

BERICHT EXPERTENGREMIUM

AKTIVER SCHALLSCHUTZ

*Erstes Maßnahmenpaket
Aktiver Schallschutz
am Flughafen Frankfurt/Main*





BERICHT EXPERTENGREMIUM

AKTIVER SCHALLSCHUTZ

*Erstes Maßnahmenpaket
Aktiver Schallschutz
am Flughafen Frankfurt/Main*

Dezember 2008 bis Mai 2010

Autoren

Expertengremium Aktiver Schallschutz des Forums Flughafen und Region Frankfurt (Redaktionsteam: Michael Kraft, Stefan Mauel, Jochen Schaab, Helmut Tolksdorf, Regine Barth)

Herausgeber

Forum Flughafen & Region / Gemeinnützige Umwelthaus GmbH
Eisenstraße 3 | 65428 Rüsselsheim
Tel.: +49 (0) 61 42 - 8 35 69 - 11 | Fax: - 19
www.umwelthaus.org

Grafische Umsetzung

3f design | Darmstadt | www.3fdesign.de

Fachliche Koordination

Öko-Institut e. V. | www.oeko.de

Stand

5. Juli 2010



Foto / www.iStockphoto.com / © 314

Inhaltsverzeichnis

7	1. Vorwort
<hr/>	
9	2. Einführung
<hr/>	
9	2.1. Ausarbeitung eines ersten Maßnahmenpakets zum aktiven Schallschutz
9	2.2. Auftrag und Arbeitsweise im Expertengremium
13	3. Rahmenbedingungen
<hr/>	
13	3.1. Flugbetriebliche Kapazität
13	3.2. Betriebszeiten
14	3.3. Rechtliche Anforderungen
16	3.4. Notwendigkeit einer Sicherheitsbewertung
16	3.5. Kriterien für Paketbildung
19	4. Beschreibung des ersten empfohlenen Maßnahmenpakets
<hr/>	
19	4.1. Bestandteile des Maßnahmenpakets
	4.1.1. Vertikale Optimierung von Abflugverfahren
	4.1.2. Umrüstung der Boeing-737-Flotte der Lufthansa
	4.1.3. Optimierung beim Betriebsrichtungswechsel je nach Rückenwind
	4.1.4. Einführung eines neuen Anflugverfahrens: Segmented RNAV (GPS) Approach
	4.1.5. Dedicated Runways Operations (bevorzugte Bahnnutzung, DROps)
	4.1.6. Optimierung kontinuierlicher Sinkflug (Continuous Descent Approach, CDA)
	4.1.7. Anhebung des Anflugleitwinkels auf 3,2 Grad auf der zukünftigen NW-Bahn
31	4.2. Zeitplan
32	4.3. Auswirkung des Pakets auf Lärmentwicklung
	4.3.1. Grundlagen
	4.3.2. Kurzbeschreibung der als Bewertungsinstrument verwendeten Indizes Frankfurter Tagindex (FTI) und Frankfurter Nachtindex (FNI)
	4.3.3. Vorgehensweise bei der Lärmberechnung und betrachtete Szenarien
	4.3.4. Ergebnisse Maßnahmenpaket Tag Ist am Beispiel 2005
	4.3.4.1. <i>Indexgebiet Gesamt</i>
	4.3.4.2. <i>Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete westlich des Flughafens</i>
	4.3.4.3. <i>Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete südlich des Flughafens</i>
	4.3.4.4. <i>Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete östlich des Flughafens</i>
	4.3.5. Ergebnisse Maßnahmenpaket Tag 2020
	4.3.5.1. <i>Indexgebiet Gesamt</i>
	4.3.5.2. <i>Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete westlich des Flughafens</i>
	4.3.5.3. <i>Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete südlich des Flughafens</i>
	4.3.5.4. <i>Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete östlich des Flughafens</i>
	4.3.6. Ergebnisse Maßnahmenpaket Nacht Ist am Beispiel 2005
	4.3.6.1. <i>Indexgebiet Gesamt</i>
	4.3.6.2. <i>Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete westlich des Flughafens</i>
	4.3.6.3. <i>Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete südlich des Flughafens</i>
	4.3.6.4. <i>Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete östlich des Flughafens</i>
	4.3.7. Zusammenfassung Ergebnisse Lärmauswertungen
57	4.4. Unsicherheiten und Umsetzungsrisiken
59	5. Ausblick
<hr/>	

Abbildungen

- 17 Abbildung 1 | Konzept bei der Paketbildung
- 20 Abbildung 2 | Maßnahme 1 - Vertikale Optimierung von Abflugverfahren
- 21 Abbildung 3 | Maßnahme 2 - Umrüstung der Triebwerke B737
- 22 Abbildung 4 | Maßnahme 3 - Optimierung beim Betriebsrichtungswechsel je nach Rückenwind
- 23 Abbildung 5 | Maßnahme 4 - Segmented RNAV (GPS) Approach - BR 25: Anflug aus Osten
- 24 Abbildung 6 | Maßnahme 4 - Segmented RNAV (GPS) Approach - BR 07: Anflug aus Westen
- 26 Abbildung 7 | Maßnahme 5 - Bevorzugte Bahnnutzung (DROps 07) - Start nach Osten
- 27 Abbildung 8 | Maßnahme 5 - Bevorzugte Bahnnutzung (DROps 25) - Start nach Westen
- 29 Abbildung 9 | Maßnahme 6 - Optimierung kontinuierlicher Sinkflug (Continuous Descent Approach - CDA)
- 30 Abbildung 10 | Maßnahme 7 - Anhebung des Anfluggleitwinkels auf 3,2 Grad auf der zukünftigen NW-Bahn
- 31 Abbildung 11 | Abschätzung zeitliche Umsetzung
- 32 Abbildung 12 | Überblick über wichtige in diesem Kapitel verwendete Begrifflichkeiten
- 33 Abbildung 13 | Überblick über wichtige Eckpunkte von FTI und FNI
- 34 Abbildung 14 | Darstellung des FTI Gebiets und des besonders hoch betroffenen Gebiets ohne Maßnahmen zum aktiven Schallschutz - Beispiel 2005
- 35 Abbildung 15 | Darstellung des FTI Gebiets und des besonders hoch betroffenen Gebiets ohne Maßnahmen zum aktiven Schallschutz - Prognose für 2020
- 35 Abbildung 16 | Darstellung des FNI Gebiets und des besonders hoch betroffenen Gebiets ohne Maßnahmen zum aktiven Schallschutz - Ist-Zustand am Beispiel des Jahres 2005
- 37 Abbildung 17 | Überblick berechnete Szenarien
- 38 Abbildung 18 | Herleitung der Indexpunkte FTI am Beispiel **Tag Ist**
- 38 Abbildung 19 | Entwicklung der Indexpunkte FTI mit Maßnahmenpaket **Tag Ist** für das FTI-Gebiet
- 39 Abbildung 20 | Entwicklung der Indexpunkte FTI am Beispiel **Tag Ist** mit Maßnahmen nur hoch Betroffene
- 40 Abbildung 21 | Entwicklung der Indexpunkte FTI **Tag Ist** westlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 40 Abbildung 22 | Entwicklung der Indexpunkte FTI **Tag Ist** nur hoch Betroffene westlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 41 Abbildung 23 | Entwicklung der Indexpunkte FTI **Tag Ist** südlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 42 Abbildung 24 | Entwicklung der Indexpunkte FTI **Tag Ist** östlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 42 Abbildung 25 | Entwicklung der Indexpunkte FTI **Tag Ist** nur hoch Betroffene östlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket

- 43 Abbildung 26 | Herleitung der Indexpunkte FTI Tag 2020
- 44 Abbildung 27 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 mit Maßnahmen für das FTI-Gebiet 2020
- 44 Abbildung 28 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 nur hoch Betroffene mit Maßnahmen
- 45 Abbildung 29 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 westlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 45 Abbildung 30 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 nur hoch Betroffene westlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 46 Abbildung 31 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 südlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 46 Abbildung 32 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 nur hoch Betroffene südlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 47 Abbildung 33 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 östlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 47 Abbildung 34 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 nur hoch Betroffene östlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket
- 48 Abbildung 35 | Herleitung der Indexpunkte FNI Nacht Ist
- 49 Abbildung 36 | Entwicklung der Indexpunkte FNI mit Maßnahmen Nacht Ist
- 49 Abbildung 37 | Entwicklung der Indexpunkte FNI nur für hoch Betroffene Nacht Ist
- 50 Abbildung 38 | Entwicklung der Indexpunkte FNI westlich des Flughafens Nacht Ist
- 51 Abbildung 39 | Entwicklung der Indexpunkte FNI westlich des Flughafens Nacht Ist nur hoch Betroffene
- 52 Abbildung 40 | Entwicklung der Indexpunkte FNI südlich des Flughafens Nacht Ist
- 53 Abbildung 41 | Entwicklung der Indexpunkte FNI südlich des Flughafens Nacht Ist nur hoch Betroffene
- 54 Abbildung 42 | Entwicklung der Indexpunkte FNI östlich des Flughafens Nacht Ist
- 55 Abbildung 43 | Entwicklung der Indexpunkte FNI östlich des Flughafens Nacht Ist nur hoch Betroffene
- 56 Abbildung 44 | Überblick über die Ergebnisse der Lärmauswertungen
- 60 Abbildung 45 | Lärmkonturen am Beispiel der B747-8

Beschreibung des ersten empfohlenen Maßnahmenpakets



Foto / www.iStockphoto.com / © David Stanley

1. Vorwort

Von Peter Gebauer und Manfred Ockel

(Vorsitzender und Co-Vorsitzender des Expertengremiums Aktiver Schallschutz, EG AS):

Mit Unterzeichnung der gemeinsamen Deklaration vom 12. Dezember 2007 hat die Luftverkehrswirtschaft am Flughafenstandort Frankfurt ihren Willen und Bereitschaft bekundet, Maßnahmen zu prüfen und zu entwickeln, um Potenziale des aktiven Schallschutzes so effektiv wie möglich zu erschließen. Auf diesem Wege soll eine Lärmmentlastung erreicht werden, die sowohl im Ist-Zustand als auch in der zukünftigen Situation bis 2020 wirkt.

Fluglärm und die daraus resultierenden Belastungen sind in der Region Rhein-Main ein emotionales Thema. Die stetige Weiterentwicklung des Flughafens Frankfurt/Main als bedeutender Wirtschaftsfaktor der Region, die damit einhergehende Steigerung der Flugbewegungen und die daraus resultierenden Fluglärmbelastungen stehen den Bedürfnissen der Anwohner des Flughafens nach Ruhe und Erholung entgegen.

Der aktive Schallschutz ist eine wirksame Möglichkeit, die Belastungen der Anwohner durch Fluglärm zu verringern. Hierbei wird versucht, durch verschiedene Maßnahmen den Lärm direkt an der Quelle zu vermeiden, zu reduzieren oder für eine bessere Verteilung der Lärmbelastungen zu sorgen. Solche Maßnahmen sind gleichermaßen komplex und aufwendig – sowohl in ihren Beschreibungen, ihren Umsetzungen als auch in ihren Wirkungen. Dabei ist immer wieder deutlich zu machen, dass die Prämisse eines sicheren Flugbetriebs die Möglichkeiten dieser Maßnahmen bestimmt.

Der aktive Schallschutz beim Luftverkehr stellt sich dementsprechend als ambitionierte und schwierige Aufgabe dar und erfordert zur systematischen Ausschöpfung der Potenziale die gemeinsame Anstrengung aller Beteiligten. Es kann deshalb nicht überraschen, dass diese Form des Schallschutzes bisher nicht die Rolle gespielt hat, die seinem Entlastungspotenzial angemessen ist.

Diesen Umstand zu ändern und das Potenzial des aktiven Schallschutzes zu erschließen, ist Aufgabe und Selbstverständnis des Expertengremiums Aktiver Schallschutz des Forums Flughafen und Region. Mit diesem Gremium haben sich erstmals in der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland Vertreter der Luftverkehrsindustrie, von Kommunen, der Fluglärmkommission, von Behörden, Praktikern und Wissenschaftlern zu einer vertrauensvollen und ergebnisorientierten Zusammenarbeit eingefunden.



Mit dem hier vorgelegten Bericht wird der Grundstein für einen weiter als bisher reichenden Ausgleich zwischen dem Interesse der Anwohner nach aktivem Schallschutz und Bedürfnissen des Flugbetriebs gelegt. Das Gremium beschreibt darin ein erstes Paket von Maßnahmen, dessen Umsetzung aus Sicht der Beteiligten noch in diesem Jahr eingeleitet werden kann.

Neben der konkreten Ausgestaltung dieses ersten Maßnahmenpakets hat sich das Expertengremium Aktiver Schallschutz auch mit den mittel- und langfristigen Perspektiven möglicher Maßnahmen befasst. Hier wird ein Ansatzpunkt für weiterführende Arbeiten und Entwicklungen gesehen, die die Beteiligten durch aktive Begleitung intensiv unterstützen wollen.

Diese Bereitschaft der Beteiligten steht exemplarisch für die Atmosphäre, in der die Arbeit der Expertengremiums Aktiver Schallschutz geleistet wurde. In einem offenen und vertrauensvollen Dialog des Für und Wider wurde engagiert gearbeitet. Das Engagement, mit dem die Mitglieder des Expertengremiums dabei zu Werke gingen, geht weiter über das zu erwartende Maß hinaus und verdient uneingeschränkten Respekt.

Wir möchten als Vorsitzende des Expertengremiums die Gelegenheit deshalb nutzen und uns bei allen Mitgliedern des Gremiums und den hinzugezogenen Sachverständigen ausdrücklich für ihre Mitarbeit bedanken. Die Mitglieder haben es uns in unserer Aufgabe als Vorsitzende einfach gemacht. Die Arbeit mit ihnen hat uns Freude bereitet. Wir blicken deshalb erwartungsvoll und optimistisch auf die weitere Zusammenarbeit.

Gleichfalls bedanken möchten wir uns bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Umwelt- und Nachbarschaftshauses (UNH) und des Öko-Instituts e.V., Darmstadt, für ihre reibungslose organisatorische Vorbereitung und inhaltliche Unterstützung. Solche Voraussetzungen sind für eine angenehme und produktive Atmosphäre unerlässlich. Im besonderen Maß sind wir Frau Regine Barth vom Öko-Institut zu Dank verpflichtet.

Der Wille, den gemeinsamen Weg in dieser Form fortzusetzen, wird der Motor für den weiteren Erfolg sein und der Region die Chance auf eine Ausweitung des aktiven Schallschutzes eröffnen.



Foto / www.iStockphoto.com / © Dmitry Shironosov

2. Einführung

2.1. Ausarbeitung eines ersten Maßnahmenpakets zum aktiven Schallschutz

Das Expertengremium präsentiert mit diesem Bericht ein erstes Maßnahmenpaket mit Vorschlägen zum aktiven Schallschutz für den Flughafen Frankfurt/Main. Diese Vorschläge zielen darauf ab, möglichst viele Menschen, die in der Region von Fluglärm betroffen sind, zu entlasten bzw. zusätzliche Belastungen nach dem Ausbau so gering wie möglich zu halten. Ein Instrument hierfür ist, dicht besiedelte Gebiete weniger oft zu überfliegen, ein anderes die Reduktion der Lärmerzeugung am Flugzeug selbst. Die Entlastung besonders hoch Betroffener war ein weiteres Ziel der gemeinsamen Arbeiten.

Das Gremium hat sich darauf verständigt, dass dieses erste Paket Maßnahmen sowohl für den Tag als auch für die Nacht enthalten soll. Damit sollte eine möglichst umfassende Entlastung erreicht werden, denn die meisten Einzelmaßnahmen wirken nur in relativ eng begrenzten Bereichen.

Nicht alle Maßnahmen des aktiven Schallschutzes sind miteinander kombinierbar. Daher wurden verschiedene Paketoptionen geprüft, um von den möglichen Kombinationen die für die Betroffenen besten Lösungen zu ermitteln, d. h. eine möglichst geringe Gesamtbelastung in der Region. Ein Kriterium dabei war, dass jede Maßnahme einzeln für sich betrachtet in der Region insgesamt zu einer Lärminderung führt. Eine Reihe von Maßnahmen entfaltet aber einen **lärmverteilenden** Effekt, also dass sich zwar die Maßnahmen im überwiegenden Teil der Region insgesamt entlastend auswirken, aber örtlich steigende Belastungen zu verzeichnen sind. Dies durch andere entlastende Maßnahmen so weit wie möglich wieder zu kompensieren, ist ein Ziel der Paketbildung.

Im Verlauf der nach Vorlage des Berichts nun folgenden Beratungs- und Genehmigungsprozesse müssen aus formalen Gründen die Maßnahmen teilweise einzeln betrachtet und abgewogen werden. Die Konzeption des aufeinander abgestimmten Maßnahmenbündels soll dabei jedoch nicht aus dem Blick geraten.

Das Expertengremium hat sich mit zwei grundsätzlichen Kategorien des aktiven Schallschutzes befasst.

1. **Technische** Maßnahmen am Luftfahrzeug, die den durch das Flugzeug erzeugten Lärm verringern.
2. **Operative** Maßnahmen durch veränderte Flugprofile, Flugverfahren, Routen o.ä., die die Höhe und/oder Effekte des erzeugten Fluglärms reduzieren und/oder den Abstand zwischen Emissionsort und Immissionsort erhöhen.

Die Reduktion der Lärmeinwirkung durch Maßnahmen bei den Lärmbetroffenen (passiver Schallschutz, z. B. Einbau von Schallschutzfenstern) war nicht Gegenstand der Arbeiten zum aktiven Schallschutz.

2.2. Auftrag und Arbeitsweise im Expertengremium

Das Expertengremium Aktiver Schallschutz (EG AS) war von Beginn an fester Bestandteil innerhalb der organisatorischen Gliederung des „Forums Flughafen und Region“ (FFR) und hat seine Arbeit im Dezember 2008 aufgenommen.^{1 2}

Gemäß Geschäftsordnung des FFR hat das EG AS folgende Aufgaben (siehe §15 ff.):

- (1) *Das Expertengremium Aktiver Schallschutz identifiziert und prüft Maßnahmen zum aktiven Schallschutz, die geeignet sind, den Fluglärm bzw. die Betroffenheit zu reduzieren und prüft auch solche, die bereits vor Inbetriebnahme der neuen Landebahn am Frankfurter Flughafen umgesetzt werden können. [...]*
- (2) [...]
- (3) *Die Tätigkeit des Expertengremiums Aktiver Schallschutz ersetzt nicht die gesetzlich vorgeschriebenen Verfahren von Genehmigungsbehörde, Flugsicherung und Fluglärmkommission.*

Eine wichtige Grundlage für die Tätigkeit des Expertengremiums Aktiver Schallschutz bilden die vor Gründung des FFR und Berufung der EG AS getroffenen Vereinbarungen verschiedener Akteure sowie die Arbeiten anderer Akteure der mit diesem Thema betrauten Institutionen. Im Einzelnen zählen hierzu:

| Abschluss des Regionalen Dialogforums Flughafen Frankfurt Main (RDF) und der im Rahmen des RDF erarbeitete Anti-Lärm-Pakts auf Initiative von Prof. Dr.-Ing. J.-D. Wörner vom 14. September 2007,

| Gemeinsame Erklärung der Hessischen Landesregierung und der Luftverkehrswirtschaft vom 12. Dezember 2007,³

¹ Neben dem EG AS umfasst das FFR als weitere Gremien den Koordinierungsrat, den Konvent Flughafen und Region sowie das Umwelthaus/Nachbarschaftshaus und das Bürgerbüro.

² Das FFR und weitere Gremien in der Übersicht: <http://www.forum-flughafen-region.de/forum/ffr/>

³ Unterzeichner der Erklärung sind der Hessische Ministerpräsident Roland Koch, Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner (Regionales Dialogforum), Dr. Stefan Schulte (Fraport), Stefan Lauer (Lufthansa), Ralph Riedle (DFS) und Martin Gaebges (BARIG)

| Beschluss des Hessischen Landtags vom 11. Dezember 2007 zum „Ausbau des Frankfurter Flughafens – den Anti-Lärm-Pakt verwirklichen!“ (Drs. 16/8364),

| Arbeitsprogramm der Kommission zur Abwehr des Fluglärms (Fluglärnkommision Flughafen Frankfurt am Main).

Weiterhin konnten die Arbeiten auf wesentliche Vorarbeiten im Rahmen des Mediationsverfahrens sowie des RDF zurückgreifen. Insbesondere die „Kleingruppe Aktiver Schallschutz“ bzw. die „Kleingruppe Sofortmaßnahmen“ haben im Rahmen der mehrjährigen Diskussion im RDF Informationen gesammelt, zum Teil konkrete Maßnahmen bis zur Umsetzung unterstützt und somit zahlreiche wichtige Vorarbeiten geleistet.

Die Mitglieder des Expertengremiums Aktiver Schallschutz hat der Hessische Ministerpräsident berufen. Vorsitzender des EG AS ist Peter Gebauer (Deutsche Flugsicherung GmbH), Co-Vorsitzender ist Manfred Ockel (Bürgermeister Kelsterbach). Die Führung der Geschäfte des Expertengremiums obliegt dem Vorsitzenden in Abstimmung mit dem Co-Vorsitzenden. Die beiden Vorsitzenden werden dabei in ihrer Arbeit durch das Umwelt- und Nachbarschaftshaus organisatorisch sowie inhaltlich durch das Öko-Institut e. V. unterstützt. Ferner war dem EG AS ausdrücklich gestattet, bei Bedarf weitere externe Fachleute hinzuzuziehen, um einzelne spezielle Sachverhalte prüfen bzw. klären zu lassen.

Das Expertengremium Aktiver Schallschutz setzt sich zusammen aus:

Benanntes Mitglied	Zugehörigkeit
Peter Gebauer , Vorsitzender	DFS Deutsche Flugsicherung GmbH
Bürgermeister Manfred Ockel , Co-Vorsitzender	Stadt Kelsterbach, Vertreter der Kommunen
Stefan Mauel	Vertreter der Fraport AG
Marcus Pauly	Vertreter der Deutschen Lufthansa AG (DLH)
Martin Gaebges	Vertreter des Board of Airline Representatives in Germany e. V. (BARIG)
Dr. Holger Sewering	Vertreter der Hessischen Staatskanzlei
Dr. Thilo Muthmann (bis 31.03.2010) Kai Peters (ab 01.04.2010)	Vertreter des Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (HMWVL)
Dr. Lothar Ohse	Vertreter des Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)
Bürgermeister Thomas Jühe	Vorsitzender der Fluglärnkommision (FLK)
Georg Müller	Fluglärmschutzbeauftragter des Landes Hessen
Frank Lumnitzer	Vertreter der Vereinigung Cockpit (VC)
Dr. Mathias Basner (bis 11/2009) Dr. Ullrich Isermann (ab 12/2009)	Vertreter des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Carl Sigel	Sachverständiger der Luftverkehrswirtschaft
Dr. Stefan Schmitt , Stadt Frankfurt	Sachverständiger der Kommunen
Ewald Anton	Sachverständiger der Kommunen



Regelmäßige Gäste:

- | **Michael Kraft**, DFS
- | **Anja Wollert**, Geschäftsführerin Fluglärmkommission Frankfurt
- | **Helmut Tolksdorf**, DLH
- | **Daphne Goldmann**, Fraport AG
- | **Günter Lanz**, Geschäftsführung Umwelt- und Nachbarschaftshaus gGmbH (UNH)
- | **Jochen Schaab**, Stadt Kelsterbach
- | **Kurt Müller**, Sachverständiger
- | **Dr. Karsten Baumann** (ab 1/2010), Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF)

Fachliche und organisatorische Begleitung

- | **Regine Barth**
- | **Nathalie Hahn** (bis 10/2009)
- | **Silvia Schütte** (ab 2/2010), alle Öko-Institut e. V.
- | **Henning Arps** (bis 3/2010), AMT-Ingenieurgesellschaft

Die Lärmberechnungen für das Gremium wurden von Kurt Müller (ehemals Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie, HLUG, jetzt unabhängiger Experte) und Dr. Lothar Ohse (HLUG) durchgeführt.

Die notwendigen Prüfungen waren umfassend und zeitintensiv. So ist etwa die Entwicklung von neuen sicheren Flugverfahren schon im Planungsstadium aufwendig. Teilweise waren und sind Sicherheitsbewertungen durchzuführen. Es wurden zahlreiche Simulationen und Workshops durchgeführt, um die Verfahren zu testen und Verbesserungsvorschläge zu entwickeln. Wichtig war auch die Einbeziehung von Piloten und Lotsen. Für einige Teilaspekte wurden externe unabhängige Gutachter beauftragt.

Vertiefte Diskussionen wurden in zusätzlichen Arbeitsgruppen geführt. Diese temporären Arbeitsgruppen haben ihre Ergebnisse wiederum im EG AS zur Diskussion gestellt. Folgende Arbeitsgruppen wurden bislang ins Leben gerufen:

- | **Lärmindex** (Entwicklung von Empfehlungen zur weiteren Ausgestaltung Lärmindex)
- | **Lärmberechnung** (Abstimmung der notwendigen Grundlagen und Annahmen zu den Lärmberechnungen zur Beurteilung der Maßnahmen),
- | **Incentives** (Diskussion möglicher Maßnahmen mit mittel- bis langfristiger Perspektive und Finanzierungsmöglichkeiten kostenintensiver aktiver Schallschutzmaßnahmen),
- | **Kleingruppe Zusätzliche Mitigations Sicherheitsbewertung Rückwindkomponente** (Mitigations bedeuteter Risikominderungsmaßnahmen),
- | **Redaktionsgruppe** (Vorbereitung und Abstimmung des vorliegenden Berichts).



3. Rahmenbedingungen

Um die Potenziale des aktiven Schallschutzes so effektiv wie möglich erschließen zu können, gilt es die oftmals konkurrierenden Anforderungen an Lärmmentlastung einerseits und an Sicherheit bzw. Kapazität andererseits in den Blick zu nehmen. Naheliegenderweise ist die Sicherheit in der Durchführung des Luftverkehrs als oberstes Gebot im Interesse aller Beteiligten und Betroffenen und muss daher auch zukünftig sichergestellt sein. Diese Grundvoraussetzung soll aber nicht davon abhalten, mögliche Alternativen zu untersuchen, um das Ziel einer Lärm-entlastung zu erreichen.

Die nachfolgenden Abschnitte gehen auf die relevanten Aspekte ein, die bei der Erarbeitung und Bewertung der Maßnahmen Einfluss genommen haben. Ferner beschreiben und begründen sie die Art ihrer Berücksichtigung.

3.1. Flugbetriebliche Kapazität

Verkehrsnachfrage und Kapazität im Flugbetrieb stehen in einer operativen Wechselwirkung. Steigt die Nachfrage und steht die operative Kapazität nicht zur Verfügung, um diese Nachfrage geordnet und flüssig abzuwickeln, führt dies zu Verzögerungen bzw. Verspätungen im Luftverkehr. Dies ist aus Sicht der Luftverkehrswirtschaft in mehrfacher Hinsicht nicht wünschenswert, denn Verzögerungen bzw. Verspätungen verursachen letztlich direkt und indirekt zusätzliche Kosten. Eine unzureichende Kapazität bei gegebener Verkehrsnachfrage ist aber auch in Hinsicht auf die Lärm- und Schadstoffbelastung nicht wünschenswert, da Verzögerungen bzw. Verspätungen zu Warteschleifen und/oder längeren Flugwegen und damit zu höheren Emissionen und Immissionen führen.

Die Untersuchungen zum aktiven Schallschutz gehen davon aus, dass im Rahmen der genehmigten und verfügbaren Kapazität des Flughafens Frankfurt/Main die Verkehrsnachfrage nach wie vor mit hoher Pünktlichkeit befriedigt werden soll. Als Konzession an das Thema aktiver Schallschutz werden dabei zumindest zeitweise längere Flugwege akzeptiert, soweit sie von den Luftraumnutzern als vertretbar angesehen werden.

Langfristiges Ziel ist es letztlich, die operativen Maßnahmen des aktiven Schallschutzes, wann immer betrieblich sinnvoll möglich, anzuwenden. Die aktuelle Verkehrsnachfrage und die jeweils vorhandene Kapazität sind dabei ebenso zu berücksichtigen wie zukünftig realisierbare technische Maßnahmen (z. B. im Bereich der Flugführung). Dies bedeutet für eine Reihe von Maßnahmen, sie während einer ersten Stufe zunächst nur in einem begrenzten Rahmen anzuwenden, um sie dann durch weitere Optimierung sukzessive über weitere Entwicklungsstufen auszuweiten.

Ein weiteres Ziel war die Schaffung von planbaren Lärmpausen. Hierfür wurden Betriebskonzepte erstellt, die gezielt auf Entlastungseffekte hinwirken, z. B. durch Abwechslung von Bahn- nutzungen oder die Vermeidung von lärmbezogen besonders ungünstigen Konstellationen.

3.2. Betriebszeiten

Grundsätzlich ist es das Ziel der Unterzeichner der Deklaration vom 12. Dezember 2007, Maßnahmen des aktiven Schallschutzes zeitlich so umfassend wie möglich einzusetzen, im Idealfall während des kompletten Betriebszeitraums, also über 24 Stunden.

Da die Anwendbarkeit der Maßnahmen von der Verkehrsnachfrage, den Wetterbedingungen, betrieblichen Abläufen und wirtschaftlichen Anforderungen abhängt, ist eine Umsetzung mancher Maßnahmen nicht bzw. nicht immer über 24 Stunden möglich. Um dennoch einen Einstieg in neue Formen operativer Schallschutzmaßnahmen und gleichzeitig eine möglichst weitgehende Umsetzung der Maßnahmen zu ermöglichen, wurden einzelne Maßnahmen bestimmten Betriebszeiten zugeordnet. Dabei muss jeweils sichergestellt sein, dass die Anwendung der Verfahren entsprechend der gesetzten Randbedingungen zu keinen Kapazitätseinbußen führt. Soweit Maßnahmen des aktiven Schallschutzes weder die Sicherheit noch die Anforderungen an die betriebliche Kapazität beeinträchtigen, ist eine grundlegende Voraussetzung gegeben, sie im 24-Stunden-Betrieb anzuwenden. Ausschlussgründe sind dann eher im Einzelfall aufgrund aktueller Umstände (z. B. einschränkende Wetterbedingungen usw.) gegeben.

Maßnahmen, die grundsätzlich die betriebliche Kapazität einschränken, sind hingegen zunächst nur für eine Anwendung während der verkehrsarmen Zeiten in der Nacht vorgesehen. Der zunächst anzuwendende Zeitraum hängt von den jeweiligen erwarteten Kapazitätsauswirkungen der Maßnahme ab. Das Expertengremium ging in seinen Prüfungen und Annahmen davon aus, dass dieser verkehrsarme Zeitraum im Bestandssystem zunächst bei 23 bis 5 Uhr anzusetzen ist. In einer nächsten Entwicklungsstufe wird eine zeitliche Ausweitung der Anwendung auf Basis der gesammelten Erfahrungen zu prüfen sein.

Bezüglich etwaiger Flugbewegungen in der Mediationsnacht (also dem im Mediationsergebnis für ein Nachtflugverbot nach dem Ausbau vorgesehenen Zeitraum) nach Inbetriebnahme der neuen NW-Bahn konnte das Expertengremium aufgrund der im Revisionsverfahren vor dem Bundesverwaltungsgericht noch zu klärenden Zahl zulässiger Flugbewegungen in der Zeit zwischen 23 und 5 Uhr keine gesicherten Annahmen treffen.

Es hat sich daher auch auf die Auswertung der Lärmwirkungen im Ist-Zustand konzentriert und bisher kein Paket-Szenario für die Zeit nach dem Ausbau berechnet.

Ein gemeinsames Ziel war es, in der verkehrsarmen Zeit der Nacht, in der heute Flugbewegungen zulässig sind, bereits vor dem Ausbau Entlastungsmöglichkeiten zu realisieren. In dieser verkehrsarmen Zeit bestehen besondere Spielräume, die flugbetrieblich in Zeiten mit höheren Bewegungszahlen nicht realisierbar wären. Darüber hinaus soll auf Basis der betrieblichen Erfahrungen mit den Maßnahmen in einem weiteren Schritt die zukünftige Ausweitung der zeitlichen Anwendungsbereiche überprüft und wenn möglich schrittweise realisiert werden. Damit verbleibt zumindest die Option, die Maßnahmen auch für den Fall anzuwenden, dass keine Flüge im Zeitraum von 23 bis 5 Uhr zulässig wären. Soweit Flüge nach der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts auch nach dem Ausbau im Zeitraum von 23 bis 5 Uhr zulässig wären, stehen die geplanten Maßnahmen weiterhin zur Verfügung. Gleiches gilt in diesem Fall für das Ziel, den zeitlichen Anwendungsbereich auszudehnen.

3.3. Rechtliche Anforderungen

Technische Maßnahmen

Jedes Luftfahrzeug hat bestimmte, speziell für die Luftfahrt definierte Bauvorschriften einzuhalten, um die sogenannte Musterzulassung zu erhalten. Musterzulassungen gibt es auch für einzelne Baugruppen, beispielsweise Triebwerke oder Propeller. Ohne eine gültige Musterzulassung wird kein Luftfahrzeug zum Luftverkehr zugelassen. Werden im Rahmen von technischen Maßnahmen zum Schallschutz Änderungen an einem Luftfahrzeug durchgeführt, ist durch entsprechende Prüfungen festzustellen, ob das Luftfahrzeug nach wie vor lufttüchtig ist und die strengen Anforderungen an die betriebliche Sicherheit erfüllt sind.

Die Musterzulassung für die Baugruppe allein reicht meist nicht aus, weil die betreffende Komponente auch für den Einbau und Betrieb mit dem jeweiligen Flugzeugmuster zugelassen sein muss. Die hierbei stattfindenden Prüfungen sollen sicherstellen, dass die Komponente – z. B. ein neuer Triebwerkstyp oder ein modifiziertes Triebwerk – auch an dem betreffenden Flugzeugmuster sicher betrieben werden kann. Die Musterzulassung ist grundsätzlich bei jeder technischen Änderung an einem zivilen Verkehrsflugzeug durchzuführen und mit erheblichem Zeit- und Kostenaufwand verbunden.

Der Zeitaufwand für die Entwicklung und Zulassung technischer Maßnahmen zur Lärminderung ist beachtlich. Im Be-

sonderen erfordern aerodynamische Modifikationen langwierige Untersuchungen und Flugerprobungen. Zeiträume von einem bis drei Jahren sind hierbei durchaus realistisch.

Die eigentliche Umrüstung der Luftfahrzeuge wird meist im Rahmen der routinemäßigen Wartungsarbeiten vorgenommen. Für einen Großteil der notwendigen Modifikationen werden die Wartungsmodule mit Liegezeiten von 3 Tagen und länger genutzt. Diese so genannten C-, IL- oder D-Checks finden alle 20 Monate, 6 oder 12 Jahre statt. Bis eine umfangreiche Flotte vollständig umgerüstet ist, vergehen daher meist mehrere Jahre.

Operative Flugsicherungsmaßnahmen

Operative Flugsicherungsmaßnahmen durch veränderte Flugprofile (lateral und/oder vertikal), Flugverfahren usw. sind Gegenstand eines mehrstufigen Genehmigungsprozesses, auf den im Folgenden eingegangen wird.

Internationale und nationale Basis sind hier die Regeln

- | der Internationalen Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO),
- | der EU (soweit relevant),
- | und des nationalen Luftverkehrsrechts sowie der auf dieser Grundlage ergangenen behördlichen Entscheidungen.

Grundlage für die eigentliche Verfahrensplanung ist das ICAO-Dokument ICAO DOC 8186/611 „Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations“, das in zwei Bänden auf ca. 1000 Seiten umfassend die Grundlagen zur Entwicklung und Planung von Instrumentenan- und -abflugverfahren beschreibt. In Einzelfällen kann dieses Dokument noch durch sogenanntes „Guidance Material“ ergänzt sein.

Wenn die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) neue Verfahren entwickelt, werden diese zunächst an den flugsicherungs- und flugbetrieblichen Bedürfnissen ausgerichtet. Bei lärmrelevanten Flugsicherungsverfahren wie An- und Abflugstrecken werden anschließend die entwickelten unterschiedlichen Varianten unter Lärm-, Kapazitäts- und anderen betrieblichen Aspekten untereinander abgewogen.

Bei Abflugstrecken kommt hier unter anderem das System NIROS (Noise Impact Reduction and Optimization System) zum Einsatz, um die resultierende Lärmbelastung zu ermitteln. Die Betrachtung von Alternativen ermöglicht dabei die Identifikation der Variante, die mit der geringsten Lärmbelastung verbunden ist und somit als „Minimum Noise“-Route bezeichnet werden kann. Dabei wird neben der Schallpegelverteilung und anderen Daten auch die Bevölkerungsverteilung berücksichtigt.

NIROS geht allein von akustischen Größen und der Bevölkerung aus, hat also keinen Wirkungsbezug wie die Frankfurter Indizes FTI und FFI.

Die DFS muss, bevor sie ein neues Flugverfahren einführt, jeweils eigenständig alle relevanten Gesichtspunkte (betriebliche Aspekte, Lärmbelastung etc.) abwägen. Das Ergebnis dieser Abwägung ist dann Grundlage für die weiteren Schritte. Auch wenn die DFS sich umfassend und aktiv in die Arbeiten des Expertengremiums eingebracht hat: Eine solche Mitwirkung oder der breite Konsens über das Paket innerhalb des EG AS ersetzt die Notwendigkeit der eigenständigen Abwägung nicht. Die DFS wird daher im Zuge der Genehmigungsverfahren jeweils eigenständig abwägen und begründen, ob und warum sie der Auffassung ist, dass ein Verfahren unter Sicherheits-, Kapazitäts- und Lärmschutzgesichtspunkten eingeführt werden kann.

Sobald die Planungen abgeschlossen sind, beginnt der eigentliche Genehmigungs- bzw. Veröffentlichungsprozess, für den gemäß §27a Abs. 2 S. 1 LuftVO das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) zuständig ist. Das BAF untersucht die von der Flugsicherungsorganisation vorgelegte Planung sowohl in technisch-betrieblicher Hinsicht als auch im Hinblick auf die vorgenommene Abwägung. Nach Maßgabe seiner Zuständigkeit übernimmt das BAF mit seiner Entscheidung die vollständige Verantwortung für die ordnungsgemäße Planung, Abwägung und Festlegung der Flugverfahren. Am Ende dieses Prüfungs- und Entscheidungsprozesses steht eine vom BAF erlassene und im Bundesanzeiger verkündete Rechtsverordnung.

Handelt es sich bei dem geplanten Verfahren um ein **ICAO-konformes** Verfahren, d. h. entspricht es zu 100% den Standards und Empfehlungen der ICAO, kann die Planung der Flugsicherungsorganisation vor der Vorlage beim BAF direkt der örtlichen Kommission zur Abwehr von Fluglärm (kurz: Fluglärmkommission) zur Beratung vorgelegt werden. Adressaten dieser Beratung durch die Fluglärmkommission sind die für den Flughafen zuständige Genehmigungsbehörde, das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung und die Flugsicherungsorganisation.

Dieser Beratungsauftrag ist im Luftverkehrsgesetz §32b verankert und so weit gefasst, dass auch die Fluglärmkommission Vorschläge über Maßnahmen zum Schutz gegen Fluglärm und gegen Luftverunreinigungen durch Luftfahrzeuge machen kann. Eine Ablehnung eines Vorschlags der Fluglärmkommission bedarf der Begründung. Das BAF erachtet es – weil die Flugsicherungsorganisation dem BAF für die Entscheidung vollständige Planungen vorlegen muss – als wichtig, dass aus den Planungen die Beteiligung der Fluglärmkommission und gegebenenfalls das Beratungsergebnis hervorgehen.

Ist ein geplantes Verfahren nicht **ICAO-konform**, ist eine Ausnahmegenehmigung durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erforderlich. Das BMVBS ist zuständig für die Bekanntgabe von Abweichungen von ICAO-Standards gegenüber der ICAO. In diesem Fall ist es vor einer Beratung in der Fluglärmkommission nach §32b LuftVG daher sinnvoll, die Voraussetzungen zur Erteilung einer Ausnahmegenehmigung zu schaffen. Grundlage hierfür ist der Nachweis der Sicherheit des neuen Verfahrens. Hierzu wird eine Sicherheitsbewertung durchgeführt (siehe Kapitel 3.4.). Kommt die Sicherheitsbewertung zu dem Schluss, dass die mit dem Verfahren verbundene Risikolage insgesamt vereinbar ist mit den Sicherheitsbedürfnissen, und erteilt das BMVBS die Genehmigung zur Abweichung von ICAO-Standards, kann nach der daran anschließenden Beratung in der Fluglärmkommission der weitere Prozess ggf. bis zur Veröffentlichung der Verfahren im Luftfahrthandbuch (AIP) eingeleitet werden. Die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung ermöglicht damit die Fortführung des Festlegungsverfahrens, nimmt aber die das Verfahren abschließende Entscheidung, die das BAF unter Berücksichtigung aller relevanten Belange zu treffen hat, nicht vorweg.

Seit wenigen Jahren sind zwei weitere Beteiligte in diesen Prozess zu integrieren:

- | Soweit Verordnungen veröffentlicht werden sollen, die von besonderer Bedeutung für den Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm sind, ist das Benehmen mit dem **Umweltbundesamt (UBA)** herzustellen. Davon sind Verfahren betroffen, die sich mit Flugverfahren in Kontrollzonen, An- und Abflügen von/zu Flugplätzen mit Flugverkehrskontrollstelle und Flügen nach Instrumentenflugregeln befassen. Der Begriff „Benehmen“ bedeutet, dass dem UBA Gelegenheit zur Stellungnahme gegeben wird. Die Stellungnahme wird vom BAF zur Kenntnis genommen und im Rahmen seiner Entscheidung berücksichtigt.
- | Als weiterer Beteiligter ist das **Bundesministerium der Justiz (BMJ)** in den Prozess einzubeziehen. Da die Festlegung von Flugverfahren durch Rechtsverordnung erfolgt, unterliegt diese jetzt der Prüfung der Rechtsformlichkeit, also ob alle formalen Vorschriften eingehalten wurden.

Der bisherige Zeitaufwand zwischen Fertigstellung der Planung und der eigentlichen Veröffentlichung des Verfahrens lag bei ca. 12 Wochen. Der zusätzliche Zeitbedarf, der sich aus der Benehmenssetzung (UBA) und der Prüfung der Rechtsformlichkeit (BMJ) ergibt, liegt bei ca. 14 bis 16 Wochen. Damit summiert sich der Zeitrahmen dieses Prozesses für ein nicht ICAO-konformes Verfahren auf rund ein halbes Jahr.

3.4. Notwendigkeit einer Sicherheitsbewertung

Sicherheit ist unbestritten oberstes Gebot im Luftverkehr. Um sie zu erreichen, sind national und international umfassende Regelwerke eingesetzt und werden angewendet. Ein wesentliches Element dieser Regelwerke sind die zugrunde gelegten Standards. Abweichungen von diesen Standards sind möglich, in besonderen Fällen gegebenenfalls sogar unumgänglich. Derartige Abweichungen von den Standards unterliegen dann allerdings sehr strengen Kriterien. Insbesondere ist zu dokumentieren, dass bei einer Abweichung von Standards die Sicherheit des Systems Luftfahrt dennoch gewährleistet ist.

Veränderungen des Systems Flugsicherung, z. B. bei An- und Abflugverfahren, verlangen den Nachweis der Sicherheit, d. h. entweder

- | die Dokumentation der fehlenden Sicherheitsrelevanz oder
- | den Nachweis, dass die Veränderung konform mit ICAO-Standards ist oder
- | eine Sicherheitsbewertung (Safety Assessment) mit dem Ergebnis akzeptabler Risiken.

Weichen Prozesse und Verfahren von den Standards und Empfehlungen ab, werden sie im Rahmen der Sicherheitsbewertungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Sicherheit im System Luftverkehr untersucht. Dazu wird der betroffene (abweichende) Prozessablauf (z. B. ein Anflugverfahren) in seine Einzelkomponenten zerlegt; so kann man mögliche Ereignisse, die eine Störung des betrachteten Prozessablaufs auslösen bzw. fördern könnten (z. B. Ausfall eines Triebwerks) identifizieren, die Eintrittswahrscheinlichkeiten ermitteln und die möglichen Auswirkungen beurteilen. Soweit statistisches Material verfügbar ist, wird dieses herangezogen. Wo statistisches Material fehlt oder nicht ausreicht, werden ergänzend oder ausschließlich Expertenschätzungen genutzt. Aus Eintrittswahrscheinlichkeiten und Ausmaß des Schadens ergibt sich letztlich eine Risikogröße, die in einer abgestuften Risikomatrix verschiedenen Kategorien, z. B. von A bis D bei der DFS, zugeordnet werden kann. Im weiteren Verlauf der Beurteilung werden – wenn erforderlich – mögliche Gegenmaßnahmen untersucht, um die änderungsbedingten ermittelten Risiken (sogenannte Mitigation, engl. für Minderung, Verringerung) zu reduzieren. Sie werden dann bewertet und das resultierende Risikopotenzial neu ermittelt.

Die Sicherheitsbewertungen, ihre rechtlichen Voraussetzungen, ihre grundsätzliche Struktur und das Vorgehen sind auf europäischer Ebene durch die Verordnung (EG) Nr. 2096/2005 (rechtsförmliche Kodifizierung der EUROCONTROL Safety Regulatory Requirements 4 – ESARR 4) geregelt.

3.5. Kriterien für Paketbildung

Um die Lärmwirkung der Maßnahmen zu beurteilen, hat das Expertengremium vor allem auf die jeweilige Berechnung des Fluglärmindex zurückgegriffen. Das bedeutet, dass die Lärmbelastung (Akustik), die Lärmwirkung (Auswirkung bei den Betroffenen) sowie die Siedlungsstruktur der Region in die Betrachtung eingeflossen sind. Es wurden aber nicht ausschließlich die auf das gesamte Betrachtungsgebiet bezogenen Indexwerte untersucht, sondern jeweils auch lokale Lärmauswertungen (zum Teil auch auf der Grundlage zusätzlicher Belastungsgrößen) vorgenommen. Dies sollte sicherstellen, dass keine möglichen negativen Effekte übersehen werden (siehe hierzu auch Kap. 4.3).

Das Expertengremium hat sich an folgenden Kriterien orientiert:

- | Sicherheit und die für den jeweiligen Zeitraum benötigte Kapazität müssen gewährleistet sein.
- | Maßnahmen, die nur entlastende, aber keine belastenden Wirkungen haben, sollen prioritär eingeführt werden.
- | Ziel ist die möglichst substanzielle Senkung der Indizes, wobei unter Wahrung dieses Ziels Maß und betroffene Bevölkerungszahl von Neubelastungen so gering wie möglich gehalten werden.
- | Entlastung von besonders stark Betroffenen hat Priorität gegenüber weniger stark Betroffenen. Ebenso sind zusätzliche Belastungswirkungen bei bereits heute besonders stark Betroffenen zu vermeiden, auch wenn die Maßnahme zu Entlastungswirkungen bei geringer Belasteten führen würde. Dies kann jeweils auch bedeuten, dass nicht die maximal mögliche Senkung der Indizes umgesetzt wird.
- | Wenn verschiedene, sich gegenseitig ausschließende Maßnahmen zur Diskussion stehen, sollen solche Maßnahmen bevorzugt werden, durch die mittel- oder langfristige weitere Entlastungswirkungen erzielt werden können, z. B. durch eine Ausdehnung beim Anwendungsbereich, der Anwendungszeiten oder durch Optimierung.
- | Die kurzfristig einzuführenden Maßnahmen sollen so beschaffen sein, dass sie möglichst für alle derzeitigen Luftverkehrsteilnehmer anwendbar sind. Mittel- und langfristige können bei Einführung oder Ausdehnung weiterer Maßnahmen zusätzliche Anforderungen an Ausstattung/Schulung der Luftverkehrsteilnehmer gestellt werden.

| Das Paket soll auch im ersten Umsetzungsschritt Maßnahmen enthalten, die am Tag wirken.

| Es sollen Maßnahmen im Paket sein, die sofort nach Erteilung entsprechender Genehmigungen umsetzbar sind. Es soll darüber hinaus deutlich werden, dass unterschiedliche zeitliche Umsetzungshorizonte für verschiedenen Maßnahmen bestehen und zusätzliche Potenziale nach weiterer Prüfung zu späteren Zeitpunkten erschlossen werden können.

Die Anwendung der oben genannten Kriterien ersetzt weder die eigene Abwägung der DFS noch die Instrumentarien und Vorgehensweisen, die sie im Rahmen der notwendigen Abwägungen bei der Planung von Flugverfahren und der Durchführung von Verwaltungsverfahren einzusetzen hat.

Abbildung 1 | Konzept bei der Paketbildung



Prinzipien der Entlastungswirkung

Entlastungswirkung wann /wo



Nacht teilweise



Nacht



Tag



Start



Landeanflug

Entlastungswirkung durch



Abstand zur Lärmquelle erhöhen



Lärm verteilen



Anzahl der Betroffenen mindern



Technologische Lärminderung



Lärmpausen schaffen

4. Beschreibung des ersten empfohlenen Maßnahmenpakets

4.1. Bestandteile des Maßnahmenpakets

Das erste Maßnahmenpaket Aktiver Schallschutz enthält insgesamt sieben Maßnahmen:

Bereits vor Inbetriebnahme der neuen NW-Bahn:

- 1_ **Vertikale Optimierung Abflugverfahren**
- 2_ **Flottenumrüstung bei der Lufthansa**
- 3_ **Erhöhung des Anteils von Betriebszeiten mit Westbetrieb**
- 4_ **Einführung eines neuen Anflugverfahrens (Segmented RNAV (GPS) Approach)**
- 5_ **DROps Dedicated Runway Operations**
- 6a_ **Optimierung CDA (Continuous Descent Approach) Stufe 1**

Nach Inbetriebnahme der neuen NW-Bahn

- 6b_ **Optimierung CDA (Continuous Descent Approach) Stufe 2**
- 7_ **Probetrieb 3,2 Grad Gleitwinkel auf NW-Bahn**

Zwei der operativen Maßnahmen können sowohl am Tag als auch nachts zur Anwendung kommen. Weiterhin soll auch der Lärm von bestimmten Flugzeugen durch technische Modifikationen reduziert werden. Diese technische Maßnahme ist dauerhaft lärmindernd und wirkt ebenfalls über den gesamten Betriebszeitraum. Zwei weitere operative Maßnahmen des Pakets sind zunächst für die Nacht geplant. Eine weitere vorgesehene Maßnahme bezieht sich auf die Betriebsrichtungsverteilung, also darauf, wie der Flughafen aufgrund der Windverhältnisse von Osten oder von Westen her angefliegen wird. Detailliertere technische Beschreibungen der jeweiligen Maßnahmen und verschiedener Prüfergebnisse sind in Hintergrundinformationen enthalten, der im Internet nachzulesen sind (<http://www.forum-flughafen-region.de/forum/expertengremium-aktiver-schallschutz/>).

4.1.1. Vertikale Optimierung von Abflugverfahren

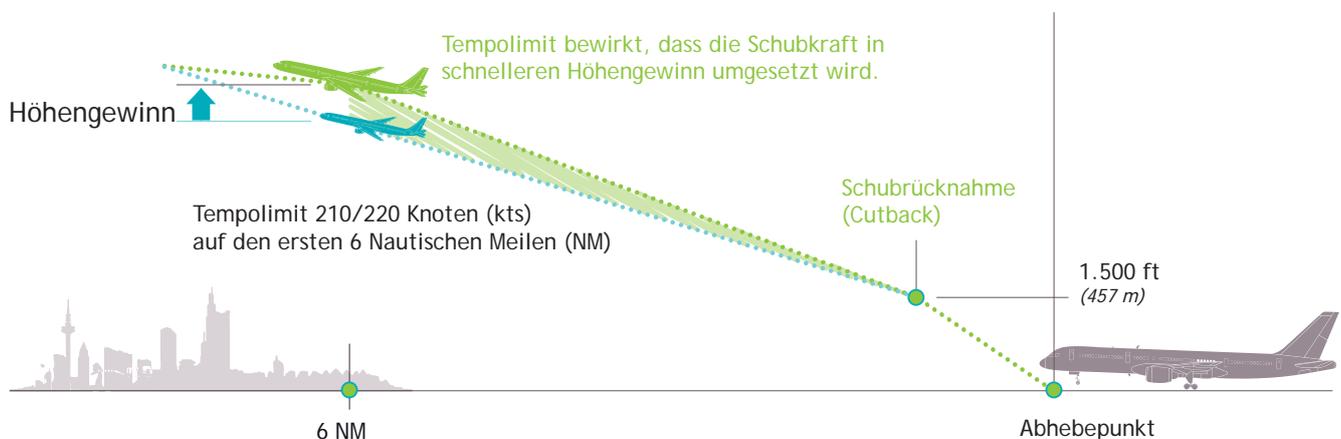
Durch die Optimierung von Abflugverfahren wird das Ziel verfolgt, schneller höhere Abstände zu den Wohngebieten zu gewinnen. Die Maßnahme hat gleichzeitig den Vorteil, dass die Abflugrouten genauer eingehalten werden können. Vertikal optimierte Abflugprofile wurden für alle Flugstrecken dahingehend geprüft, ob es aus Lärmgründen angesichts der Siedlungsstruktur vorteilhaft wäre, sie hier anzuwenden, da diese Maßnahme auch lärmverteilende Wirkung hat. Für die meisten Strecken war das Ergebnis positiv, so dass für diese Strecken Geschwindigkeitsbegrenzungen entwickelt wurden. Diese Höchstgeschwindigkeiten führen dazu, dass der Schub durch die Triebwerke schneller in Höhe umgesetzt werden muss, das Flugzeug also etwas steiler steigt. Die optimierten Abflugverfahren sollen sowohl am Tag als auch in der Nacht angewendet werden.

Einige Abflugrouten in südlicher und südöstlicher Richtung bei Betriebsrichtung 25 (Starts von den Startbahnen 25 R / 25 L und 18 W) wurden hinsichtlich der Abflugverfahren bereits im Jahr 2008 optimiert.

Für die weitere Umsetzung sollen nun in einem einjährigen Probebetrieb die Abflüge bei Betriebsrichtung 07 sowie von der Startbahn West mit optimiertem Verfahren geflogen werden. Im Zuge dessen soll geprüft werden, ob die aufgrund der Geschwindigkeitsvorgaben erwarteten Höhengewinne eintreten und ob diese zu den erwarteten Lärmentlastungen führen.

Abbildung 2 / Maßnahme 1 - Vertikale Optimierung von Abflugverfahren

- >> Begrenzung der Abfluggeschwindigkeit auf den ersten 6 NM
- >> Steileres Steigen bei gleicher Schubkraft
- >> mehr Abstand zu den Betroffenen



4.1.2. Umrüstung der Boeing737-Flotte der Lufthansa

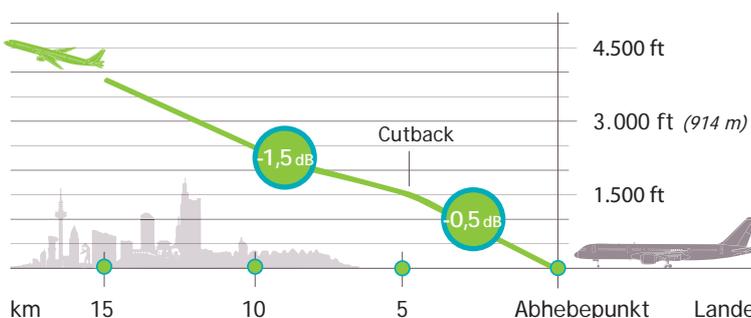
Seit 1999 hat die Lufthansa zusammen mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchgeführt. Ziele waren unter anderem die Identifikation von Lärmquellen am Flugzeug durch Überflugmessungen, die Erprobung lärmärmerer Modifikationen am Flugzeug sowie die Zusammenarbeit mit Herstellern, um Nachrüstlösungen zu entwickeln. Umsetzungsreif ist eine Lärminderungsmaßnahme für die Boeing 737 mit CFM-56-3-Triebwerken: Der Austausch von zwölf „acoustic panels“ (schallabsorbierende Auskleidungen) am Einlass des Triebwerks macht sowohl Starts als auch Landungen mit diesem Flugzeug lärmärmer. Im Abflug wird bis zur Schubrücknahme bei 1500 Fuß eine Pegelminderung von etwa 0,5 dB erreicht, im weiteren Flugverlauf ein um circa 1,5 dB geringerer Pegel. Im Zwischen- und Endanflug ist durch die Umrüstung eine Pegelminderung von bis zu 2,4 dB möglich. Die Lufthansa hat sich entschlossen, diese Maßnahme bis Ende 2011 für die in Frankfurt stationierten B737-Maschinen umzusetzen.

Abbildung 3 / Maßnahme 2 - Umrüstung der Triebwerke B737

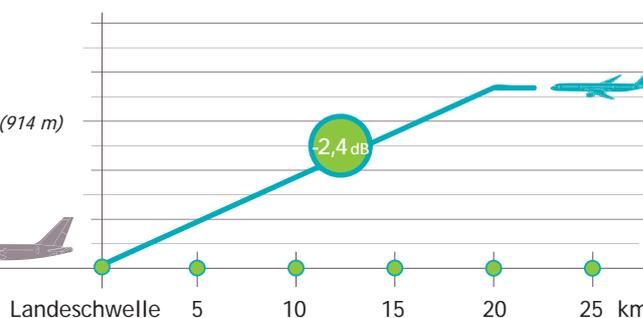
- >> Reduzierung des Lärms an der Quelle
- >> weniger Lärm bei den Betroffenen



Lärminderung durch HWFA-Panels im Abflug



Lärminderung durch HWFA-Panels im Anflug



4.1.3. Optimierung beim Betriebsrichtungswechsel je nach Rückenwind

Die Start- und Landerichtung (Betriebsrichtung) wird im Grundsatz durch die Windrichtung bestimmt, da üblicherweise gegen den Wind gestartet und gelandet wird. Weil insbesondere bei wechselhaften bzw. „drehenden“ Winden nicht permanent auch die Betriebsrichtung gewechselt werden kann, sind Landungen bis zu einem gewissen Grad auch mit Rückenwindkomponente möglich. Hier liegt die Grenze derzeit bei 5 Knoten Rückenwindkomponente, das entspricht rund 9 km/h. Erfahrungen zeigen, dass hin und wieder bereits auch bei geringeren Rückenwindkomponenten die Betriebsrichtung gewechselt wird.

Da westlich des Flughafens einige Wohngebiete sehr nahe am Flughafen liegen und Landungen besonders niedrige Überflüge verursachen, wurde auch schon bisher angestrebt, den Flughafen möglichst von Osten aus anzufliegen und nach Westen zu starten (Westbetrieb, sog. Betriebsrichtung 25). Das ist im langjährigen Mittel bei etwa 75 % der Betriebszeit der Fall.

Es wird angestrebt, den Anteil der Betriebsrichtung 25 zu erhöhen. Dies soll in zwei Schritten geschehen:

In einem ersten Schritt soll die bestehende Regelung besser ausgenutzt werden, nach der bei maximal 5 Knoten Rückenwind noch Landeanflüge durchgeführt werden dürfen. Dabei sollen die Erfahrungen bezüglich der Stabilität der Landeanflüge ausgewertet werden. Das Potenzial hinsichtlich der damit zusätzlich erreichbaren Betriebstage mit Betriebsrichtung 25 wird derzeit geprüft.

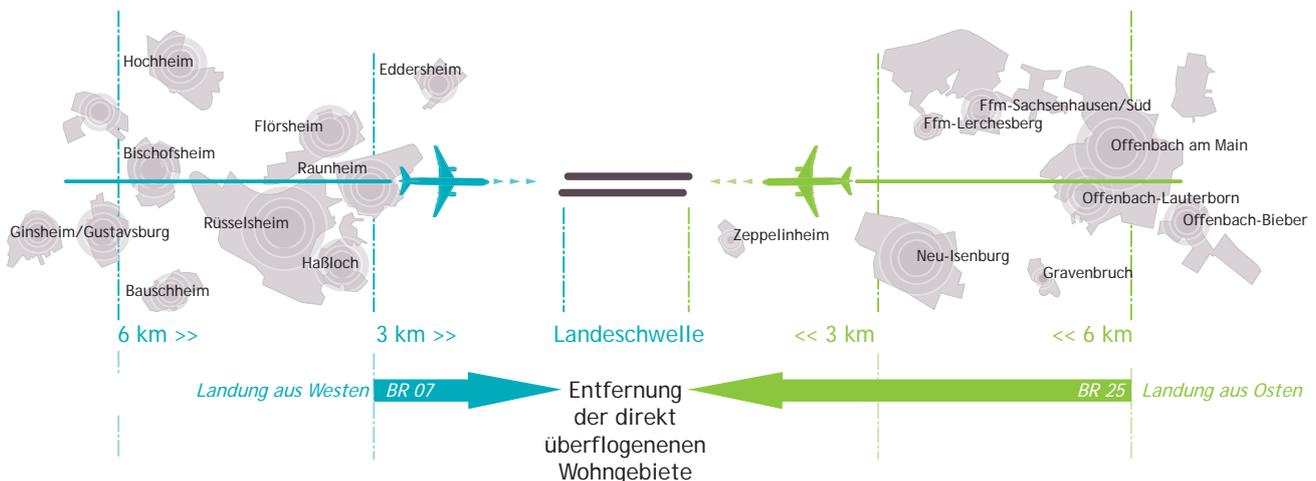
In einem zweiten Schritt soll die zulässige Rückenwindkomponente auf 7 Knoten (ca. 13 km/h) angehoben werden, damit noch häufiger Anflüge von Osten her stattfinden können. Da die durch die ICAO genehmigte Rückenwindkomponente überschritten wird, muss hierfür allerdings erst die Zustimmung des BMVBS/BAF für eine Ausnahmeregelung eingeholt werden. Die DFS hat hierfür eine Sicherheitsbewertung durchführen lassen. Diese Bewertung hat unter Berücksichtigung von risikomindernden Maßnahmen Risiken identifiziert, die durch die DFS und die Lufthansa als insgesamt akzeptabel eingestuft werden. Die Pilotenvereinigung Cockpit steht der Maßnahme ablehnend gegenüber.

Abbildung 4 / Maßnahme 3 - Optimierung beim Betriebsrichtungswechsel je nach Rückenwind

>> Schaffung von Lärmpausen



- 1. Stufe:** Bessere Ausnutzung der heutigen Regel
>> mehr Landungen aus Osten
- 2. Stufe:** Anhebung des erlaubten Rückenwindes bei Landungen von 5 auf 7 Knoten
>> mehr Landungen aus Osten



4.1.4. Einführung eines neuen Anflugverfahrens: Segmented RNAV (GPS) Approach

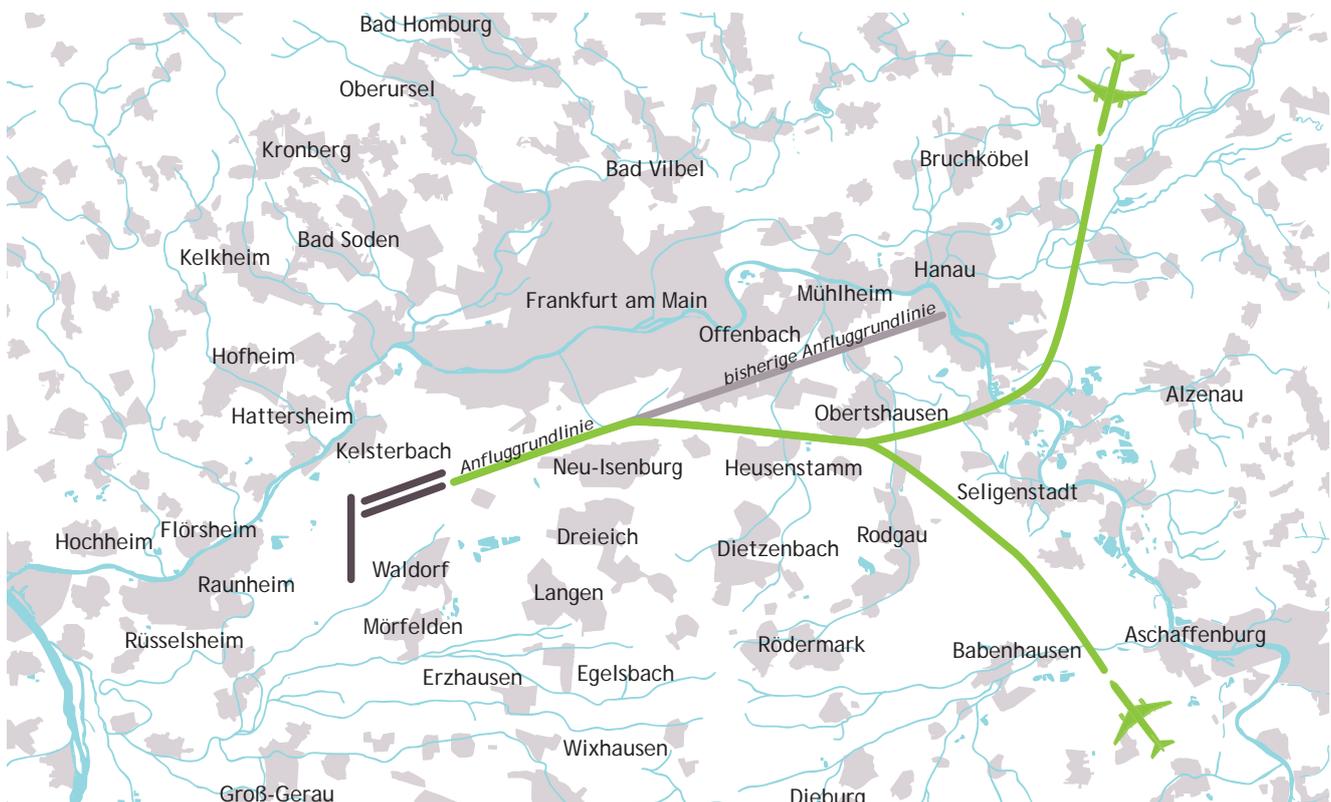
Bei dieser Maßnahme wurden für beide Betriebsrichtungen (West- und Ostbetrieb) satellitengestützte Anflugverfahren definiert. Danach werden die Luftfahrzeuge zunächst südlich der Anfluggrundlinie geführt und schwenken erst bei ca. 5 nm (ca. 9,3 km) vor dem Aufsetzpunkt auf die Anfluggrundlinie Richtung Landebahnkurs ein. Damit können jeweils Siedlungszentren im Endanflugbereich (Mainz, Offenbach, Hanau) umflogen werden. Die Maßnahme hat Auswirkungen auf die Kapazität und soll zunächst in verkehrsarmen Zeiten nachts erprobt werden. Bereits im Vorfeld des Probetriebs werden die kapazitiven Auswirkungen und damit die möglichen Nutzungszeiträume des Verfahrens untersucht (bisher wird von 23 bis

5 Uhr ausgegangen). Um dieses Verfahren nutzen zu können, benötigen die Luftfahrzeuge eine besondere technische Ausstattung und Zulassung für Flächennavigation. Auswertungen zufolge erfüllen mindestens 80% der Flugzeuge von den in der Nacht anfliegenden Fluggesellschaften die technischen Voraussetzungen.

Es ist zu erwähnen, dass das bisher praktizierte lärmarme Anflugverfahren CDA (kontinuierlicher Sinkflug) in das neue Anflugverfahren integriert werden konnte und damit auch dessen Entlastungseffekte wirksam bleiben. Näheres zum CDA ist unter Punkt 4.1.6 beschrieben.

Abbildung 5 / Maßnahme 4 - Segmented RNAV (GPS) Approach - BR 25: Anflug aus Osten

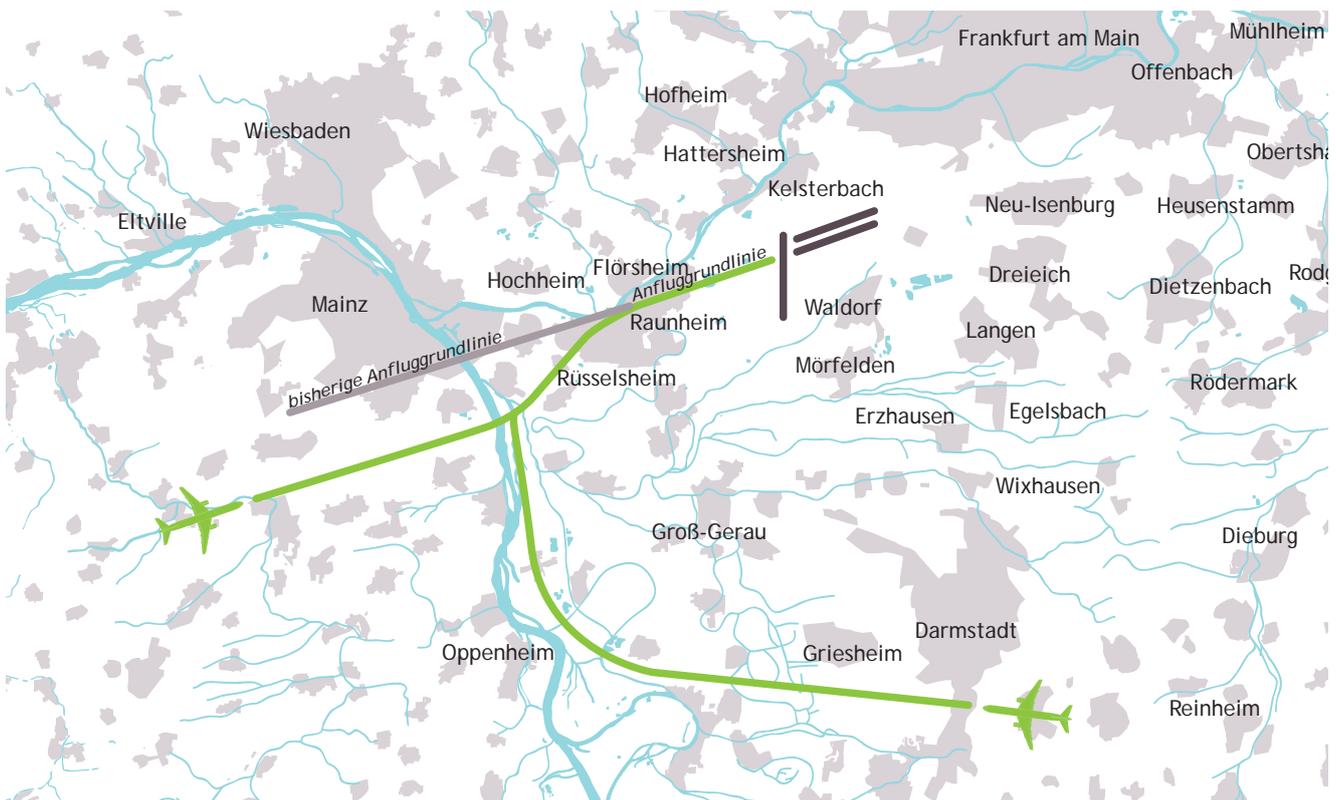
- >> Geänderte Anflugroute
- >> Umfliegung dicht besiedelter Gebiete
- >> insgesamt deutlich weniger Betroffene
- >> wenige neu Betroffene



4.1.4.
Einführung eines neuen Anflugverfahrens:
Segmented RNAV (GPS) Approach

Abbildung 6 / Maßnahme 4 - Segmented RNAV (GPS) Approach - BR 07: Anflug aus Westen

- >> Geänderte Anflugroute
- >> Umfliegung dicht besiedelter Gebiete
- >> insgesamt deutlich weniger Betroffene
- >> wenige neu Betroffene



4.1.5. Dedicated Runways Operations (bevorzugte Bahnnutzung, DROps)

Im Zuge dieser Maßnahme werden Starts bzw. Abflüge so auf bestimmte Startbahnen bzw. Abflugrouten gebündelt, dass insgesamt die geringste Belastung erzeugt wird.

Da es sich um eine lärmverteilende Maßnahme handelt, ist besonderes Augenmerk auf etwaige örtliche Zusatzbelastungen zu richten. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass eine etwa fünfzigprozentige Nutzung des DROps-Konzepts zum besten Gesamtergebnis bei den hoch Betroffenen führt, d. h. lokal geringe Zusatzbelastung gegenüber dem unveränderten Betriebskonzept auftreten, dass aber deutliche Entlastungen in vielen Bereichen der Region erreicht werden können.

Die Maßnahme lässt sich nur in verkehrsarmen Zeiten nachts nutzen, soll aber auf so viele stattfindende Abflüge wie möglich angewendet werden (mindestens alle Abflüge von 23 bis 5 Uhr). Dabei sollen an Tagen ungeraden Datums DROps und an Tagen geraden Datums das konventionelle Betriebskonzept genutzt werden, so dass zeitweise für die jeweils Betroffenen Lärmpausen entstehen. Ein Wechsel des Betriebskonzepts während der Nacht ist nicht vorgesehen, kann aber unter Umständen aus betrieblichen Gründen (z. B. Sperrung der Bahn) erforderlich werden.

Das DROps-Konzept für Ostbetrieb sieht als alternatives Betriebsszenario vor, in den verkehrsarmen Nachtzeiten alle Abflüge auf die Startbahn West zu legen. Hierfür wurde eine zusätzliche östlich des Flughafens verlaufende Abflugstrecke Richtung Norden definiert. Damit sollen unnötig lange Flugwege und daraus resultierende Emissionen vermieden werden, gleichzeitig wird die Anbindung an das Luftstraßennetz optimiert.

Das DROps-Konzept für Westbetrieb sieht als alternatives Betriebsszenario vor, die Starts über das Parallelbahnsystem abzuwickeln und dafür die Startbahn West nicht zu nutzen.

Darüber hinaus soll in einem zweiten, noch nicht weiter ausgearbeiteten Schritt im zweiten Halbjahr 2010 geprüft werden, ob eine neue Abflugstrecke entwickelt werden kann, die in verkehrsarmen Zeiten Überflüge von Büttelborn und anderen von Abflügen der Startbahn West betroffenen Ortschaften vermeidet. Außerdem sollen weitere Optimierungspotenziale bei DROps eruiert werden.

4.1.5.
Dedicated Runways Operations
(bevorzugte Bahnnutzung, DROps)

Abbildung 7 | Maßnahme 5 - Bevorzugte Bahnnutzung (DROps 07) - Start nach Osten

- >> Ausarbeitung eines alternativen Bahnnutzungskonzepts mit möglichst geringer Betroffenenzahl
- >> Abwechselnde Nutzung DROps 07 und bisherige Bahnnutzung
- >> Schaffung von Lärmpausen

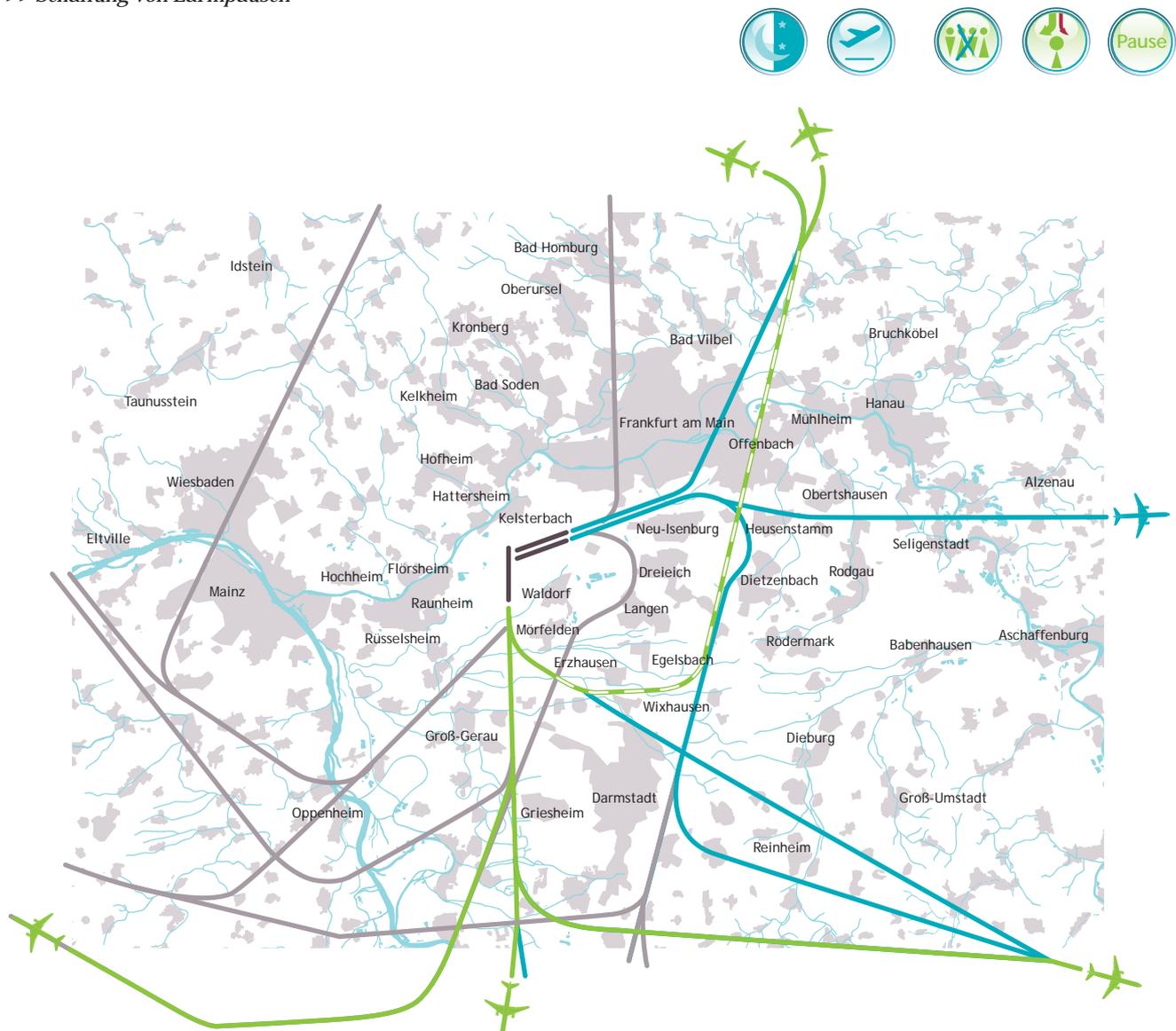
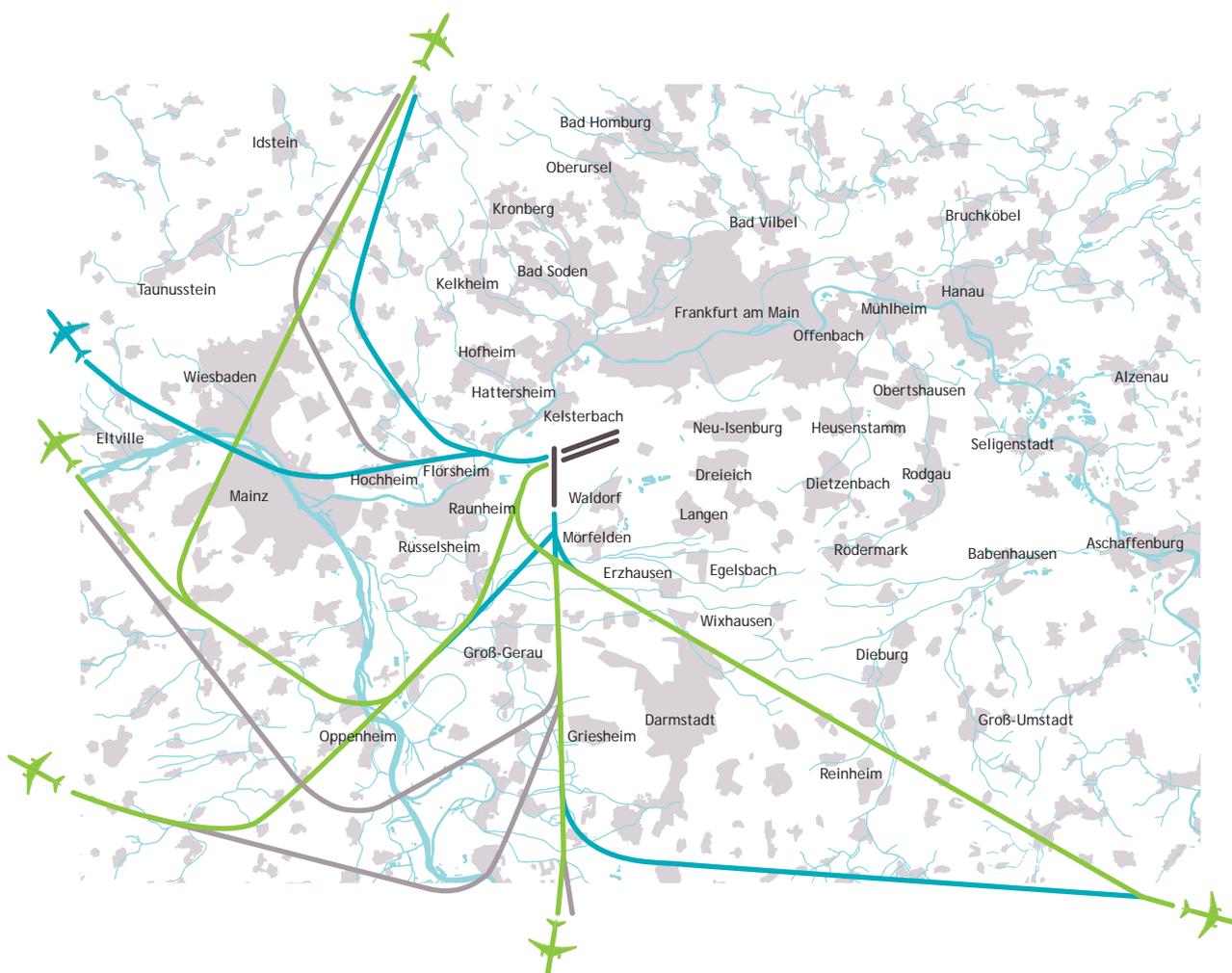


Abbildung 8 / Maßnahme 5 - Bevorzugte Bahnnutzung (DROps 25) - Start nach Westen

- >> Ausarbeitung eines alternativen Bahnnutzungskonzepts mit möglichst geringer Betroffenenzahl
- >> Abwechselnde Nutzung DROps 25 und bisherige Bahnnutzung
- >> Schaffung von Lärmpausen



4.1.6.

Optimierung kontinuierlicher Sinkflug (Continuous Descent Approach, CDA)

Anflüge zu einem Flughafen, die mit einem kontinuierlichen Sinkflug einhergehen, auf horizontale Flugsegmente weitestgehend verzichten und bei denen die Triebwerke im „Leerlauf“, d. h. ohne oder nur mit geringem Schub arbeiten, fallen unter die Kategorie CDA. Sie enden, wenn der Anflug mithilfe des Instrumenten-Landesystems beginnt. Durch den CDA wird sowohl Treibstoff eingespart als auch Lärm vermieden.

Der CDA wird am Flughafen Frankfurt bereits seit einigen Jahren in der Nachtzeit in der Regel von 23 bis 5 Uhr angewendet. Dabei werden 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.

Eine Reihe von Faktoren führt in der Praxis jedoch dazu, dass ein idealer CDA nicht in vollem Umfang möglich ist und nicht alle Anflüge als CDA durchgeführt werden. Die Anwendung wird auch dadurch eingeschränkt, dass bei einem für das jeweilige Flugzeug idealen CDA 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 bestimmbare Profil mehr Luftraum für das Flugzeug bereit gehalten werden muss und damit weniger nutzbare Höhenbänder verfügbar sind. Dies führt zu Limitierungen in der Kapazität. Daher findet die Anwendung von geplanten kontinuierlichen Sinkprofilen vorwiegend zu verkehrsarmen Zeiten statt. Mit der Implementierung des Schallschutzpakets wird der bisher schon praktizierte kontinuierliche Sinkflug weiter angewendet. In zwei Schritten soll dabei die Anwendungshäufigkeit und -genauigkeit optimiert werden:

| In einem ersten Schritt soll dies durch eine „Distance to go“-Angabe der Lotsen an die Piloten erfolgen. Dabei ist beabsichtigt, den Ausnutzungsgrad des CDA Verfahrens zu erhöhen, indem die DFS die Piloten mit Entfernungsinformationen versorgt, die die Einhaltung eines optimalen CDA Profils unterstützen.

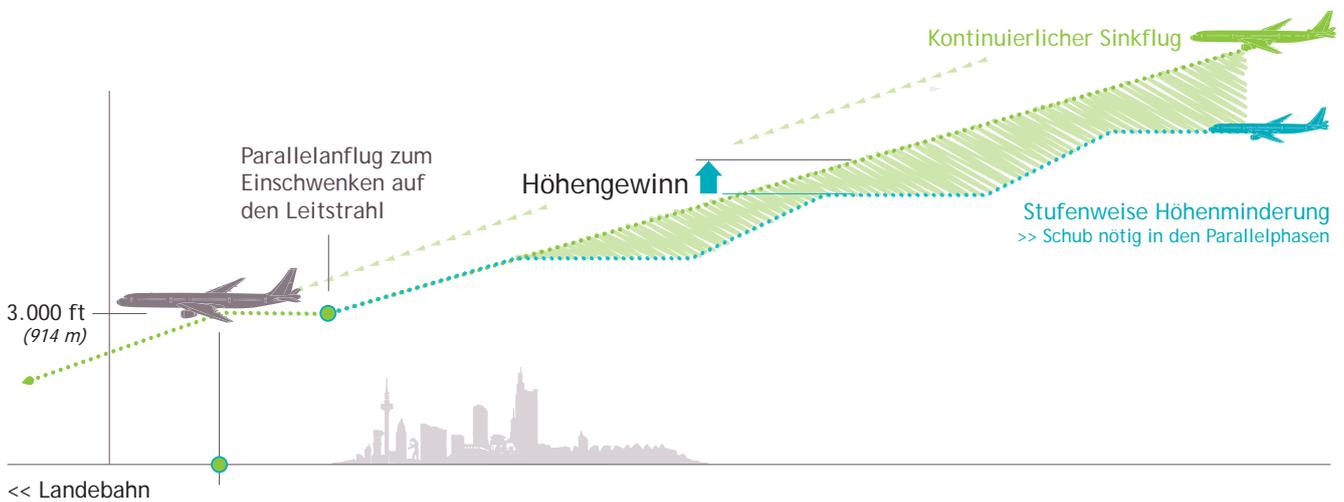
| Nach Inbetriebnahme der neuen NW-Bahn soll in einem zweiten Schritt eine sogenannte „Transition and Profile“-Verfahrensweise etabliert werden. Durch die Vorgabe von Sinkflugprofilen und Kursen sollen die Freiheitsgrade für Lotsen besser kalkulierbar gemacht werden. Grundlage hierfür ist die Einführung von Navigationsverfahren, die sowohl laterale als auch vertikale Führungen enthält. Man erwartet davon, dass sich die Handhabbarkeit des kontinuierlichen Sinkflugs auch in Zeiten mit mehr Verkehr erhöht und das Verfahren damit auch bei höherer Verkehrsdichte geflogen werden kann.

Abbildung 9 / Maßnahme 6 - Optimierung kontinuierlicher Sinkflug (Continuous Descent Approach - CDA)
BR 07/BR 25 | *bereits eingeführt*

- >> Optimierung der Anwendung
- >> höherer Ausnutzungsgrad CDA
- >> bessere Einhaltung des CDA Profils
- >> weniger Parallelflugphasen
- >> dadurch weniger Schubkraft nötig
- >> leiser Sinkflug mit Leerlaufphasen



OPTIMIERUNG - 1. Schritt:
Aufgabe des Lotsen, dem Piloten das „Distance to go“ zu benennen, damit dieser bei dem Anflug das CDA-Profil der noch zu fliegenden Entfernung anpasst



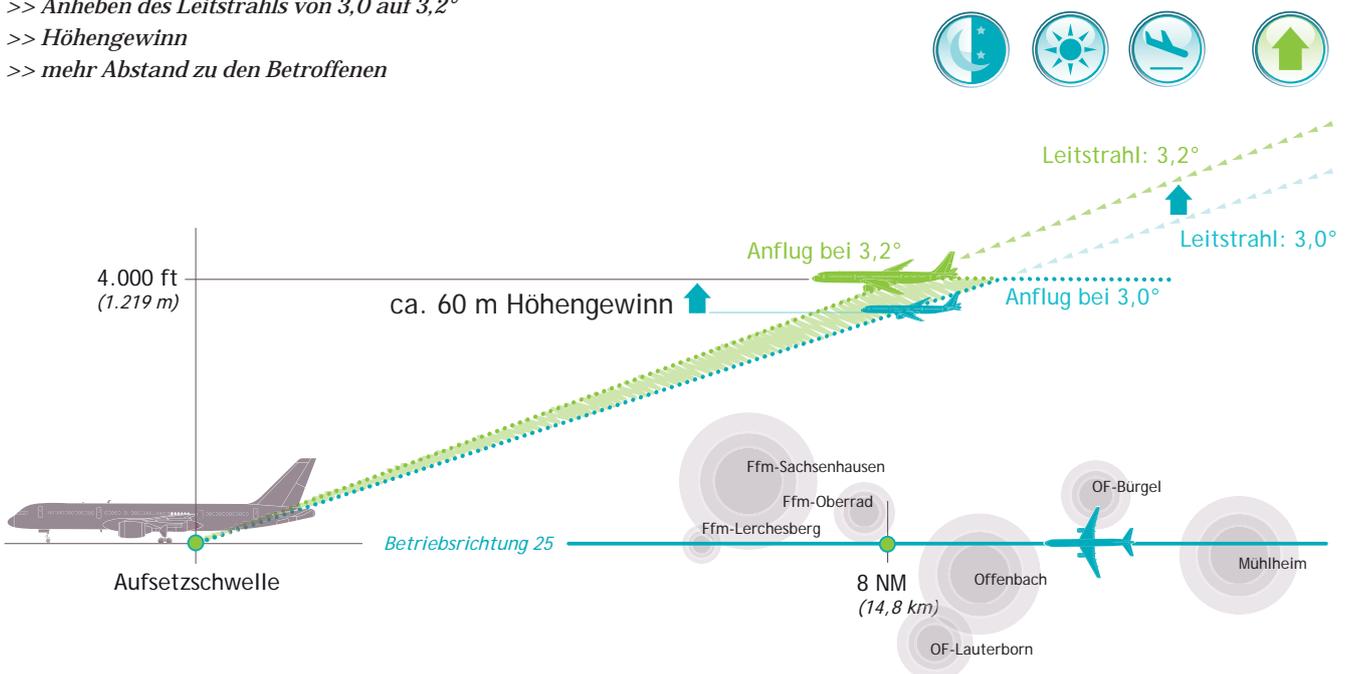
4.1.7. Anhebung des Anfluggleitwinkels auf 3,2 Grad auf der zukünftigen NW-Bahn

Standardmäßig erfolgen Anflüge in einem Winkel von 3,0 Grad. Wenn man diesen Winkel anhebt, also etwas steiler anfliegt, erhöht sich der Abstand, mit dem Siedlungsgebiete überflogen werden. Dadurch lässt sich die Lärmbelastung der Betroffenen mindern. Aufgrund von Simulationsergebnissen geht man auch davon aus, dass durch den leicht geänderten Winkel weitere Reduktionen beim Lärm entstehen. Es gibt aber Unsicherheiten, ob sich Änderungen beim Zeitpunkt von Landeklappen setzen oder Ausfahren des Fahrwerks unterhalb der Flugbahn nicht eventuell auch lärmsteigernd auswirken könnten. Daher soll diese Maßnahme zunächst im Probebetrieb getestet und mit einem Messprogramm begleitet werden. Die Maßnahme ist mit einer Reihe von Einschränkungen verbunden, so dass sie nicht jederzeit und nicht auf dem gesamten Bahnsystem angewendet werden kann. So kann aus Sicherheitsgründen nur dann der steilere Winkel geflogen werden, wenn es keinerlei Rückenwind gibt und wenn gute Wetterbedingungen vorherrschen. Bei Westbetrieb (also Starts Richtung Westen, Landungen von Osten; sog. Betriebsrichtung 25) wird das nach Auswertung von Wetterdaten in ungefähr 60% der Betriebszeit möglich sein, bei Ostbetrieb (Starts Richtung Osten, Landungen von Westen, sogenannte Betriebsrichtung 07) in nahezu 100% aller Fälle.

Noch werden heute sogenannte Instrumentenlandesysteme (ILS) für Landungen benötigt. Dabei wird per Funk ein Leitstrahl für den jeweiligen Anfluggleitwinkel gesendet, der vom anfliegenden Flugzeug empfangen wird und es ihm ermöglicht, so präzise wie möglich auf diesem Winkel anzufliegen. Da bei Anflügen mit Rückenwind und schlechten Wetterbedingungen aus Sicherheitsgründen nach wie vor der bisherige Winkel von 3,0 Grad beibehalten werden soll, müssen auf einer Bahn für Anflüge also zwei ILS vorhanden sein, eines für 3,0 Grad und eines für den erhöhten Winkel von 3,2 Grad. Dies ist aus verschiedenen Gründen nur für die neue NW-Bahn möglich. Langfristig aber könnte aufgrund moderner satellitengestützter Navigationstechnik die Nutzung eines ILS entbehrlich werden. Zu diesem heute nicht hinreichend konkretisierbaren Zeitpunkt ließe sich – wenn sich die Maßnahme im Probebetrieb bewährt – gegebenenfalls auch das Parallelbahnsystem mit steilerem Anfluggleitwinkel anfliegen. Da die Nutzung eines erhöhten Gleitwinkels aus Lärmschutzgründen nicht ICAO-konform ist, muss zur Einführung der Maßnahme eine Ausnahmegenehmigung durch das BMVBS erteilt werden.

Abbildung 10 | Maßnahme 7 - Anhebung des Anfluggleitwinkels auf 3,2 Grad auf der zukünftigen NW-Bahn

- >> Anheben des Leitstrahls von 3,0 auf 3,2°
- >> Höhengewinn
- >> mehr Abstand zu den Betroffenen



4.2. Zeitplan

Mit der Realisierung der Maßnahmen soll nach Auffassung des Expertengremiums so zügig wie möglich begonnen werden. Allerdings müssen noch die Beratung in der Fluglärmkommission sowie einige Genehmigungsschritte abgewartet werden, deren Zeitbedarf nicht sicher vorhersehbar ist. Die im Folgenden angegebenen Horizonte stehen unter dem Vorbehalt, dass die Beratungen und Genehmigungen zügig voranschreiten (zu den notwendigen Schritten siehe dazu Punkt 3.3) bzw. keine anderweitigen Hemmnisse auftreten.

Im zweiten Halbjahr 2010 wird das Expertengremium seine Arbeiten fortsetzen mit den Schwerpunkten

- | Arbeit an den genannten Weiterentwicklungen, Prüfung weiterer, teilweise erst mittelfristig realisierbarer Maßnahmen (erster Schritt: alternative RNAV Abflugstrecken),
- | Überprüfung der Implementation des Pakets,
- | Design und Umsetzung von Monitoringinstrumenten, um zu prüfen, ob die Maßnahmen die erwarteten lärmmentlastenden Wirkungen zeigen.

Abbildung 11 | Abschätzung zeitliche Umsetzung

Maßnahme	Zeitliche Umsetzung
1_ Optimierung Abflugverfahren	Spätestens Ende 2010
2_ Flottennachrüstung B737	Ende 2011
3_ Optimierung Betriebsrichtungswechsel je nach Rückenwind	2011
6_ Optimierung Continuous Descent Approach	„Distance to go“-Angabe an Piloten: Wenige Monate Transition and Profile: Nach Inbetriebnahme der NW-Bahn
4_ Segmented RNAV (GPS) Approach	Ende 2010
5_ DROps Dedicated Runway Operations	Ende 2010
7_ Erhöhter ILS-Gleitwinkel 3,2 Grad auf NW-Bahn	Nach Inbetriebnahme der neuen Bahn

4.3. Auswirkung des Pakets auf Lärmentwicklung

4.3.1. Grundlagen

Mit den Schallschutzmaßnahmen wird das Ziel verfolgt, die Region vom Fluglärm so weit wie möglich zu entlasten. Um die Entlastung oder Belastung durch Änderungen der An- und Abflugverfahren beurteilen zu können, wurden verschiedene Bewertungsgrößen ermittelt. Eine zentrale Rolle nahmen dabei die beiden im Rahmen der Arbeiten des FFR entwickelten Indizes Frankfurter Tagindex (FTI) und der Frankfurter Nacht-

index (FNI) ein, die im Dezember 2009 im Konvent des FFR und der Öffentlichkeit vorgestellt worden waren. Darüber hinaus wurden auch rein akustische Größen verglichen, beispielsweise welche Zu- und Abnahmen sich bei Dauerschallpegeln ergeben. Abbildung 12 stellt die wichtigsten in diesem Kapitel verwendeten Begrifflichkeiten zusammen.

Abbildung 12 | Überblick über wichtige in diesem Kapitel verwendete Begrifflichkeiten

Dauerschallpegel	Zeitlicher Schallpegelmittelwert über die während eines bestimmten Zeitraums (z.B. 6 Monate) auftretenden Geräusche (häufig bezogen auf eine Lärmart, z.B. Fluglärm). Der „energieäquivalente Dauerschallpegel“ ist derjenige Schallpegelwert, den ein während des gesamten Zeitraums konstantes Geräusch haben müsste, um die gleiche Schallenergie einzustrahlen wie alle auftretenden Einzelgeräusche zusammen. Dauerschallpegel werden für bestimmte Beurteilungszeiten (Tag, Nacht, 24h) definiert. Im folgenden wird immer von A-bewerteten Dauerschallpegeln ausgegangen
Maximalpegel	Höchster Schallpegel, der durch ein einzelnes Schallereignis (Geräusch) an einem bestimmten Ort verursacht wird. Im folgenden wird immer von A-bewerteten Maximalschallpegeln ausgegangen.
Lärmwirkung	körperliche oder psychische Reaktion eines Menschen auf Lärm. Dabei ist zu beachten, dass Menschen sehr unterschiedlich auf Lärm reagieren. Die hier angenommenen Lärmwirkungen basieren auf wissenschaftlichen Untersuchungen, in die eine Vielzahl von Probanden einbezogen waren; daraus wurden gemittelte Werte gebildet. Eine konkrete Person könnte empfindlicher oder weniger empfindlich sein.
Dosis-Wirkungsbeziehung	Funktionaler Zusammenhang zwischen Dosis (hier Lärm, und zwar Dauerschallpegel bzw. Maximalpegel) und Wirkung (hier der Grad der Lärmbelästigung bzw. die lärminduzierte Aufwachwahrscheinlichkeit).
Hoch Belästigte (Highly Annoyed, HA)	Der Prozentsatz von hoch Belästigten in Abhängigkeit von einem Lärmpegel (in der Regel einem Dauerschallpegel) ist eine wichtige, nach wissenschaftlichen Kriterien ermittelte Größe, mit der sich abschätzen lässt, wie Lärm auf Menschen wirkt. Er wird ermittelt, indem man untersucht, wie viele Personen sich bei einem bestimmten Lärmwert in einer mehrstufigen Skala als vom Lärm „hoch belästigt“ einstufen. Der Prozentsatz HA, der in der RDF-Belästigungsstudie ⁴ ermittelt wurde, ist der in den Tagindex einfließende Parameter zur Lärmwirkung.
EEG-Aufwachreaktion (EEG-AWR)	Aufwachreaktionen wurden in der sog. DLR-Schlafstudie ⁵ mit dem Hirnstrombild (EEG) identifiziert. Sie sind nicht notwendigerweise erinnerbar, sie haben jedoch klinische Relevanz. In einer durch Lärm ungestörten Nacht treten im Mittel spontan 24 EEG-Aufwachreaktionen (EEG-AWR) auf. Die vom DLR ermittelte Dosis-Wirkungs-Beziehung gibt an, wie hoch die Wahrscheinlichkeit für eine zusätzliche durch Fluglärm hervorgerufene EEG-AWR in Abhängigkeit von der Höhe des Maximalpegels ist. Die Wahrscheinlichkeit zusätzlicher EEG-AWR ist der in den Nachtindex einfließende Parameter zur Lärmwirkung.
Hoch Betroffene	Das Expertengremium hat zur besonderen Beurteilung der Entlastungswirkung von Maßnahmen für sehr stark von Lärm betroffene Personen jeweils für Tag und Nacht ein Gebiet definiert, das lärmbezogen als „hoch betroffen“ zu betrachten ist, bzw. in dem die dort lebenden Personen aufgrund der Lärmbelastung als hoch Betroffene anzusehen sind.
Frankfurter Tagindex (FTI)	Index, der auf der Anzahl der durch eine vorgegebene Fluglärmbelastung in einem festgelegten Gebiet (Indexgebiet) lebenden hoch belästigten Personen beruht. Der FTI wird auf Basis der an einem Ort auftretenden Dauerschallpegel für den Tag und der aus der RDF-Belästigungsstudie erhaltenen Dosis-Wirkungs-Beziehung ermittelt.
Frankfurter Nachtindex (FNI)	Index, der auf der Anzahl der durch eine vorgegebene Fluglärmbelastung in einem festgelegten Gebiet (Indexgebiet) zusätzlichen durch Fluglärm hervorgerufenen Aufwachreaktionen beruht. Der FNI wird auf Basis der an einem Ort in der Durchschnittsnacht ermittelten Maximalpegelverteilung und der aus der DLR-Schlafstudie erhaltenen Dosis-Wirkungs-Beziehung ermittelt.

4 Schreckenber, D., Meis, M. (2006): Belästigung durch Fluglärm im Umfeld des Frankfurter Flughafens – Endbericht. Für die Definition des FTI wurde anhand der Daten die Dosis-Wirkungs-Beziehung auf Basis von Fluglärmrechnungen nach AzB 08 neu berechnet.

5 Basner M., Isermann U., Samel A. (2005): Die Ergebnisse der DLR-Studie und ihre Umsetzung in einer lärmmedizinischen Beurteilung für ein Nachtschutzkonzept. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 52(4), 109-123

4.3.2.

Kurzbeschreibung der als Bewertungsinstrument verwendeten Indizes Frankfurter Tagindex (FTI) und Frankfurter Nachtindex (FNI)

In diesem Abschnitt wird grob skizziert, wie die Indizes ermittelt werden und welche Ergebnisse sich durch das jeweils vorgeschlagene Maßnahmenpaket in der Region und in den betroffenen Kommunen erreichen lassen. Eine ausführliche fachliche Darstellung und Herleitung der Indizes kann unter <http://www.forum-flughafen-region.de/forum/expertengremium-aktiver-schallschutz/> heruntergeladen werden.

Um die Auswirkung der aktiven Schallschutzmaßnahmen zu beurteilen, wurden folgende Parameter herangezogen:

- | Die Lärmpegel, die bei den Menschen ankommen (Lärmimmission).
- | Eine quantitative Beschreibung der Wirkung dieser Lärmimmissionen auf der Grundlage von wissenschaftlich ermittelten Dosis-Wirkungs-Beziehungen.
- | die Zahl der Personen, die jeweils in Gebieten mit bestimmten Lärmpegeln im abgegrenzten Untersuchungsgebiet leben.

Die eigens im FFR entwickelten beiden Indizes FTI und der FNI berücksichtigen alle drei Parameter. Sie werden für ein Untersuchungsgebiet („Indexgebiet“) in der Region Rhein-Main ermittelt, das ca. 30 Kommunen (ganz oder teilweise) umfasst. Die Abgrenzung des Indexgebietes wird für jedes berechnete Szenario, also mit oder ohne bestimmte Maßnahmen, neu und allein anhand von lärmbezogenen Kriterien festgelegt und nicht anhand geografischer Gesichtspunkte. Welche Betriebsszenarien, also welche verschiedenen Situationen mit oder ohne aktive Schallschutzmaßnahmen jeweils berechnet wurden, wird unten beschrieben.

Bei den Lärmberechnungen wurde jeweils zunächst berechnet und dargestellt, wie sich der FTI bzw. der FNI durch die Maßnahmen verändert. In einem zweiten Schritt wurden innerhalb des Indexgebiets jeweils besonders „hoch Betroffene“ definiert, um bei den Analysen gesondert auszuwerten, wie sich die Maßnahmen für diese Gruppe auswirken. Dies sollte sicherstellen, dass das erklärte Ziel des Expertengremiums, prioritär die hoch Betroffenen zu entlasten, auch erreicht werden kann.

Abbildung 13 / Überblick über wichtige Eckpunkte von FTI und FNI

	FTI - Frankfurter Tagindex	FNI - Frankfurter Nachtindex
Erfasster Zeitraum	6 bis 22 Uhr	22 bis 6 Uhr
Verfahren zur Lärmberechnung	AzB 2008 ⁶ (teilweise mit Modifikationen)	AzB 2008 (teilweise mit Modifikationen)
Akustische Eingangsparameter	Energieäquivalenter Dauerschallpegel LAeq, Tag nach Fluglärmschutzgesetz	Alle A-bewerteten Maximalschallpegel in einer durchschnittlichen Nacht der 6 verkehrsreichsten Monate
Abgebildete Wirkung	Zahl der durch Fluglärm hoch belastigten Personen im Untersuchungsgebiet ermittelt auf Grundlage der Dosis-Wirkungs-Beziehung nach RDF-Belastigungsstudie 2005	Anzahl der fluglärminduzierten Aufwachreaktionen im Untersuchungsgebiet pro Durchschnittsnacht auf Grundlage der Dosis-Wirkungs-Beziehung nach DLR-Schlafstudie 2005
Abgrenzung des Gebiets in dem der Index berechnet wird	Gebiet, in dem ein LAeq,Tag von mindestens 53 dB erreicht wird	Gebiet, in dem die Wahrscheinlichkeit einer fluglärminduzierten EEG-AWR 75 % oder mehr beträgt.
Angenommene Verteilung zwischen Ost- und Westbetrieb	Bei Gebietsabgrenzung: Durchschnittliche Verteilung über zehn Jahre unter Einbezug der dreifachen positiven Standardabweichung (Sigma-Regelung nach Fluglärmschutzgesetz) Bei Berechnung der Lärmwerte im Indexgebiet zur Bewertungen aktiver Schallschutzmaßnahmen: Durchschnittliche Verteilung über zehn Jahre	
Definition der „hoch Betroffenen“ innerhalb des Indexgebiets	Personen, die in Gebieten mit einem Dauerschallpegel LAeq,Tag von mindestens 60 dB, berechnet nach der Sigma-Regel, leben. (entspricht der Tag-Schutzzone 1 nach FluglärmschutzG für Neubau und wesentliche Änderung eines Flughafens bis Ende 2010)	Personen, die in Gebieten mit einem Dauerschallpegel LAeq, Nacht von mindestens 53 dB und/oder mit pro Durchschnittsnacht 6 oder mehr Überschreitungen von Maximalpegeln LAmax von mindestens 72 dB, berechnet nach der Sigma-Regel, leben (entspricht der Nacht-Schutzzone nach FluglärmschutzG für Neubau und wesentliche Änderung eines Flughafens bis Ende 2010)

⁶ Anleitung zur Berechnung von Fluglärm; Erste Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Verordnung über die Datenerfassung und das Berechnungsverfahren für die Festsetzung von Lärmschutzbereichen – 1.FlugLSV) vom 27. Dezember 2008. BGBl I, S.2980

Die Lärmauswertung wurde für die Maßnahmen oder Maßnahmenpakete für den Ist-Zustand am Beispiel des Jahres 2005 oder anhand der im Planfeststellungsverfahren verwendeten Verkehrsprognosen für den ausgebauten Zustand im Jahr 2020 erstellt.

Wie stark Menschen tatsächlich von bestimmten Lärmwerten beeinträchtigt werden, ist durch viele individuelle und teilweise subjektive Faktoren beeinflusst. Jede Bewertungsmethode muss sich auf generelle für einen bestimmten Standort gewonnene Erkenntnisse beschränken, die in wissenschaftlichen Studien bei der Untersuchung einer Vielzahl von Personen

gewonnen werden und aus denen dann ein Mittelwert gebildet wird. Individuelle Reaktionen können dadurch nicht abgebildet werden. Ein zentraler Vorteil der Auswertungsmethode über wirkungsbezogene Indizes ist, dass man verschiedene Betroffenheiten nach objektiven, wissenschaftlichen Kriterien vergleichen kann.

Die drei folgenden Abbildungen zeigen die Gebietsabgrenzungen für den Tag (2005 und 2020) sowie für die Nacht (Zustand 2005) ohne weitere Maßnahmen zum aktiven Schallschutz. Dargestellt ist jeweils auch das als „hoch betroffen“ definierte Gebiet.

Abbildung 14 | Darstellung des FTI Gebiets (helle Kontur) und des besonders hoch betroffenen Gebiets (dunkle Kontur) ohne Maßnahmen zum aktiven Schallschutz - Beispiel 2005 (berechnet nach AzB08 mit 3 Sigma)

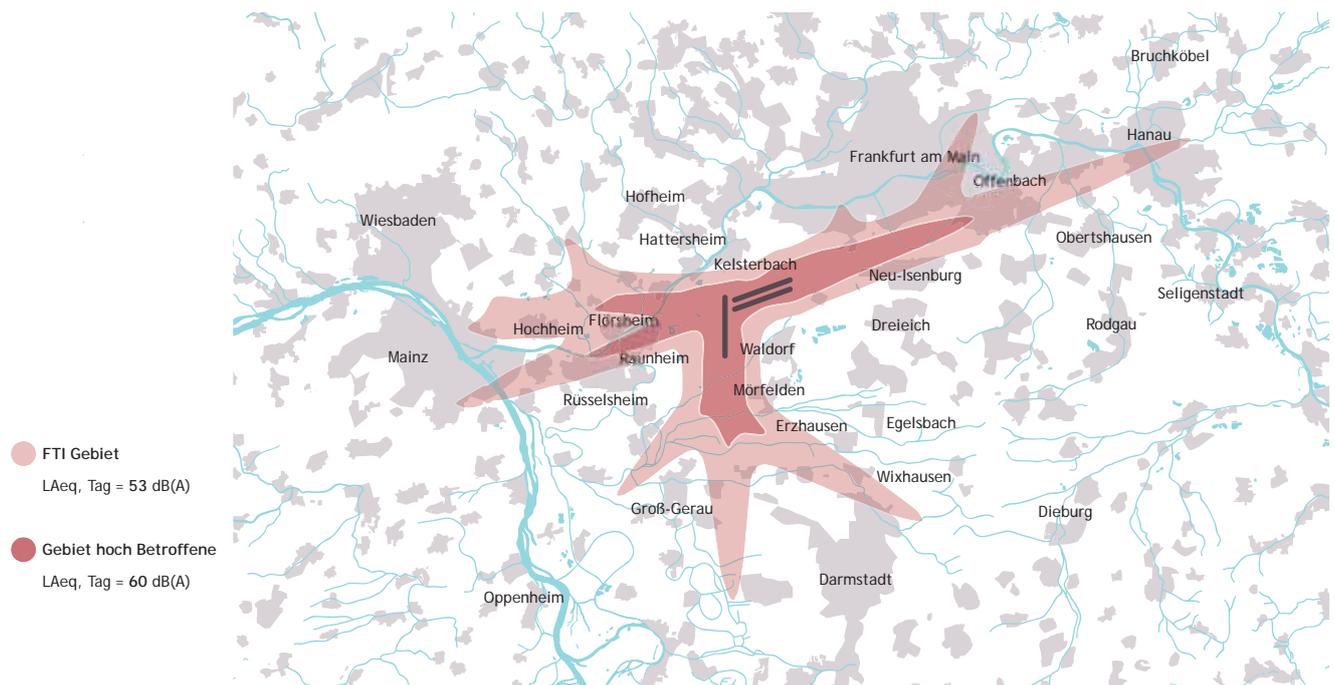


Abbildung 15 / Darstellung des FTI Gebiets (helle Kontur) und des besonders hoch betroffenen Gebiets (dunkle Kontur) ohne Maßnahmen zum aktiven Schallschutz - Prognose für 2020
(berechnet nach AzB08 mit 3 Sigma)

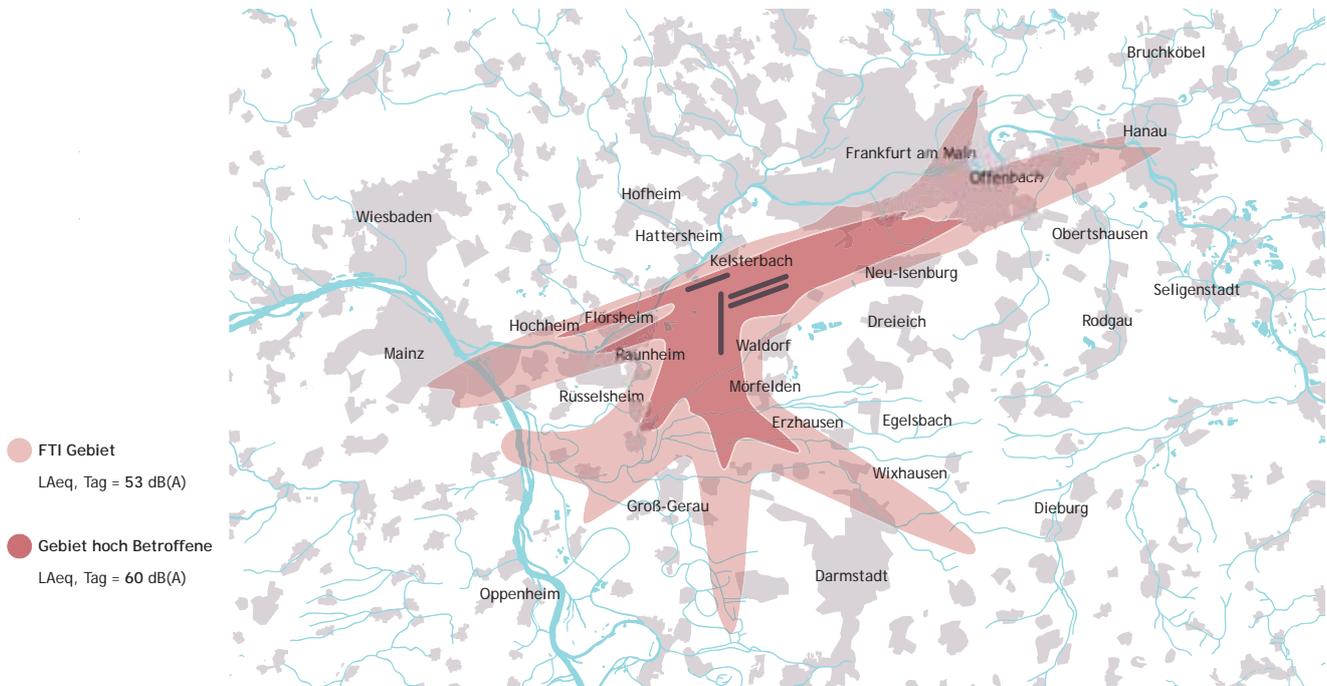
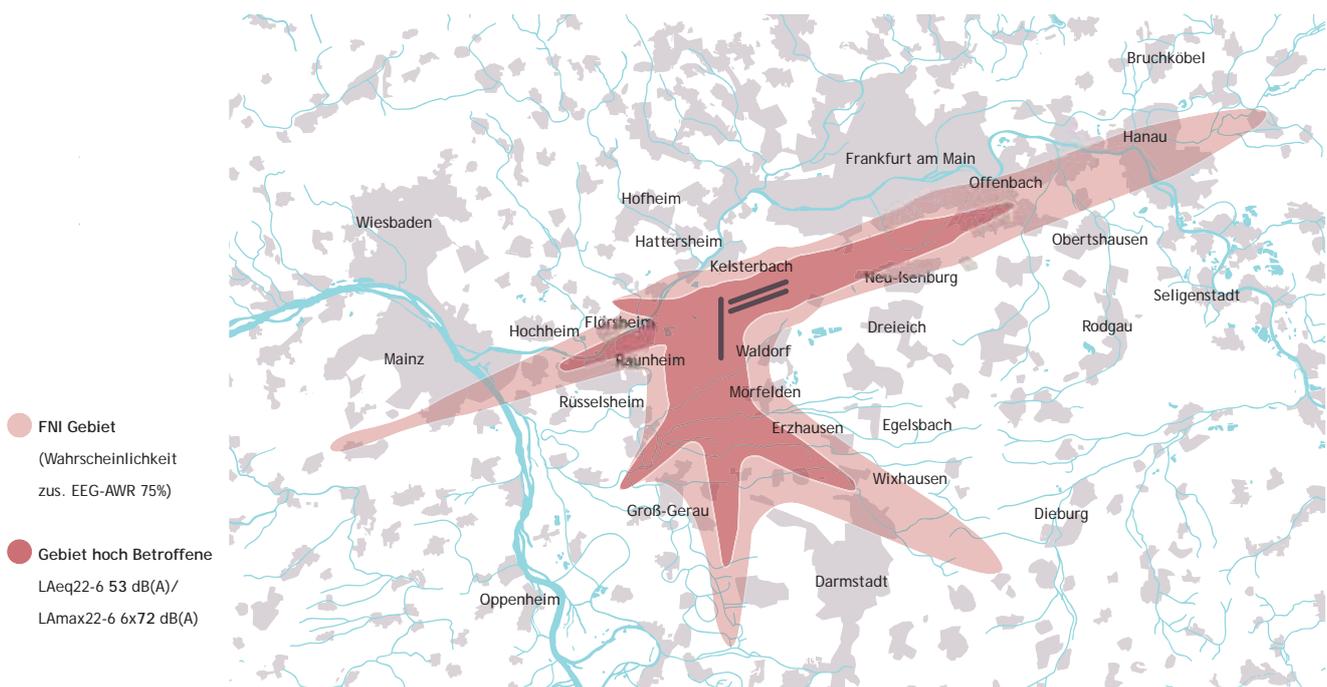


Abbildung 16 / Darstellung des FNI Gebiets (helle Kontur) und des besonders hoch betroffenen Gebiets (dunkle Kontur) ohne Maßnahmen zum aktiven Schallschutz - Ist-Zustand am Beispiel des Jahres 2005
(berechnet nach AzB08 mit 3 Sigma)



4.3.3.

Vorgehensweise bei der Lärmberechnung und betrachtete Szenarien

Um Veränderungen der akustischen Belastung infolge aktiver Schallschutzmaßnahmen zu berechnen, gibt es eine Reihe von Verfahren, aber keine festgelegten Standards. Alle bisher verwendeten Berechnungsmethoden einschließlich der AzB haben hinsichtlich der möglichst genauen Abbildung von aktiven Schallschutzmaßnahmen Vor- und Nachteile. Für alle Verfahren gilt, dass für einige Aspekte wichtige Datengrundlagen zur genauen Abbildung von aktiven Schallschutzmaßnahmen fehlen oder nur für bestimmte Flugzeugmuster vorliegen. Das Expertengremium hat sich dafür entschieden, die Berechnungen mit der AzB aus dem Jahr 2008 durchzuführen, dem in Deutschland für die Berechnung von Lärmschutzzonen nach dem Fluglärmschutzgesetz offiziell vorgesehenen Berechnungsverfahren. Dies soll eine möglichst hohe Vergleichbarkeit mit anderen Lärmberechnungen ermöglichen. Darüber hinaus lassen sich die Eingangsparameter verhältnismäßig einfach modifizieren, um Maßnahmen ganz verschiedener Art abzubilden. In einer eigens dafür eingerichteten Arbeitsgruppe wurde für jede Maßnahme gemeinsam ermittelt, mit welchen Eingangsdaten und Verfahrensdefinitionen gerechnet wird. Dort, wo keine konkreten Daten vorlagen, wurden Annahmen getroffen.

Für die Lärmberechnungen wurden zwei Datenerfassungssysteme (DES) benutzt, die das Gerüst für die Berechnungen darstellen, nämlich das Verkehrsaufkommen für die sechs verkehrsreichsten Monate 2005 und Prognose 2020 (nach PFV), jeweils mit standardisierter Betriebsrichtungsverteilung. In diesen Datensätzen sind jeweils alle Flugbewegungen enthalten, auf welcher Flugstrecke sie geführt werden und welcher Flugzeugklasse der AzB das eingesetzte Flugzeug zuzuordnen ist. Dabei wurde zwischen Flügen von 6 bis 22 Uhr (Tag, 2020 und 2005) und 22 bis 6 Uhr (Nacht, nur 2005) unterschieden. Um die Auswirkung von denjenigen Maßnahmen abschätzen zu können, die jedenfalls zunächst lediglich in verkehrsarmen Zeiten nachts einsetzbar sind und die vor dem Ausbau eingeführt werden sollen, wurde (abweichend von der AzB) ausgewertet, welche Flugbewegungen in der Nacht 2005 von 23 bis

5 Uhr stattfanden. Das waren im Beispiel 2005 ca. 40% aller Anflüge und aller Abflüge in der Nacht. Für diese Flugbewegungen wurde unterstellt, dass sie mit den in verkehrsarmen Zeiten vorgesehenen Maßnahmen (Segmented RNAV (GPS) Approach und DROps) durchgeführt werden. Auf eine Berechnung möglicher Auswirkungen von aktiven Schallschutzmaßnahmen für 2020 in der Nacht wurde aus den in Kapitel 3.2 genannten Gründen verzichtet.

Die Lärmberechnungen wurden dann jeweils für drei Szenarien pro Maßnahmenpaket durchgeführt

- | **Ausgangsszenario** ohne Maßnahmen mit standardisierter (d. h. durchschnittlicher) Betriebsrichtungsverteilung zwischen Ost- und Westbetrieb,
- | **Szenario mit Maßnahmenpaket** bei standardisierter Betriebsrichtungsverteilung,
- | **Szenario mit Maßnahmenpaket und** gleichzeitig der Annahme, dass an **sechs Tagen mehr** als im bisherigen Durchschnitt **Westbetrieb**⁷ geflogen wird.

⁷ Damit wird die mögliche Wirkung einer geänderten Rückenwindkomponente abgebildet. Da die Betriebsrichtungsverteilung allein von den Wetterbedingungen abhängt und von Jahr zu Jahr schwankt, wurde auf Basis der Auswertung von Wetterdaten der Vergangenheit diese Annahme für die zu erwartende mittlere Auswirkung der geänderten Rückenwindkomponente entwickelt.

Abbildung 17 / Überblick berechnete Szenarien

	Ausgangsszenario	Ausgangsszenario mit Maßnahmen	Ausgangsszenario mit Maßnahmen und mehr Westbetrieb
Maßnahmenpaket Tag Ist	Flugbewegungen 2005 zwischen 6-22 Uhr in 6 verkehrsreichsten Monaten	1_ Opt. Abflugverfahren	1_ Opt. Abflugverfahren
		2_ Modifikation B737 Flotte	2_ Modifikation B737 Flotte
			3_ 6 zus. Tage Westbetrieb
Maßnahmenpaket Tag 2020	Flugbewegungen 2020 zwischen 6-22 Uhr in 6 verkehrsreichsten Monaten (nach PFV)	1_ Opt. Abflugverfahren	1_ Opt. Abflugverfahren
		7_ Anflugleitwinkel 3,2 Grad auf NW Bahn	7_ Anflugleitwinkel 3,2 Grad auf NW Bahn
			3_ 6 zus. Tage Westbetrieb
Maßnahmenpaket Nacht Ist	Flugbewegungen 2005 zwischen 22-6 Uhr in 6 verkehrsreichsten Monaten	1_ Opt. Abflugverfahren	1_ Opt. Abflugverfahren
		2_ Modifikation B737 Flotte	2_ Modifikation B737 Flotte
		4_ Segmented RNAV (GPS) Approach	4_ Segmented RNAV (GPS) Approach
		5_ DROps	5_ DROps
		3_ 6 zus. Tage Westbetrieb	

8 Die Nutzung des CDA zwischen 23 und 5 Uhr wird bereits im Ausgangsszenario unterstellt. Eine gesonderte Berechnung der Auswirkung der Optimierung erfolgte nicht.

4.3.4. Ergebnisse des Maßnahmenpakets **Tag Ist** am Beispiel 2005

4.3.4.1. Indexgebiet Gesamt

Die Ergebnisse für das Maßnahmenpaket Tag werden mithilfe des Frankfurter Tagindexes (FTI) abgebildet. Abbildung 18 zeigt im ersten Balken, wie viele Personen im Indexgebiet leben und wie viele davon im hoch betroffenen Gebiet. Im zweiten Balken ist abgebildet, wie viele dieser Personen auf Basis der RDF-Studie als im Mittel hoch belästigt einzustufen sind. Im Indexgebiet, in dem nach der verwendeten Datengrundlage von 2005 ungefähr 285.000 Personen leben, sind ungefähr 93.000 Personen als hoch belästigt anzusehen. Diese Zahl bildet den Referenzwert für den Tag im Ist-Zustand 2005. Ihm wurden als Konvention 100 „Indexpunkte“ zugeordnet. Wenn im Folgenden also „Indexpunkte FTI“ genannt werden, so entspricht ein solcher Indexpunkt demnach für das Jahr 2005 etwa 930 hoch belästigten Personen.

In allen folgenden Diagrammen wird die Entwicklung bezogen auf diesen Ausgangswert von 100 Indexpunkten dargestellt. Die dargestellten Werte wurden jeweils gerundet, so dass keine Scheingenauigkeiten durch sechsstellige Werte oder mehrere Nachkommastellen entstehen, die aufgrund der systemimmanenten Unsicherheiten bei den Berechnungsverfahren fachlich ungerechtfertigt wären.

Abbildung 18 | Herleitung der Indexpunkte FTI am Beispiel Tag Ist

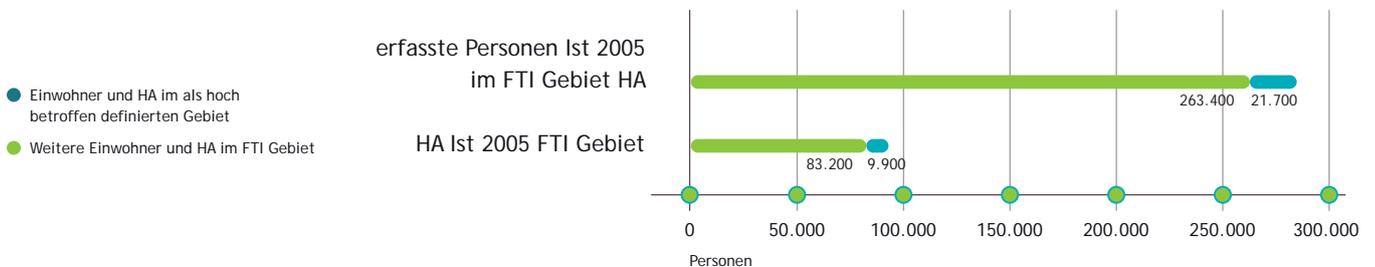


Abbildung 19 | Entwicklung der Indexpunkte FTI mit Maßnahmenpaket Tag Ist für das FTI-Gebiet

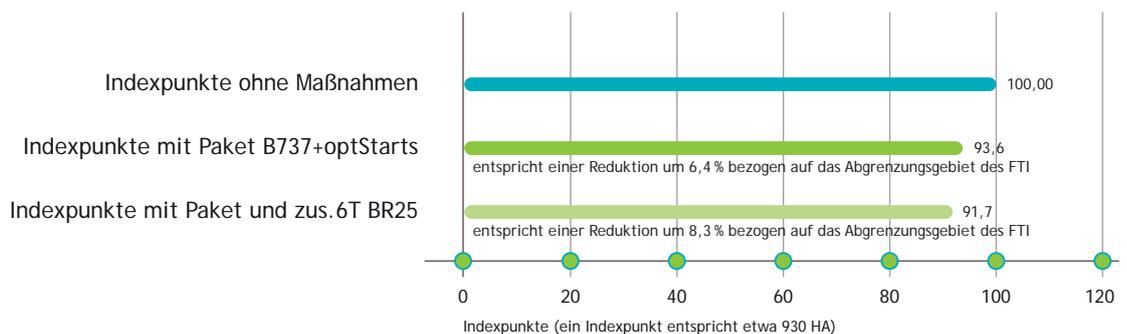


Abbildung 19 zeigt, wie sich – bezogen auf die Gesamtregion – die Indexpunkte entwickeln, wenn die beiden folgenden Maßnahmen berücksichtigt werden:

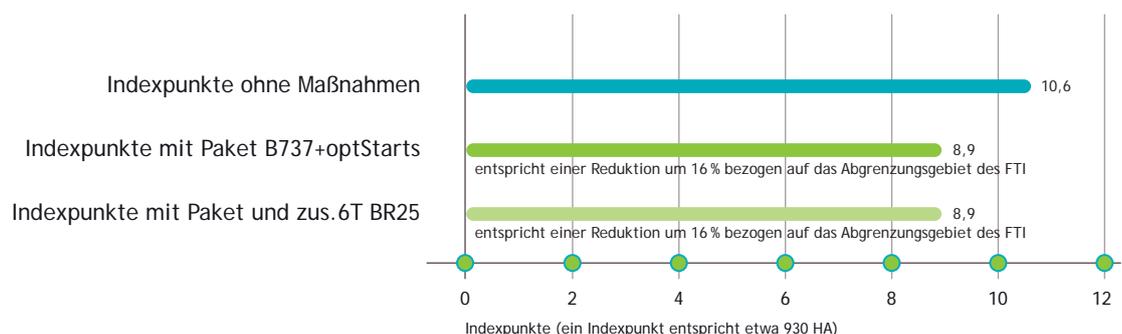
- | Lateral optimierte Abflugverfahren (auf allen zur Optimierung vorgeschlagenen Abflugstrecken),
- | Modifikationen an der B737 in der Flotte der Lufthansa.

Außerdem wird gezeigt, wie sich dabei sechs zusätzliche Betriebstage im Westbetrieb auswirken.

Da der auf 3,2 Grad angehobene Gleitwinkel zunächst nur auf der neuen NW-Bahn geflogen werden kann, ist diese Maßnahme in dieser Rechnung nicht berücksichtigt. Der überwiegende Teil der Reduktion resultiert aus der Modifikation der B737, einem Flugzeugmuster, das derzeit und in den nächsten Jahren sehr häufig eingesetzt wird. Die Maßnahme wirkt sowohl bei Starts als auch Landungen.

Noch deutlicher wirken sich die Maßnahmen im Gebiet der besonders hoch Betroffenen aus (Abbildung 20). Allerdings gibt es keine zusätzliche Reduktion bei mehr Westbetrieb.

Abbildung 20 | Entwicklung der Indexpunkte FTI am Beispiel Tag Ist mit Maßnahmen nur hoch Betroffene



4.3.4.2.
Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete
westlich des Flughafens

Abbildung 21 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag Ist westlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket

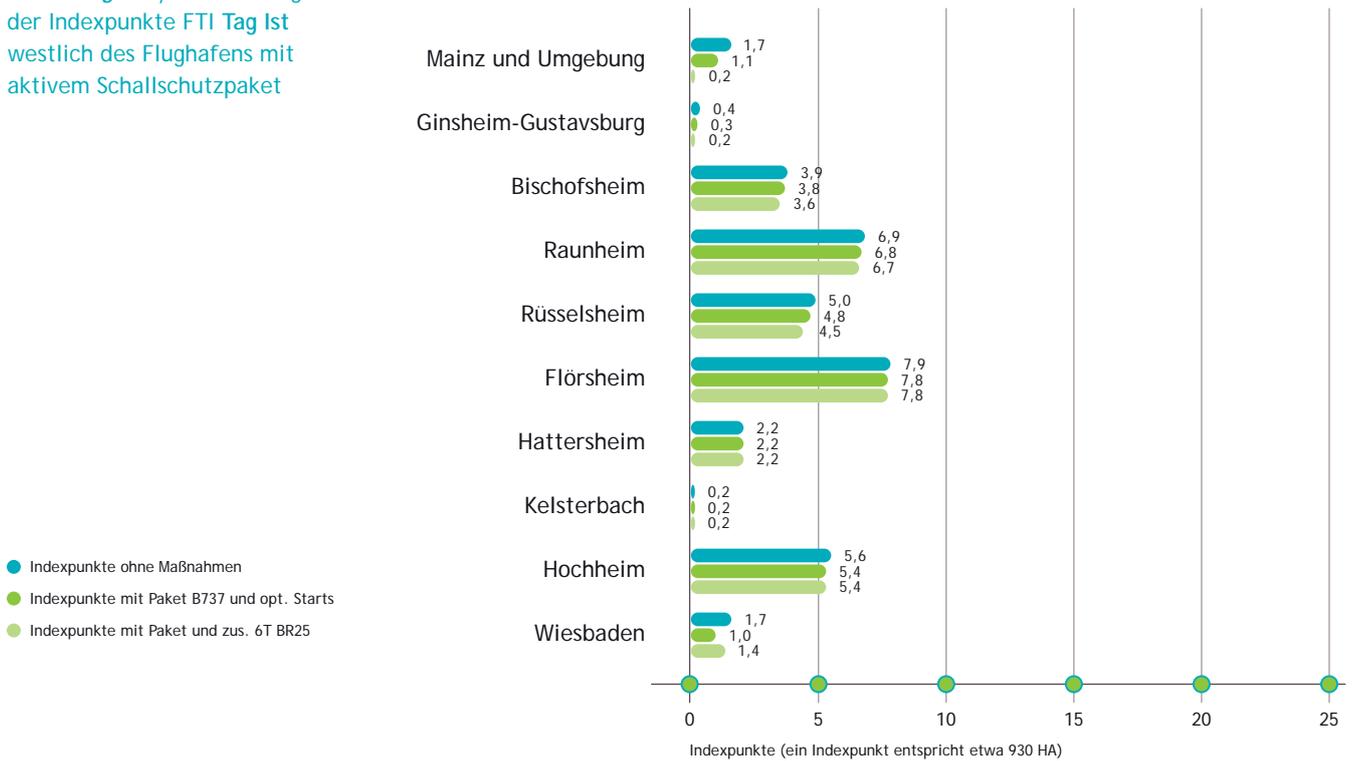
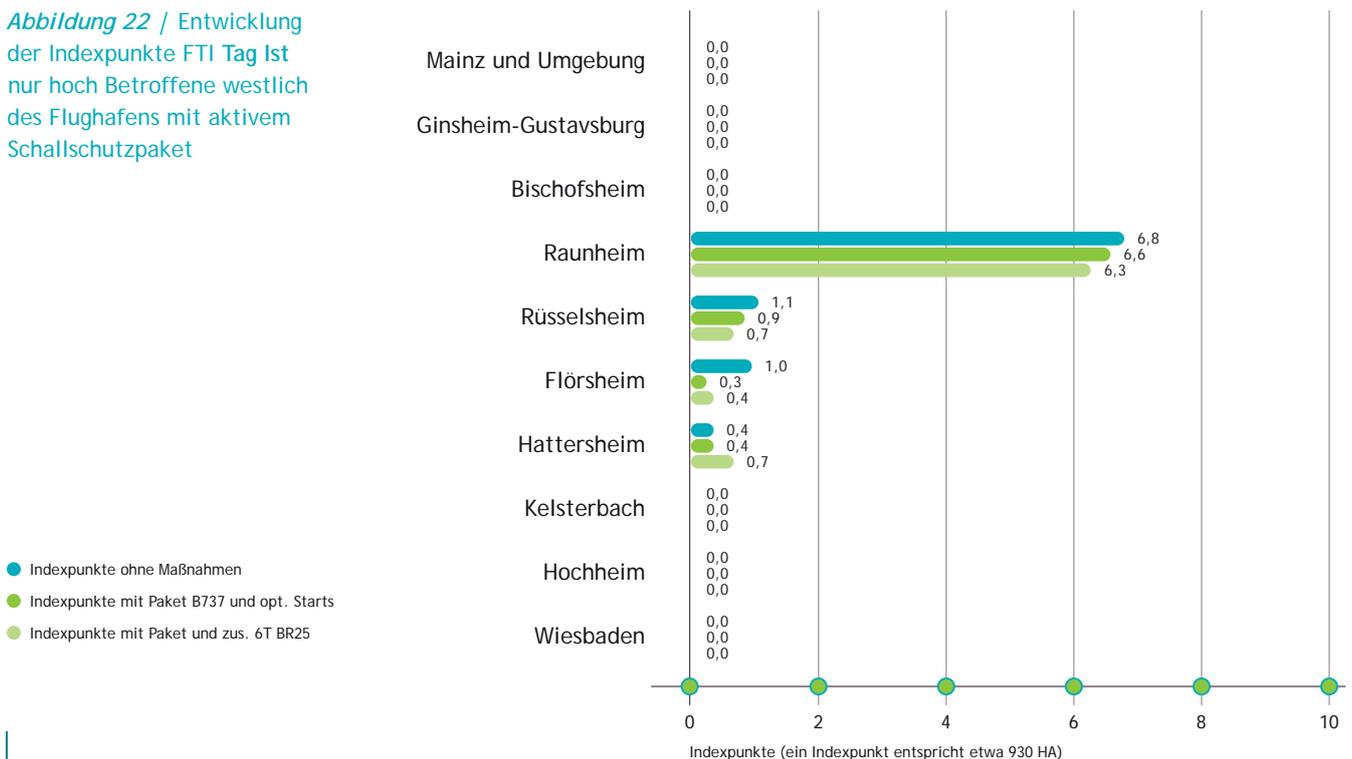
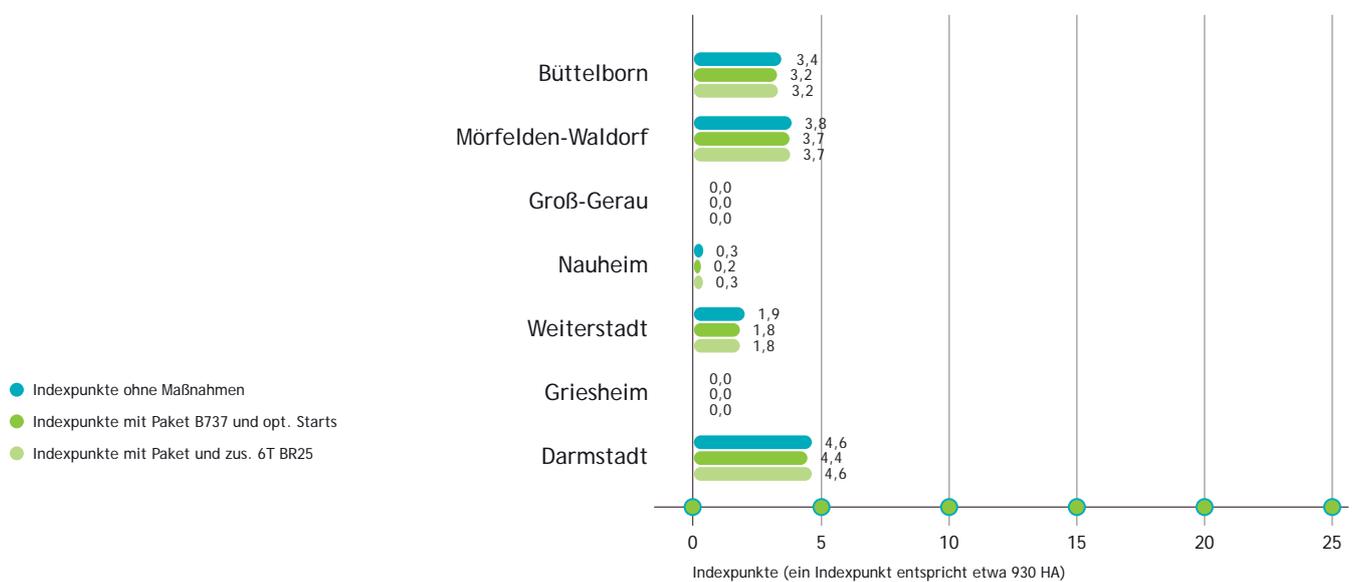


Abbildung 22 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag Ist nur hoch Betroffene westlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket



4.3.4.3. Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete südlich des Flughafens

Abbildung 23 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag Ist südlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket



Für den Ist-Zustand des Jahres 2005 gibt es südlich des Flughafens insgesamt fünf Kommunen im Indexgebiet. Eine Auswertung des hoch betroffenen Gebiets ergab, dass dort keine Siedlungsbereiche liegen.

4.3.4.4.
Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete
östlich des Flughafens

Abbildung 24 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag Ist östlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket

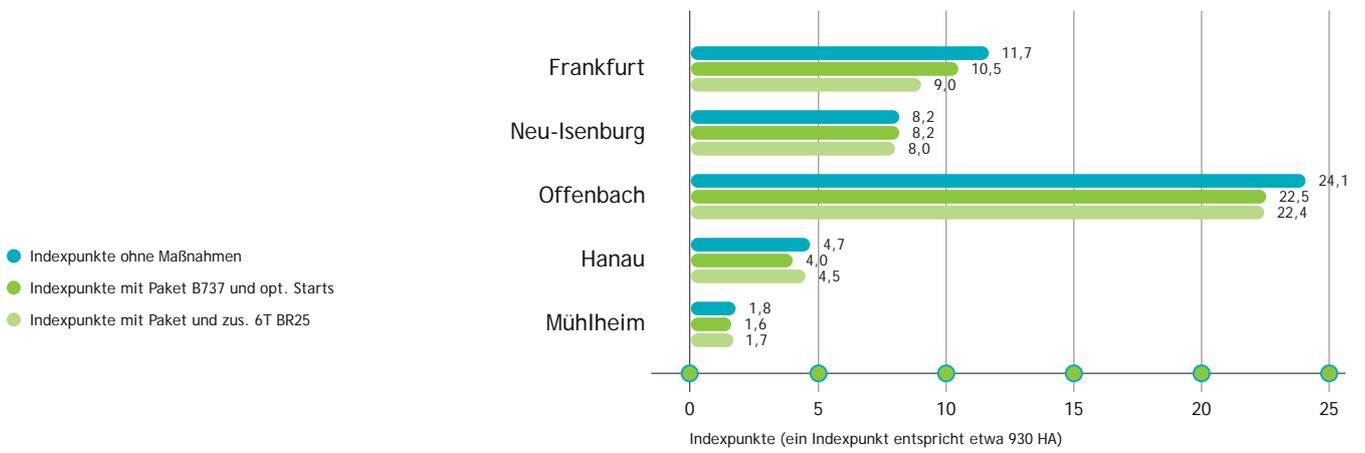
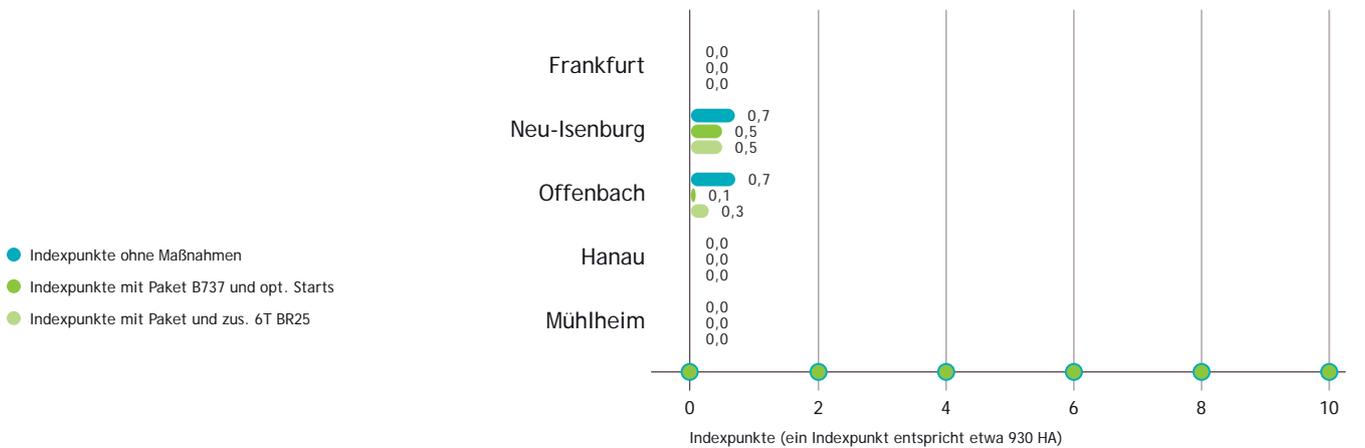


Abbildung 25 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag Ist nur hoch Betroffene östlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket



4.3.5. Ergebnisse Maßnahmenpaket **Tag 2020**

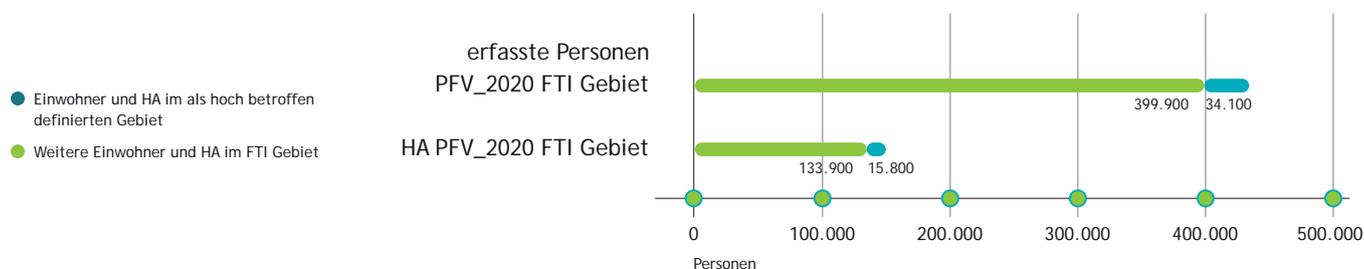
4.3.5.1. Indexgebiet Gesamt

Analog zur Vorgehensweise bei der Auswertung des Maßnahmenpakets Tag am Beispiel 2005 (siehe Abschnitt 4.3.4.1) wurden Berechnungen des FTI für 2020 durchgeführt. Dabei wurde entsprechend der Verkehrsprognosen aus dem Planfeststellungsverfahren (PFV) von einer ausbaubedingt höheren Zahl von Flugbewegungen ausgegangen als 2005. Daher ist das Abgrenzungsgebiet des FTI für Berechnungen am Beispiel 2020 größer und umfasst mehr Einwohner (siehe Abbildung 15). Insgesamt werden im FTI 2020 ungefähr 434.000 Personen erfasst, davon sind ungefähr 150.000 hoch Belästigte (HA). Demzufolge entspricht in den nachfolgenden Darstellungen ein Indexpunkt ungefähr 1500 HA (Abbildung 26).

Abbildung 27 zeigt, wie sich – bezogen auf die Gesamtregion – die Indexpunkte entwickeln, wenn die beiden folgenden Maßnahmen berücksichtigt werden:

- | Lateral optimierte Abflugverfahren (auf allen zur Optimierung vorgeschlagenen Abflugstrecken),
- | Erhöhter Anfluggleitwinkel auf der neuen NW-Bahn, auf die im Szenario 2020 insgesamt ca. 40 % aller Anflüge am Standort geführt werden. Aufgrund der Auswertung von Wetterdaten aus den vergangenen Jahren wurde für die Lärmberechnung die Annahme getroffen, dass 100 % aller Anflüge auf die NW-Bahn bei Ostbetrieb und ca. 60 % aller Anflüge auf die NW-Bahn bei Westbetrieb mit dem erhöhten Gleitwinkel möglich sind, die restlichen Anflüge auf der NW-Bahn sowie auf dem Parallelbahnsystem wie bisher bei 3,0 Grad.

Abbildung 26 / Herleitung der Indexpunkte FTI Tag 2020



Insgesamt ist die berechnete Entlastung des Maßnahmenpakets Tag für das Beispiel 2020 geringer als die von 2005. Dies liegt vor allem daran, dass hier die Modifikation der B737 nicht berücksichtigt wurde, da nicht absehbar ist, ob und in welchem Umfang 2020 diese modifizierten Flugzeuge in Frankfurt noch fliegen werden.

Deutlicher wirken sich die Maßnahmen im besonders hoch betroffenen Gebiet aus (Abbildung 28). Dabei zeigt sich auch, dass sechs zusätzliche Westbetriebstage im Saldo zu einer weiteren Abnahme der Anzahl der hoch Betroffenen innerhalb des FTI-Gebiets führen. Wie in den nachfolgenden gemeindebezogenen Grafiken deutlich wird, hat die Änderung der Rückenwindkomponente eine deutlich lärmverteilende Wirkung, so dass mit zusätzlichen Westbetriebstagen je nach Gemeinde die Indexpunkte steigen oder sinken, und zwar sowohl innerhalb des gesamten FTI-Gebiets als auch unter den hoch Betroffenen.

Abbildung 27 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 mit Maßnahmen für das FTI-Gebiet 2020

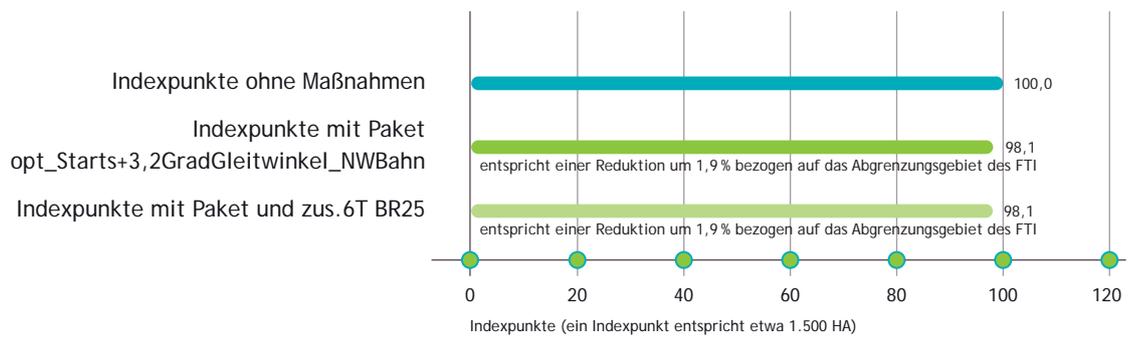
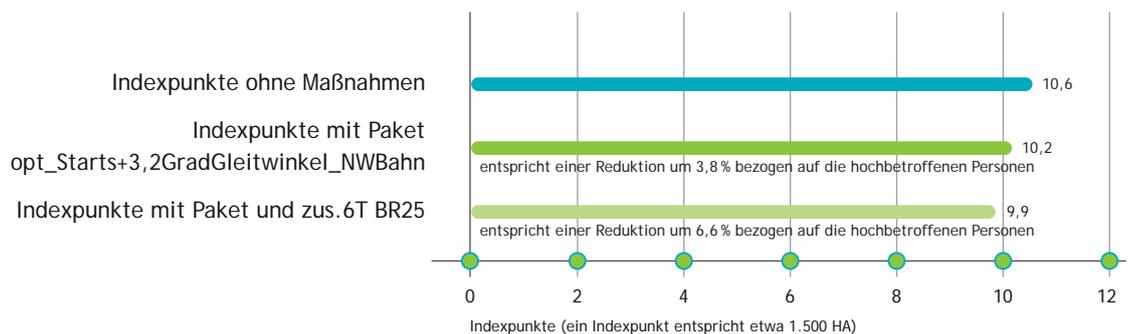


Abbildung 28 | Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 nur hoch Betroffene mit Maßnahmen



4.3.5.2.
Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete
westlich des Flughafens

Abbildung 29 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 westlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket

- Indexpunkte ohne Maßnahmen
- Indexpunkte mit Paket opt_Starts+3,2GradGleitwinkeL_NWBahn
- Indexpunkte mit Paket und zus. 6T BR2

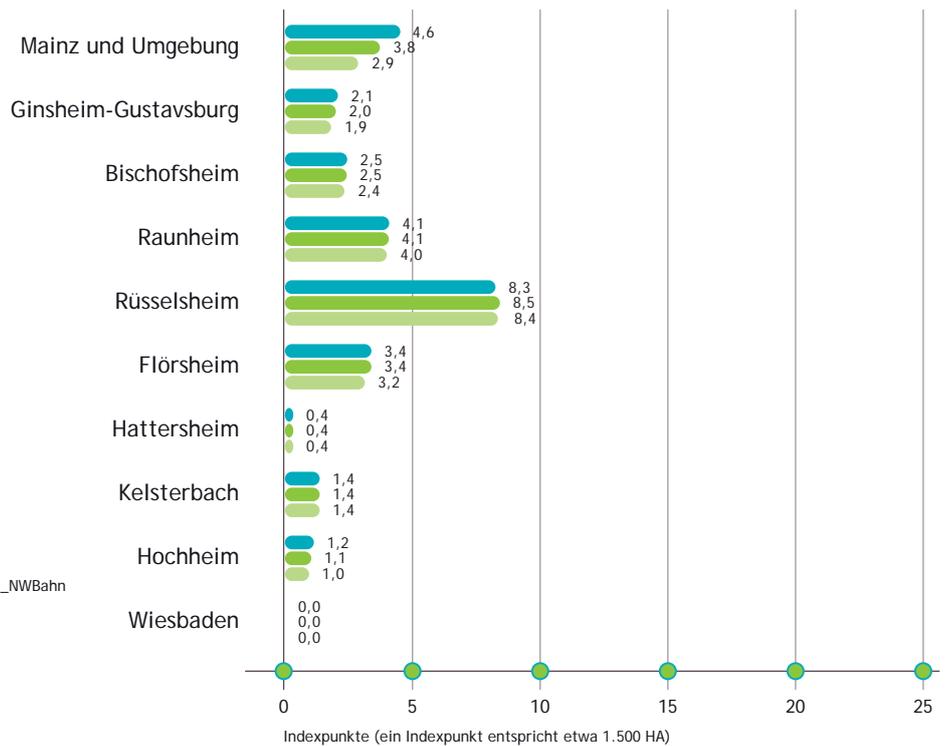
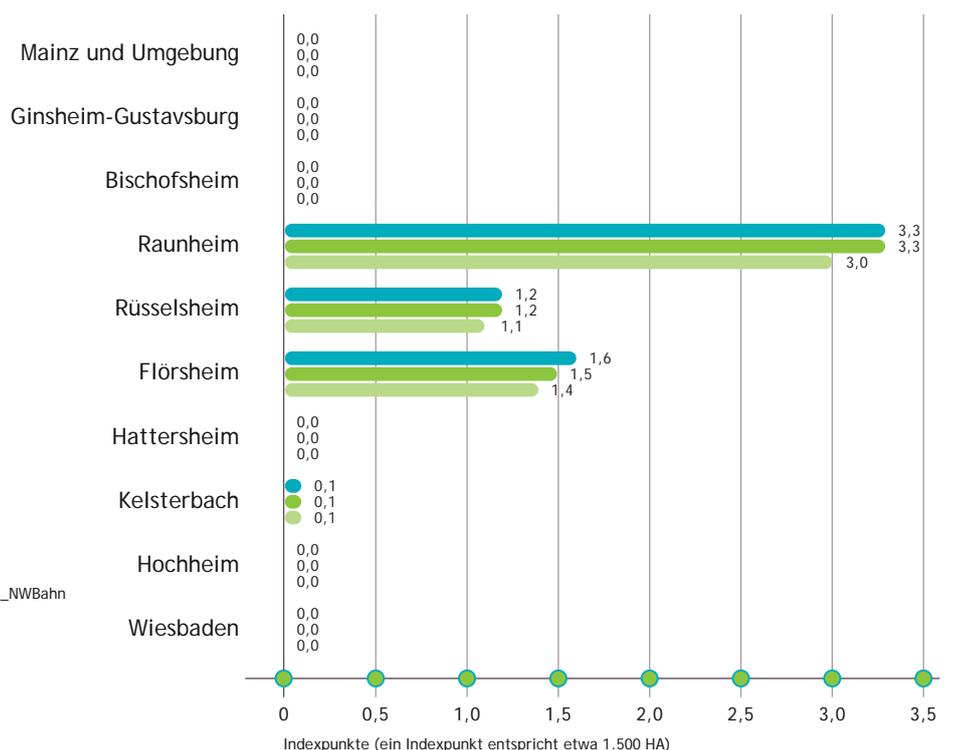


Abbildung 30 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 nur hoch Betroffene westlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket

- Indexpunkte ohne Maßnahmen
- Indexpunkte mit Paket opt_Starts+3,2GradGleitwinkeL_NWBahn
- Indexpunkte mit Paket und zus. 6T BR2



4.3.5.3. Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete südlich des Flughafens

Abbildung 31 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 südlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket

- Indexpunkte ohne Maßnahmen
- Indexpunkte mit Paket opt_Starts+3,2GradGleitwinkeL_NWBahn
- Indexpunkte mit Paket und zus. 6T BR2

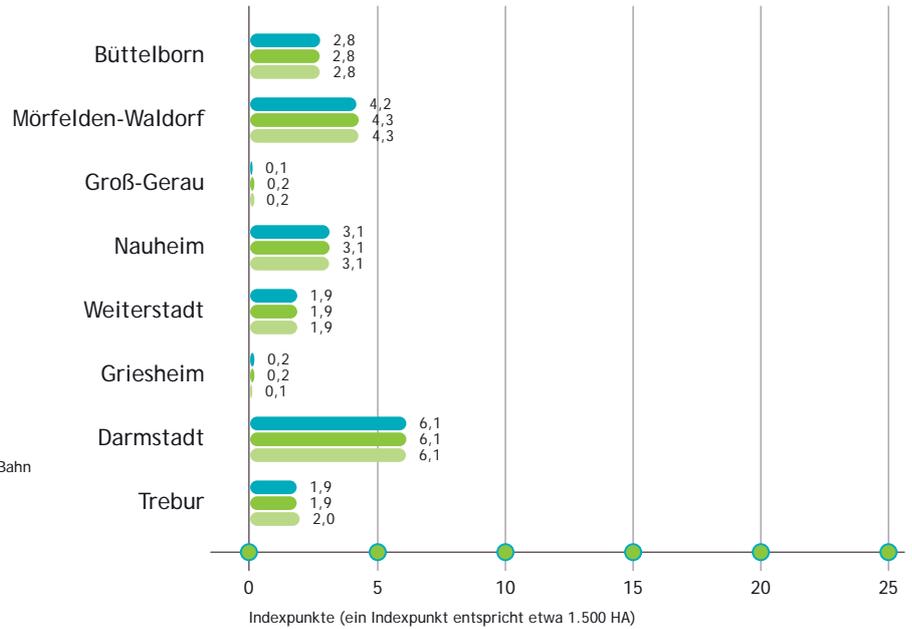
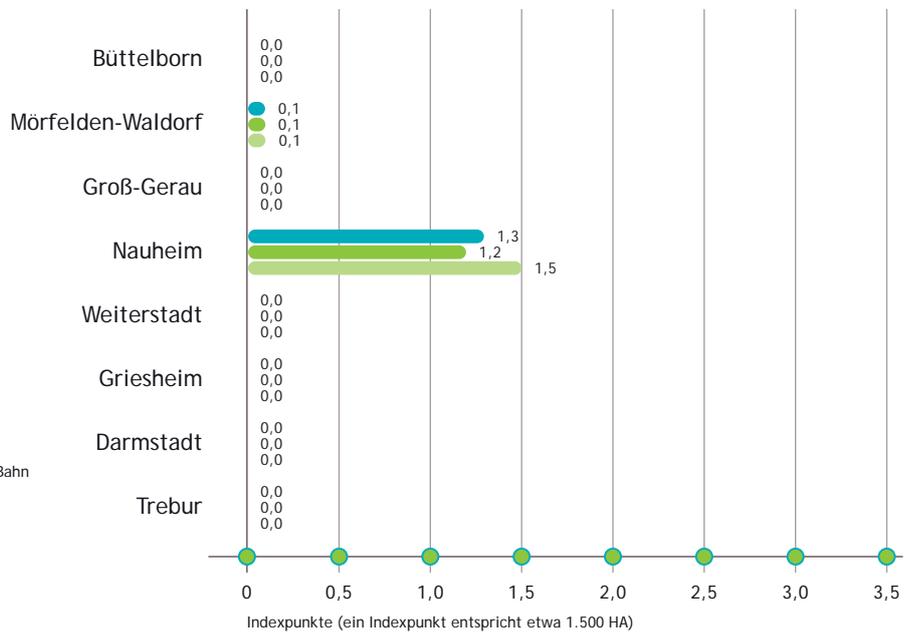


Abbildung 32 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 nur hoch Betroffene südlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket

- Indexpunkte ohne Maßnahmen
- Indexpunkte mit Paket opt_Starts+3,2GradGleitwinkeL_NWBahn
- Indexpunkte mit Paket und zus. 6T BR2



4.3.5.4. Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete östlich des Flughafens

Abbildung 33 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 östlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket

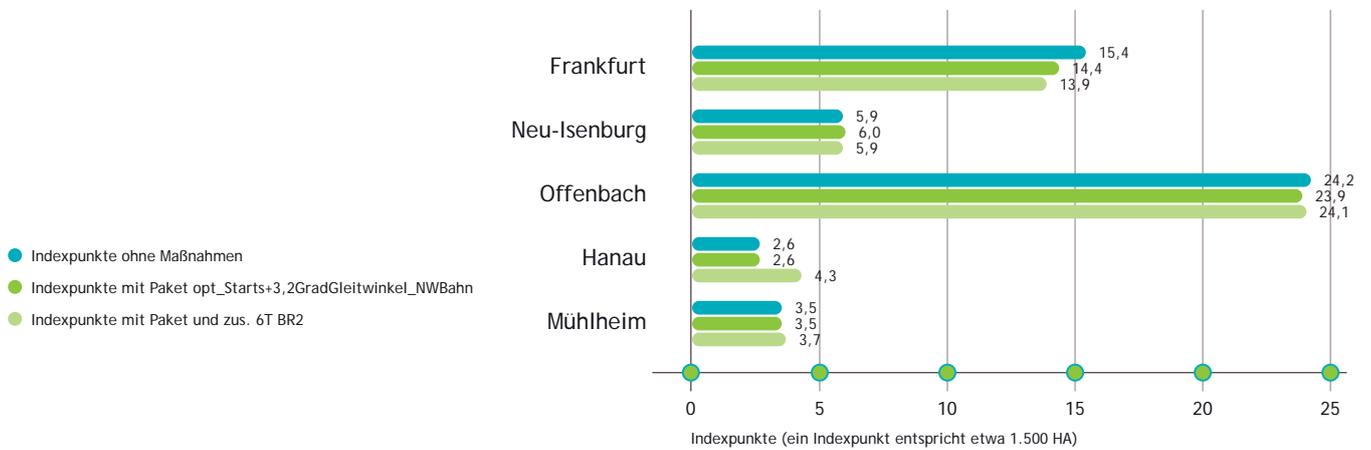
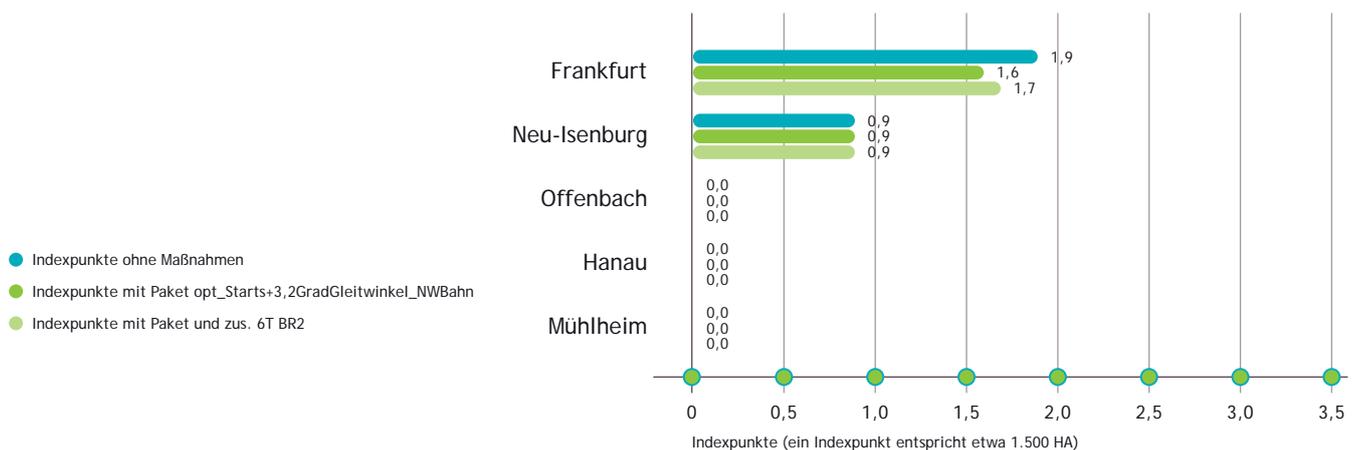


Abbildung 34 / Entwicklung der Indexpunkte FTI Tag 2020 nur hoch Betroffene östlich des Flughafens mit aktivem Schallschutzpaket



4.3.6. Ergebnisse Maßnahmenpaket **Nacht Ist**

4.3.6.1. Indexgebiet Gesamt

Die Ergebnisse für das Maßnahmenpaket Nacht werden mithilfe des Frankfurter Nachtindexes (FNI) abgebildet. Abbildung 35 zeigt im ersten Balken, wie viele Personen im Indexgebiet leben und wie viele davon im hoch betroffenen Gebiet. Im zweiten Balken ist abgebildet, wie viele zusätzliche EEG-Aufwachreaktionen (EEG-AWR) pro Nacht bei der Summe aller erfassten Personen entstehen. Im Indexgebiet leben nach der verwendeten Datengrundlage von 2005 ungefähr 420.000 Personen. Insgesamt ergeben sich durchschnittlich 483.000 zusätzliche EEG-AWR pro Nacht, also etwa 1,15 pro erfasster Person. Von den erfassten Personen leben ungefähr 58.000 innerhalb des als hoch betroffen definierten Gebiets, für sie ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von etwa 1,83 zusätzlichen EEG AWR. Der Wert von ca. 483.000 zusätzlichen EEG-AWR wurde als Referenzwert für die Nacht im Ist-Zustand 2005 betrachtet, ihm wurden als Konvention 100 „Indexpunkte“ zugeordnet (diese Vorgehensweise entspricht derjenigen beim FTI). Wenn im Folgenden also „Indexpunkte FNI“ genannt werden, so entspricht ein solcher Indexpunkt demnach für das Jahr 2005 etwa 4800 zusätzlichen EEG-AWR.

In allen folgenden Diagrammen wird die Entwicklung bezogen auf diesen Ausgangswert von 100 Indexpunkten dargestellt. Um eine zusätzliche Information zur Anzahl der Betroffenen zu geben, ist in den Diagrammen noch dargestellt, wie sich die Zahl der Personen verändert, für die die Wahrscheinlichkeit für eine Aufwachreaktion 75 % oder mehr beträgt.

Die dargestellten Werte wurden jeweils gerundet, so dass keine Scheingenauigkeiten durch sechsstellige Werte entstehen, die aufgrund der systemimmanenten Unsicherheiten bei den Berechnungsverfahren fachlich ungerechtfertigt wären.

Abbildung 35 / Herleitung der Indexpunkte FNI Nacht Ist



Abbildung 36 zeigt, wie sich – bezogen auf das gesamte FNI-Abgrenzungsgebiet – die Indexpunkte entwickeln, wenn die folgenden Maßnahmen berücksichtigt werden:

- | Lateral optimierte Abflugverfahren (auf allen zur Optimierung vorgeschlagenen Abflugstrecken),
- | Modifikationen an der B737 in der Flotte der Lufthansa,
- | Nutzung des Segmented RNAV (GPS) Approach in ca. 40 % aller nächtlichen Anflüge inkl. CDA Verfahren,
- | Nutzung von DROps für ca. 40 % aller nächtlichen Abflüge, wobei davon ausgegangen wird, dass jeweils 50% der Betriebszeit jeder Betriebsrichtung im konventionellen Betrieb und 50% im alternativen Betriebsszenario abgeflogen wird.

Außerdem wird gezeigt, wie sich sechs zusätzliche Betriebstage im Westbetrieb auswirken.

Da der angehobene Gleitwinkel von 3,2 Grad zunächst nur auf der neuen NW-Bahn geflogen werden kann, ist diese Maßnahme in dieser Rechnung nicht berücksichtigt. Der größte Reduktionsanteil resultiert aus dem Segmented RNAV (GPS) Approach, aber auch DROps und die Umrüstung der B737-Flotte tragen zu einer substantziellen Gesamtentlastung bei.

Noch deutlicher wirken sich die Maßnahmen im Gebiet der besonders hoch Betroffenen aus.

Abbildung 36 / Entwicklung der Indexpunkte FNI mit Maßnahmen Nacht Ist

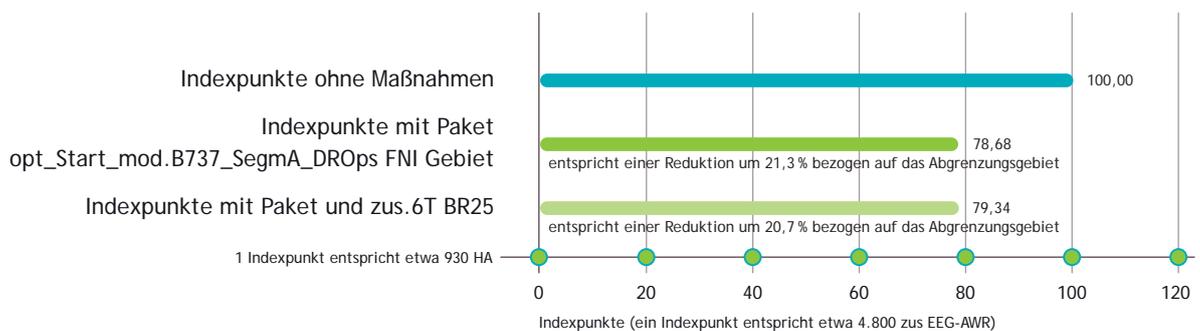
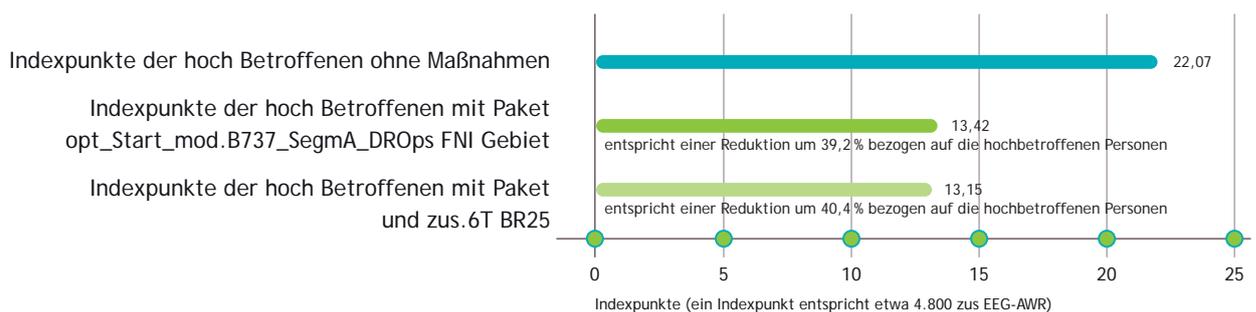


Abbildung 37 / Entwicklung der Indexpunkte FNI nur für hoch Betroffene Nacht Ist



4.3.6.2.

Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete westlich des Flughafens

Das Maßnahmenpaket für die Nacht hat vor allem aufgrund der beiden Maßnahmen Segmented Approach und DROPs stark lärmverteilende Wirkung. Das bedeutet, dass zwar insgesamt gesehen die Zahl der Betroffenen und die Indexpunkte sinken, auch bei den hoch Betroffenen. Aber es war nicht möglich, alle negativen Effekte durch die Paketbildung auszugleichen. Das Paket wirkt sich insbesondere für Mainz und Bischofsheim sehr positiv aus. Hauptgrund sind die vermiedenen Überflüge

mittels Segmented RNAV (GPS) Approach. Die laterale Verschiebung führt allerdings auch zu einer deutlichen Zunahme der Betroffenen und Zahl der EEG-AWR in Rüsselsheim, da die Anflüge nun dort Ortsteile tangieren. Betrachtet man nur die hoch Betroffenen, so ergibt sich sind jedenfalls unter Annahme eines erhöhten Westbetriebsanteils nur eine geringe Zunahme in Rüsselsheim.

Abbildung 38 | Entwicklung der Indexpunkte FNI westlich des Flughafens Nacht Ist

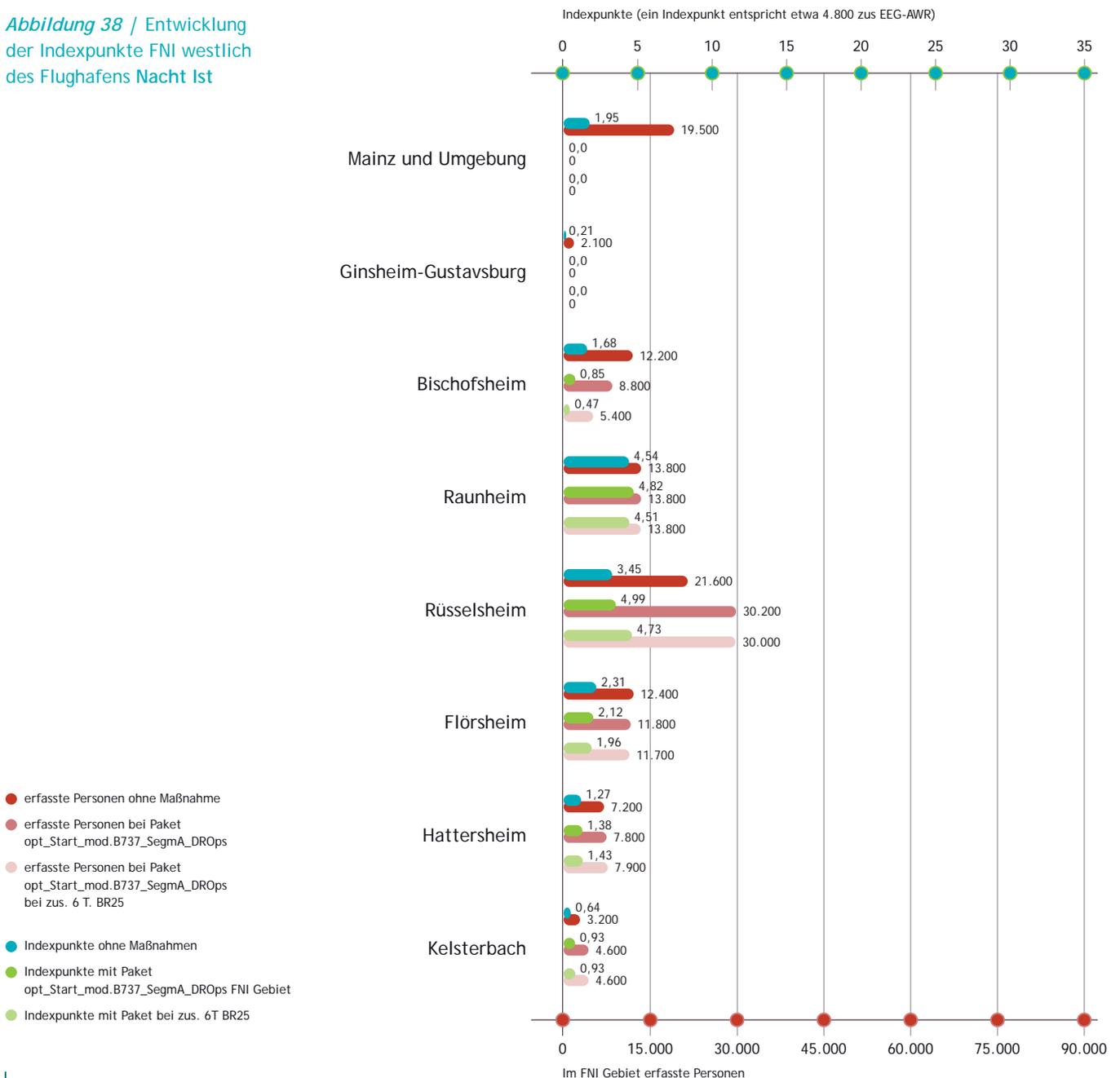
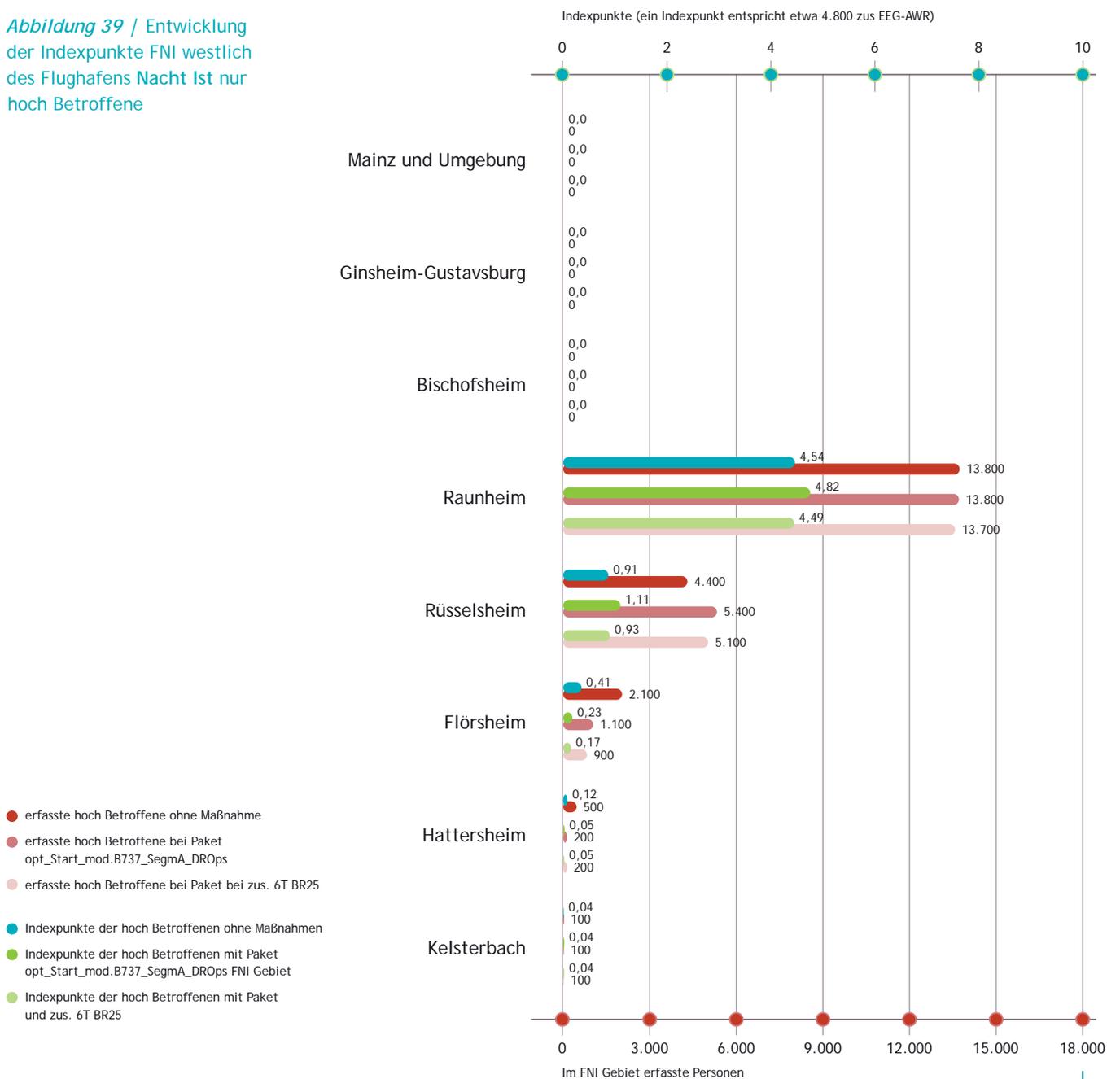


Abbildung 39 / Entwicklung der Indexpunkte FNI westlich des Flughafens Nacht Ist nur hoch Betroffene



4.3.6.3.

Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete **südlich** des Flughafens

Das Paket führt im Süden des Flughafens zu geringeren Auswirkungen als östlich und westlich. Die Änderungen resultieren vor allem aus dem DROps Verfahren. Hier ist geplant, ggf. durch Definition einer satellitengestützten Abflugstrecke eine Entlastung erreichen zu können.

Abbildung 40 | Entwicklung der Indexpunkte FNI südlich des Flughafens Nacht Ist

- erfasste Personen ohne Maßnahme
- erfasste Personen bei Paket opt_Start_mod.B737_SegmA_DROps
- erfasste Personen bei Paket opt_Start_mod.B737_SegmA_DROps bei zus. 6 T. BR25
- Indexpunkte ohne Maßnahmen
- Indexpunkte mit Paket opt_Start_mod.B737_SegmA_DROps FNI Gebiet
- Indexpunkte mit Paket bei zus. 6T BR25

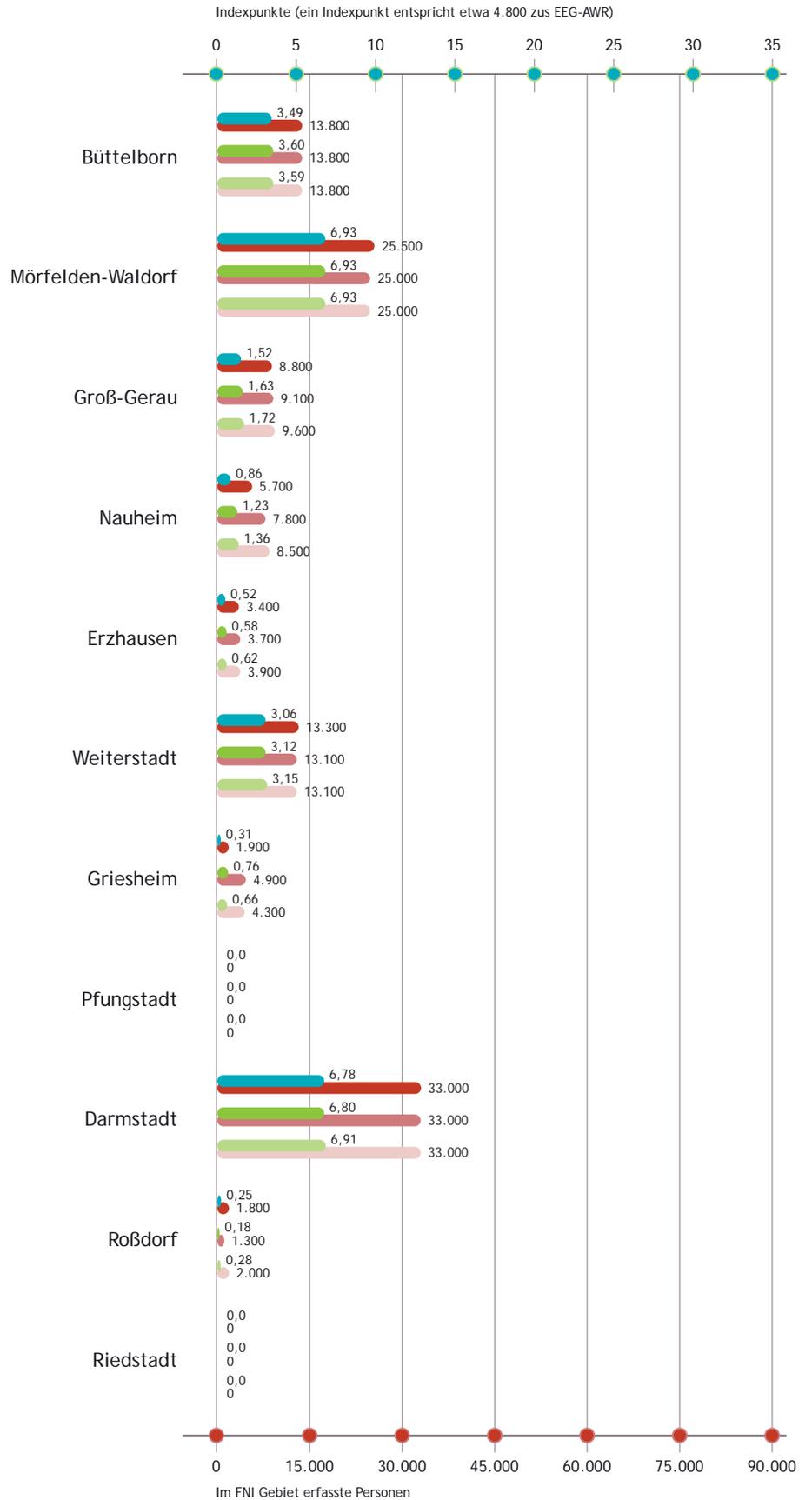
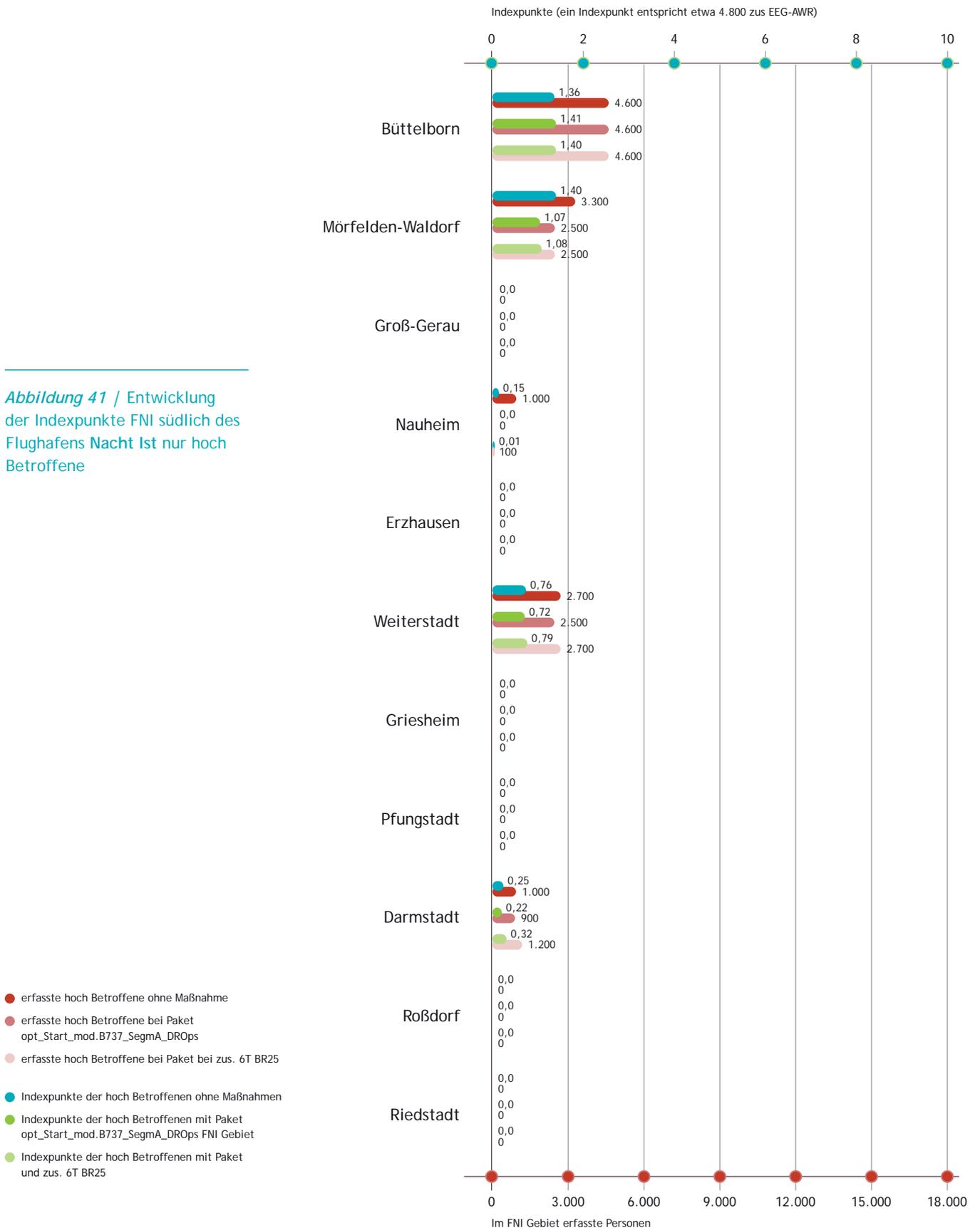


Abbildung 41 / Entwicklung der Indexpunkte FNI südlich des Flughafens Nacht Ist nur hoch Betroffene



4.3.6.4.

Gemeindebezogene Auswertung der Gebiete **östlich** des Flughafens

Das Paket führt zu einer erheblichen Entlastung von Offenbach, Hanau, Frankfurt und Mühlheim. Hauptursache ist die Nutzung des Segmented RNAV (GPS) Approach, da direkte Überflüge beispielsweise von Offenbach verringert werden. Auch Neu-Isenburg wird – wenn man die hoch Betroffenen betrachtet – entlastet. Zusätzliche Belastungen – allerdings weitestgehend außerhalb des hoch betroffenen Bereichs – entstehen in Heusenstamm und Obertshausen durch die laterale Verschwenkung der Anflüge nach Süden aufgrund des Segmented RNAV (GPS) Approach. Positiv wirkt sich auch in diesen Gebieten das DROps Konzept aus.

Abbildung 42 | Entwicklung der Indexpunkte FNI östlich des Flughafens Nacht Ist

- erfasste Personen ohne Maßnahme
- erfasste Personen bei Paket opt_Start_mod.B737_SegmA_DROps
- erfasste Personen bei Paket opt_Start_mod.B737_SegmA_DROps bei zus. 6 T. BR25
- Indexpunkte ohne Maßnahmen
- Indexpunkte mit Paket opt_Start_mod.B737_SegmA_DROps FNI Gebiet
- Indexpunkte mit Paket bei zus. 6T BR25

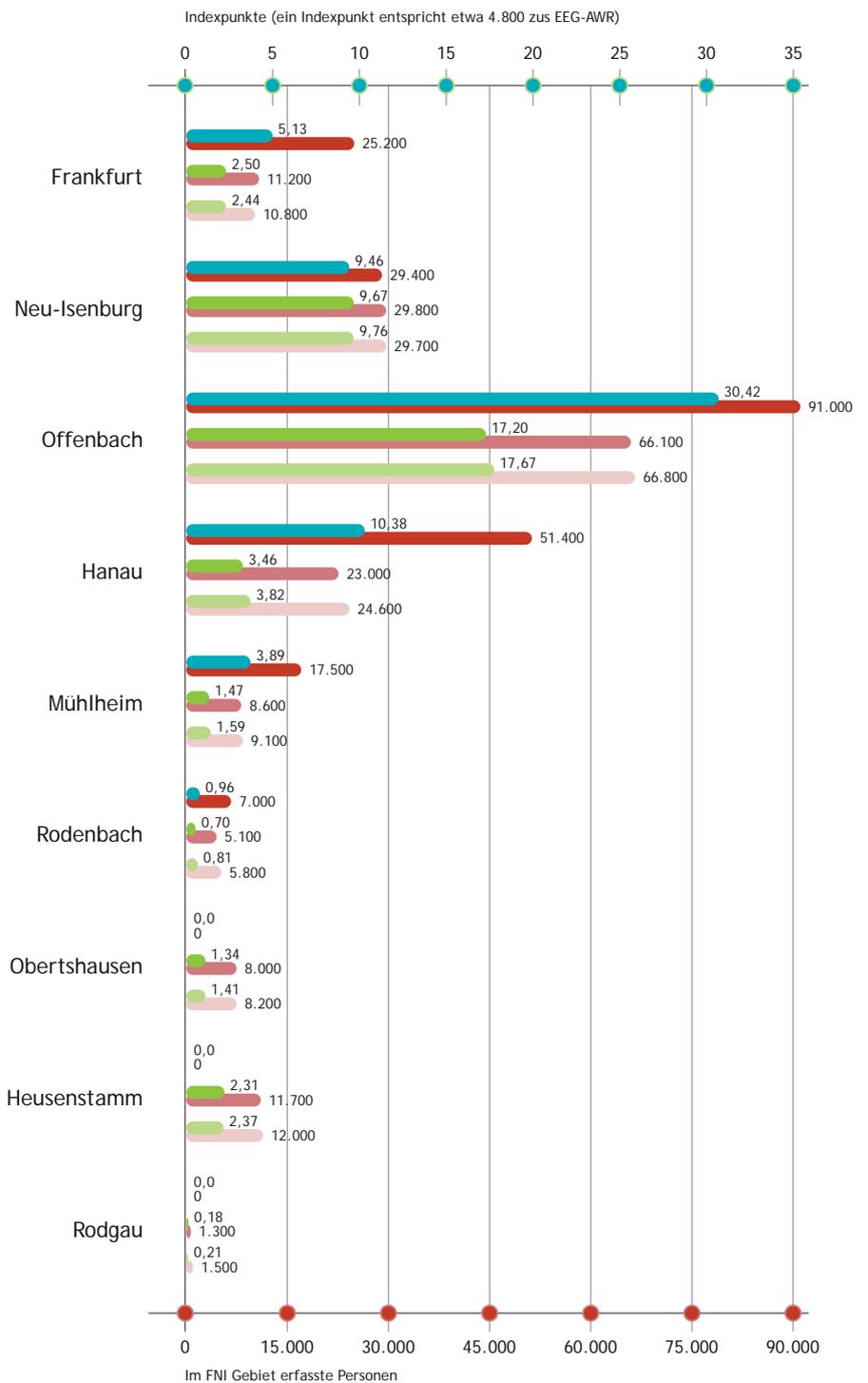
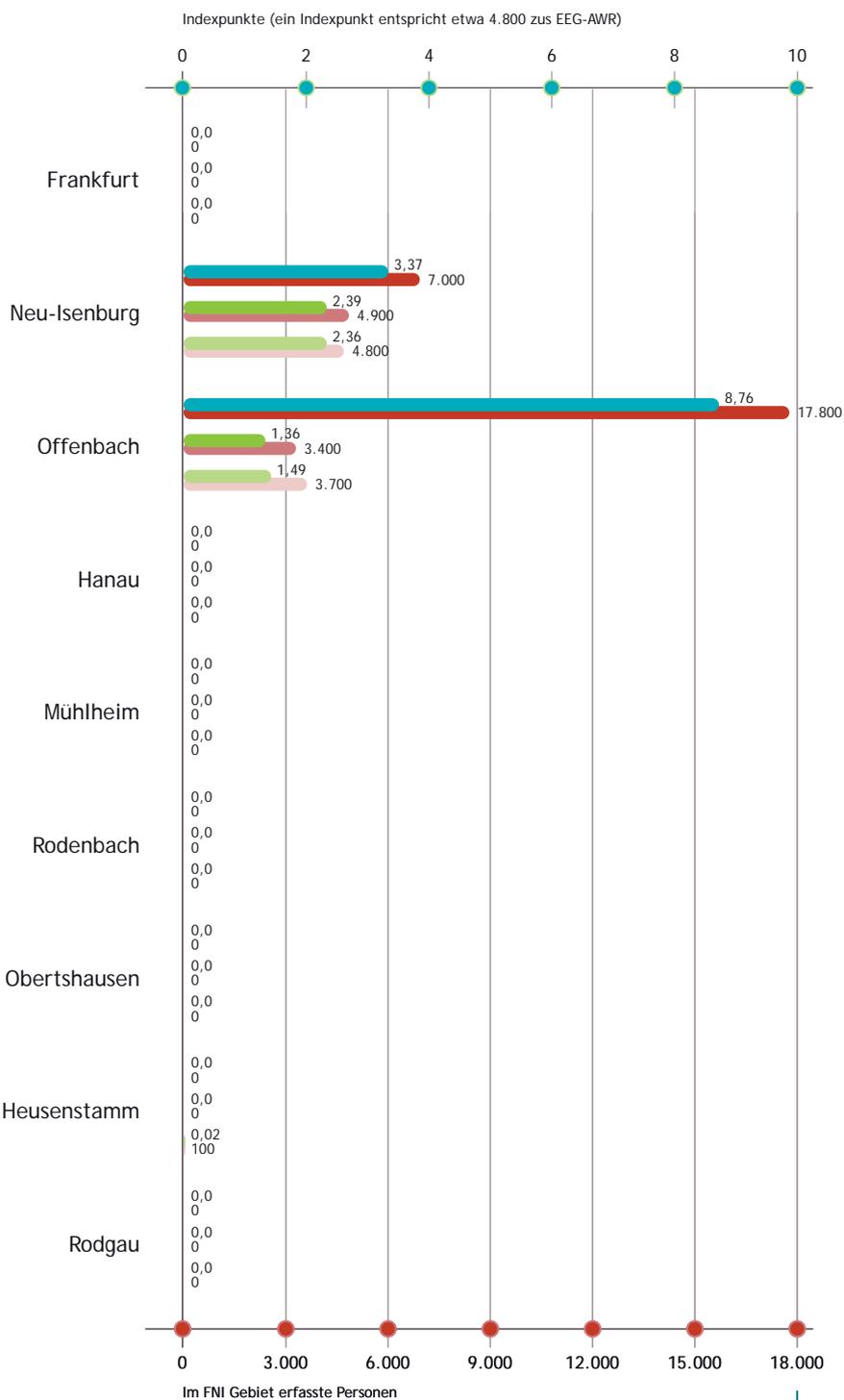


Abbildung 43 / Entwicklung der Indexpunkte FNI östlich des Flughafens Nacht Ist nur hoch Betroffene

- erfasste hoch Betroffene ohne Maßnahme
- erfasste hoch Betroffene bei Paket opt_Start_mod.B737_SegmA_DR0ps
- erfasste hoch Betroffene bei Paket bei zus. 6T BR25
- Indexpunkte der hoch Betroffenen ohne Maßnahmen
- Indexpunkte der hoch Betroffenen mit Paket opt_Start_mod.B737_SegmA_DR0ps FNI Gebiet
- Indexpunkte der hoch Betroffenen mit Paket und zus. 6T BR25



4.3.7. Zusammenfassung Ergebnisse Lärmauswertungen

Abbildung 44 zeigt im Überblick die jeweils berechneten Reduktionspotenziale, wenn die Maßnahmen wie vorgeschlagen umgesetzt werden. Es ist zu beachten, dass systembedingt eine Reihe von Unsicherheiten bestehen. Die hier dargestellten Werte sind als die derzeit bestmöglichen Schätzwerte zu betrachten. Zudem waren einige entlastende und belastende Faktoren nicht abbildbar.

Abbildung 44 | Überblick über die Ergebnisse der Lärmauswertungen

Paket	Maßnahmen	Reduktion Index	Reduktion Index nur hoch Betroffene
Maßnahmenpaket Tag Ist	1_ Opt. Abflugverfahren	-8,3%	-16%
	2_ Modifikation B737 Flotte		
	3_ 6 zus. Tage Westbetrieb		
Maßnahmenpaket Tag 2020	1_ Opt. Abflugverfahren	-1,9%	-6,6%
	7_ Anflugleitwinkel 3,2 Grad auf NW Bahn		
	3_ 6 zus. Tage Westbetrieb		
Maßnahmenpaket Nacht Ist	1_ Opt. Abflugverfahren	-20,7%	-40,4%
	2_ Modifikation B737 Flotte		
	4_ Segmented RNAV (GPS) Approach		
	5_ DROps		
	3_ 6 zus. Tage Westbetrieb		

4.4. Unsicherheiten und Umsetzungsrisiken

Mit der Entwicklung dieses Pakets hat das Expertengremium in vielerlei Hinsicht Neuland betreten. Nicht jeder Aspekt, nicht jede Lärmauswirkung und nicht jede praktische Umsetzungsfrage kann im Vorhinein mit Sicherheit beurteilt werden. Außerdem brauchen die meisten Maßnahmen noch Genehmigungen der zuständigen Behörden. Daher sind auch genaue Zeitpläne mit Unsicherheiten versehen.

Es wird nach Einführung der Maßnahmen erforderlich sein, jeweils so gut wie möglich zu überprüfen, z. B. durch Messungen, ob die angenommenen Lärmminderungen auch tatsächlich eintreten. Unter Umständen sind je nach Ergebnis Maßnahmen auch neu zu justieren. Ein wichtiges Ziel ist es, die Maßnahmen, deren Erfolg sich wie angenommen bestätigt, in Zukunft noch zu optimieren und deren Anwendungszeiten zu erhöhen. Hierfür müssen jedoch zunächst Erfahrungen mit den neuen Verfahren gewonnen werden.

Eine wichtige Einschränkung ist zu betonen: Die verfügbaren Instrumente zur Berechnung oder Abschätzung von Lärm haben alle ihre Grenzen. Die Aufgabe, genau vorherzusagen wie hoch der Lärm ist und wie er sich verändert, ist so komplex, dass man immer mit Vereinfachungen arbeiten muss und für viele Fragen noch keine Eingangsdaten verfügbar sind. Das Lärmverhalten jedes einzelnen Flugzeugs hängt von so vielen Faktoren ab, die sich auch je nach geflogenem Verfahren noch unterschiedlich ausprägen (u. a. Art des Triebwerks, Gewicht, Winkel, Klappenstellung, Triebwerksleistung, Geschwindigkeit, Höhe, Wind), dass jede Vorhersage nur so genau sein kann, wie dies der heutige wissenschaftliche Stand und die Verfügbarkeit von Daten zulassen. Daher werden das Monitoring von Lärm, die Nutzung von verfügbaren neuen Berechnungsformen usw. in Zukunft einen wichtigen Raum einnehmen.





Foto | Claus Heuwinkel | DLR AT-TA | Bild einer Überflugmessung



5. Ausblick

Mittelfristiger Ausblick

Über das hier vorgeschlagene Paket hinaus sieht das Expertengremium eine Reihe von weiteren Ansatzpunkten und räumt ihnen mittelfristig nach weiterer Prüfung sehr gute Umsetzungschancen ein.

Durch Messungen, weitere Monitoring-Maßnahmen sowie Auswertungen jeweils neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse soll kontinuierlich geprüft werden, ob die Lärminderungen der Maßnahmen wie erwartet eintreten, ob keine negativen Auswirkungen für Sicherheit und Kapazität bestehen und ob weitere Optimierungsmöglichkeiten bestehen. Soweit dies positiv verläuft, ist die Ausdehnung bzw. weitere Optimierung von DROps, CDA und Segmented Approach in weitere Zeitbereiche angestrebt. Hinzu kommt beispielsweise die Schaffung von neuen Abflugstrecken auf Basis von Flächennavigation (vorbehaltlich rechtlicher Klärungen). Ferner besteht möglicherweise die Option, zukünftig auch Anflüge auf das Parallelbahnsystem mit 3,2 Grad durchführen zu können. Schließlich sind hier weitere Verbesserungen durch Nutzung lärmärmeren Fluggeräts zu nennen.

Maßnahmen an der Bestandsflotte der Lufthansa

Das DLR und die Lufthansa führten Überflugmessungen mit Flugzeugen aus der A320-Flotte sowie mit den Typen MD11 und Boeing 747 durch. Dabei konnten weitere Lärmquellen und potenzielle Maßnahmen zur Lärminderung identifiziert werden. Die Ergebnisse wurden den Herstellern zur weiteren Forschung und gegebenenfalls Entwicklung einer Nachrüstlösung zur Verfügung gestellt. Ob solche Nachrüstlösungen tatsächlich bis zur Umsetzungsreife entwickelt werden, ist derzeit noch offen. Weitere Forschungen werden gemeinsam mit dem DLR und Herstellern unternommen.

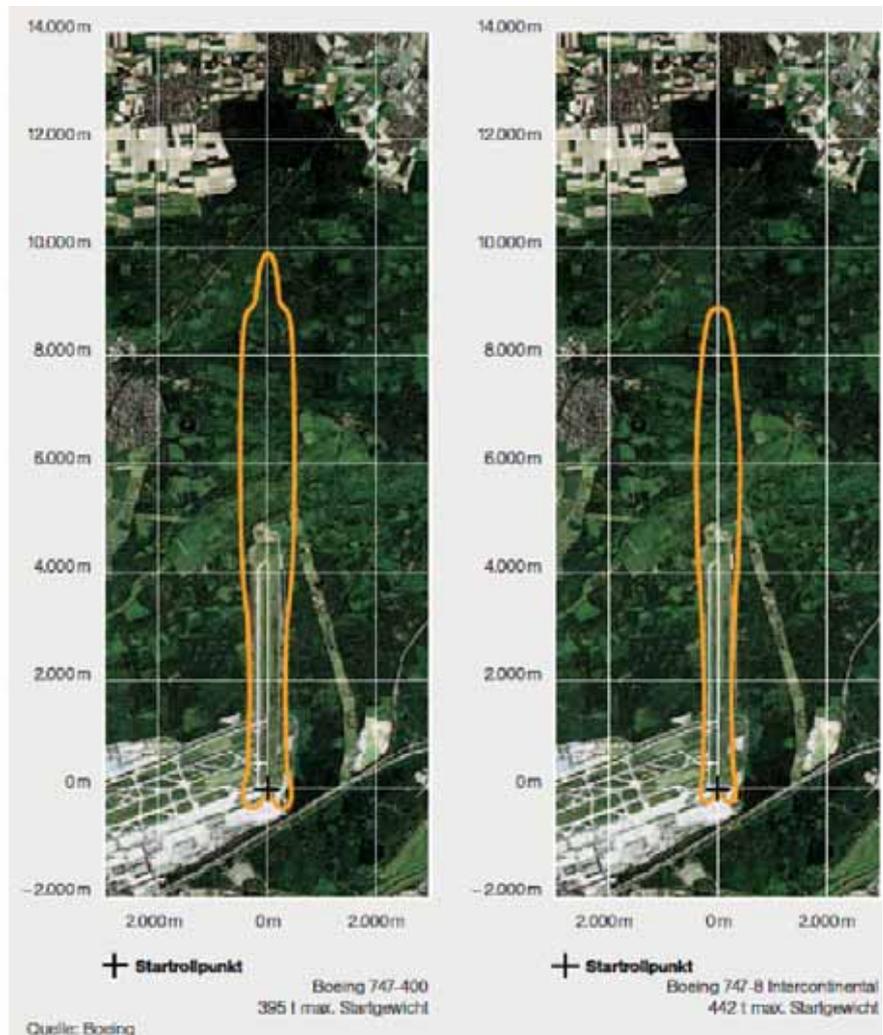
Lärmentlastung durch Flotten-Roll-Over bei der Lufthansa

Das größte Flottenerneuerungsprogramm der Firmengeschichte der Lufthansa mit einem Investitionsvolumen von rund 13 Milliarden Euro (Listenpreis) wird zwischen 2010 und 2016 voraussichtlich 146 neue Flugzeuge in den Konzern bringen. In der Langstreckenflotte werden mit dem Airbus A380 und der Boeing 747-8 neue Flugzeugmuster eingeführt werden, die erheblich geringere Lärmemissionen haben werden als ältere Langstreckenflugzeuge. Der Standort Frankfurt wird zum Heimatflughafen der A380-Flotte ausgebaut, und hier wird voraussichtlich auch die 747-8 stationiert. Im Sommer 2010 werden die ersten vier Maschinen der 15 von Lufthansa bestellten A380 in Dienst gestellt. Die Großraumflugzeuge sollen Herstellerangaben zufolge deutlich weniger Fluglärm verursachen als vergleichbare Bestandsmodelle. Nach den neuesten Herstellerangaben ist der A380 bei Start und Landung rund 5 EPNdB leiser als die B747-400. Ein Blick auf den Lärmteppich zeigt die deutliche Reduktion der Lärmkonturen im 85-dB(A)-Bereich (hier am Beispiel der B747-8). Diese Kontur reduziert sich bei den neuen Großraumflugzeugen gegenüber aktuellen Modellen um rund 30%.

Auch im Bereich der Kurz- und Mittelstrecke werden neue Flugzeugmuster mit neuen Technologien eingeführt. Die Embraer 190/195 hat ihren Dienst bereits aufgenommen, und von Bombardier, Mitsubishi und anderen Herstellern sind ebenfalls neue Flugzeugmuster auf dem Markt verfügbar, die mittelfristig voraussichtlich in Frankfurt eingesetzt werden. Dabei werden auch neue Technologien wie der Geared Turbofan eingesetzt, der zu deutlichen Lärminderungen führen wird.

Insgesamt werden die Milliardeninvestitionen der Lufthansa (und anderer Fluggesellschaften) zu einer deutlichen Reduzierung des Lärms pro Flugereignis und zu einer Entkoppelung der Lärmentwicklung vom Passagierwachstum führen. Die Entlastungspotenziale der Lufthansa-Flottenerneuerung sind in den Lärmprognosen im vorgelegten Bericht aber nicht abgebildet.

Abbildung 45 | Lärmkonturen am Beispiel der B747-8



Langfristiger Ausblick

In den letzten Jahren hat die Diskussion um die CO₂-Emissionen im Luftverkehr zunehmend Raum eingenommen. Der Emissionshandel im Luftverkehr ist, zumindest für den europäischen Raum, beschlossen. Daher hat sich in den letzten Jahren in der Diskussion um die Auswirkungen des Luftverkehrs auf die Umwelt neben dem Thema Fluglärm mit dem Thema Schadstoffemissionen ein zweiter inhaltlicher Schwerpunkt entwickelt.

Auch wenn in diesem Schwerpunkt das Ziel der Treibstoffersparnis im Vordergrund steht, bietet sich bei einer Reihe der damit in Verbindung stehenden Maßnahmen gleichzeitig die Chance, auch den Fluglärm zu verringern, da sie mit Reduktion der Triebwerksleistung verbunden sind.

Treibstoffsparende Verfahren mit Lärmreduktionspotenzial

| Optimized Profile Descend (OPD) in Los Angeles

Das OPD-Verfahren weist eine sehr hohe Ähnlichkeit mit dem CDA auf. Laut dem Flughafen Los Angeles (LAX) werden derzeit ca. 300 bis 400 Anflüge täglich nach dem OPD-Verfahren durchgeführt. Das Verfahren selbst beginnt in Höhen bis Flugfläche 180 (FL 180), das entspricht ca. 5400 m.

Der Lösungsansatz liegt in einer Art „Clusterbildung von Flugzeuggruppen auf Basis vergleichbarer Flugzeugleistungsparameter“ (Aircraft Performance), ergänzt um eingehende Detailanalysen. Nach vorliegenden Informationen konnte mit dem OPD-Verfahren der Zeitanteil für die Horizontalflugphase von durchschnittlich vier Minuten auf eine Minute reduziert werden. Die sich ergebende Treibstoffersparnis wird mit durchschnittlich 80 kg/Anflug beziffert. Der Zeitaufwand für die Entwicklung des Verfahrens bis zu seiner operativen Einführung lag bei sieben Jahren.

| Tailored Arrivals (Boeing Phantom Works)

Einen zum OPD ähnlichen Ansatz verfolgt Boeing Phantom Works mit dem Tailored Arrival. Auch wenn das Ziel dieses Verfahrens darin besteht, die Sequenz anfliegender Flugzeuge zu optimieren, bedeutet der Lösungsansatz nicht nur eine Treibstoffersparnis, sondern weist auch Potenzial zur Lärm-entlastung auf. Bisher müssen beim Anflug Umwege geflogen werden, um die optimale Sequenz und Anflugstaffelung zu erhalten. Diese Umwege sollen durch ein späteres Sinkprofil vermieden und so eine Optimierung erreicht werden. Das spätere Sinkprofil entspricht dem CDA-Ansatz „higher for longer“.

| Future Air Ground Integration (FAGI)

Für dieses Forschungsprojekt wurde am 2. Februar 2010 die Abschlusspräsentation beim DLR in Braunschweig durchgeführt, eine Fortsetzung ist in Planung. Vertreter der Fraport AG und der DFS aus dem Expertengremium Aktiver Schallschutz nahmen daran teil.

FAGI kombiniert die relativ späte Zusammenführung der lateralen Flugrouten mit einer zeitbasierten Separation auf den Anflugrouten. Es könnte damit unter Umständen ein Ansatz für die Ausweitung der CDA-Nutzung auch zu verkehrsstarken Zeiten sein. Wie bereits beschrieben, verringern verschiedene Luftfahrzeuge mit unterschiedlichen Sink- und Geschwindigkeitsprofilen letztlich die Luftraumkapazität, da die Staffelung dann nur mit größeren Abständen aufrechterhalten werden kann. Hier bietet das FAGI-Konzept möglicherweise einen geeigneten Lösungsansatz.

Autoren

Expertengremium Aktiver Schallschutz
des Forums Flughafen und Region Frankfurt
(Redaktionsteam: Michael Kraft, Stefan Mauel,
Jochen Schaab, Helmut Tolksdorf, Regine Barth)

Herausgeber

Forum Flughafen & Region / Gemeinnützige Umwelthaus GmbH
Eisenstraße 3 | 65428 Rüsselsheim
Tel.: +49 (0) 61 42 - 8 35 69 - 11 | Fax: - 19
www.umwelthaus.org

Grafische Umsetzung

3f design | Darmstadt | www.3fdesign.de

Fachliche Koordination

Öko-Institut e. V. | www.oeko.de

