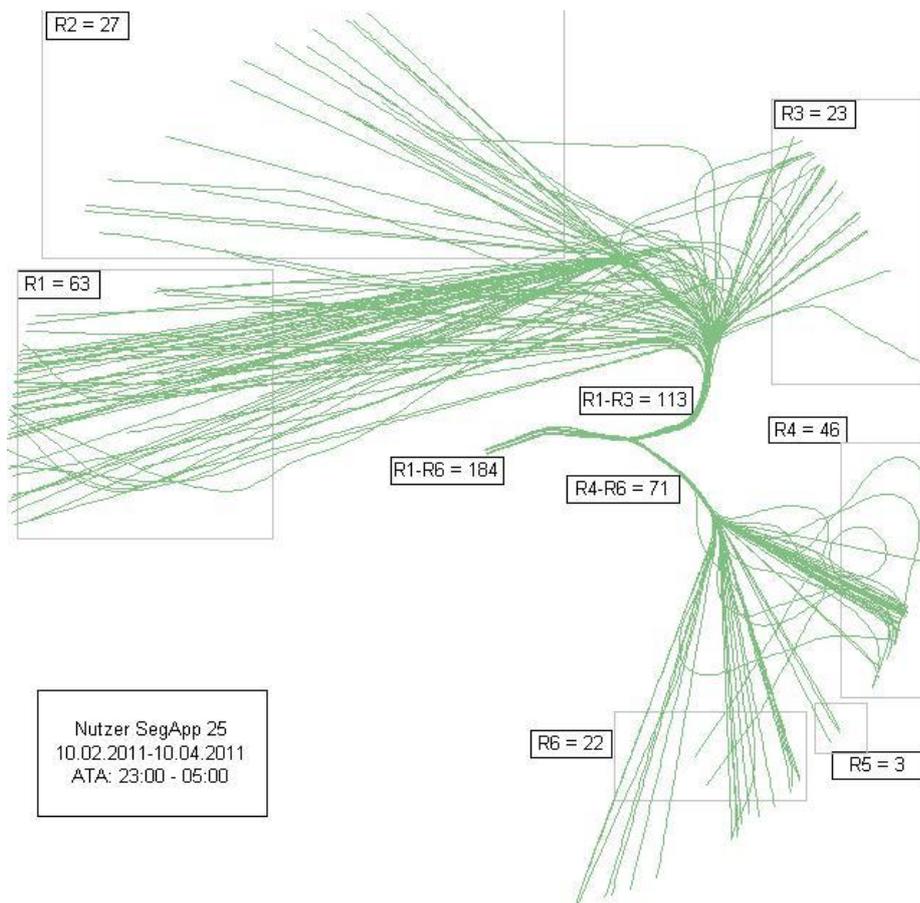


Abbildung 32: Segmentiertes Anflugverfahren-Westbetrieb – 23:00 bis 05:00 Uhr. Quelle: Umwelthaus

Im Vergleich zur lateralen Genauigkeit des konventionellen Anfluges sieht man sehr deutlich, dass die Flächennavigation eine frühe Bündelung des Verkehrs erreichen kann und eine hohe laterale Genauigkeit erzielt wurde, da hier systembedingt auf dem veröffentlichten Verfahren geflogen werden muss. Diese Erkenntnisse sollten weiter genutzt und ausgebaut werden für zukünftige Nutzungen von An- und Abflügen über Flächennavigationssysteme.

2.5 Dedicated Runways Operations (bevorzugte Bahnnutzung - DROps)

2.5.1 Beschreibung der Maßnahme

Die hier beschriebene und definierte Maßnahme *Dedicated Runway Operations* (DROps), soll eine flugbetriebliche Lärminderung hervorrufen und somit lärmempfindliche Gebiete (z.B. Wohngebiete, etc.) in bestimmten Zeitabschnitten (Lärmpausen) entlasten. Dies wird durch eine bevorzugte Nutzung des Start- und Landebahnsystems, sowie durch eine bevorzugte Routennutzung, in denen Flugzeuge von belasteten Gebieten ferngehalten werden, ermöglicht.

Am Frankfurter Flughafen wurde im Zeitraum vom 12.01.2011 bis 28.10.2011, in Nächten ungeraden Datums zwischen 23:00 und 05:00 Uhr, das DROps-Szenario eingeführt. Während der restlichen Nächte wurden die üblichen Routennutzungskonzepte angewandt. Mit dieser Maßnahme sollten kalkulierbare Lärmpausen für Betroffene geschaffen werden, da die DROps-Routenbelegung in 50% der Betriebszeiten angewendet wurde. Je nach Betriebsrichtung fand ein eigens entwickeltes Nutzungskonzept Anwendung.

Da DROps durch die wegfallende Nutzung von Abflugstrecken und Pistenkapazitäten gekennzeichnet ist, wurde die Maßnahme bis zum Beschluss des VGH Kassel vom 10.10.2011 nur in der verkehrssamen Zeit der Mediationsnacht von 23:00 bis 05:00 Uhr lokal angewendet.

2.5.2 Erwartete Auswirkungen der Maßnahme

Die Maßnahme DROps ist eine Maßnahme des aktiven Schallschutzes, die Lärmpausen für hochbetroffene Gebiete schaffen soll.

Die Entlastung der betroffenen Gebiete ist von der vorherrschenden Betriebsrichtung am Frankfurter Flughafen abhängig.

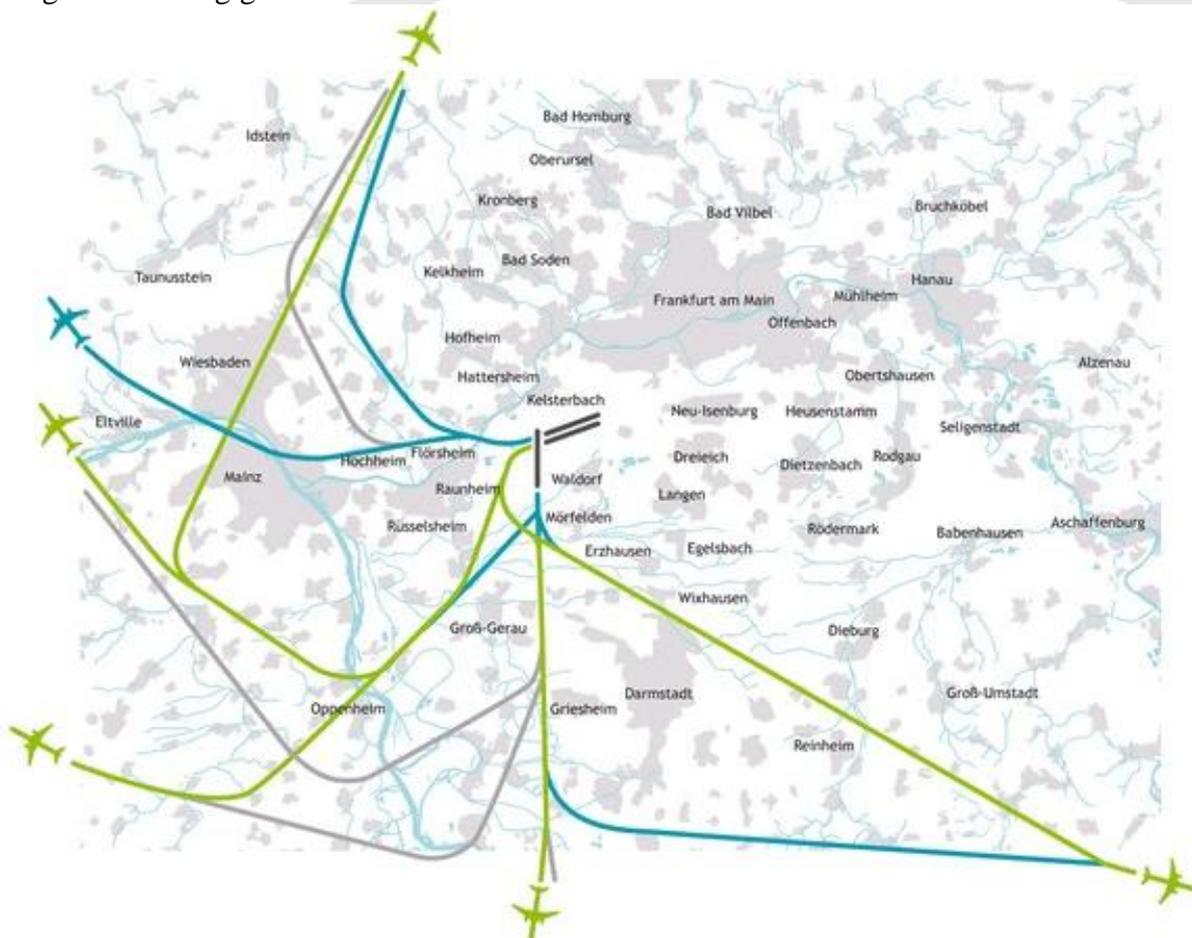


Abbildung 33: Bevorzugte Bahnnutzung bei Betriebsrichtung 25 (Westbetrieb) – DROps 25. Quelle: Bericht zum ersten Maßnahmenpaket FFR

Das Konzept bei **Betriebsrichtung 25 (Westbetrieb) – DROps 25** sieht vor, dass alle Abflüge vom Parallelbahnsystem ausgehen, und die Startbahn 18 West während dieser Zeit nicht genutzt wird. Zudem sollen alle Starts in nordwestlicher Richtung nur noch auf die Nachtflugrouten in Richtung SOBRA, MASIR und TABUM geführt werden. Dies soll eine Entlastung für Mörfelden-Walldorf und die Kommunen bringen, die von den nordwestlich verlaufenden Abflugrouten betroffen sind. Eine Lärmzunahme in Nauheim und Königstädten kann verhindert werden, da infolge der verstärkten Nutzung der Nachtflugrouten zu den Wegpunkten SOBRA, MASIR und TABUM ausgehend vom Parallelbahnsystem zwar ein höhere Auslastung der Routen auftritt, aber gleichzeitig diese Abflüge eine höhere Flughöhen aufweisen als vergleichbare Abflüge von der Startbahn 18 West (vgl. *Abbildung 33*). Für Abflüge in südöstlicher Richtung soll eine Bündelung der Starts auf der Abflugroute KÖNIG-kurz (KNG-kurz) erfolgen.

Bei vorherrschender **Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb) – DROps 07** werden keine Starts über das Parallelbahnsystem abgewickelt, vielmehr gibt es eine Bündelung der Abflüge über die Startbahn 18 West. Hierdurch entstehen Entlastungen für Kommunen östlich des Flughafens (z.B. Frankfurt, Neu-Isenburg), da keine direkten Abflüge in östliche Richtung abgewickelt werden (vgl. *Abbildung 34*).

Aufgrund dessen, dass bei ausschließlicher Nutzung der Startbahn 18 West sich ein längerer Flugweg (ca. 100 NM) zu den nördlichen Ausflugpunkten ergibt, wurde eine alternative Nachtflugroute entworfen. Diese wird zunächst wie die Abflugroute KÖNIG-kurz (KNG-kurz) geführt und dreht dann nach Norden in Richtung Funkfeuer METRO (MTR) ab. Diese sogenannte Ostumfliegung verlangt nur noch einen Umweg von rund 12 NM, der für die Luftfahrtgesellschaften akzeptabel ist.

Erfolgen Starts mit südöstlichem Ziel, werden sie auf der Abflugroute KÖNIG-lang (KNG-lang) gebündelt, was zu einer Entlastung der Siedlungsgebiete entlang der Abflugroute KÖNIG-kurz führt.

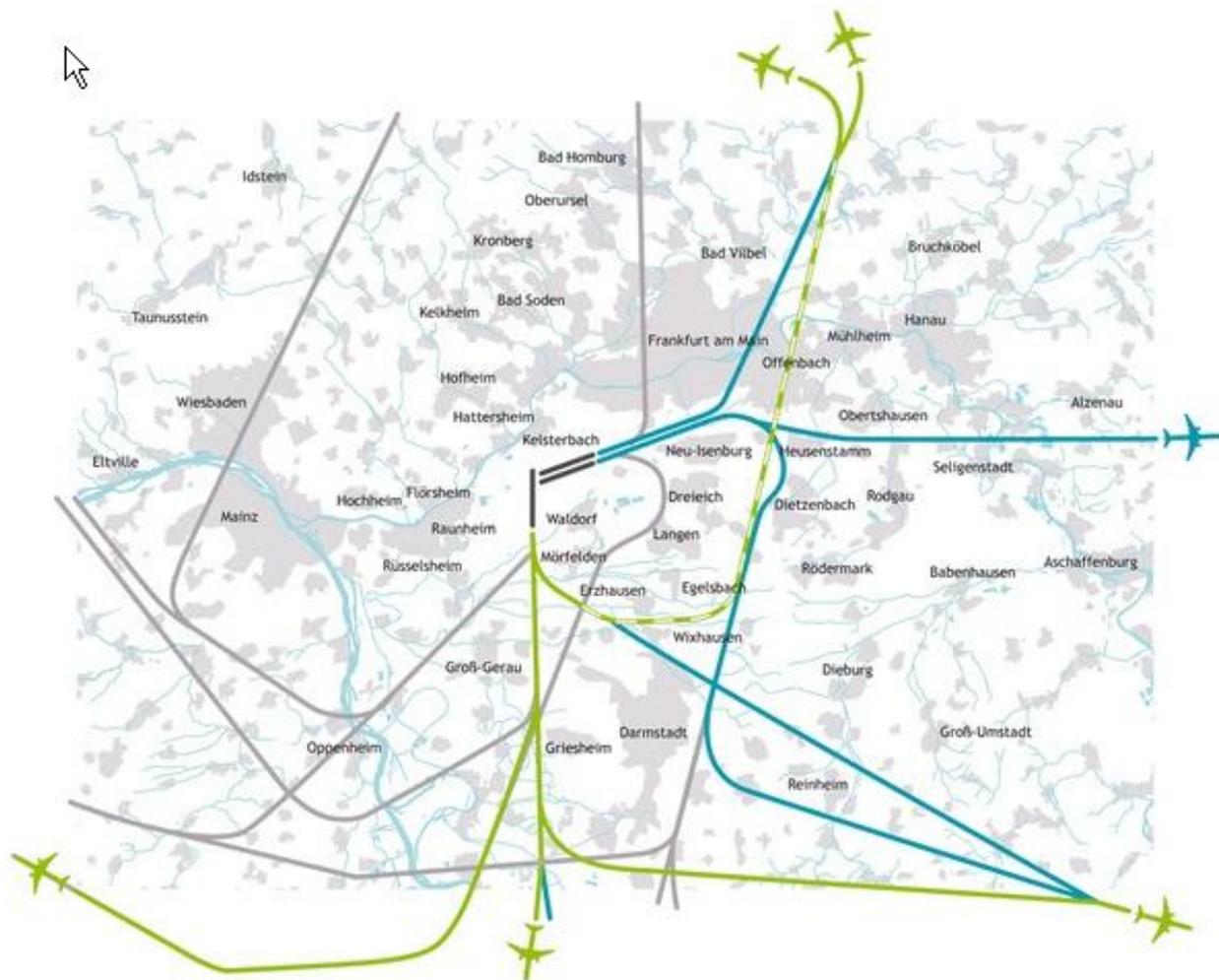


Abbildung 34: Bevorzugte Bahnnutzung bei Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb) – DROps 07. Quelle: Bericht zum ersten Maßnahmenpaket FFR

2.5.3 Umsetzung der Maßnahme

Zu Beginn der Maßnahme im Januar 2011 kam es auf Grund eines Missverständnisses in der Betriebsanweisung auch in DROps-Nächten regelmäßig zur Nutzung der nordöstlichen Abflugrouten, die in Richtung Wegepunkt TABUM führen. Dieses Missverständnis wurde aber innerhalb weniger Wochen geklärt, so dass diese Route nur in Ausnahmefällen genutzt wurde.

Im Allgemeinen wurde, wie in den Abbildungen 1 bis 8 in der Anlage zu erkennen ist, das DROps-Szenario weitestgehend, so wie der Flugbetrieb es zuließ, umgesetzt. Anhand des in den Abbildungen dargestellten Vergleichs der tagesdurchschnittlichen Anzahl der Abflüge in DROps- und Nicht-DROps-Nächten ist die Bündelung der Abflüge auf die vorgeschriebenen Abflugrouten gut nachvollziehbar.

In einzelnen Nächten konnte das DROps-Konzept aus sicherheitsrelevanten oder baulichen Gründen nicht umgesetzt werden. Die Sicherung des Flugbetriebs hat stets oberste Priorität. Aus diesem Grund kann bei Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb), durch eine zu hohe Rückenwindkomponente auf der Startbahn 18 West (Wind aus Norden), die Nutzung des Parallelbahnsystems nicht ausgesetzt werden. Dies

kann auch der Fall sein, wenn Sanierungsarbeiten die Nutzung der Startbahn 18 West einschränken oder ganz verhindern.

2.5.4 Durchführung des Monitorings

Der Frankfurter Flughafen verfügt seit den sechziger Jahren über Messstationen der Fraport, die an allen An- und Abflugrouten des Flughafens angeordnet sind. Derzeit sind 28 stationäre Messstationen von Fraport in Betrieb, die den Fluglärm überwachen. Die Messorte der stationären Messstellen sind so gewählt, dass die Ergebnisse der Fluglärmmessungen unter verschiedenen Gesichtspunkten genutzt werden können. Nicht nur eine Dokumentation der Lärmsituation an jeder Messstelle soll erfolgen, sondern auch eine akustische Überwachung der Einhaltung vorgegebener Flugrouten und Flugverfahren. Aus diesem Grund sind einige stationäre Messstationen so platziert, dass sie an den am stärksten frequentierten Abflugstrecken sogenannte Tore bilden, durch welche die festgelegten Flugrouten hindurchführen.

Zusätzlich verfügt die Fluglärmüberwachung am Frankfurter Flughafen über drei mobile Messeinrichtungen. Einer dieser mobilen Messcontainer wurde auf Wunsch der Stadt Darmstadt im Ortsteil Arheilgen so platziert, um bei 07-Betrieb die Verlagerung von Abflügen der Abflugstrecke KÖNIG-kurz (KNG-kurz), die über den Ortsteil Arheilgen führt, auf die Abflugstrecke KÖNIG-lang (KNG-lang) messtechnisch zu überwachen.

Die Messungen – an jeweils einer repräsentativen Messstelle pro Abflugroute – wurden tageweise ausgewertet, um die DROps-bedingten Effekte der Lärmpausen für die Betroffene zu erkennen.

2.5.5 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Messungen je Messstelle aufgezeigt. Hierbei werden jeweilig zwei der verkehrsreichsten Monate, März 2011 und Juni 2011, beleuchtet. Dabei werden zum einen der Zeitraum der gesetzlichen Nacht von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr und zum anderen der Zeitraum der sogenannten „Mediationsnacht“ von 23:00 Uhr bis 05:00 Uhr betrachtet. In den tageweise Ergebnisdarstellungen wird nach den vier möglichen Szenarien unterschieden, gegeben durch die jeweilige Betriebsrichtung (25- bzw. 07-Betrieb) und nach DROps bzw. Nicht-DROps Nächten. Als zusammenfassendes Ergebnis werden über die Zeitspannen der jeweiligen vier Szenarien die Dauerschallschallpegel $Leq(3)$ des betrachteten Monats ermittelt. Bei der Ermittlung der Monats- $Leq(3)$ wurden nur diejenigen Nächte berücksichtigt, in denen kein Wechsel der Betriebsrichtung erfolgte. Nächte mit Betriebsrichtungswechsel sind in den Grafiken mit * gekennzeichnet.

Eine ausführliche Erläuterung der Ergebnisse wird im Folgenden exemplarisch für den MP 75 – Gräfenhausen durchgeführt. Für die übrigen Messstellen, die ausgewertet wurden, sind im Textteil zusammenfassend die jeweiligen Monats- $Leq(3)$ tabellarisch aufgeführt. Die tageweise grafischen Darstellungen der Messergebnisse sind der Anlage zu entnehmen.

MP 75 – Gräfenhausen

Der Messpunkt 75 liegt in Gräfenhausen, südlich des Frankfurter Flughafens. Der Standort ist so gewählt, dass Abflüge vom Parallelbahnsystem (bei BR 25 – Westbetrieb) und der Startbahn 18 West (unabhängig von der vorherrschenden Betriebsrichtung) aufgezeichnet werden können.

Abbildung 35 zeigt die Tages- und Monats- $Leq(3)$ im Nachtzeitraum 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr, getrennt nach Betriebsrichtung für den Monat März dargestellt. Zu erkennen ist, dass der jeweilige Monats-

Leq(3), während Nicht-DROps-Nächten, um rund 0,5 dB(A) über dem Leq(3) in DROps-Nächten liegt. Zudem sind die Pegel bei Betriebsrichtung 07 – Ostbetrieb mit rund 5 dB(A) niedriger als bei Westbetrieb – Betriebsrichtung 25.

Das Szenario während der Mediationsnacht 23:00 Uhr bis 05:00 Uhr für den Monat März 2011 ist in *Abbildung 36* dargestellt. Auch hier liegen die monatlichen Leq(3) der Nicht-DROps-Nächte mit rund 1 dB(A) oberhalb der DROps-Nächte. Die Pegel bei Betriebsrichtung 25 sind mit rund 4 dB(A) deutlich höher als bei Betriebsrichtung 07.

Die Pegelverteilungen des Vergleichsmonats Juni 2011 werden in den *Abbildung 37* und *Abbildung 38* dargestellt.

Wie schon im Monat März aufgezeigt wurde, liegen die Pegel während der Nacht (22:00 Uhr bis 06:00 Uhr) bei Westbetrieb – Betriebsrichtung 25 deutlich über denen bei Betriebsrichtung 07 – Ostbetrieb. Die Differenz der monatlichen Leq(3) liegt bei ungefähr 6,5 dB(A).

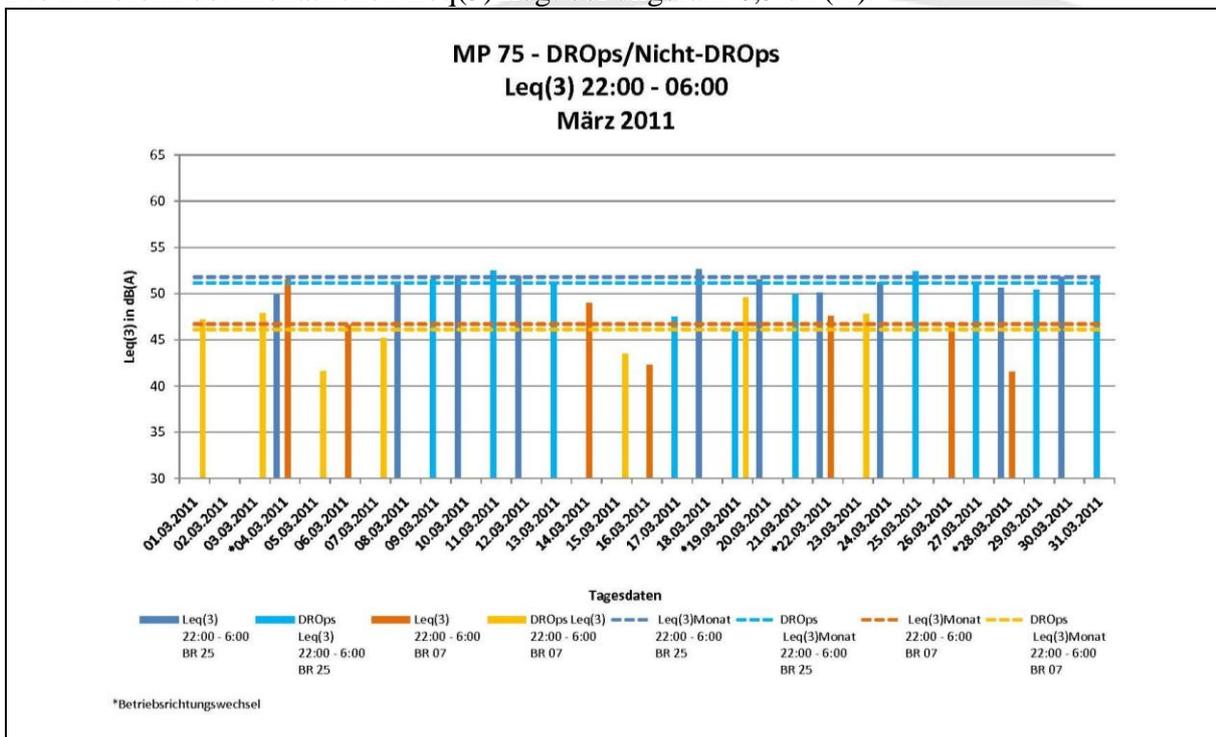


Abbildung 35: Messpunkt 75 (Gräfenhausen) – Leq (3) 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr, Vergleich DROps/Nicht-DROps, März 2011. Quelle: Fraport

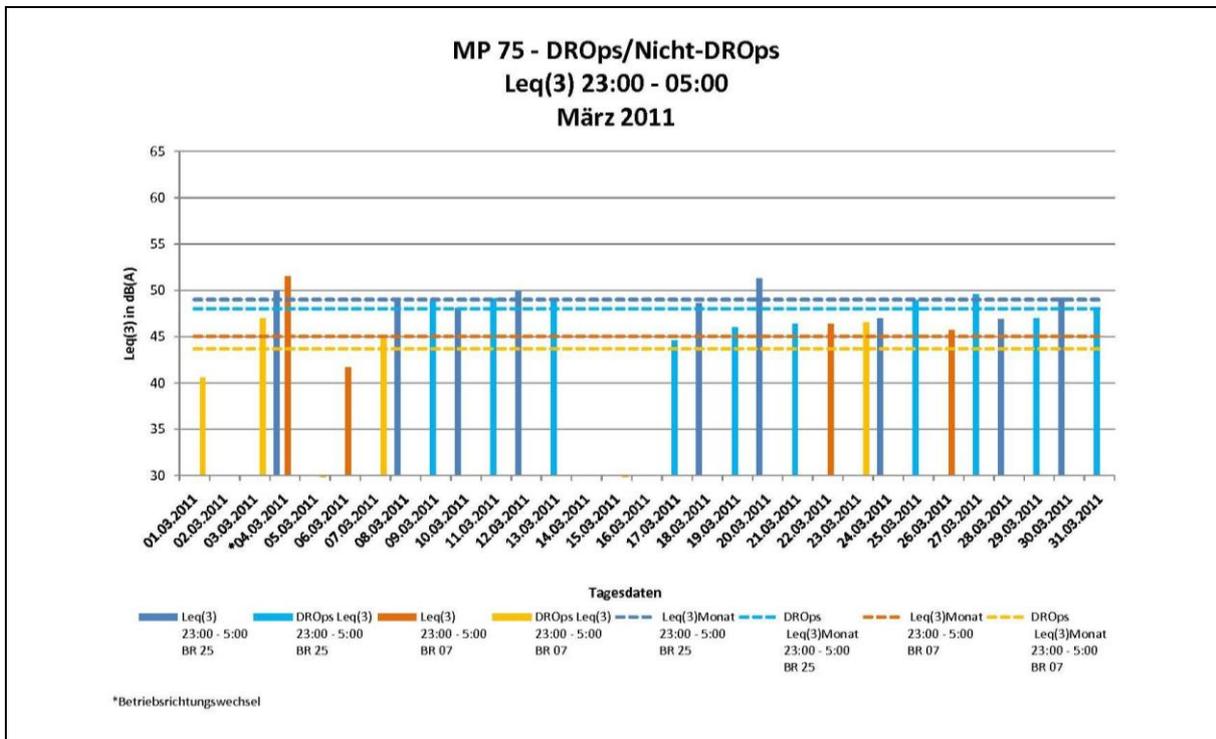


Abbildung 36: Messpunkt 75 (Gräfenhausen) – Leq (3) 23:00 Uhr bis 05:00 Uhr, Vergleich DROps/Nicht-DROps, März 2011. Quelle: Fraport

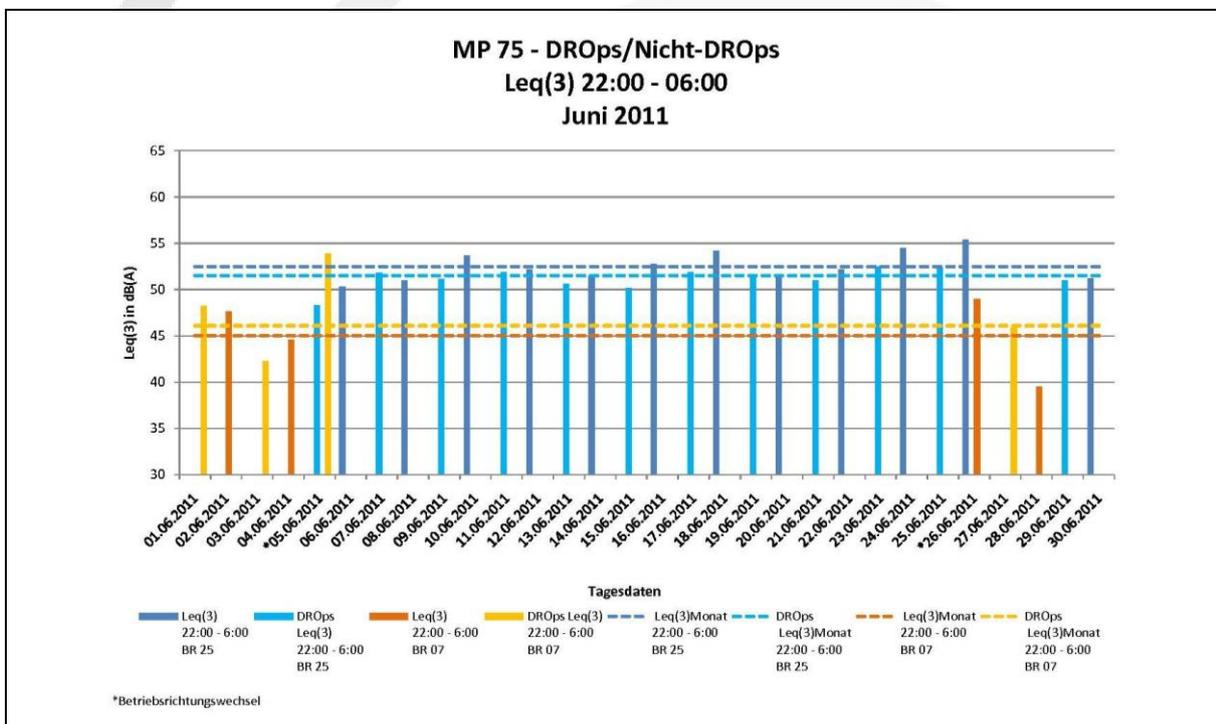


Abbildung 37: Messpunkt 75 (Gräfenhausen) – Leq (3) 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr, Vergleich DROps/Nicht-DROps, Juni 2011. Quelle: Fraport

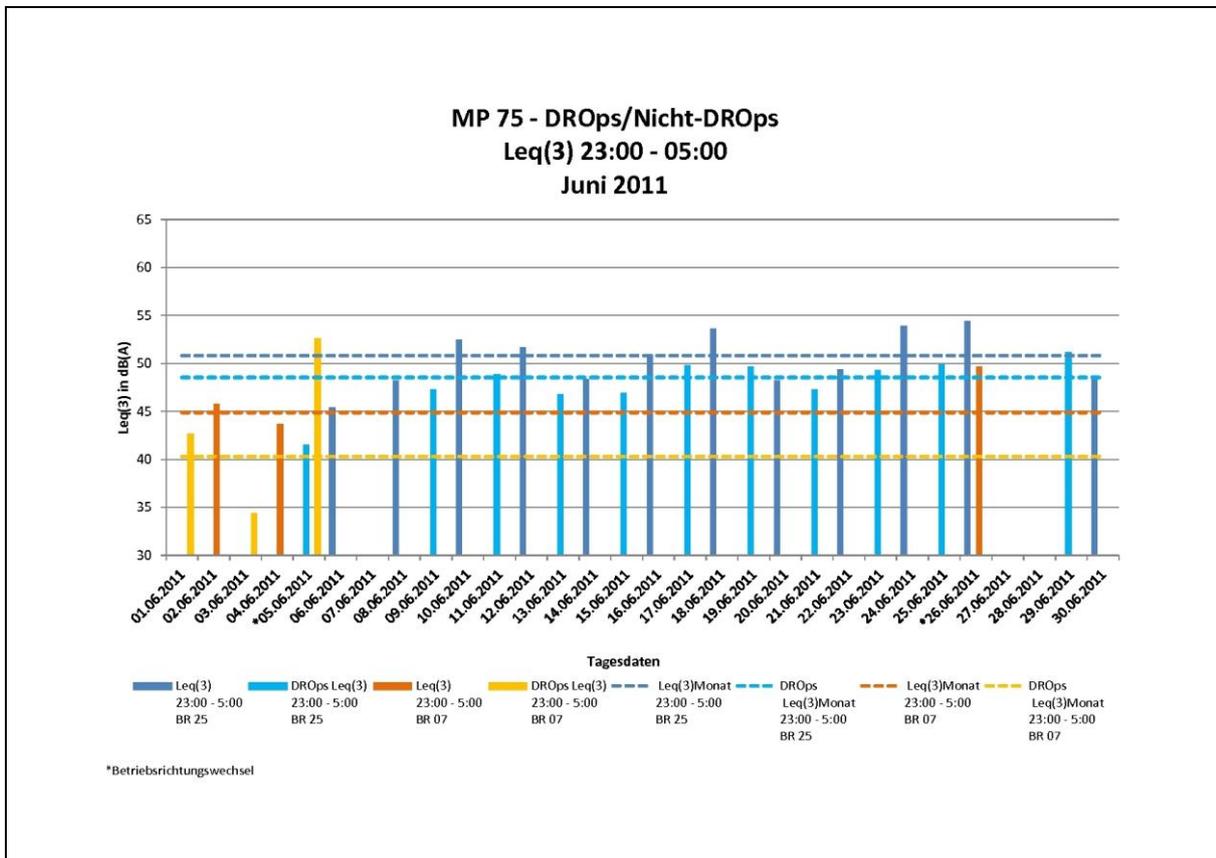


Abbildung 38: Messpunkt 75 (Gräfenhausen) – Leq (3) 23:00 Uhr bis 05:00 Uhr, Vergleich DROps/Nicht-DROps, Juni 2011. Quelle: Fraport

Die Auswirkungen des DROps-Betriebskonzepts sind durch den Vergleich zwischen DROps- und Nicht-DROps-Nächten bei einer bestimmten Betriebsrichtung (Ost- oder Westbetrieb) ableitbar. Im Juni wurde bei Betriebsrichtung 07 DROps nur mit einer Quote von 55 Prozent umgesetzt. In der Nacht vom 01./02.06.2011 waren im Vergleich zum restlichen Monat überdurchschnittlich viele Flugbewegungen zu verzeichnen, so dass – obwohl auch die Parallelbahnen aufgrund einer erhöhten Rückenwindkomponente auf der Startbahn 18 West zum Starten genutzt wurde – ein relativ hoher Dauerschallpegel am MP 75 erfasst wurde. Außerdem war in einigen Nächten die Startbahn 18 West wegen angekündigten Instandsetzungsmaßnahmen gesperrt, so z.B. auch in der Nacht vom 28./29.06.2011. Der Dauerschallpegel bei 07-Betrieb in den Nicht-DROps-Nächten fällt daher vergleichsweise niedrig aus.

Leq-Nacht - 22:00 bis 06:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	51,8 dB(A)	51,1 dB(A)	46,7 dB(A)	46,1 dB(A)
Juni	52,5 dB(A)	51,5 dB(A)	45,0 dB(A)	46,1 dB(A)
Erläuterung zur Veränderung	Am Messpunkt 75 bei 25-Betrieb bewirkt DROps eine Minderung der Pegel um knapp 1 dB(A). Diese Minderung ist bei den vom Parallelbahnsystem startenden Abflügen auf den längeren Flugweg und der daraus folgenden größeren Überflughöhe zurückzuführen, während die Anzahl der Abflüge unberührt bleibt (Vgl. Anlage, Abbildung 1 und 5).		Bezogen auf die gesetzliche Nacht kann bei 07-Betrieb auf Basis der März-Daten ein lärmintensiverer Trend um ca. 0,5 dB(A) abgeleitet werden.	

Tabelle 7: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 75- Gräfenhausen für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

Leq-Mediationsnacht - 23:00 bis 05:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	49,0 dB(A)	48,0 dB(A)	45,0 dB(A)	43,7 dB(A)
Juni	50,8 dB(A)	48,5 dB(A)	44,9 dB(A)	40,3 dB(A)
Erläuterung zur Veränderung	Die bereits in der gesetzlichen Nacht festzustellende Pegelminderung prägt sich in der Mediationsnacht deutlicher aus. Bezogen auf die Mediationsnacht können Lärmreduktionen von knapp 2 dB(A) durch DROps erzielt werden.		Auch bei 07-Betrieb zeichnet sich die Lärminderung infolge der Verlagerung von Abflügen von KNG-kurz auf KNG-lang trotz der Zunahme der Vorbeiflüge auf der Ostumfliegung während der Mediationsnacht deutlicher ab. Eine Lärmentlastung um 4 dB(A) sollte bei konsequenter Umsetzung des DROps-Betriebskonzeptes in diesem Zeitraum erreichbar sein.	

Tabelle 8: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 75- Gräfenhausen für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

Zusammenfassend für den MP 75 kann man sagen, dass die Maßnahme an der Abflugstrecke KNG-kurz ihre erwarteten Ziele erreicht. Eine Bündelung der Abflüge auf den vorgesehen Abflugstrecken erfolgte, soweit der Flugbetrieb es zuließ, und somit wurde eine kalkulierbare Entlastung für die betroffenen Gebiete geschaffen. Zudem ist bei beiden Betriebsrichtungen eine Lärmentlastung festzustellen. Bei 25-Betrieb ergibt sie sich aus den längeren Flugwegen der von den Parallelbahnen startenden Maschinen und den daraus resultierenden größeren Flughöhen beim Vorbeiflug der Messstation 75. Bei 07-Betrieb zeichnet sich die Verlagerung der Abflüge von KNG-kurz auf KNG-lang, trotz der Nutzung der Ostumfliegung ab.

MP 87 – Arheilgen/Darmstadt

Der Messpunkt 87 ist eine mobile Messstelle, die vom 16.12.2010 bis 05.06.2011 im Darmstädter Stadtteil Arheilgen aufgestellt wurde, um die Auswirkungen des DROps-Betriebs zu dokumentieren.

Da die Messung Anfang Juni beendet wurde, wird hier ersatzweise die Auswertung von Mai dargestellt.

Leq-Nacht - 22:00 bis 06:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	50,7 dB(A)	49,5 dB(A)	44,5 dB(A)	43,9 dB(A)
Mai	50,5 dB(A)	50,0 dB(A)	42,6 dB(A) (45,5 dB(A) am 6.5.)	42,4 dB(A)
Erläuterung zur Veränderung	Während des Nachtzeitraums entsteht eine Entlastung um rund 1 dB(A) für die Betroffenen, durch die Bündelung der Abflüge auf dem Parallelbahnsystem, resultierend aus den größeren Flughöhen beim Vorbeiflug des Messpunktes im Vergleich zu den von der Startbahn 18 startenden Flugzeugen.		Bei Betriebsrichtung 07 ist eine Entlastung der Bürger in der Nacht anhand der Daten für den Monat März zu erkennen. Die tageweisen Auswertungen in der Anlage zeigen für Mai, dass lediglich zwei Nicht-DROps-Nächte (02.05.2011 mit Leq=29,5 dB(A) und 06.05.2011 mit Leq=45,5 dB(A)) den entsprechenden Monats-Leq bilden. Dabei fanden in der Nacht vom 02./03.05.2011 jedoch auf Grund erhöhter Rückenwindkomponente keine Starts auf der Startbahn 18 West statt. Würde anstelle des Monats-Leq nur der Nicht-DROps-Leq der Nacht vom 06./07.05.2011 herangezogen, wäre auch im Mai ein deutlicher Entlastungseffekt zu erkennen.	

Tabelle 9: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 87 Darmstadt Arheilgen für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Mai. Quelle: Fraport

Leq-Mediationsnacht - 23:00 bis 05:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	48,4 dB(A)	47,2 dB(A)	41,2 dB(A)	35,1 dB(A)
Mai	48,3 dB(A)	47,5 dB(A)	43,9 dB(A)	35,5 dB(A)
Erläuterung zur Veränderung	Auch im Zeitraum der Mediationsnacht ist bei Betriebsrichtung 25 ein Rückgang der Pegel um rund 1 dB(A) zu beobachten. Eine zu erwartende Zunahme der Abflüge auf KNG-kurz in DROps-Nächten infolge der Verlagerung von Abflügen von KNG-lang wurde in beiden ausgewerteten Monaten nicht beobachtet, da insgesamt in den DROps-Nächten bei 25-Betrieb zwischen 23:00 und 05:00 Uhr weniger Abflüge in Frankfurt stattfanden als in den Nicht-DROps-Nächten (vgl. Anlage 3 und 7).		Während der Mediationsnacht sind eine Verlagerung der Abflugrouten und eine Entlastung der Betroffenen in beiden betrachteten Monaten eindeutig zu erkennen. (Der Leq-Nicht-DROps im Mai wird nur durch dem Wert aus der Nacht vom 06./07.05.2011 gebildet. Vgl. tageweise Auswertung in der Anlage). Bei Ostbetrieb ergibt sich eine Minderung der Pegel zwischen 23:00 und 05:00 Uhr von 6-9 dB(A). Somit ist das Ziel einer lärmfreien Zeit für die Bürger eindeutig zu erkennen.	

Tabelle 10: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 87 Darmstadt Arheilgen für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Mai. Quelle: Fraport

MP 71 – Forsthaus

Die Messstelle 71 liegt im Südosten des Frankfurter Flughafens. Hier werden Abflüge der Startbahn 18 West und des Parallelbahnsystems in Richtung Südosten auf der Route KÖNIG-kurz (KNG-kurz) überwacht. Da die Messstelle vor der Aufteilung der Routen, die einerseits geradeaus zum Funkfeuer KÖNIG und andererseits nach Norden entlang der Ostumfliegung führen, liegt, werden lediglich in den DROps-Nächten bei 25-Betrieb durch die Bündelung der Abflüge auf das Parallelbahnsystem Entlastungen der Fluglärmbelastung erwartet. Bei 07-Betrieb ist aufgrund der vom Parallelbahnsystem auf die Startbahn 18 West verlagerten Abflüge mit einer erhöhten Fluglärmbelastung zu rechnen.

Leq-Nacht - 22:00 bis 06:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	54,8	54,0	50,0	50,3
Juni	55,5	54,7	48,6	49,5
Erläuterung zur Veränderung	Bei Westbetrieb bestätigen die Auswertungen eine allgemeine Entlastung während der DROps-Nächte von ca. 0,8 dB(A). Dies ist auf die Bündelung der Abflüge auf dem Parallelbahnsystem zurückzuführen. Starts auf der Startbahn 18 finden nicht statt.		Bei Ostbetrieb ergibt sich in den beiden Vergleichsmonaten eine Erhöhung zwischen 0,3 und 0,9 dB(A). Dies wiederum ist mit der Abflugbündelung auf der Startbahn 18 West und der neuen Ostumfliegungsstrecke zu begründen.	

Tabelle 11: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 71 Forsthaus für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

Mediationsnacht - 23:00 bis 05:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	51,7	50,9	48,2	48,5
Juni	53,9	51,8	49,1	45,6
Erläuterung zur Veränderung	<p>In der Mediationsnacht ist bei Westbetrieb (BR 25), in den Monaten März und Juni eine erwartete Minderung in den DROps-Nächten erzielt worden. Diese Minderung wurde durch die Bündelung von Abflügen auf dem Parallelbahnsystem erreicht. Somit erlangen die Flugzeuge an Höhe und vermindern ihre Lautstärke im Bereich der Messstelle 71.</p>		<p>Während des Ostbetriebes gibt es im Monat März, wie erwartet, eine leichte Erhöhung in DROps-Nächten. Diese ist auf die Abflugbündelung der Startbahn 18 West zurückzuführen. Im Vergleichsmonat Juni ergibt sich widererwartend eine Reduktion der Pegel in DROps-Nächten. Diese ist darauf zurückzuführen, dass die Startbahn 18 West in den Nächten vom 01./02.06.2011 und 03./04.06.2011 wegen starken böigen Winden aus nördlicher Richtung nur eingeschränkt genutzt wurde. In diesen beiden DROps-Nächten wurde das DROps-Konzept nicht umgesetzt, da auch Starts auf dem Parallelbahnsystem abgewickelt wurden.</p>	

Tabelle 12: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 71 Forsthaus für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

MP 06 – Raunheim

Der stationäre Messpunkt 06 ist in der Stadt Raunheim aufgestellt, die sich westlich des Frankfurter Flughafens befindet. An der Messstation werden insbesondere Anflüge bei 07-Betrieb registriert, aber auch Abflüge auf dem Parallelbahnsystem bei 25-Betrieb können erfasst werden. Da die Maßnahme DROps allein die Bündelung von Abflügen betrifft, umfasst die Auswertung im Folgenden nur die Abflugsituation bei 25-Betrieb.

Leq-Nacht - 22:00 bis 06:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	48,6 dB(A)	49,3 dB(A)	--	--
Juni	48,2 dB(A)	50,6 dB(A)	--	--
Erläuterung zur Veränderung	Bei 25-Betrieb kann im östlichen Stadtgebiet von Raunheim eine Erhöhung der Pegel während der DROps-Nächte um 1 bis 2 dB(A) entstehen. Dies ist auf die Bündelung der Abflüge auf das Parallelbahnsystem zurückzuführen. Während der DROps-Nächte werden keine Abflüge von der Startbahn 18 West getätigt.		Im Hinblick auf DROps ist am Messpunkt 06 die Auswertung der Anflugsituation bei 07-Betrieb nicht von Belang.	

Tabelle 13: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 06 Raunheim für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

Leq-Mediationsnacht - 23:00 bis 05:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	48,6 dB(A)	49,8 dB(A)	--	--
Juni	48,0 dB(A)	50,7 dB(A)	--	--
Erläuterung zur Veränderung	Während der Mediationsnacht kann sich die Pegelerhöhung infolge von DROps im Vergleich zur Gesamtnacht mit bis zu 2,7 dB(A) etwas stärker ausprägen.		Im Hinblick auf DROps ist am Messpunkt 06 die Auswertung der Anflugsituation bei 07-Betrieb nicht von Belang.	

Tabelle 14: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 06 Raunheim für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

MP 12 – Bad Weilbach

Der Messpunkt 12 befindet sich in der Stadt Flörsheim im Ortsteil Bad Weilbach, die nordwestlich des Frankfurter Flughafens angesiedelt ist. Der Messpunkt dient der messtechnischen Überwachung der Abflüge über das Parallelbahnsystem bei 25-Betrieb, die in Richtung Nordwesten fliegen. Diese Routen sollen in der Zeit von 23:00 Uhr bis 05:00 Uhr in Nächten ungeraden Datums bei Anwendung von DROps nicht genutzt werden.

Leq-Nacht - 22:00 bis 06:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	52,4 dB(A)	47,1 dB(A)	--	--
Juni	50,8 dB(A)	49,3 dB(A)	--	--
Erläuterung zur Veränderung	Während des Nachtzeitraumes kann die Anwendung von DROps zu einer Lärmreduzierung für die Betroffenen von bis zu 5 dB(A) führen.		Bei Betriebsrichtung 07 ist der Messpunkt 12 von keinen Flugbewegungen betroffen. Aus diesem Grund sind keine Fluglärmpegel vorhanden.	

Tabelle 15: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 12 Bad Weilbach für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

Leq-Mediationsnacht - 23:00 bis 05:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	45,7 dB(A)	--	--	--
Juni	47,5 dB(A)	46,0 dB(A)	--	--
Erläuterung zur Veränderung	<p>Bei einer konsequenten Anwendung von DROps in Nächten ungeraden Datums sollten zwischen 23 Uhr und 5 Uhr am Messpunkt 12 keine Vorbeiflüge stattfinden, so dass die Fluglärmbelastung auf Null zurückgeht.</p> <p>Im März fand in den DROps-Nächten bei 25-Betrieb lediglich ein Abflug einer Propellermaschine nach Nordwesten statt, die keinen Fluglärmereignispegel am Messpunkt 12 verursachte. Im März wurde das DROps-Konzept an diese Routen sehr gut umgesetzt.</p> <p>Im Juni wurden in den fünf Nächten (09./10., 17./18., 19./20., 21./22. und 29./30.06.2011) bei Betriebsrichtung 25 mehrere Abflüge auf den Routen Richtung Nordwesten in der Zeit von 23:00 Uhr bis 05:00 Uhr abgewickelt (Vgl. Anlage 16). Eine Lärmreduzierung für die Betroffenen ist im Juni zwar festzustellen, sie fällt jedoch entsprechend niedrig aus.</p>		<p>Bei Betriebsrichtung 07 ist der Messpunkt 12 von keinen Flugbewegungen betroffen. Aus diesem Grund sind keine Fluglärmpegel vorhanden.</p>	

Tabelle 16: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 12 Bad Weilbach für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

MP 32 – Nauheim

Der Messpunkt 32 befindet sich im Südwesten des Frankfurter Flughafens und ist bei Betriebsrichtung 25 von Abflügen des Parallelbahnsystems, die nachts über die Nachtflugrouten führen, sowie von Abflügen der Startbahn 18 West betroffen. Durch die Umsetzung des DROps-Konzepts sind an diesem Messpunkt zwei gegenläufige Veränderungen der Einflussfaktoren für die Fluglärmbelastung zu erwarten. In einer Nicht-DROps-Nacht verteilen sich die Abflüge auf die nordwestlichen und südwestlichen Abflugrouten. Einerseits ist daher in den DROps-Nächten durch die Verlagerung von Abflügen von den nordwestlichen auf die südwestlichen führenden Abflugrouten eine Erhöhung der Anzahl der Vorbeiflüge am Messpunkt 32 zu erwarten (Vgl. Anlage 1, 3, 5 und 8). Andererseits werden diese Abflüge insgesamt höhere Flughöhen aufweisen, da sie alle vom Parallelbahnsystem starteten und nicht von der Startbahn 18.

Leq-Nacht - 22:00 bis 06:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	52,3 dB(A)	51,7 dB(A)	--	--
Juni	52,7 dB(A)	52,4 dB(A)	--	--
Erläuterung zur Veränderung	Bei Betriebsrichtung 25 ist der MP 32 von Abflügen betroffen, unabhängig davon, ob es sich um eine DROps- oder Nicht-DROps-Nacht handelt. Die oben beschriebenen geläufigen Effekte der Erhöhung der Anzahl der Vorbeiflüge einerseits und der höheren Flughöhe andererseits bewirken insgesamt jedoch eine Reduzierung der Fluglärmbelastung um bis zu 0,4 dB.		Bei Ostbetrieb werden die nach Südwesten führenden Routen i.d.R. nicht genutzt. Auswirkungen des DROps-Konzeptes sind am Messpunkt 32 daher nicht zu erwarten.	

Tabelle 17: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 32 Nauheim für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

Leq-Mediationsnacht - 23:00 bis 05:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	52,3 dB(A)	51,3 dB(A)	--	--
Juni	52,2 dB(A)	51,4 dB(A)	--	--
Erläuterung zur Veränderung	In der Zeit zwischen 23:00 und 05:00 Uhr prägt sich die Pegelminderung infolge der höheren Vorbeiflughöhen noch deutlicher aus. Bei Betriebsrichtung 25 ist am MP 32 durch DROps eine Reduzierung der Fluglärmbelastung um bis zu 1 dB zu erreichen.		Bei Ostbetrieb werden die nach Südwesten führenden Routen i.d.R. nicht genutzt. Auswirkungen des DROps-Konzeptes sind am Messpunkt 32 daher nicht zu erwarten.	

Tabelle 18: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 32 Nauheim für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

MP 51 – Worfelden

Im Süden des Frankfurter Flughafens befindet sich die Messstelle 51. Diese soll die Abflüge Richtung Süden vom Parallelbahnsystem und der Startbahn 18 West überprüfen und aufzeichnen. Bei 25-Betrieb ist durch die Anwendung von DROps am Messpunkt 51 eine Minderung des Fluglärms zu erwarten, da Abflüge, die bei konventioneller Bahnnutzung die Routen KNG-lang nutzen würden, in DROps-Nächten über KNG-kurz geführt werden. Gleichzeitig passieren die übrigen in Richtung Süden stattfindenden Abflüge die Messstelle in größerer Flughöhe infolge des längeren Flugweges beim Start von den Parallelbahnen.

Bei 07-Betrieb hingegen ist eine Zunahme der Vorbeiflüge durch die Verlagerung von Abflügen von KNG-kurz auf KNG-lang zu erwarten. Pegelmindernde Einflussfaktoren sind bei 07-Betrieb nicht wirksam, da die Abflüge von der Startbahn 18 erfolgen.

Leq-Nacht - 22:00 bis 06:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	51,7 dB(A)	50,8 dB(A)	52,5 dB(A)	54,1 dB(A)
Juni	53,1 dB(A)	51,8 dB(A)	52,0 dB(A)	53,2 dB(A)
Erläuterung zur Veränderung	Bei Betriebsrichtung 25 wird im Nachtzeitraum eine Entlastung von rund 1 dB(A) verzeichnet. Die nur leichte Entlastung ist auf die Nacht-randstunden 22:00 Uhr bis 23:00 Uhr und 05:00 bis 06:00 Uhr zurückzuführen, in denen das DROps-Szenario nicht geflogen wurde.		Wird das DROps-Szenario bei Betriebsrichtung 07 geflogen, ergibt sich eine geringe Mehrbelastung (ca.1,5 dB(A)) entlang der nach Süden führenden Abflugrouten. Diese entsteht, da alle Abflüge auf der Startbahn 18 West gebündelt werden und alle Abflüge in Richtung Süden/Südwesten über diese Gebiete geführt werden.	

Tabelle 19: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 51 Worfelden für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

Leq-Mediationsnacht - 23:00 bis 05:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	50,6 dB(A)	48,9 dB(A)	51,4 dB(A)	54,1 dB(A)
Juni	52,4 dB(A)	50,1 dB(A)	51,9 dB(A)	54,7 dB(A)
Erläuterung zur Veränderung	In der Mediationsnacht ergibt sich für das DROps-Szenario eine höhere Entlastung von ca. 2 dB(A). Dadurch, dass während dieser Zeit alle Abflüge auf das Parallelbahnsystem verlegt werden und in DROps-Nächten weniger Abflüge stattfinden, prägt sich die Entlastung deutlicher aus.		Während des Zeitraums der Mediationsnacht ergibt sich ein ähnliches Bild wie in der gesamten Nacht. Allerdings prägt sich die Mehrbelastung mit bis zu knapp 3 dB(A) stärker aus.	

Tabelle 20: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 51 Worfelden für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

MP 57 – Mörfelden-West

Der Messpunkt 57 befindet sich im Südosten des Flughafens. Hier werden Abflüge der Startbahn 18 West und vom Parallelbahnsystem in Richtung KÖNIG-kurz (KNG-kurz) und in Richtung Süden erfasst.

Während der Nächte, in denen das DROps-Konzept bei Betriebsrichtung 25 (Westbetrieb) angewandt wird, ist eine Lärmentlastung zu erwarten. Durch die Bündelung der Abflüge auf dem Parallelbahnsystem, erreichen die abfliegenden Maschinen in Richtung KÖNIG-kurz (KNG-kurz) oder Süden (Richtung Funkfeuer RID und KNG-lang) beim Vorbeiflug an der Messstelle eine größere Flughöhe, wodurch eine Pegelminderung erreicht wird.

Bei Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb) erfolgt in DROps-Nächten eine Bündelung der Abflüge auf der Startbahn 18 West. Hier ist mit einer Erhöhung der Pegel am MP 57 zu rechnen. Diese entsteht durch die Abflüge in Richtung der neuen Ostumfliegung und in Richtung Süden.

Nacht - 22:00 bis 06:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	53,4	51,9	49,8	51,2
Juni	53,6	52,4	48,8	50,4
Erläuterung zur Veränderung	Bei Betriebsrichtung 25 wird im Nachtzeitraum eine Entlastung von mehr als 1 dB(A) verzeichnet.		Bei Betriebsrichtung 07 ergibt sich eine Mehrbelastung von ca. 1,5 dB(A) für die Betroffenen. Diese entsteht, durch die Bündelung der Abflüge auf der Startbahn 18 West und der damit verbundenen größeren Anzahl an Vorbeiflügen in Richtung Süden bzw. Südwesten.	

Tabelle 21: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 57 Mörfelden-West für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

Mediationsnacht - 23:00 bis 05:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	50,7	48,0	47,8	50,3
Juni	52,5	49,1	49,2	50,9
Erläuterung zur Veränderung	In der Mediationsnacht ergibt sich für das DROps-Szenario eine Entlastung von knapp 3 dB(A). Diese entsteht dadurch, dass alle Abflüge auf das Parallelbahnsystem verlegt werden und nur noch Belastungen für die Betroffenen bei Abflügen in Richtung KNG-kurz oder Süden (KNG-lang) entstehen.		Während des Zeitraums der Mediationsnacht entsteht eine Mehrbelastung durch das DROps-Szenario von bis zu 2,5 dB(A). Diese entsteht, durch die Bündelung der Abflüge auf der Startbahn 18 West.	

Tabelle 22: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 57 Mörfelden-West für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

MP 41 – Frankfurt Süd

Die Messstation 41 befindet sich in Frankfurt Süd. Die Messstelle wird zur Überwachung von Anflügen aus östlicher Richtung und Abflügen in östliche Richtung genutzt.

Bei Westbetrieb (BR 25) führen lediglich Anflüge an der Messstelle vorbei, so dass die Anwendung von DROps die Fluglärmbelastung nicht beeinflusst.

In DROps-Nächten bei Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb) sollen Abflüge nur über die Startbahn 18 West erfolgen. Bei einer uneingeschränkten Verfügbarkeit der Startbahn 18 West und einer daraus folgenden konsequenten Umsetzung des DROps-Konzeptes ist mit einer deutlichen Lärminderung zu rechnen.

Nacht - 22:00 bis 06:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März	--	--	56,5	54,1
Juni	--	--	55,9	55,3
Erläuterung zur Veränderung	Auswirkungen des DROps-Konzeptes sind am Messpunkt 41 bei 25-Betrieb nicht zu erwarten, da die Fluglärmbelastung durch Anflüge verursacht wird.		Im Monat März ist eine eindeutige Entlastung von ca. 2,5 dB(A) für die östlich gelegenen Gebiete durch das DROps-Szenario gegeben. Allerdings fanden im März nur in den Nächten 07./08.03.2011 und 23./24.03.2011 tatsächlich keine Abflüge bei 07-Betrieb in der Zeit zwischen 23:00 und 05:00 Uhr auf dem Parallelbahnsystem statt. Im Monat Juni fanden in allen Nächten ungeraden Datums bei 07-Betrieb aufgrund der vorherrschenden Wetterbedingungen oder der Sanierung der Startbahn 18 West Abflüge von den Parallelbahnen in östliche Richtung statt. In diesen Nächten konnte die Startbahn 18 West nicht uneingeschränkt genutzt werden und ein Ausweichen auf das Parallelbahnsystem war erforderlich. Die Entlastung fällt mit 0,5 dB(A) entsprechend niedrig aus.	

Tabelle 23: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 41 Frankfurt Süd für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

Mediationsnacht - 23:00 bis 05:00 Uhr

	25-Betrieb		07-Betrieb	
	Nicht-DROps	DROps	Nicht-DROps	DROps
März			56,2	52,4
Juni			54,8	54,1
Erläuterung zur Veränderung	Auswirkungen des DROps-Konzeptes sind am Messpunkt 41 bei 25-Betrieb nicht zu erwarten, da die Fluglärmbelastung durch Anflüge verursacht wird.		Im Monat März ist eine eindeutige Entlastung von ca. 4 dB(A) für die östlich gelegenen Gebiete durch das DROps-Szenario gegeben. Allerdings fanden im März nur in den Nächten 07./08.03.2011 und 23./24.03.2011 tatsächlich keine Abflüge bei 07-Betrieb in der Zeit zwischen 23:00 und 05:00 Uhr auf dem Parallelbahnsystem statt. Im Monat Juni fanden in allen Nächten ungeraden Datums bei 07-Betrieb aufgrund der vorherrschenden Wetterbedingungen oder der Sanierung der Startbahn 18 West Abflüge von den Parallelbahnen in östliche Richtung statt. In diesen Nächten konnte die Startbahn 18 West nicht uneingeschränkt genutzt werden und ein Ausweichen auf das Parallelbahnsystem war erforderlich. Die Entlastung fällt mit 0,7 dB(A) entsprechend niedrig aus.	

Tabelle 24: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 41 Frankfurt Süd für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport

2.6 Optimierung kontinuierlicher Sinkflug (Continuous Descent Approach - CDA/CDO) - Optimierung der Anwendung und Erhöhung der Ausnutzung

2.6.1 Beschreibung der Maßnahme

Die internationale Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) beschreibt den CDA/CDO⁶ im Document 9931 (Continuous Descent Operations (CDO) Manual) wie folgt:

CDO ist ein Flugverfahren, welches, unterstützt durch passendes Luftraum- und Verfahrensdesign sowie adäquaten Flugsicherheitsfreigaben, optimierte Flugprofile unter Berücksichtigung der Flugzeug spezifischen Eigenschaften ermöglicht, das mit möglichst geringem Schub und möglichst geringer Nutzung von aerodynamischen Hilfen geflogen werden und somit zu einer Verringerung des Treibstoffverbrauchs und der Emissionen während des Sinkfluges führt.

Das optimale vertikale Profil hat hierbei die Form eines kontinuierlichen sinkendem vertikalem Flugweg und ein level Segment, das nur so lang ist, wie es zum Reduzieren der Geschwindigkeit und dem Konfigurieren des Luftfahrzeuges notwendig ist bevor dieses auf dem Instrumenten Landesystem einschwenkt.

Ein CDO ähnliches Verfahren für die Anflüge – genannt „**Nachttrichter**“ – wurde am Flughafen Frankfurt bereits im Jahre 2006 für das Parallelbahnsystem eingeführt. Dabei wurden die anfliegenden Flugzeuge auf eine Auffanglinie in 7000 Fuß (ca. 2100 m) Höhe geführt. Die Entfernung dieser Auffanglinie zur Landeschwelle entspricht einem Sinkwinkel von 3 Grad. Von der Auffanglinie aus werden die Flugzeuge zum Instrumenten-Landesystem, das in einer Höhe von 5000 Fuß (ca. 1500 m) und nicht erst in 4000 Fuß bzw. 3000 Fuß beginnt, geführt. Ausgenommen von dieser Regelung sind Notfälle, Vermessungsflüge und Ambulanzflüge.

⁶ Der CDA wurde inzwischen in „Continuous Descent Operations (CDO) umbenannt, im Folgenden daher CDO.

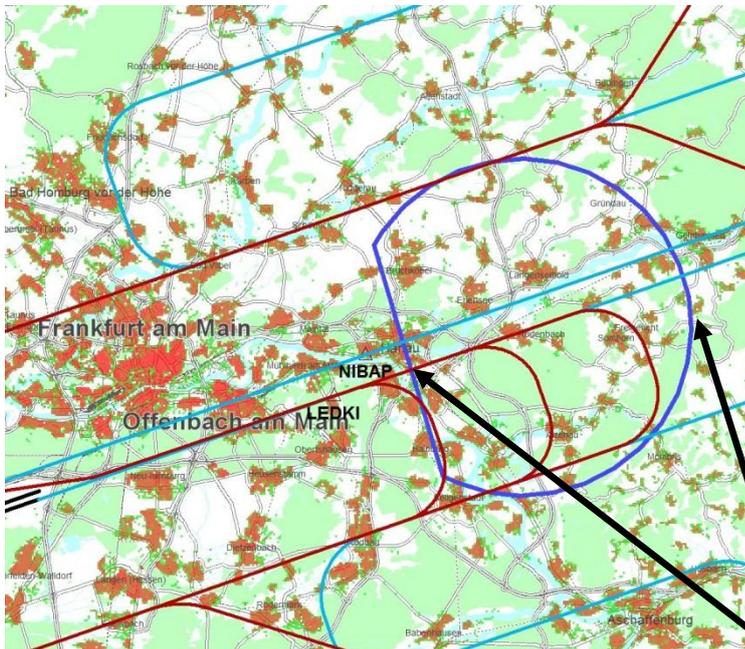


Abbildung 39: Nachtrichter Westbetrieb (BR 25).
Quelle: DFS

7000 Fuß
5000 Fuß

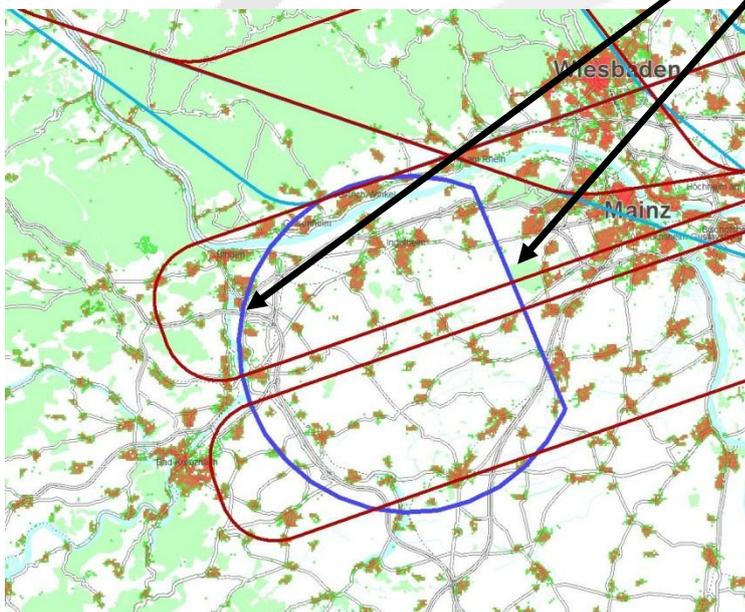


Abbildung 40: Nachtrichter Ostbetrieb (BR 07). Quelle: DFS

Eine Reihe von Faktoren führt in der Praxis jedoch dazu, dass ein idealer CDO nicht in vollem Umfang möglich ist, und nicht alle Anflüge als CDO durchgeführt werden: Die Anwendung wird dadurch eingeschränkt, dass bei einem für das jeweilige Flugzeug idealen CDO das Vertikalprofil je nach Flugzeugtyp, Beladung, Wetter etc. variiert und damit für die Flugsicherung nicht genau bestimmbar ist. Im dicht beflogenen Flughafennahbereich bedeutet diese Streuung, dass durch das nur ungenau bestimm- bare Profil mehr Luftraum für das Flugzeug bereitgehalten werden muss und damit weniger nutzbare Höhenbänder verfügbar sind. Dies führt zu Limitierungen in der Kapazität. Daher findet die Anwen-

derung von geplanten kontinuierlichen Sinkprofilen vorwiegend zu verkehrsarmen Zeiten statt. Mit der Implementierung des Schallschutzpakets wird der bisher schon praktizierte kontinuierliche Sinkflug weiter angewendet.

2.6.2 Erwartete Auswirkung der Maßnahme

Durch den CDO wird erreicht, dass der Flugzeugführer nur geringen Schub einsetzen muss sowie weniger auf die Nutzung von aerodynamischen Hilfen (wie z.B. Klappen) angewiesen ist. Dadurch verringern sich die Lärm- und Schadstoffemissionen, die ein Flugzeug ansonsten durch stärkere Nutzung von aerodynamischen Hilfen sowie stärkerer Schubsetzung im Landeanflug erzeugt.

Die Flugwege zur Landeschwelle innerhalb des durch die Auffanglinie definierten Gebietes sind nicht immer gleich lang. Durch Übermittlung der Entfernungsinformation wurde erwartet, dass hierdurch die Einteilung des Sinkfluges vereinfacht wird und dadurch der Anteil an CDO Profilen steigen wird.

2.6.3 Umsetzung der Maßnahme

Im Rahmen des Expertengremiums Aktiver Schallschutz wurde ein zweistufiges Verfahren für die Optimierung des CDO beschlossen. In der ersten Stufe soll mit Hilfe von gezielter Übermittlung von Entfernungsangaben durch die Lotsen an die Piloten den Luftfahrzeugführern während der verkehrsarmen Zeit ermöglicht werden, in Abhängigkeit von der Entfernung zur Landeschwelle ihren Sinkflug optimal einzurichten.

Die Übermittlung dieser Informationen wurde den Lotsen durch entsprechende Briefings empfohlen. Gleichzeitig wurden sie dazu aufgefordert, es den Luftfahrzeugführern zu ermöglichen, die Geschwindigkeit bereits vor Einflug in das durch die o.g. Auffanglinie definierte Gebiet zu reduzieren.

Aufgrund der Kapazität verringerten Wirkung des CDO einerseits, als auch aufgrund der tagsüber nicht akzeptablen Erhöhung der Sprechfunkbelastung durch die Übermittlung der Entfernungsinformation andererseits wurde die Durchführung auf die verkehrsarme Zeit zwischen 23:00 bis 05:00 Uhr festgelegt.

2.6.4 Durchführung des Monitorings

Die Einhaltung des Nachtrichters wurde mit Hilfe von FANOMOS ausgewertet. Betrachtet wurde als repräsentativer Zeitraum der April 2011. Die Zuordnung/Auswertung der Daten erfolgte mit hohem manuellem Aufwand im Umwelthaus.

2.6.5 Ergebnisse

Für den Zeitraum vom 01.04.2011 bis 30.04.2011 ergab sich dabei die folgende Quote für die Einhaltung des sog. Nachtrichters: Wichtig dabei ist die Betrachtung der Anzahl der Anflüge, die > 2100m sind. Dies sind die Anflüge, die dem Profil des Nachtrichters entsprechen. Hier hat der Lotse die Freigabe an den Piloten erst innerhalb des Trichters gegeben.

Nachttrichterauswertung für BR 25 (Westbetrieb) im April 2011 (23:00-05:00 Uhr)

Definition Trichter: 32502084; 5554969 [UTM],

r = 6 NM

Datenquelle: FANOMOS(DFS)

Höhe [m] MSL	gerader Anflug		Außerhalb des Trichters	Anflüge Gesamt
<1500	5			
1500 -<1800	16			
1800-<2100	37			
>2100	76 = 56,29%			
Σ	135		35	170

Tabelle 25: Nachttrichterauswertung für BR 25 im April 2011 (23:00-05:00 Uhr). Quelle: Umwelthaus

Nachttrichterauswertung für BR 07 (Ostbetrieb) im April 2011 (23:00-05:00 Uhr)

Definition Trichter: 32432935; 5529753 [UTM],

r = 6 NM

Datenquelle: FANOMOS(DFS)

Höhe [m] MSL	gerader Anflug		Außerhalb d. Trich- ters	Anflüge Ge- samt
<1500	2			
1500 -<1800	10			
1800-<2100	55			
>2100	126 = 65,28%			
Σ	193		92	285

Tabelle 26: Nachttrichterauswertung für BR 07 im April 2011 (23:00-05:00 Uhr). Quelle: Umwelthaus

Die Quote von 56,29% für Anflüge bei Betriebsrichtung 25 und 65,28% bei Betriebsrichtung 07 weist einen hohen Ausnutzungsgrad des Nachttrichters (in der kapazitätsarmen Zeit) auf.

Der Nachttrichter verbunden mit der Übermittlung der Entfernungsangabe ermöglicht die Durchführung von CDO Anflügen. Die hier gesammelten Erfahrungen sind eine Grundlage für das am 31.05.2012 eingeführte CDO Verfahren, welches auch zu verkehrsarmen Zeiten am Tage genutzt wird.

Abbildungen:

Abbildung 1: Startbahn 18 - Geschwindigkeitsvorgabe. Quelle: DFS	5
Abbildung 2: Startbahn 07 – Geschwindigkeitsvorgabe . Quelle: DFS	6
Abbildung 3: Vertikal optimierter Start. Quelle: Umwelthaus.....	8
Abbildung 4: Vertikal optimierter Start. Quelle: Umwelthaus.....	9
Abbildung 5: Vertikal optimierter Start. Quelle: Umwelthaus.....	10
Abbildung 6: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, A330-200, Rio de Janeiro. Quelle: Fraport	11
Abbildung 7: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, A330-300, Charlotte. Quelle: Fraport	11
Abbildung 8: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, A330-300, Philadelphia. Quelle: Fraport	12
Abbildung 9: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, B737, New York. Quelle: Fraport.....	12
Abbildung 10: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, B747, Miami. Quelle: Fraport.....	13
Abbildung 11: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, B747, Beijing. Quelle: Fraport.....	13
Abbildung 12: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, B747, Shanghai. Quelle: Fraport.....	14
Abbildung 13: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, MD11, Memphis. Quelle: Fraport.....	14
Abbildung 14: Vertikal optimierter Start, Mittlere LASmax, MD 11 Krasnojarsk. Quelle: Fraport	15
Abbildung 15: CFM 56-3 Triebwerk mit Acoustic Panels an der B737. Quellen: Lufthansa, CFM International (Triebwerkshersteller)	16
Abbildung 16: CFM 56-3 Triebwerk vor der Umrüstung. Simulation und schematische Darstellung der Ausbreitung bestimmter Schallfrequenzen im Triebwerk. Quelle: DLR, Institut für Antriebstechnik, Abt. Triebwerksakustik	16
Abbildung 17: CFM 56-3 Triebwerk nach der Umrüstung. Simulation und schematische Darstellung der Ausbreitung bestimmter Schallfrequenzen im Triebwerk. Quelle: DLR, Institut für Antriebstechnik, Abt. Triebwerksakustik	17
Abbildung 18: Schematische Darstellung Zertifizierungsmessung. Quelle: Lufthansa	18
Abbildung 19: 737-300 Messwerte für Starts am Messpunkt 51. Quelle: Lufthansa.....	19
Abbildung 20: 737-300 Messwerte für Starts am Messpunkt 51, nur Ereignisse mit Startgewichten von 50 bis 55 Tonnen. Quelle: Lufthansa	20
Abbildung 21: Schaffung von Lärmpausen. Quelle: Bericht zum ersten Maßnahmenpaket FFR.....	22
Abbildung 22: Segmentierte Anflugverfahren RWY 07/25, 20.10.2011. Quelle: DFS.	25
Abbildung 23: LASmax-Verteilung MP-300, Gravenbruch. Quelle: Umwelthaus	28
Abbildung 24: LASmax-Verteilung MP-210, Gravenbruch. Quelle: Umwelthaus	28
Abbildung 25: Vergleich der Maximalpegelverteilungen vor (17.12.2010 bis 18.01.2011) und nach (19.01.2011 bis 31.03.2011) Einführung des Segmented Approach. Quelle: Fraport.....	30
Abbildung 26: Vergleich der Anzahl der gemessenen Fluglärmereignisse pro Nacht bei 25-(West-) Betrieb, Zu Vergleichszwecken wurde die Anzahl der Anflüge pro Nacht vor und nach der Einführung des Segmented Approach auf 46,9 normiert. Quelle: Fraport	31
Abbildung 27: Segmented Approach, Mobiler MP Heusenstamm, Maximalpegel nach Flugzeugtypen. Quelle: Fraport	32
Abbildung 28: Segmented Approach, Mobiler MP Bodenheim, Maximalpegel nach Flugzeugtypen. Quelle: Fraport	33
Abbildung 29: Standardisiertes Anflugverfahren –Ostbetrieb 23:00 bis 05:00 Uhr. Quelle: Umwelthaus.....	35
Abbildung 30: Segmentiertes Anflugverfahren-Ostbetrieb – 23:00 bis 05:00 Uhr. Quelle: Umwelthaus.	36
Abbildung 31: Standardisiertes Anflugverfahren – Westbetrieb- 23:00 bis 05:00 Uhr. Quelle: Umwelthaus.....	37
Abbildung 32: Segmentiertes Anflugverfahren-Westbetrieb – 23:00 bis 05:00 Uhr. Quelle: Umwelthaus	38
Abbildung 33: Bevorzugte Bahnnutzung bei Betriebsrichtung 25 (Westbetrieb) – DROps 25. Quelle: Bericht zum ersten Maßnahmenpaket FFR	39
Abbildung 34: Bevorzugte Bahnnutzung bei Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb) – DROps 07. Quelle: Bericht zum ersten Maßnahmenpaket FFR	41
Abbildung 35: Messpunkt 75 (Gräfenhausen) – Leq (3) 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr, Vergleich DROps/Nicht-DROps, März 2011. Quelle: Fraport	43
Abbildung 36: Messpunkt 75 (Gräfenhausen) – Leq (3) 23:00 Uhr bis 05:00 Uhr, Vergleich DROps/Nicht-DROps, März 2011. Quelle: Fraport	44
Abbildung 37: Messpunkt 75 (Gräfenhausen) – Leq (3) 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr, Vergleich DROps/Nicht-DROps, Juni 2011. Quelle: Fraport	44
Abbildung 38: Messpunkt 75 (Gräfenhausen) – Leq (3) 23:00 Uhr bis 05:00 Uhr, Vergleich DROps/Nicht-DROps, Juni 2011. Quelle: Fraport	45
Abbildung 39: Nachtrichter Westbetrieb (BR 25). Quelle: DFS.....	65
Abbildung 40: Nachtrichter Ostbetrieb (BR 07). Quelle: DFS	65

Tabellen:

Tabelle 1: Betriebsrichtungsverteilung zeitlich und nach Bewegungen. Quelle: Fraport	24
Tabelle 2: Monatliche Anzahl der Anflüge getrennt nach Segmented Approach und konventionellen Anflügen und die daraus resultierende Nutzungsquote der Segmented Approach Anflüge. Quelle: Fraport	26
Tabelle 3: Segmented RNAV-Quote nach Betriebsrichtungsverteilung. Quelle: Fraport	26
Tabelle 4: RNAV-Quote nach Luftverkehrsgesellschaft. Quelle: Fraport	27
Tabelle 5: Energetisch gemittelte typenbezogene Maximalpegel für Segmented Approach in Heusenstamm und konventionelle ILS-Anflüge in Offenbach. Quelle: Fraport	32
Tabelle 6: Energetisch gemittelte typenbezogene Maximalpegel für Segmented Approach in Bodenheim und konventionelle ILS-Anflüge in Bischofsheim und Mainz-Hechtsheim. Quelle: Fraport	34
Tabelle 7: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 75- Gräfenhausen für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	46
Tabelle 8: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 75- Gräfenhausen für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	47
Tabelle 9: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 87 Darmstadt Arheilgen für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Mai. Quelle: Fraport	48
Tabelle 10: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 87 Darmstadt Arheilgen für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Mai. Quelle: Fraport	49
Tabelle 11: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 71 Forsthaus für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	50
Tabelle 12: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 71 Forsthaus für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	51
Tabelle 13: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 06 Raunheim für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	52
Tabelle 14: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 06 Raunheim für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	53
Tabelle 15: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 12 Bad Weilbach für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	54
Tabelle 16: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 12 Bad Weilbach für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	55
Tabelle 17: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 32 Nauheim für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	56
Tabelle 18: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 32 Nauheim für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	57
Tabelle 19: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 51 Worfelden für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	58
Tabelle 20: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 51 Worfelden für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	59
Tabelle 21: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 57 Mörfelden-West für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	60
Tabelle 22: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 57 Mörfelden-West für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	61
Tabelle 23: Vergleich der Monats-Leq(3) (22:00 - 06:00 Uhr) am MP 41 Frankfurt Süd für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	62
Tabelle 24: Vergleich der Monats-Leq(3) (23:00 - 05:00 Uhr) am MP 41 Frankfurt Süd für DROps- und Nicht-DROps-Nächte der repräsentativen Monate März und Juni. Quelle: Fraport	63
Tabelle 25: Nachtrichterauswertung für BR 25 im April 2011 (23:00-05:00 Uhr). Quelle: Umwelthaus	67
Tabelle 26: Nachtrichterauswertung für BR 07 im April 2011 (23:00-05:00 Uhr). Quelle: Umwelthaus	67