



Bericht des Expertengremiums Aktiver Schallschutz

Das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz

am Frankfurter Flughafen

Autoren

Expertengremium Aktiver Schallschutz
des Forums Flughafen und Region Frankfurt

(Redaktionsteam: Anja Wollert, Olaf Glitsch, Jochen Schaab,
Sandra Paffe, Alexander Braun, Regine Barth,
Steffen Wendeberg, Abdullah Sert, Christoph Brunn)

Durchführung der Schallimmissionsberechnungen

Gemeinnützige Umwelthaus GmbH, Alexander Braun

Herausgeber

Forum Flughafen und Region / Gemeinnützige Umwelthaus GmbH
Gemeinnützige Umwelthaus GmbH
Rüsselsheimer Straße 100 | 65451 Kelsterbach
Tel.: +49 (0) 61 07 - 98 868 0
Fax: +49 (0) 61 07 - 98 868 - 19
www.umwelthaus.org

Redaktion und Gestaltung

Mann beißt Hund – Agentur für Kommunikation GmbH | Hamburg
www.mann-beisst-hund.de

Infografiken

Mann beißt Hund – Agentur für Kommunikation GmbH | Hamburg
www.mann-beisst-hund.de

Lekkerwerken GmbH | Wiesbaden
www.lekkerwerken.de

3f design | Darmstadt
www.3fdesign.de

Fachliche Koordination

Öko-Institut e. V. | www.oeko.de

Stand

Dezember 2017

Inhalt

3	Abkürzungsverzeichnis
4	Kapitel 1 — Vorwort
6	Kapitel 2 — Einführung
7	2.1 — Warum das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz nötig ist
8	2.2 — Wie das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz zustande kam
10	Kapitel 3 — Beschreibung des Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz
13	3.1 — Bestandteile des Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz
14	3.1.1 — Den Abstand zur Lärmquelle erhöhen
15	3.1.2 — Siedlungszentren umfliegen
17	3.1.3 — Spurtreue verbessern
18	3.1.4 — Technologische Lärminderung
19	3.1.5 — Rahmenbedingungen
21	3.2 — Zeitplan
22	Kapitel 4 — Lokale Konsultation bei lärmverlagernden Maßnahmen
26	Kapitel 5 — Ausblick
28	Anhang I — Überprüfung der Lärmeffekte ausgewählter Maßnahmen des Maßnahmenprogramms
29	Grundlagen der Lärmberechnungen des Forums Flughafen und Region (FFR)
33	Unsicherheiten bei Lärmberechnungen
34	Lärmberechnung für ausgewählte Maßnahmen des Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz
36	Berechnete Lärmwirkungen der ausgewählten Maßnahmen
36	Ergebnisse der Berechnungen: Tag-Ist (2015)
44	Ergebnisse der Berechnungen: Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge)
52	Ergebnisse der Berechnungen: Nacht-Ist (2015)
58	Ergebnisse der Berechnungen: Nacht-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge)
64	Anhang II — Glossar
68	Anhang III — Abbildungsverzeichnis
72	Anhang IV — Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
BAF	Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung
BR	Betriebsrichtung
dB	Dezibel
DES	Datenerfassungssystem
DFS	Deutsche Flugsicherung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
EEG-AWR	mit Hirnstrommessungen (EEG) nachweisbare Aufwachreaktion
ExpASS	Expertengremium Aktiver Schallschutz
FFI	Frankfurter Fluglärmindex
FFR	Forum Flughafen und Region
FLK	Fluglärmkommission
GBAS	Ground Based Augmentation System
HA	Highly Annoyed (hochbelästigte Personen)
HMWEVL	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung
ICAO	Internationale Zivilluftfahrtorganisation
ILS	Instrumentenlandesystem
LNAS	Low Noise Augmentation System
LuftVO	Luftverkehrsordnung
RF	Radius-to-Fix
RNAV	Area Navigation/Flächennavigation
RNP	Required Navigation Performance
SESAR	Single European Sky Air Traffic Management Research
UBA	Umweltbundesamt



travelview/Shutterstock

1 — Vorwort

Das Expertengremium Aktiver Schallschutz (ExpASS) innerhalb des Forums Flughafen und Region (FFR) hat den Auftrag, kontinuierlich Verbesserungen zum Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm zu erarbeiten. In einem konsensualen Prozess identifizieren Vertreter unterschiedlicher Interessen – Vertreter der Luftverkehrswirtschaft, Repräsentanten betroffener Kommunen, Wissenschaftler und unabhängige Experten – hierfür fortwährend Maßnahmen, um diese dann ergebnisoffen zu prüfen, zu bewerten und gegebenenfalls zur Umsetzung zu bringen. Dieser Prozess basiert auf dem gemeinsamen Grundverständnis, alle wirkungsvollen Maßnahmen zu nutzen, die die Bevölkerung vor Fluglärm schützen, ohne den Flugbetrieb und dessen Sicherheit sowie Kapazität zu beeinträchtigen.

Das bisher sichtbarste Ergebnis dieser Bemühungen war das „Erste Maßnahmenpaket“, veröffentlicht im Jahr 2010: Nach intensiven Arbeiten wurde ein Paket mit sieben Vorhaben des aktiven Schallschutzes vorgestellt, das von allen beteiligten Akteuren freiwillig und einvernehmlich getragen wurde. Auch an den Arbeiten zur „Allianz für Lärmschutz“ im Jahr 2012 sowie der Prüfung des Lärmpausenmodells mittels Lärmberechnungen im Jahr 2015 war das Expertengremium aktiv beteiligt. Gleichzeitig überwacht es die Umsetzung und Auswirkungen bestehender Maßnahmen.

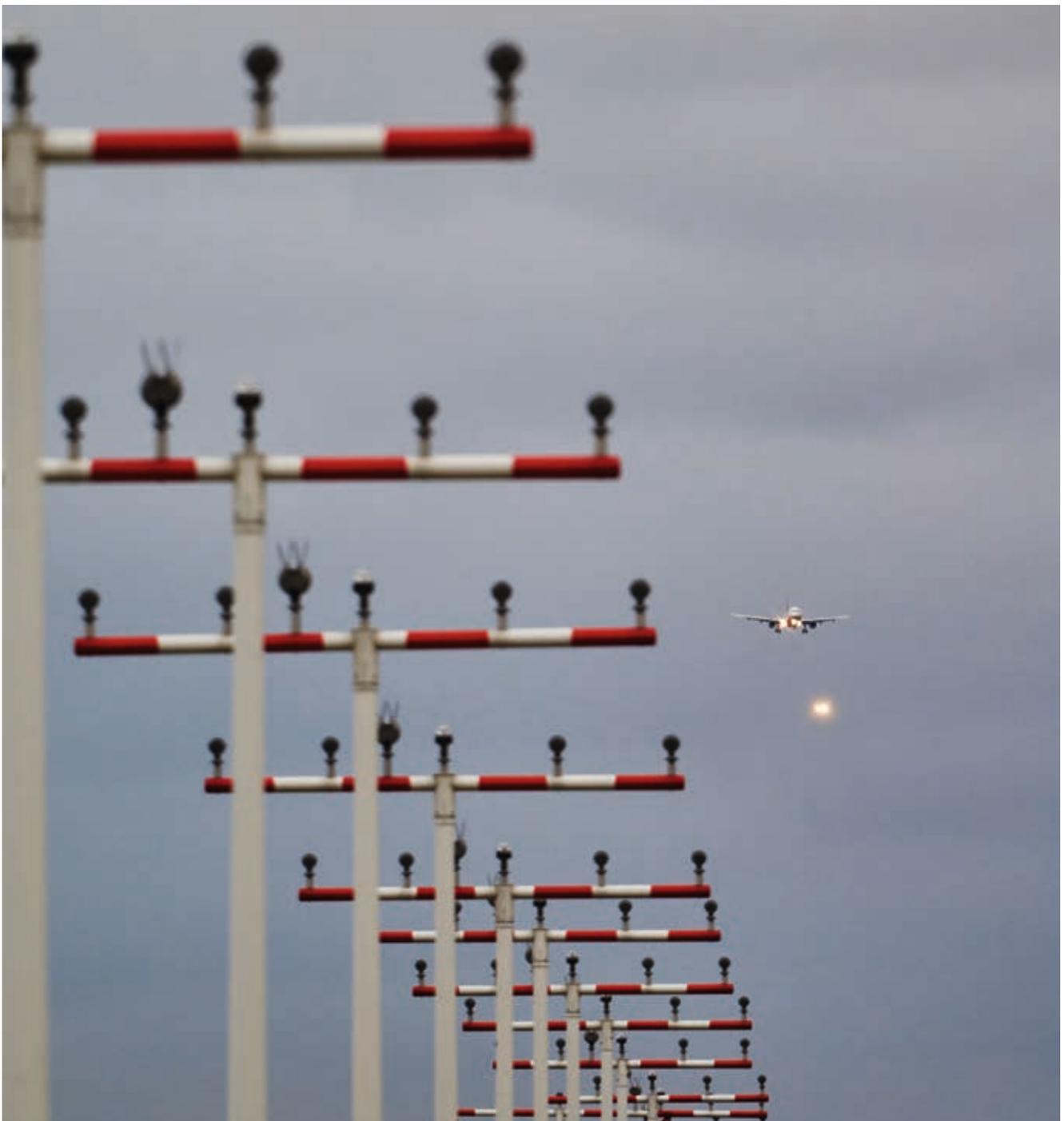
In Kontinuität zu seinen bisherigen Arbeiten hat das Expertengremium Aktiver Schallschutz in den letzten Jahren erneut intensiv an der Ausgestaltung eines Maßnahmenprogramms gearbeitet. Wir freuen uns und sind sehr stolz darauf, Ihnen am Ende dieses langen Prozesses nun das **Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz** vorlegen zu können. Es enthält sowohl kurz- und mittelfristig umsetzbare als auch langfristige Vorhaben und Forschungsprojekte sowie Aktivitäten, die auf rechtliche und politische Rahmenbedingungen des Flugbetriebs abzielen. Außerdem sollen lärmverlagernde Maßnahmen künftig in einem sogenannten lokalen Konsultationsverfahren mit den betroffenen Kommunen vor abschließender Beratung erörtert werden. Damit richtet sich unser Blick stärker als bisher in die Zukunft, und wir gehen noch einen Schritt weiter in Richtung größtmöglicher Transparenz.

Der vorliegende Bericht soll erläutern, wie das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz gestaltet ist und wie wir zu diesem Ergebnis gekommen sind.

Unser ausdrücklicher Dank gilt allen Mitgliedern des Expertengremiums, die in konstruktiver Weise und auf freiwilliger Basis daran gearbeitet haben, das vorliegende Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz zu gestalten. Die Arbeit des ExpASS wird mit diesem Programm ein gutes Stück vorangebracht!

Herzlichst, Ihr Andre Biestmann & Manfred Ockel

Vorsitzende des Expertengremiums
Aktiver Schallschutz im FFR



Entwicklungsknecht/iStockphoto

2 — Einführung

2.1 — Warum das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz nötig ist

Aktiver Schallschutz trägt dazu bei, Fluglärm nachhaltig zu verringern und Anwohner zu entlasten. Geeignete Maßnahmen entwickeln ist somit ein wichtiges, allerdings auch komplexes Vorhaben. Vor fast zehn Jahren haben sich deshalb die beteiligten Akteure am Standort Frankfurt entschlossen, im Rahmen des Forums Flughafen und Region (FFR) zu kooperieren und gemeinsam wirkungsvolle Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm zu entwickeln. Innerhalb des FFR arbeiten seitdem Fachleute und Vertreter der Fluggesellschaften, des Flughafensbetreibers und der Flugsicherung, der betroffenen Kommunen, der Landespolitik sowie unabhängige Wissenschaftler und Sachverständige fortwährend daran, weitere Möglichkeiten der Lärminderung zu identifizieren, zu prüfen und umzusetzen. Zusammen bilden sie seit dem Jahr 2008 das Expertengremium Aktiver Schallschutz (ExpASS), das zentrale Prüforgan des FFR zur Bewertung aktiver Schallschutzmaßnahmen. Alle Akteure arbeiten im ExpASS freiwillig und ohne gesetzliche Verpflichtung zusammen. Das trägt entscheidend dazu bei, dass die Arbeit des Expertengremiums auf einem offenen und konstruktiven Dialog aufbaut, in dem sich alle Beteiligten auf Augenhöhe austauschen und die unterschiedlichen Interessen gegeneinander abwägen können.

Um die Auswahl aktiver Schallschutzmaßnahmen als Ergebnis dieses Dialogs objektiv und für Außenstehende möglichst nachvollziehbar zu gestalten, hat sich das FFR gemeinsame Kriterien gegeben. Sie gewährleisten zum einen, dass die sichere, geordnete und flüssige Abwicklung des Flugverkehrs auch bei Umsetzung aktiver Schallschutzmaßnahmen gewährleistet bleibt. Andererseits legen die Kriterien Schwerpunkte und Ziele bezüglich der beabsichtigten Lärmentlastungen fest: So sollen vor allem die zur objektiven Bewertung der Lärmbelastungen geschaffenen Indizes (Frankfurter Fluglärmindex: bestehend aus dem Frankfurter Tagindex und dem Frankfurter Nachtindex, ↗ Glossar) möglichst substantiell sinken. Gleichzeitig soll es zu so wenigen Neubelastungen wie möglich kommen. Ein besonderer Fokus der Aktivitäten liegt dabei auf allen Gebieten, in denen sogenannte von Fluglärm Hochbetroffene (↗ Glossar) leben.

Bei der Entwicklung des neuen Programms hat das Expertengremium Maßnahmen unterschiedlicher Arten bzw. Kategorien bewertet und gegeneinander abgewogen. Kapitel 3 wird näher erläutern, welche verschiedenen Möglichkeiten zur Verfügung stehen, um die Lärmbelastung zu verringern. Darüber hinaus gehört zum Maßnahmenprogramm auch die langfristige Perspektive: Das Expertengremium hat nicht nur Maßnahmen geprüft, die kurz- oder mittelfristig den Lärm reduzieren können, sondern betrachtete auch langfristig umsetzbare Vorhaben. Unter anderem initiiert und begleitet es mehrere in die Zukunft weisende Forschungsprojekte. Das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz bündelt aus Sicht des Expertengremiums somit die wesentlichen momentan verfügbaren und umsetzbaren Schritte und stellt die Weichen für potenzielle künftige Aktivitäten und Entwicklun-

gen. Damit wird am Luftverkehrsstandort Frankfurt nach dem ersten Maßnahmenpaket und der Allianz für Lärmschutz ein weiterer Meilenstein in Sachen aktiver Schallschutz erreicht und die kontinuierliche Entwicklung des Themas sichergestellt.

Weitere Informationen im Internet

Der Kriterienkatalog Aktiver Schallschutz
www.aktiver-schallschutz.de/aktiver-schallschutz/von-der-idee-zur-massnahme/

Der Frankfurter Fluglärmindex
www.umwelthaus.org/fluglaerm/basiswissen/was-ist-der-frankfurter-fluglaermindex/

2.2 — Wie das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz zustande kam

Zum Selbstverständnis des Expertengremiums Aktiver Schallschutz (ExpASS) gehört eine offene Herangehensweise: Das Gremium schließt grundsätzlich keine Ideen zum Schallschutz von vornherein aus. Alle Maßnahmenvorschläge, die das ExpASS erhält oder selbst entwickelt, durchlaufen eine sorgfältige Prüfung – zunächst in Bezug auf die betrieblichen Aspekte Sicherheit und Kapazität. Der Grund für diese „Vorauswahl“: Die Erfüllung aller an den Flugbetrieb gestellten Sicherheitsanforderungen und die Bereitstellung der notwendigen und gerichtlich bestätigten Kapazität gehören zu den gemeinsam verabredeten Arbeitsgrundlagen des FFR. Anschließend untersucht das ExpASS eingehend die Lärmwirkungen ( [Glossar](#)) eines Vorhabens. Erst nach Abschluss aller Prüfschritte spricht das Expertengremium eine Empfehlung für oder gegen eine Maßnahme aus und legt sie dem Koordinierungsrat – dem Entscheidungsgremium des FFR – vor.

Um alle Ideen und Vorschläge effizient und zuverlässig zu prüfen, hat sich das Expertengremium in verschiedene Arbeitsgruppen gliedert:

- In der **AG Operative** arbeiten Vertreter unterschiedlicher Bereiche der Flugsicherung, Piloten verschiedener Airlines, Vertreter der Pilotenvereinigung Cockpit sowie unabhängige Experten und Repräsentanten der Landesregierung, der Fluglärmkommission und des Flughafensbetreibers Fraport zusammen. Gemeinsam bewerten sie die Auswirkungen möglicher Maßnahmen auf die Sicherheit, prüfen kapazitative Anforderungen und untersuchen, ob sich Maßnahmen fliegerisch und flugsicherungsbetrieblich umsetzen lassen.
- Die **AG Monitoring & Lärmberechnung** überprüft dann die Lärmwirkungen der umsetzbaren Maßnahmen. Dementsprechend setzt sich die Arbeitsgruppe in erster Linie aus Experten für Lärmberechnungen der verschiedenen beteiligten Akteure zusammen. Dazu gehören unter anderem das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Umwelt- und Nachbarschaftshaus, Fraport, die Deutsche Lufthansa, das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL), das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) sowie die Deutsche Flugsicherung (DFS). Ergänzend beteiligen sich auch Vertreter der übrigen im FFR beteiligten Akteure.

→ Die **AG Perspektive** beschäftigt sich mit langfristigen Maßnahmen – häufig in Form von Forschungsprojekten – und die **AG Rahmenbedingungen** mit Maßnahmen, die auf eine Verbesserung der rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen des Flugbetriebs abzielen. Ein Beispiel hierfür ist etwa die Veränderung der rechtlichen Rahmenbedingungen, um die Umsetzung bestimmter aktiver Schallschutzmaßnahmen zu ermöglichen.

Ein solcher Prüfprozess benötigt Zeit. Zum einen sollen an jedem Prüfschritt möglichst alle im FFR vertretenen Akteure beteiligt sein, weil nur so eine einvernehmliche Entscheidungsfindung möglich ist. Zum anderen sind auch die einzelnen Prozessschritte sehr zeitintensiv – etwa die Konstruktion neuer bzw. veränderter Anflugverfahren oder die Lärmberechnungen.

Abbildung 1
Der Prüfprozess des Expertengremiums Aktiver Schallschutz

Schritt 1	Prüfung & Priorisierung aller Maßnahmenvorschläge
Schritt 2	Prüfung, ob Maßnahmenvorschläge in den Aufgabenbereich des ExpASS fallen
Schritt 3	Prüfung, ob Maßnahmenvorschläge bereits beurteilt wurden
Schritt 4	Bewertung von Sicherheit & Kapazität im Flugbetrieb
Schritt 5	Lärmbewertung der Maßnahmenvorschläge

Die konkrete Planung des Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz umfasste folgende Schritte:

- Systematische Prüfung und Priorisierung aller vorliegenden Maßnahmenvorschläge.
- Prüfung, ob Vorschläge in den Aufgabenbereich des ExpASS fallen. Hierzu gehören ausschließlich Maßnahmen des aktiven Schallschutzes, die auf gemeinsamer, freiwilliger Basis erarbeitet und beschlossen werden können.
- Prüfung, ob Vorschläge bereits früher beurteilt wurden und ob sich an dieser Bewertung etwas geändert hat.
- Bewertung hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf die Sicherheit und Kapazität im Flugbetrieb sowie die fliegerische Machbarkeit.
- Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer erwarteten Lärmwirkung.

Nach Abschluss dieser Prüfungen hat das ExpASS einige Maßnahmen abgelehnt. Die übrigen Vorhaben hat das Expertengremium entsprechend ihrer Priorisierung weiterentwickelt und, sofern nötig, erneut angepasst und geprüft.

Eine Betrachtung der Lärmwirkungen mithilfe von Lärmberechnungen ist allerdings nur für einzelne im Programm enthaltene Maßnahmen möglich. So lassen sich etwa die Effekte nicht abschätzen, wenn Maßnahmen darauf abzielen, die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen zu verändern. Maßnahmen, deren Umsetzung noch nicht abschließend geprüft ist, wurden ebenfalls nicht in die Berechnungen einbezogen. So möchte das ExpASS vermeiden, möglicherweise ungerechtfertigte Erwartungen zu wecken. Auch bei den in die Berechnungen einbezogenen Maßnahmen zeigen sich – aufgrund der zum Teil deutlich begrenzten zeitlichen oder technischen Anwendbarkeit – letztlich nur in drei Fällen tatsächlich rechnerische Auswirkungen. Das genaue Vorgehen und die Ergebnisse der Lärmberechnung sind im Anhang dieses Berichts dargestellt.

Auf Basis des hier beschriebenen Prüfprozesses wurden letztlich die im Folgenden beschriebenen Vorschläge für das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz ausgewählt.

📄 Weitere Informationen im Internet

Abgelehnte Maßnahmen im Überblick
www.aktiver-schallschutz.de/abgelehnte-massnahmen



3 — Beschreibung des Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz

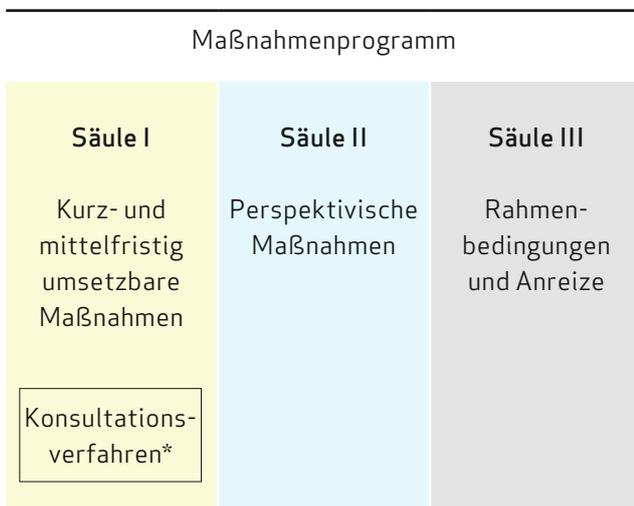
Mit dem vorliegenden Programm führt das Expertengremium Aktiver Schallschutz seine Arbeit fort. Dies ist einerseits ein Zeichen des kontinuierlichen Bemühens, verfügbare Schallschutzmaßnahmen konsequent zu nutzen. Gleichzeitig richtet das Gremium seine Arbeit damit auch neu aus, um der Entwicklung der zurückliegenden Jahre Rechnung zu tragen. In der Vergangenheit hat das ExpASS insbesondere solche Maßnahmen eingeführt, die sich schnell umsetzen ließen.

Zukünftig möchte das Gremium den Blick stärker als zuvor auf mittel- oder sogar langfristig umsetzbare Maßnahmen richten, technologische Entwicklungen stärker vorantreiben sowie rechtliche und politische Rahmenbedingungen beeinflussen.

Neben den rein operativen kurz- bzw. mittelfristig umsetzbaren Vorhaben (Säule I: Neueinführung kurz- und mittelfristiger Maßnahmen) setzt das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz deshalb neue Schwerpunkte. Dazu wurden auch langfristige Maßnahmen (Säule II: Erforschung und Entwicklung perspektivischer Maßnahmen) sowie die Gestaltung und Änderung der rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen (Säule III: Rahmenbedingungen & Anreize) in das Programm aufgenommen.

Unter perspektivischen Maßnahmen versteht das Expertengremium etwa längerfristige Prüfaufträge sowie die Initiierung und Beteiligung an Forschungsprojekten zur Verringerung von Fluglärm. Diese Vorhaben lenken den Blick auf die Zukunft des aktiven Schallschutzes und berücksichtigen den dynamischen Charakter sowie die künftige Entwicklung des Luftverkehrs. Es ist bereits heute ersichtlich, dass nach 2020 zunehmend neue technologische Möglichkeiten zur Verfügung stehen werden – damit werden sich auch ganz neue Ansätze ergeben, um Fluglärm zu verringern. Mit den im Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz beschlossenen Prüfaufträgen und Forschungsprojekten trägt das ExpASS diesen neuen Entwicklungen bereits heute Rechnung.

Abbildung 2
Die Säulen des Maßnahmenprogramms im Überblick



*bei lärmverlagernden Maßnahmen

Viele leicht umsetzbare operative Ideen, um Fluglärm zu reduzieren, hat das ExpASS in der Vergangenheit bereits realisiert – das Potenzial dieser Art von Maßnahmen ist bereits größtenteils ausgeschöpft. Zukünftige Maßnahmen werden deshalb deutlich komplexer sein. Aus diesem Grund widmet sich das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz erstmals auch den Rahmenbedingungen dieser Vorhaben. Vorschläge für Gesetzesänderungen und die Schaffung von Anreizsystemen zur Fluglärmreduktion, unter anderem für Fluglinien, sollen dazu beitragen, weitere aktive Schallschutzmaßnahmen zu entwickeln und umzusetzen.

Der unmittelbare Effekt eines solchen langfristig ausgerichteten Maßnahmenprogramms auf die Lärmbelastung in der Region fällt naturgemäß geringer aus als bei der Realisierung einer Vielzahl kurzfristig umsetzbarer Maßnahmen – Letztere können ihre Wirkung ja sofort entfalten. Dies verdeutlicht, warum nicht alle der nachfolgend benannten Vorhaben in die Lärmberechnung eingeflossen sind.

Dennoch ist der Beitrag des Programms zum aktiven Schallschutz nicht zu unterschätzen. Indem das Expertengremium explizit Potenzial zur Lärminderung benennt und konsequent seine Erschließung vorantreibt, stellt es frühzeitig die Weichen für Schallschutzmaßnahmen, die andernfalls gar nicht oder nur deutlich später umsetzbar wären.

Trotz der eher langfristigen Ausrichtung des Programms sind einige neue Maßnahmen bereits jetzt umgesetzt – so etwa steilere Anflüge (GBAS 3,2°) auf alle Landebahnen seit März 2017. Andere folgen aber erst 2019 oder bedürfen in den kommenden Jahren weiterer Forschung bzw. Prüfung. Die Arbeiten des Expertengremiums am Maßnahmenprogramm sind also zum Zeitpunkt seiner Veröffentlichung keinesfalls abgeschlossen. Im Gegenteil: Seine Umsetzung wird das Expertengremium in den nächsten Jahren kontinuierlich begleiten.

Neben der Entwicklung neuer Maßnahmen hat das Expertengremium auch noch einmal die bereits umgesetzten Ideen betrachtet und dadurch Erkenntnisse für deren Fortentwicklung gewonnen. So etwa im Fall des segmentierten Anflugs („Segmented Approach“): Aus verschiedenen Gründen war es bislang nicht möglich, Flugzeuge zur Nutzung dieser lärmintensiven Flugrouten zu verpflichten – unter anderem konnten nicht alle Flugzeuge dieses Verfahren fliegen. Daraus resultierte eine aus Sicht des Expertengremiums zu geringe Anwendungsquote, die den Wirkungsgrad der Maßnahme deutlich reduzierte. Das nun vorliegende Maßnahmenprogramm greift deshalb den segmentierten Anflug wieder auf – in einer veränderten Form, die dann verpflichtend eingeführt werden könnte.

Auf den folgenden Seiten werden alle im Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz enthaltenen Vorhaben ausführlich erläutert. Im Anhang sind die Ergebnisse der Lärmberechnungen zusammengestellt – für alle Maßnahmen, die eine Berechnung zum aktuellen Zeitpunkt zulassen.

3.1 — Bestandteile des Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz

Insgesamt besteht das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz aus 17 Vorschlägen, die sich auf die drei oben dargestellten Säulen aufteilen. Thematisch lassen sie sich nach der Art und Weise ordnen, wie sie die Lärmbelastung verringern (in Klammern jeweils die Zugehörigkeit zur entsprechenden Säule):

- **Den Abstand zur Lärmquelle erhöhen:** Gebiete werden höher überflogen.
- **Siedlungszentren umfliegen:** An- und Abflugrouten werden in weniger dicht besiedelte Gebiete verlegt. Dadurch gibt es weniger Betroffene.
- **Spurtreue verbessern:** Indem Flugzeuge besser die Spur halten, verringert sich die Größe des überflogenen Gebiets.
- **Technologische Lärminderung:** Technologische Neuerungen minimieren Geräusche, die am Flugzeug entstehen.
- **Rahmenbedingungen:** Vorhaben, die durch die Gestaltung und Änderung der rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen indirekt eine Verringerung von Fluglärm fördern.

Im Folgenden werden alle neuen 17 Maßnahmen kurz beschrieben.

Abbildung 3

Die Maßnahmen des Programms und ihre Wirkungsart

Den Abstand zur Lärmquelle erhöhen	GBAS 3,2° auf alle Landebahnen (I) GBAS unabhängiger Betrieb (I) Prüfauftrag Anhebung der Zwischenanflughöhen bei GBAS-basierten Anflügen (II)
Siedlungszentren umfliegen	Laterale Optimierung AMTIX kurz (I) Entlastung 07 Nord lang (I) Segmented Approach ILS & zeitliche Ausdehnung (22–0 Uhr) (I) Prüfauftrag Segmented Approach RNP-to-xLS (II) Forschung Segmented Approach Independent Parallel (II)
Spurtreue verbessern	Übergang zu RNP1-Standardverfahren mit RF-Funktionalität in FRA vor 2024 (III) Erhöhung Spurtreue Südumfliegung (I) Erhöhung Spurtreue 07 Süd lang (I)
Technologische Lärminderung	Prüfauftrag Low Noise Augmentation System (LNAS) (II)
Rahmenbedingungen	Kontinuierliches Monitoring Fluglärmreduktionsforschung (II) Untersuchung Startverfahren (II) Vereinfachte Rechtsgrundlage für flugsicherungsbezogene Maßnahmen im Probetrieb (III) Bundesprogramm Luftverkehr bzgl. Förderprogramme, Forschungsförderung und Incentivierungsmöglichkeiten (III) Koordination aktiver Schallschutz auf Bundesebene (III)

3.1.1 — Den Abstand zur Lärmquelle erhöhen

> GBAS 3,2° auf alle Landebahnen

Eine Anhebung des Gleitwinkels von den üblichen 3,0 auf 3,2 Grad vergrößert die Flughöhe im Endanflug. Flugzeuge würden also höher als bisher über die Gemeinden hinwegfliegen, die unterhalb des Endanfluges liegen – das reduziert den Lärm am Boden. Seit März 2017 sind 3,2°-Anflüge mittels GBAS („Ground Based Augmentation System“) auch auf die Altbahnen und somit nun auf alle Landebahnen möglich, allerdings vorerst nur im abhängigen Betrieb. Auch ist aktuell nur ein begrenzter Anteil (etwa sechs Prozent) der am Flughafen Frankfurt landenden Flugzeuge dafür ausgerüstet, die GBAS-Technologie zu nutzen. Perspektivisch wird sich dieser Anteil erhöhen.

> GBAS unabhängiger Betrieb

GBAS ist bislang ausschließlich für den abhängigen Anflugbetrieb zugelassen. Dadurch beschränkt sich die Umsetzung GBAS-basierter Maßnahmen – wie die oben beschriebene Maßnahme „GBAS 3,2° auf alle Landebahnen“ – aktuell auf Zeiträume des abhängigen Betriebs. Da der Anteil des abhängigen Betriebs am Standort Frankfurt heute nur maximal 20 Prozent der Betriebszeiten insgesamt beträgt und mit steigendem Flugverkehr weiter sinken wird, ist die Zulassung von GBAS für den unabhängigen Betrieb eine wesentliche Voraussetzung, um GBAS-basierte Maßnahmen breiter anwenden zu können.

Die Deutsche Flugsicherung (DFS) setzt sich deshalb im Auftrag des FFR dafür ein, dass GBAS auf Ebene der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) möglichst schnell für den unabhängigen Betrieb zugelassen wird. Sobald eine entsprechende Empfehlung der ICAO vorliegt, soll GBAS auch im unabhängigen Betrieb am Standort Frankfurt zum Einsatz kommen. Die entsprechende Regelung der ICAO ist für Ende 2018 geplant.

> Prüfauftrag über die Anhebung der Zwischenanflughöhen bei GBAS-basierten Anflügen

Als eine weitere GBAS-basierte Maßnahme ist geplant, die Höhen der sogenannten Zwischenanflüge im unabhängigen Betrieb auf bis zu 6.000 Fuß im Süden und bis zu 7.000 Fuß im Norden heraufzusetzen. Diese Anhebung war bereits 2012 in der Allianz für Lärmschutz vorgesehen. Dafür ist es nötig, weiter vom Flughafen weg als bisher mit dem Endanflug zu beginnen. Um dies „zu erreichen, war ursprünglich eine Erhöhung der Reichweite des Instrumentenlandesystems (ILS) geplant. Die Prüfung dieses Lösungsvorschlags ergab jedoch, dass dies technisch nicht möglich ist, da unter anderem das Signal des ILS in dieser Entfernung vom Flughafen nicht die Qualität für eine Zulassung des Verfahrens besitzt.

Entsprechend überdachte das ExpASS diese Maßnahme und schlägt nun eine neue Variante vor: Um die gewünschte Verlängerung des Gleitweges zu ermöglichen, soll anstelle des ILS-Systems GBAS-Technologie genutzt werden – auch wenn, wie bereits ausgeführt, aktuell nur ein begrenzter Anteil der am Flughafen Frankfurt landenden Flugzeuge damit ausgerüstet ist. Da außerdem auch die Reichweite von GBAS per Zulassung begrenzt ist, prüft das ExpASS momentan eine Ausweitung der zugelassenen GBAS-Reichweite. Technisch wäre dies grundsätzlich möglich. Zwingende Voraussetzung für die Umsetzung dieser Maßnahme wäre zudem, dass GBAS eine Zulassung für den unabhängigen Betrieb erhält. Dies ist erst Ende 2018 zu erwarten. Eine Umsetzung kommt somit nicht vor 2019 in Betracht.

3.1.2 — Siedlungszentren umfliegen

› Laterale Optimierung AMTIX kurz

Ziel dieser Maßnahme ist es, sehr dicht besiedelte Gebiete des Darmstädter Nordens durch eine Veränderung der Abflugroute AMTIX kurz (AMTIX S) zu entlasten. Hierfür sollen die Abflüge von der Startbahn West über die bestehende, kurze AMTIX-Abflugroute nördlich an der Darmstädter Kernstadt vorbeigeführt werden – und nicht wie heute über diese hinweg. Später sollen Flugzeuge wieder auf die ursprüngliche Route zurückschwenken. Abfliegende Flugzeuge würden dadurch einer Kurve zwischen Darmstadt-Wixhausen und Erzhausen folgen.

Aufgrund ihres lärmverlagernden Charakters wird diese Maßnahme im Rahmen der lokalen Konsultation gemeinsam mit den be- und entlasteten Kommunen erörtert (nähere Angaben hierzu finden sich in Kapitel 4).

› Entlastung 07 Nord lang

Die ursprüngliche Maßnahme wurde bereits 2012 als Vorschlag „07 Nord ultralang“ der Allianz für Lärmschutz eingebracht. Sie sah vor, eine neue Abflugstrecke östlich der bestehenden Route 07 Nord lang (MARUN/TOBAK/BIBTI D) einzuführen, um eine begrenzte Anzahl von Abflügen östlich an Frankfurt vorbeizuführen. Das sollte bei Betriebsrichtung 07 (Ostbetrieb) die Fluglärmbelastung über Frankfurt durch startende Flugzeuge reduzieren.

Die operative Prüfung ergab jedoch, dass die Maßnahme in dieser Form nicht umsetzbar ist, weil sie unverhältnismäßige Umwege in niedrigen Höhen verursachen würde. Deshalb hat das Expertengremium Aktiver Schallschutz den ursprünglichen Vorschlag zur neuen Maßnahme „Entlastung 07 Nord lang“ weiterentwickelt.

Ziel der neuen Variante ist es, bei Betriebsrichtung 07 bis zu 20 Großraumflugzeuge pro Tag mit Flugzielen im Osten von der Abflugstrecke 07 Nord lang (MARUN/TOBAK/BIBTI D) auf die bereits bestehende Abflugstrecke 07 Ost (SULUS D) zu verlagern. Eine Verlagerung von mehr als 20 Flugzeugen ist aktuell nicht möglich, da die SULUS-Abflugstrecke eine der bei Ostbetrieb am stärksten genutzten Strecken ist. Daher wurden bewusst besonders laute Großraumflugzeuge für die Verlagerung ausgewählt.

Aufgrund ihres lärmverlagernden Charakters erhalten Vertreter und Anwohner der be- und entlasteten Gemeinden die Möglichkeit, diese Maßnahme im Rahmen der lokalen Konsultation gemeinsam zu diskutieren.

› Segmented Approach ILS & zeitliche Ausdehnung (22–0 Uhr)

Beim sogenannten Segmented Approach nutzen Flugzeuge spezielle Anflugrouten, um Siedlungsschwerpunkte zu umfliegen – in diesem Fall Offenbach und Mainz. Auf diese Weise sinkt die Anzahl der betroffenen Anwohner. Die Flugzeuge werden zunächst südlich der Anfluggrundlinie geführt und schwenken erst später auf sie ein.

Bisher steht dieses Anflugverfahren aber nur in der Nacht von 23 bis 0 Uhr – und damit nur bei verspäteten Flügen – und mithilfe von GPS (RNAV) zur Wahl. In diesem Zeitfenster finden ohnehin wenige Flüge statt, und von diesen nutzen zum Teil deutlich weniger als 50 Prozent das Anflugverfahren „Segmented Approach GPS (RNAV)“. Durch die Schaffung einer ILS-basierten Lösung, die sich auf konventionelle Navigation stützt und somit allen Flugzeugen zur Verfügung stünde, soll die Nutzung des Segmented Approach verpflichtend vorgeschrieben und somit auf nahezu 100 Prozent

erhöht werden. Eine Nichtnutzung erfolgt dann nur noch im Ausnahmefall, etwa aus Sicherheitsgründen oder bei besonderen Wetterlagen.

Ist die Maßnahme erst für alle Flugzeuge verbindlich, lässt sie sich am Abend auch um eine Stunde ausdehnen: auf ein Zeitfenster von 22 bis 0 Uhr. In der Stunde zwischen 22 und 23 Uhr landen derzeit noch relativ wenige Flugzeuge in Frankfurt.

Grundsätzlich stellt die Kapazität beim Segmented Approach allerdings einen limitierenden Faktor dar: Die Nutzung des Verfahrens ist, auch beim Segmented Approach ILS, ausschließlich im abhängigen Betrieb möglich. Bei der heute vorliegenden Zahl der Anflüge ist der Segmented Approach ILS in der abendlichen Nachtrandstunde zwischen 22 und 23 Uhr häufig anwendbar. Eine morgendliche Ausweitung auf den Zeitraum von 5 bis 6 Uhr ist hingegen bereits heute nicht möglich, weil in dieser Stunde zu viel Betrieb am Flughafen herrscht. Perspektivisch kann es bei steigender Zahl der Anflüge allerdings dazu kommen, dass der Segmented Approach auch in der Stunde zwischen 22 und 23 Uhr nicht mehr ohne betriebliche oder kapazitative Einschränkungen möglich ist und die Umsetzung abgebrochen werden muss. Wann genau dieser Punkt erreicht wird, ist aber unklar. Im Probebetrieb soll die Umsetzbarkeit der Maßnahme daher getestet werden. Sollte es zu einem Abbruch der zeitlichen Ausdehnung kommen, ist es Aufgabe des Expertengremiums Aktiver Schallschutz, mögliche Lösungen zu erörtern und eine weitere Anwendung des Segmented Approach zwischen 23 und 0 Uhr sicherzustellen. Um herauszufinden, ob es eine Möglichkeit gibt, den Segmented Approach auch in Zeiten mit höherem Verkehrsaufkommen zu nutzen, hat das Expertengremium bereits das Vorhaben „Forschungsprojekt Segmented Approach Independent Parallel“ ins Maßnahmenprogramm aufgenommen.

Der Verlauf des neuen, ILS-basierten Segmented Approach weicht vom bisherigen Verlauf ab. Außerdem ist er aus Lärmschutzsicht nicht ganz so vorteilhaft wie der Segmented Approach mit GPS-Unterstützung (RNAV). – Bei der Konstruktion entsprechender Anflugstrecken muss das ExpASS Planungsvorgaben berücksichtigen, die ein weiteres Umfliegen von Offenbach verhindern. Dennoch würde der ILS-basierte Segmented Approach deutlich weniger Menschen mit Lärm belasten als die konventionelle Führung der Anflüge. Eine kombinierte Nutzung beider Formen des Segmented Approach ist flugsicherungstechnisch nicht möglich.

Aufgrund ihres lärmverlagernden Charakters wird diese Maßnahme im Rahmen der lokalen Konsultation gemeinsam mit den betroffenen Kommunen erörtert.

► Prüfauftrag Segmented Approach RNP-to-xLS

Perspektivisch erwägt das ExpASS die Umsetzung des Segmented Approach mittels sogenannter leistungs-basierter Navigation („Required Navigation Performance“ bzw. RNP-to-xLS). Ein solches Verfahren würde den dann bestehenden Segmented Approach ersetzen.

Bei diesem neuen Verfahren folgen die Flugzeuge einem festgelegten Pfad, der sie unter anderem mit speziellen Kurvenflügen („Radius to Fix“ bzw. RF-Legs) auf den Endanflug führt. RF-Legs ermöglichen eine höhere Spurtreue im Kurvenflug. Flugzeuge könnten also mit höherer Spurtreue navigieren, in der Folge würde sich das von Fluglärm betroffene Gebiet verkleinern.

Die grundsätzliche betriebliche und fliegerische Machbarkeit dieses Ansatzes ist bereits wissenschaftlich bestätigt: Das Flugverfahren wurde im Rahmen der europäischen Forschungsinitiative SESAR (Single European Sky Air Traffic Management Research) geprüft. Noch können aber nicht alle Flugzeuge das Verfahren nutzen.

› Forschungsprojekt Segmented Approach Independent Parallel

Bei allen segmentierten Anflügen („Segmented Approach“) müssen die ankommenden Flugzeuge größere Sicherheitsabstände einhalten. Deshalb kann das Verfahren nur in Zeiten sehr geringer Anflughachfrage zum Einsatz kommen – bislang ausschließlich zwischen 23 und 0 Uhr. Selbst die im Maßnahmenprogramm vorgesehene zeitliche Ausdehnung würde höchstens eine weitere Stunde umfassen (Anwendung dann von 22 bis 0 Uhr). Daher beschäftigt sich das ExpASS auch mit der Frage, wie man den segmentierten Anflug in Zeiten mit mehr Betrieb nutzen könnte.

Der Segmented Approach Independent Parallel sieht genau diese Nutzung im unabhängigen parallelen Landebahnbetrieb vor. Dann könnten ein gerader und ein segmentierter Anflug zur gleichen Zeit durchgeführt werden. Mit diesem Verfahren wäre somit eine Anwendung auch bei hohen Verkehrslasten möglich. Die Anwendung könnte also perspektivisch über verkehrsarme Zeiten hinaus ausgedehnt werden.

Aktuell untersucht das DLR-UNH-Patenschaftsprojekt zur Entwicklung und Analyse unabhängiger und lateral segmentierter Parallelanflugverfahren, ob es flugsicherheitsbetrieblich machbar wäre, den Segmented Approach Independent Parallel umzusetzen. Da es sich hierbei um ein Forschungsprojekt handelt, ist eine etwaige Umsetzung zeitlich noch nicht absehbar.

3.1.3 — Spurtreue verbessern

› Übergang zu RNP1-Standardverfahren mit RF-Funktionalität in FRA vor 2024

Mithilfe des Präzisionsflugverfahrens RNP1 in Verbindung mit einem RF-Leg, also einem genau festgelegten Kurvenradius, ist es möglich, eine höhere Spurtreue und größere Bündelung im Kurvenflug zu erreichen. Dadurch können Flugzeuge die vorgesehenen Routen genauer einhalten. In den meisten Fällen wird versucht, die konventionelle Strecke 1:1 mit einem RNP1-Verfahren abzubilden. Das würde keine Lärmverlagerungen verursachen, aber die Spurtreue der Flüge verbessern. Gerade die Optimierung von Routen aus Lärmschutzgründen kann dazu beitragen, dass weniger Menschen von Fluglärm betroffen sind.

Das Expertengremium Aktiver Schallschutz setzt sich deshalb dafür ein, dass der Flughafen Frankfurt vorzeitig auf RNP1-Verfahren umstellt. Mit einer Einführung von RNP1-Abflugstrecken deutlich vor 2024 – dem von der Europäischen Union vorgeschriebenen Zeitpunkt – wäre Frankfurt einmal mehr Vorreiter im aktiven Schallschutz. Es ließen sich dann bereits früher flexiblere und potenziell lärmärmere RNP1/ RF-Leg-Verfahren umsetzen.

Wie im Folgenden dargestellt, ist die Umsetzung unter anderem für zwei Abflugstrecken bereits konkret geplant bzw. umgesetzt. Darüber hinaus will das ExpASS die Umsetzung weiterer RNP1/ RF-Leg-Verfahren prüfen.

› Erhöhung Spurtreue Südumfliegung

Aktuell weichen Flugzeuge des Typs Boeing 747-8 südlich von Trebur und im Bereich von Mainz zum Teil erheblich von ihrem vorgeschriebenen Kurs ab. Das soll mithilfe des Flugverfahrens-Standards RNP1 in Verbindung mit einem RF-Leg reduziert bzw. ganz vermie-

den werden. Um eine möglichst hohe Nutzungsquote zu erreichen, wird das Flugverfahren für alle entsprechend ausgerüsteten Luftfahrzeuge verpflichtend sein. Bezogen auf die regionale Gesamtbelastung ist die Auswirkung gering, allerdings kann punktuell durch die Vermeidung von direkten Überflügen zum Beispiel in Trebur eine Lärmentlastung erfolgen.

› Erhöhung Spurtreue 07 Süd lang

Auf der Abflugroute 07 Süd lang (ANEKI) soll ebenfalls mittels RNP1 in Verbindung mit einem RF-Leg die Spurtreue optimiert werden. Hierdurch möchte das Expertengremium insbesondere erreichen, dass weniger Flugzeuge in Richtung Osten überschießen, zum Beispiel in der Nähe von Heusenstamm.

Um dieses Ziel zu erreichen, hat das ExpASS versucht, die bisherige Abflugroute so gut wie möglich für die RNP1-Navigation nachzubilden. Weil die Erstellung solcher Abflugrouten aber bestimmten Einschränkungen unterliegt, kommt es im Bereich von Dietzenbach dennoch zu kleineren Veränderungen des Flugverlaufs.

Insgesamt sind nur wenige Flugzeuge auf der betroffenen Abflugstrecke unterwegs, deshalb fällt auch der Effekt der Maßnahme eher gering aus. Die Nutzung der Route beschränkt sich, bis auf wenige Ausnahmen, auf Zeiten bei Betriebsrichtung Ost (BR 07), in denen zusätzlich die Startbahn West nicht zur Verfügung steht.

3.1.4 — Technologische Lärminderung

› Prüfauftrag Low Noise Augmentation System (LNAS)

Ziel des Assistenzsystems LNAS („Low Noise Augmentation System“) ist es, Piloten dabei zu unterstützen, das optimale Energieprofil einzuhalten. Das Assistenzsystem zeigt den besten Zeitpunkt zum Abbau überschüssiger Energie an und unterstützt den Piloten in Echtzeit, die Landeklappen möglichst günstig zu setzen und das Fahrwerk optimal auszufahren. Das kann helfen, vermeidbaren Lärm zu verringern.

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat bereits im September 2016 erste Testflüge mit dem LNAS am Standort Frankfurt durchgeführt. Als nächster Schritt ist der Einbau des Systems in Flugzeuge der A320-Familie der Lufthansa geplant, um es bei Anflügen in Frankfurt weiter zu erproben.

3.1.5 — Rahmenbedingungen

› Kontinuierliches Monitoring Fluglärmreduktionsforschung

Der aktive Schallschutz und somit auch die Arbeiten des Forums Flughafen und Region (FFR) profitieren nicht zuletzt von technischen Fortschritten. Dies ist an den stetigen Entwicklungen und vor allem auch an den im Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz vorgesehenen Forschungsprojekten zu erkennen. In vielen Fällen ist der Standort Frankfurt selbst Vorreiter und Beispielgeber im aktiven Schallschutz. Um diesen hohen Anspruch auch in Zukunft zu halten, möchte das Expertengremium alle technischen Entwicklungen der Fluglärmreduktionsforschung kontinuierlich im Blick behalten. So kann das ExpASS auf neue Entwicklungen reagieren und sie möglichst zeitnah für den Standort Frankfurt prüfen.

Daher soll ein kontinuierliches Monitoring der Fluglärmreduktionsforschung durch regelmäßige Sichtung aktuell laufender Forschungsprojekte erfolgen. So lassen sich vielversprechende Ansätze identifizieren und auf ihre Eignung für den Standort Frankfurt überprüfen.

› Untersuchung Startverfahren

Gemäß den Leitlinien der Internationalen Zivilluftverkehrsorganisation ICAO zur Lärmreduzierung bei Startverfahren müssen Fluggesellschaften eines von zwei festgelegten lärmindernden Startverfahren anwenden – NADP1 oder NADP2. Die beiden Verfahren unterscheiden sich im Zeitpunkt der Schubrücknahme. Mit dem einen Verfahren gewinnt das startende Flugzeug im Flughafennahbereich schneller an Höhe, mit dem anderen erst weiter vom Flughafen entfernt. Je nach Startverfahren belastet bzw. entlastet der Lärm also verschiedene Gebiete. Welches Startverfahren die grö-

ßere Entlastung birgt, ist von Fall zu Fall unterschiedlich und hängt stark von der Siedlungsstruktur ab.

Das Projekt „Untersuchung Startverfahren“ berechnet die Lärmwirkungen (→ Glossar) beider Startverfahren für die wichtigsten Abflugstrecken und Flugzeugtypen am Flughafen Frankfurt. Damit möchte das Expertengremium Aktiver Schallschutz bewerten, welches Startverfahren die größere Entlastung für den Standort insgesamt bringt. Sobald die Ergebnisse vorliegen, wird das Expertengremium darüber beraten, ob es für den Standort Frankfurt ein bestimmtes Startverfahren empfehlen kann, das sich über alle untersuchten Abflugstrecken hinweg als das bezüglich seiner Lärmwirkungen günstigste erwiesen hat.

› Vereinfachte Rechtsgrundlage für flugsicherungsbezogene Maßnahmen im Probebetrieb

Das Ziel dieser Maßnahme ist es, die Erforschung und Erprobung von Maßnahmen zum Schutz gegen Fluglärm zu vereinfachen, indem ein neuer Absatz in die Luftverkehrsordnung (LuftVO) aufgenommen wird. Dieser würde vorsehen, dass die Flugsicherungsorganisation im Einvernehmen mit dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) und im Benehmen mit dem Umweltbundesamt (UBA) Flugverfahren im Probebetrieb einfacher durchführen kann. Das Vorhaben soll die notwendigen Verfahrensschritte deutlich beschleunigen, um schneller mit dem Probebetrieb zu beginnen. Erst wenn der Probe- in den Regelbetrieb übergeht, würden dann die bekannten „höheren Formerfordernisse“ gelten – dieses Verfahren nimmt etwa 18 Monate in Anspruch. Zu welcher Zeitersparnis es im Vorlauf eines Probebetriebs tatsächlich kommt, ist nicht vorhersehbar und wird sich erst bei der Umsetzung zeigen. Eine Beratung des Probebetriebs durch die Fluglärmkommission würde auch im vereinfachten Verfahren bestehen bleiben.

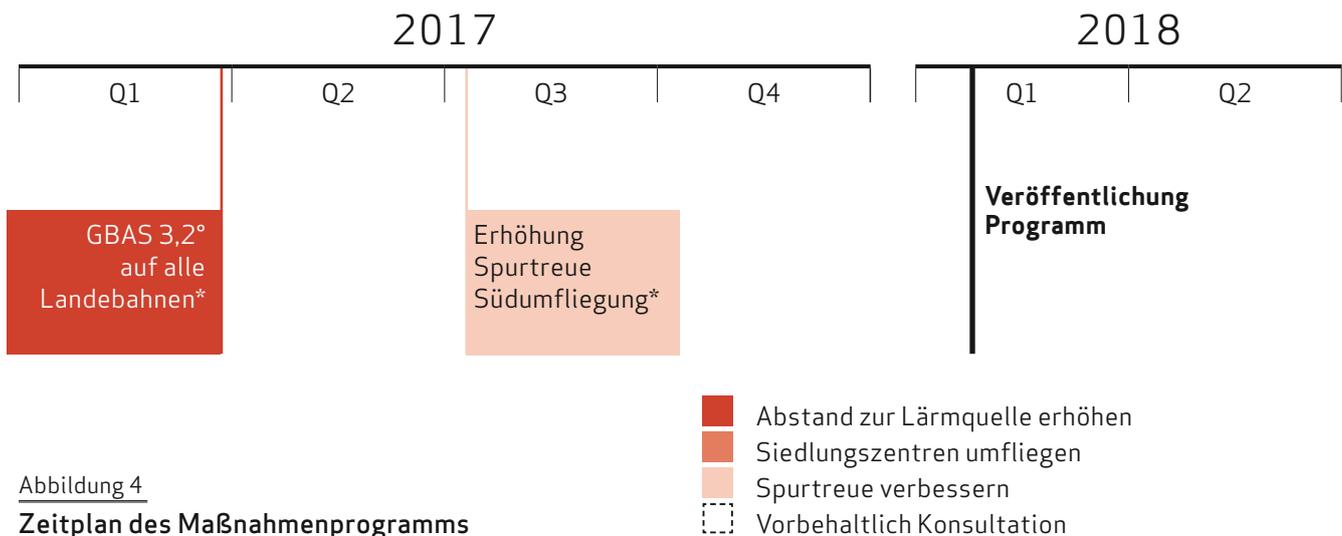


Abbildung 4
Zeitplan des Maßnahmenprogramms

Um diese Maßnahme anzustoßen, hat das Expertengremium Aktiver Schallschutz einen Änderungsvorschlag der LuftVO formuliert. Dieser soll den relevanten Akteuren, insbesondere dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, übersandt werden. Weitere Gespräche sollen die Umsetzung unterstützen.

► Bundesprogramm Luftverkehr bzgl. Förderprogrammen, Forschungsförderung und Incentivierungsmöglichkeiten

In der Flottenmodernisierung bzw. in der Entwicklung und im Einsatz emissionsärmeren Fluggeräts liegt großes Lärminderungspotenzial: Hierdurch ließen sich die Geräuschemissionen direkt an der Quelle – unabhängig vom genutzten Verfahren – verringern bzw. vermeiden.

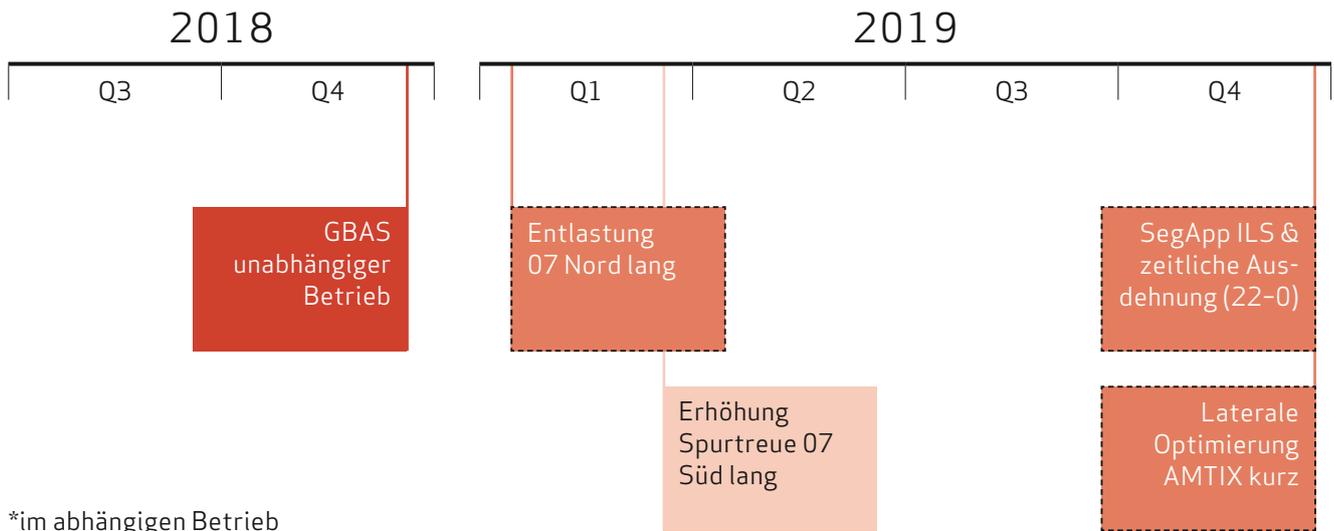
Die Luftfahrtgesellschaften können die schnellere Flottenmodernisierung bzw. den gezielten Einsatz emissionsärmeren Fluggeräts jedoch nicht allein über Kosteneinsparungen finanzieren. Deshalb regt das Expertengremium an, ein Bundesprogramm zur Förderung von Investitionen und Innovationen hinsichtlich emissionsärmeren Fluggeräts, moderner Navigation und der Qualifikation von Flugpersonal aufzulegen.

Um dieses Ziel zu erreichen, hat das ExpASS ein gemeinsames „Initiativschreiben“ mit einer Darstellung des konkreten Vorschlags an die Bundesministerien für Verkehr und digitale Infrastruktur sowie Wirtschaft versandt. Weitere Gespräche sollen das Vorgehen unterstützen.

► Koordination aktiver Schallschutz auf Bundesebene

Erfahrungen des Forums Flughafen und Region (FFR) sowie der Dialog mit anderen deutschen und internationalen Flughafenstandorten zeigen, dass der Austausch von Informationen, Ideen und technischen Möglichkeiten einer der wesentlichen Faktoren ist, um aktiven Schallschutz stetig voranzutreiben. Dies gilt insbesondere in den Bereichen lärmindernde An- und Abflugverfahren, lärmärmere Luftfahrzeuge sowie bei der Identifikation von möglichen Hemmnissen und Handlungsmöglichkeiten auf nationaler und internationaler Ebene.

Vor diesem Hintergrund strebt das Expertengremium Aktiver Schallschutz an, einen standortübergreifenden, bundesweiten Experten-/Facharbeitskreis aufzubauen. Außerdem soll eine systematische Dokumentation aller erfolgreich umgesetzten, aber auch die nicht umsetzbaren Maßnahmen des aktiven Schallschutzes beschreiben. Weiterhin möchte das ExpASS die Gründung einer Plattform anregen, um an unterschiedlichen Flughäfen oder in Forschungsprojekten gewonnene Erkenntnisse auszutauschen, neue Ideen zu entwickeln und positive oder negative Erfahrungen standortübergreifend nutzbar zu machen.



*im abhängigen Betrieb

3.2 — Zeitplan

Die Umsetzung des gesamten Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz findet aufgrund seiner Struktur und des besonderen Fokus auf perspektivische Maßnahmen und Rahmenbedingungen über einen längeren Zeitraum statt.

Während GBAS 3,2° auf allen Landebahnen bereits seit März 2017 und die Erhöhung Spurtreue Sudumfliegung seit Juli 2017 im Probetrieb sind, folgen weitere kurz- und mittelfristige Maßnahmen bis Ende 2019. Der vorgesehene zeitliche Ablauf der Einführung bzw. Umsetzung der kurz- und mittelfristigen Maßnahmen ist in Abbildung 4 dargestellt.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist noch nicht abzusehen, wann es zur Umsetzung der perspektivischen Maßnahmen, insbesondere der Forschungsprojekte, kommt. Der Grund: Die Prüfungen und Forschungsvorhaben dauern noch an. Erst nach ihrem Abschluss folgt die weitere Prüfung der Maßnahmen entsprechend dem bereits dargestellten Ablauf.

Auch für die Maßnahmen zur Veränderung politischer und rechtlicher Rahmenbedingungen lassen sich noch keine Zeitpunkte benennen oder Umsetzungen verbindlich zusagen. Die für die Umsetzung zuständigen politischen Akteure sind in den meisten Fällen auf Bundesebene tätig. Das FFR kann die Vorschläge und Pläne an diese Akteure herantragen und für ihre Umsetzung eintreten. Die Entscheidung über eine tatsächliche Umsetzung der Vorschläge obliegt aber nicht den im FFR vertretenen Akteuren.



ansommiao/iStockphoto

4 — Lokale Konsultation bei lärmverlagernden Maßnahmen

Nicht alle aktiven Schallschutzmaßnahmen bringen ausschließlich Entlastungen mit sich. Insbesondere in dicht besiedelten Ballungsräumen führen einige Maßnahmen zu Verlagerungen von Lärm. Das Expertengremium achtet darauf, so wenig Neubetroffene wie möglich zu verursachen. Dennoch kann die Gesamtbilanz einer Maßnahme auch bei einer begrenzten Zahl an Neubetroffenen positiv sein, wenn sie zu deutlich größeren Entlastungen an anderer Stelle führt.

Auch im hier vorliegenden Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz sind drei lärmverlagernde Maßnahmen mit kurz- oder mittelfristigem Zeithorizont hinsichtlich ihrer Umsetzung enthalten. Konkret handelt es sich um folgende Maßnahmen:

- Laterale Optimierung AMTIX kurz
- Entlastung 07 Nord lang
- Segmented Approach ILS & zeitliche Ausdehnung auf 22 bis 0 Uhr

In allen drei Fällen ist das Expertengremium zu dem Urteil gekommen, die Maßnahmen aufgrund ihrer positiven Gesamtbilanz in das Programm aufzunehmen. Wegen des zumindest in Teilen auch belastenden Charakters der Maßnahmen stellt das Expertengremium Aktiver Schallschutz aber einen besonders hohen Anspruch an den Abwägungsprozess und die Entscheidungsfindung.

Um diesem Anspruch gerecht zu werden, haben sich das Forum Flughafen und Region (FFR) und die Fluglärmkommission Frankfurt (FLK) gemeinsam auf ein Vorgehen zur Beteiligung der von Lärmverlagerungen betroffenen be- und entlasteten Kommunen verständigt. Diese sollen im Rahmen einer sogenannten „lokalen Konsultation“ stärker als bisher in die Erörterung lärmverlagernder aktiver Schallschutzmaßnahmen einbezogen werden. Das Verfahren soll auch künftig bei lärmverlagernden Vorhaben des aktiven Schallschutzes Anwendung finden und ist somit nicht auf das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz begrenzt.

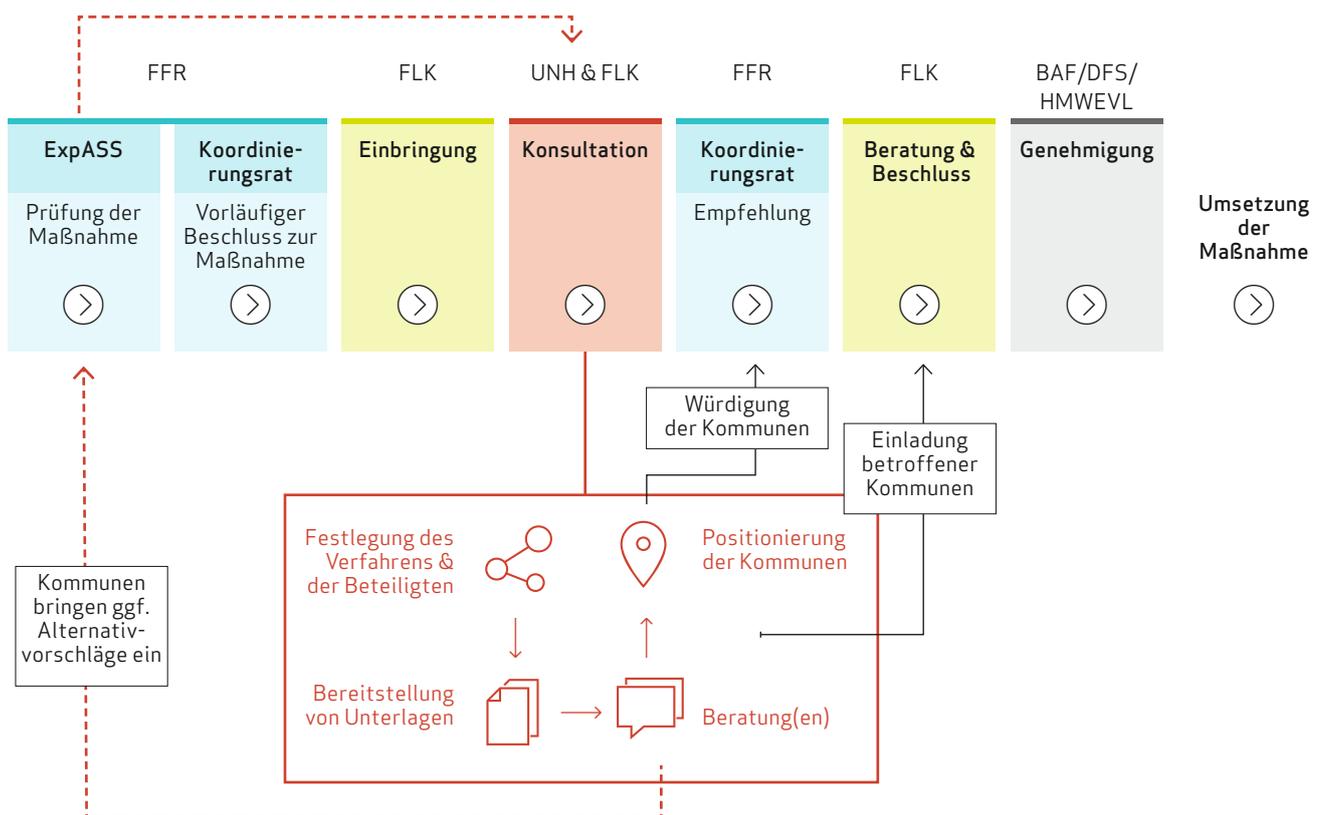
Ziel der lokalen Konsultation ist es, gerade bei besonders sensiblen Maßnahmen einen noch höheren Grad an Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Arbeit des FFR und seiner Gremien herzustellen. Das soll zu einer qualitativ verbesserten Entwicklung und Beratung von Vorhaben führen, indem die Perspektiven aller Beteiligten direkter in den Beratungsprozess einfließen und Berücksichtigung finden. Außerdem sollen die lokalen Konsultationen die Akzeptanz von aktiven Schallschutzmaßnahmen insgesamt steigern.

Eine lokale Konsultation beginnt, nachdem das Expertengremium ein lärmverlagerndes Vorhaben vollständig geprüft und – basierend auf den oben dargestellten Prüfschritten – zur Umsetzung empfohlen hat. Außerdem muss auch der Koordinierungsrat des FFR dieser Empfehlung folgen. Die Maßnahme wird dann zunächst in der FLK präsentiert, anschließend geht sie in den Konsultationsprozess über. Insofern empfehlen das Expertengremium und der Koordinierungsrat lärmverlagernde Maßnahmen zunächst nur vorbehaltlich der Ergebnisse des Konsultationsverfahrens.

In diesem anschließenden Verfahren setzen sich Vertreter aller maßgeblich betroffenen Kommunen in einem gemeinsamen Prozess zusammen mit Vertretern des FFR sowie der FLK mit einem Vorhaben auseinander. Dabei sollen nicht nur gewählte oder offizielle Repräsentanten (etwa Bürgermeister oder Angehörige der Kommunalverwaltungen) teilnehmen, sondern auch eine begrenzte Anzahl zufällig ausgewählter Bürger der betroffenen Kommunen. Das genaue Konzept, inklusive der beteiligten Kommunen und Akteure, wird für jede Maßnahme vor Beginn des Prozesses einzeln ausgestaltet.

Der weitere Ablauf des Prozesses ist in Abbildung 5 dargestellt. Im Kern geht es darum, in einem transparenten Prozess allen be- und entlasteten Kommunen den Prüfprozess detailliert zu erläutern. Das umfasst auch die Arbeitsmethodik, die Ergebnisse der Maßnahmenprüfung und die Begründung der Auswahl einer Maßnahme. Die beteiligten Akteure erhalten zudem die Möglichkeit, Fragen zu stellen und alternative Vorschläge zur Ausgestaltung der Maßnahme einzubringen. Gehen solche alternativen Vorschläge ein, werden sie im Expertengremium zunächst erneut geprüft, bevor der Prozess fortgesetzt wird.

Abbildung 5
Der Ablauf der lokalen Konsultation im Überblick



Am Ende des Prozesses soll eine Meinungsäußerung der beteiligten kommunalen Akteure stehen. Nach Abschluss des Konsultationsprozesses diskutiert der Koordinierungsrat des FFR die Maßnahme erneut. Dabei berücksichtigt der Rat die in der Konsultation abgegebenen Meinungsbilder. Damit es tatsächlich zu einer Empfehlung des Koordinierungsrates zur Umsetzung des Vorhabens kommt, muss wenigstens die entlastete Kommune die Arbeitsmethodik und das Zustandekommen des Beurteilungsergebnisses positiv würdigen.

Seine finale Entscheidung gibt der Koordinierungsrat des FFR an die Fluglärmkommission weiter. Diese befasst sich dann ebenfalls noch einmal abschließend mit der Maßnahme sowie den Ergebnissen des Prozesses und verabschiedet ein Beratungsergebnis.

Für das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz bedeutet dies, dass die Empfehlung zur Umsetzung der drei lärmverlagernden Maßnahmen bis zum Abschluss der lokalen Konsultation unter Vorbehalt steht. Erst wenn die Konsultation abgeschlossen ist und ein finaler Beschluss vorliegt, fällt die Entscheidung über die Empfehlung. Gleiches gilt somit auch für die im Anhang dargestellten Lärmberechnungen: Sie berücksichtigen alle rechnerisch abzubildenden Vorhaben und stellen deren gemeinsamen Effekt dar. Es handelt sich aber – wie oben erläutert – nur um eine begrenzte Zahl von Maßnahmen des Programms. Hinzu kommt, dass die Wirkung einiger Maßnahmen – aufgrund ihrer prognostizierten Anwendungshäufigkeit – so gering ist, dass die drei oben genannten lärmverlagernden Maßnahmen die berechneten Be- und Entlastungen im Wesentlichen vollständig erklären. Sollte es dazu kommen, dass das ExpASS einzelne dieser lärmverlagernden Maßnahmen aufgrund der Ergebnisse des Konsultationsverfahrens doch nicht zur Umsetzung empfiehlt, würden sich dadurch natürlich wiederum die entsprechenden Lärmeffekte verändern. Dies gilt es bei der Betrachtung der Berechnungsergebnisse zu berücksichtigen.



assalve/iStockphoto

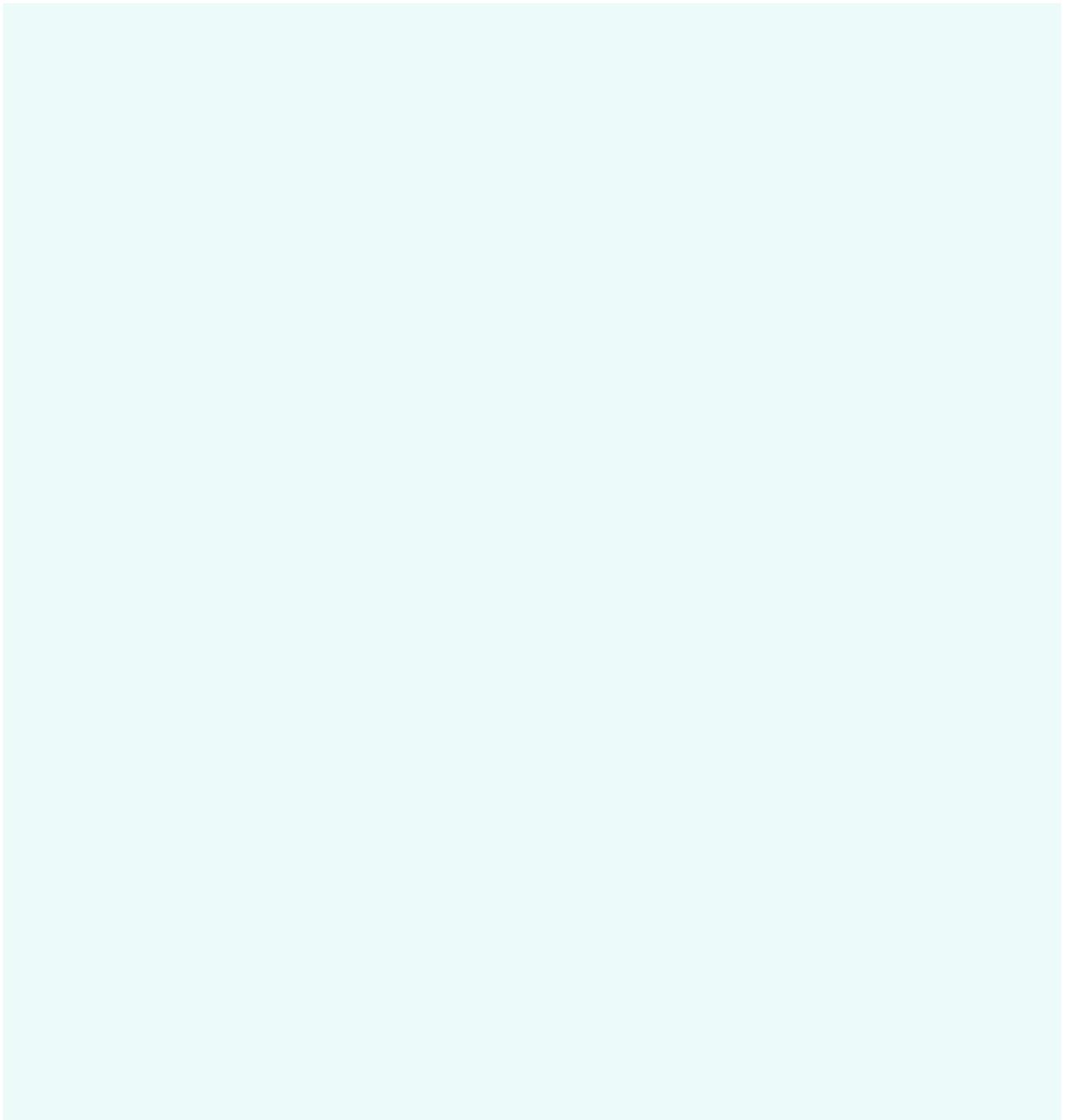
5 — Ausblick

Das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz ist das Ergebnis eines auf Freiwilligkeit und konstruktiver Zusammenarbeit basierenden Dialogprozesses aller relevanten Akteure am Standort Frankfurt. Mit dem beschriebenen Konsultationsverfahren geht das Forum Flughafen und Region (FFR) einen neuen Weg. Gleichzeitig bildet das Maßnahmenprogramm Aktiver Schallschutz aus Sicht des Expertengremiums Aktiver Schallschutz alle momentan verfügbaren, vielversprechenden Maßnahmen des aktiven Schallschutzes ab. Damit verfolgt es seinen Grundsatz konsequent weiter, alle zur Reduzierung von Lärm verfügbaren und den Kriterien des FFR entsprechenden Maßnahmen umzusetzen.

Am 7.11.2017 wurde zudem die von einem Bündnis aus dem Land Hessen, von FFR, Fraport, Fluglärmkommission, Lufthansa, Condor und BARIG getragene freiwillige Lärmobergrenze für den Flughafen Frankfurt etabliert. Programm, Lärmpausen und Lärmobergrenze stehen für den kooperativen Weg, der in Frankfurt auch in Zukunft konsequent weitergegangen werden soll. Er beinhaltet, dass Verbesserungen und Innovationen gemeinsam nach objektiven und nachvollziehbaren Kriterien entwickelt und ausgehandelt werden, damit der Flugverkehr in Frankfurt so lärmarm wie möglich abgewickelt wird. Diese Arbeiten werden im FFR selbst und in den beteiligten Institutionen über den aktuellen Stand hinaus weitergeführt.

Wie dargestellt, liegt der Schwerpunkt des Programms, stärker als in den bisherigen Tätigkeiten des Expertengremiums, auf den Rahmenbedingungen des Flugverkehrs und der Erforschung und Entwicklung langfristiger Maßnahmen. Damit stellt das FFR die Weichen, um auf künftige technologische Entwicklungen frühzeitig reagieren zu können und die Vorreiterstellung des Standortes Frankfurt im aktiven Schallschutz zu erhalten. Das ist gleichzeitig auch ein Bekenntnis, die Arbeit am aktiven Schallschutz im Rahmen des FFR weiter fortzuführen und alle eingebrachten Möglichkeiten zur Lärmreduzierung ernsthaft und gewissenhaft zu prüfen.

Dies ist vor allem wichtig, weil sich abzeichnet, dass der Flugverkehr am Standort Frankfurt in Zukunft zunehmen wird. Zwar sind die Bewegungszahlen bis ins Jahr 2016 zurückgegangen – die Passagierzahlen sind aber kontinuierlich gestiegen. Deshalb ist es wahrscheinlich, dass die Bewegungszahlen, so wie bereits im Jahr 2017, auch in den kommenden Jahren wieder steigen werden. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, schon heute die Voraussetzungen zu schaffen, auch bei zunehmenden Flugbewegungen die Lärmbelastung möglichst gering zu halten. Das ist der Auftrag an das FFR, insbesondere das Expertengremium Aktiver Schallschutz, den es auch künftig wahrnehmen wird.



I — Überprüfung der Lärmeffekte ausgewählter Maßnahmen des Maßnahmenprogramms

Das zentrale Instrument zur Beurteilung von Maßnahmen des aktiven Schallschutzes sind Lärmberechnungen. Auf diese Weise ermittelt das Expertengremium Aktiver Schallschutz die wesentlichen Lärmwirkungen ([↪ Glossar](#)) der vorgeschlagenen Maßnahmen. Das folgende Kapitel erläutert wichtige Grundlagen der Lärmberechnung. Anschließend stellt es das Vorgehen der Lärmberechnung und deren Ergebnisse dar.

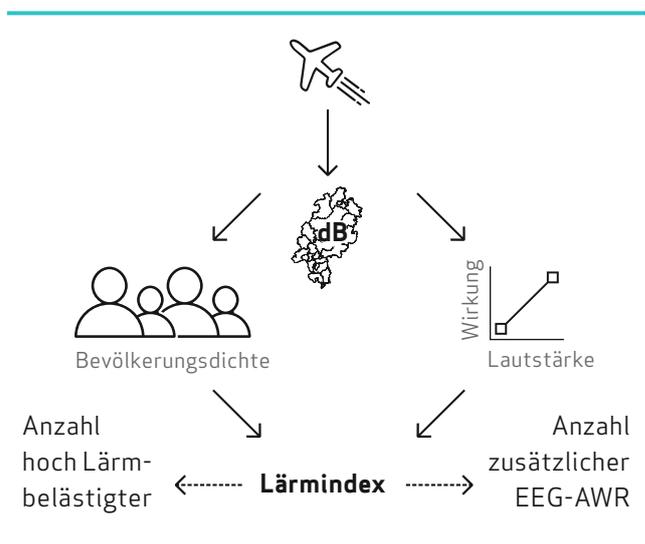
Wie bereits erläutert, lassen sich aber nicht alle Vorschläge des Maßnahmenprogramms rechnerisch abbilden: Einige zielen nur indirekt auf Verbesserungen beim aktiven Schallschutz ab. Andere sind perspektivisch angelegt, und ihre Umsetzung lässt sich weder zusichern noch zeitlich absehen. Deshalb gehen sie nicht in die Berechnungen ein. Die Lärmberechnungen beschränken sich also auf einen Teil des vorliegenden Programms. Welche Maßnahmen genau in die Berechnungen eingeflossen sind, ist im Abschnitt „Lärmberechnung für ausgewählte Maßnahmen des Maßnahmenprogramms“ noch einmal detailliert dargestellt.

Grundlagen der Lärmberechnungen des Forums Flughafen und Region (FFR)

Wie bereits erläutert, ist eines der Kriterien des FFR für die Lärmbewertung die möglichst substanzielle Senkung des Frankfurter Fluglärmindexes (FFI, [↪ Glossar](#)). Gleichzeitig sollen Neubetroffene vermieden und die Anzahl der hochbetroffenen Personen ([↪ Glossar: Hochbetroffene](#)) gesenkt oder zumindest nicht gesteigert werden. Um diese Kriterien zu prüfen, greift das FFR seit 2009 auf die bewährten Instrumente, den Frankfurter Tagindex (Tagindex, FTI, [↪ Glossar](#)) und den Frankfurter Nachtindex (Nachtindex, FNI, [↪ Glossar](#)), zurück. Das Forum Flughafen und Region hat beide Indizes unter anderem geschaffen, um Maßnahmen des aktiven Schallschutzes objektiv bewerten zu können.

Abbildung 6

Bestandteile eines Lärmindexes



Für die Bewertung wird der Index einmal mit und einmal ohne die zu prüfende(n) Maßnahme(n) berechnet. Anhand der Unterschiede in den Ergebnissen lässt sich die Auswirkung einer oder mehrerer Maßnahmen beurteilen.

Die Indizes berücksichtigen drei Faktoren:

- Lärmimmission: die bei den Menschen ankommende Lärmbelastung bzw. der Schallpegel, gemessen in Dezibel ([↪ Glossar](#)), abgekürzt dB(A).
- Bevölkerungszahl: die Zahl der in einem Gebiet lebenden Personen.
- Lärmwirkung ([↪ Glossar](#)): die Wirkung der Lärmbelastung auf die Personen. Sie fußt auf einer wissenschaftlich ermittelten Dosis-Wirkungs-Beziehung ([↪ Glossar](#)). Die Dosis-Wirkungs-Beziehung gibt zum Beispiel an, wie viel Prozent der Bevölkerung sich bei einem bestimmten Dauerschallpegel hochbelastigt fühlen.

Frankfurter Tagindex

Die Berechnungen betrachten den Tag (6 bis 22 Uhr) und die Nacht (22 bis 6 Uhr) getrennt, wie die Namen der Indizes nahelegen.

👉 Weitere Informationen im Internet

Der Frankfurter Fluglärmindex

www.umwelthaus.org/fluglaerm/fluglaermmonitoring/entwicklung-des-frankfurter-fluglaermindex

Für den Tag (→ Glossar: „Frankfurter Tagindex“) wertet der Index die Anzahl hochbelastigter Personen aus (Glossar → Hochbelastigte). Maßgeblich für die Berechnungen ist das Gebiet, in dem ein Dauerschallpegel von mindestens 53 dB(A) herrscht. Dieser Wert wurde in der Studie „Belästigung durch Fluglärm im Umfeld des Frankfurter Flughafens“ von Schreckenbergs und Meis (2006) wissenschaftlich ermittelt.

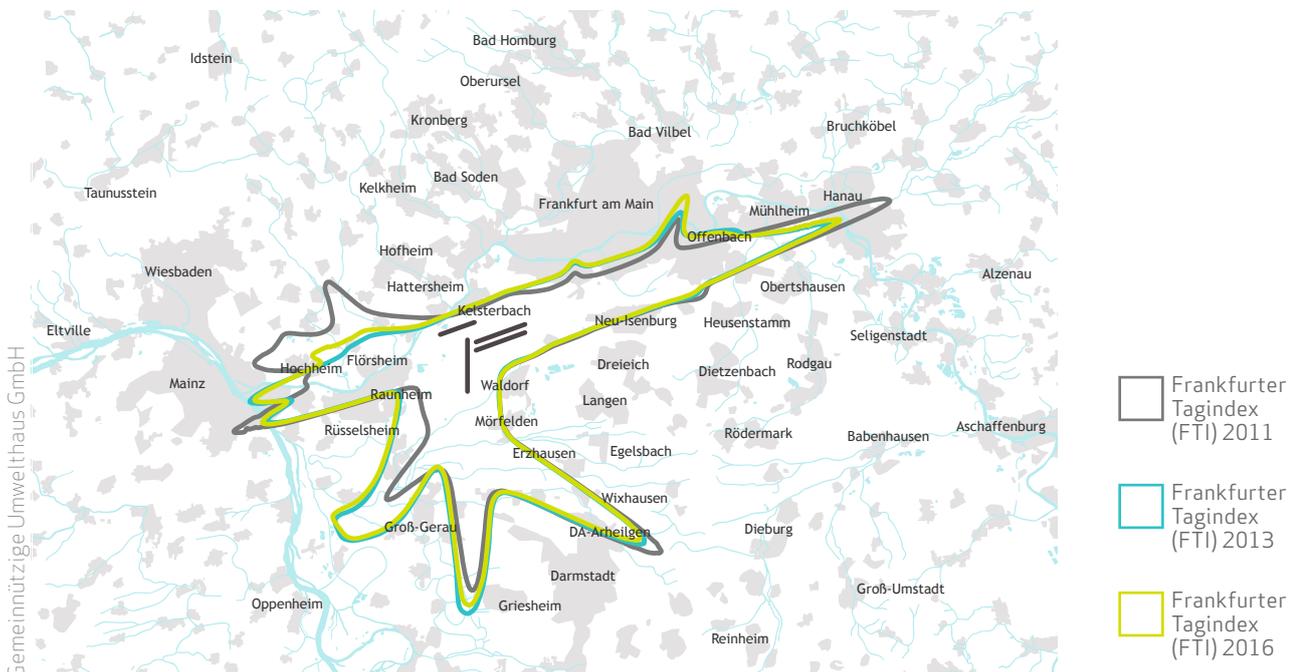
Anschließend wird ermittelt, wie viele hochbelastigte Personen im Indexgebiet leben. 2011 lebten beispielsweise etwa 79.000 hochbelastigte Personen in dem damals berechneten Gebiet – bei einer Gesamtbevölkerungszahl innerhalb des Gebiets von etwa 235.000. 2016 waren es etwa 93.000 Hochbelastigte bei einer Gesamtbevölkerungszahl von etwa 282.000.

Beispiel

Auf der Abbildung sind die Tagindex-Gebiete für 2011, 2013 und 2016 zu sehen. Sie werden, wie beschrieben, abgegrenzt anhand des Dauerschallpegels am Tag ($L_{Aeq, Tag} > 53 \text{ dB(A)}$). Die unterschiedlichen Farben zeigen, wie sich die Lage des Indexgebietes im Lauf der Zeit verändert hat: So ist das Gebiet etwa am nordwestlichen Rand zurückgegangen, während es sich am südwestlichen Rand weiter ausgeprägt hat. Dies ist zurückzuführen auf die Verlagerung von Flügen von den Nordwest-Abflugstrecken auf die Südumfliegung.

Abbildung 7

Tagindex-Gebiete 2011, 2013 und 2016



Frankfurter Nachtindex

Für den Nachtindex (→ Glossar: Frankfurter Nachtindex) berechnen die Experten am FFR, wie der Lärm auf den Schlaf wirkt. Dafür ermitteln sie die Anzahl „fluglärminduzierter zusätzlicher EEG-Aufwachreaktionen“ (→ Glossar). EEG-Aufwachreaktionen bezeichnen Aufwachreaktionen, die im Hirnstrombild erkennbar sind. Sie sind klinisch für die Schlafqualität von Bedeutung, obwohl sich Schlafende nicht immer daran erinnern können. In einer nicht von Fluglärm gestörten Nacht treten im Durchschnitt etwa 24 EEG-Aufwachreaktionen auf. Die Nachtindex-Berechnung berücksichtigt das Gebiet, in dem die Wahrscheinlichkeit einer zusätzlichen Aufwachreaktion mindestens 75 Prozent beträgt. Die dem Nachtindex zugrunde liegenden Annahmen sind wissenschaftlich untermauert: Sie gehen auf die Studie „Wirkungen nächtlichen Fluglärms“ des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) aus dem Jahr 2006 zurück.

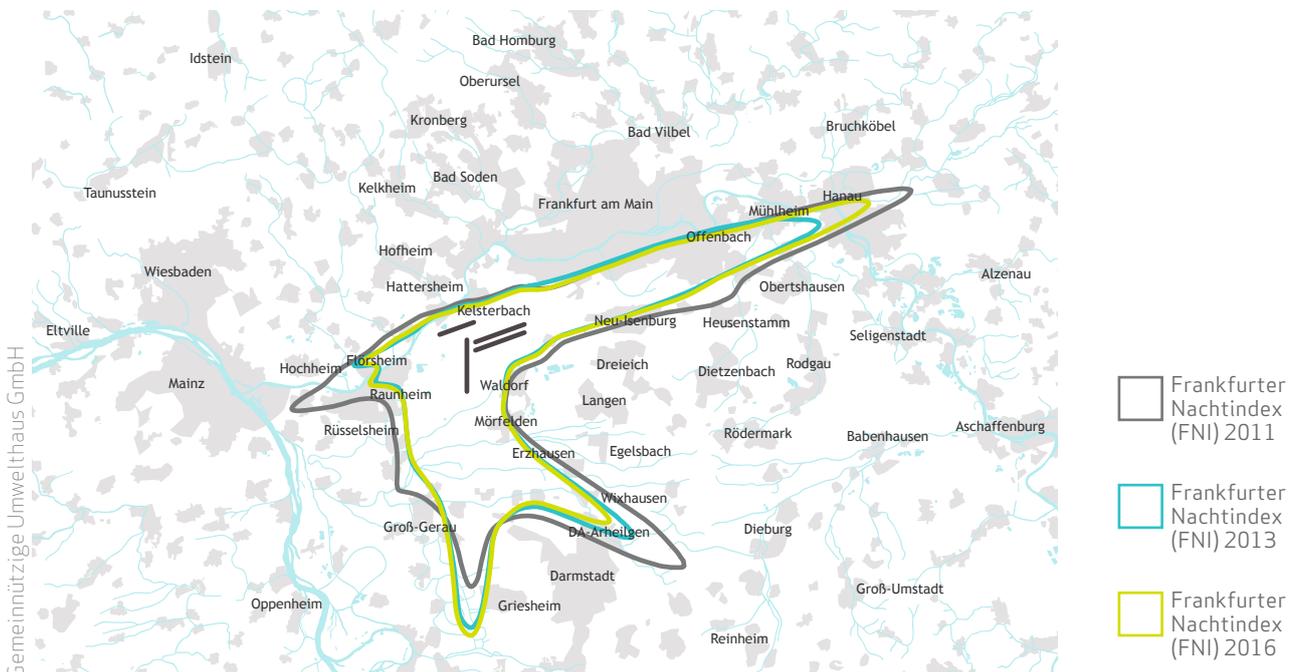
Anschließend wird berechnet, wie viele zusätzliche fluglärminduzierte EEG-Aufwachreaktionen im jeweiligen Jahr aufgetreten sind. 2011 kam es in dem entsprechenden Gebiet zu etwa 291.000 zusätzlichen Aufwachreaktionen bei einer Gesamtbevölkerungszahl von etwa 309.000. 2016 waren es etwa 148.000 Aufwachreaktionen, die Gesamtbevölkerungszahl im Gebiet des Nachtindex lag in dem Jahr bei 190.000. Anhand dieser Zahlen lässt sich beispielsweise erkennen, dass sich die nächtliche Fluglärmbelastung im betrachteten Zeitraum deutlich verringert hat. Diese fast 50-prozentige Verringerung ist ein Ergebnis der Nachtflugbeschränkungen im Rahmen des Ausbaus des Frankfurter Flughafens, aber auch ein Verdienst der in der Vergangenheit umgesetzten aktiven Schallschutzmaßnahmen.

Ergänzend berechnet der Index, wie viele Personen in den zusätzlichen Indexgebieten für Hochbetroffene (→ Glossar) leben. Am Tag sind dies Personen, die in Gebieten mit einem Dauerschallpegel von mindestens 60 dB(A) leben. In der Nacht zählen dazu alle Personen, die in Gebieten mit einem Dauerschallpegel von mindestens 53 dB(A) leben und/oder an deren Wohnort es mindestens sechsmal pro Nacht zu Überschreitungen von Maximalpegeln von mindestens 72 dB(A) kommt. Das vereinbarte Ziel des FFR ist es, die Zahl der Hochbetroffenen möglichst zu reduzieren, keinesfalls aber ansteigen zu lassen.

Beispiel

Die Abbildung zeigt die Nachtindex-Gebiete für 2011, 2013 und 2016. In diesem Bereich lag im jeweiligen Jahr die Wahrscheinlichkeit einer zusätzlichen fluglärminduzierten EEG-Aufwachreaktion bei mindestens 75 Prozent.

Abbildung 8
Nachtindex-Gebiete 2011, 2013 und 2016



Weitere Details zur genauen Definition der Indizes liefert die nachfolgende Übersicht.

Zusätzlich zu den beschriebenen Auswertungen der Indexgebiete hat sich das Forum Flughafen und Region auch dazu entschieden, regelmäßig ein sogenanntes „erweitertes Kontrollgebiet“ für den Tag zu untersuchen. Dieses umfasst das Gebiet, in dem ein Dauerschallpegel ([↪ Glossar](#)) von mindestens 50 dB(A) herrscht.

Tabelle 1
Frankfurter Fluglärmindizes - Übersicht

	Tagindex – Frankfurter Tagindex	Nachtindex – Frankfurter Nachtindex
Erfasster Zeitraum	□ 6 – 22 Uhr (sechs verkehrsreichste Monate)	22 – 6 Uhr (sechs verkehrsreichste Monate)
Abgrenzung des Gebiets, in dem der Index berechnet wird	Gebiet, in dem tagsüber ein Dauerschallpegel $L_{Aeq, Tag}$ von mindestens 53 dB(A) erreicht wird	Gebiet, in dem die Wahrscheinlichkeit einer fluglärminduzierten EEG-Aufwachreaktion 75% oder mehr beträgt
Verfahren zur Lärmberechnung	Verfahren zur Lärmberechnung AzB (↪ Glossar) 2008 (teilweise mit Modifikationen)	
Akustische Eingangsparmeter	Energieäquivalenter Dauerschallpegel $L_{Aeq, Tag}$ nach Fluglärmschutzgesetz	Alle „A-bewerteten“ Maximalschallpegel in einer durchschnittlichen Nacht
Abgebildete Wirkung	Zahl der durch Fluglärm hochbelastigten Personen im Untersuchungsgebiet, ermittelt auf Grundlage der Dosis-Wirkungs-Beziehung nach RDF-Belastigungsstudie 2006	Anzahl der fluglärminduzierten Aufwachreaktionen im Untersuchungsgebiet pro Durchschnittsnacht auf Grundlage der Dosis-Wirkungs-Beziehung nach DLR-Schlafstudie 2006
Angenommene Verteilung zwischen Ost- und Westbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> □ Bei Gebietsabgrenzung: Durchschnittliche Verteilung über zehn Jahre unter Einbezug der dreifachen positiven Standardabweichung („Sigma-Regelung“ nach Fluglärmschutzgesetz) □ Bei Berechnung der Lärmwerte im Indexgebiet zur Bewertung aktiver Schallschutzmaßnahmen: Durchschnittliche Verteilung über zehn Jahre 	
Definition der „Hochbetroffenen“	Personen, die in Gebieten mit einem Dauerschallpegel $L_{Aeq, Tag}$ von mindestens 60 dB(A), berechnet nach der Sigma-Regel, leben (<i>entspricht der Tag-Schutzzone 1 nach dem Fluglärmschutzgesetz</i>)	Personen, die in Gebieten mit einem Dauerschallpegel $L_{Aeq, Nacht}$ von mindestens 53 dB(A) und/oder mit pro Durchschnittsnacht sechs oder mehr Überschreitungen von Maximalschallpegeln $L_{Amax, Nacht}$ von mindestens 72 dB(A), leben, berechnet nach der Sigma-Regel (<i>entspricht der Nacht-Schutzzone nach dem Fluglärmschutzgesetz für Neubau und wesentliche Änderung eines Flughafens bis Ende 2010</i>)

Unsicherheiten bei Lärmberechnungen

Auch wenn die Berechnungen wissenschaftlich gut begründet sind, gehen Lärmberechnungen grundsätzlich immer mit Unsicherheiten einher. Deshalb bieten sie in erster Linie eine Abschätzung, die dann anhand eines Monitorings im Probe- oder Regelbetrieb überprüft und idealerweise bestätigt werden kann. Mögliche Unsicherheiten können verschiedene Ursachen haben:

- **Akustische Unsicherheiten:** Dazu gehören zum Beispiel die Lärmemissionen im Kurvenflug. Verglichen mit einem geraden Flugweg nimmt in Kurven der Lärmpegel zu. In den Anleitungen zur Lärmberechnung schlägt sich dies aber nicht nieder. Dies liegt vor allem daran, dass die genauen Veränderungen der Lärmemissionen im Kurvenflug komplex sind und sich daher sehr schwer rechnerisch abbilden lassen.
- **Betriebliche Unsicherheiten:** Dies betrifft unter anderem die Betriebsrichtungsverteilung, die Bewegungszahl, den genutzten Flottenmix sowie die Bahn- und Routennutzung. Die Zahlen, die für diese Faktoren in die Berechnungen einfließen, orientieren sich am Regelbetrieb und den vergangenen Erfahrungen. Im tatsächlichen Betrieb können sich diese Faktoren aber verändern. Dies geschieht etwa, weil sich die Nachfrage oder Flugdestinationen ändern und daraufhin die Bahn- und Routennutzung angepasst werden muss – oder weil Wind und Wetter die tatsächliche Betriebsrichtungsverteilung verändern. In den Berechnungen für das Programm können sich hier hinsichtlich der Prognose-Situation Unsicherheiten ergeben.
- **Bevölkerungsverteilung:** Um die Lärmwirkungen (↪ Glossar) der Maßnahmen beurteilen zu können und vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, müssen alle anderen Berechnungsfaktoren unverändert bleiben. Andernfalls lässt sich nicht mehr beurteilen, welcher Faktor das Ergebnis wie beeinflusst hat. Dementsprechend bleibt die angenommene Datenbasis für die Bevölkerung in den Besiedlungen für alle durchgeführten Berechnungen konstant. Auch Berechnungen, die zum Beispiel fünf Jahre in die Zukunft blicken, liegen die gleichen Annahmen zur Bevölkerung zugrunde – in diesem Fall Daten aus dem Jahr 2016. Die Grundgesamtheit der Bevölkerung eines Szenarios verändert sich nur durch die Abgrenzung der entsprechenden Gebiete.
- **Methodische Unsicherheiten:** Durch die Nutzung bestimmter zur Fluglärmberechnung geeigneter Verfahren kommt es zu methodischen Unsicherheiten. Welches Rechenverfahren auch zum Einsatz kommt: Alle haben ihre Vor- und Nachteile und enthalten spezifische, der Methodik zugrunde liegende Unsicherheiten. Die Berechnungen des Forums Flughafen und Region basieren auf der Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB, ↪ Glossar) aus dem Jahr 2008. Dies ist ein in Deutschland für gesetzlich vorgesehene Berechnungen bestimmtes Verfahren. Die AzB bietet den Vorteil, dass sie relativ gut handhabbar hinsichtlich maßnahmenspezifischer Veränderungen ist. Dies ist wichtig, da viele in Maßnahmen empfohlene Neuerungen in der Standardmethodik nicht vorgesehen sind. Dennoch gibt es auch einige Unsicherheiten, etwa die Einteilung der Flugzeuge in Flugzeuggruppen. Verschiedene Flugzeugtypen werden mithilfe dieser Gruppen zusammengefasst. Für alle Flugzeugtypen in einer Gruppe werden dieselben Lärmwerte zugrunde gelegt. Das soll die Berechnung vereinfachen, indem nicht für jeden Flugzeugtyp individuelle Werte festgelegt werden müssen. Da aber diese Flugzeuggruppen nur selten der technologischen Entwicklung angepasst werden, geben die Lärmwerte nicht unbedingt die tatsächlichen Lärmemissionen der Flugzeuge wieder. So ist etwa der Airbus A380 derselben Gruppe zugerechnet wie die Boeing B747, obwohl er eigentlich leiser ist.

Trotz dieser Unsicherheiten liefern die Berechnungen eine sehr gute Grundlage zur Abschätzung der Lärmwirkungen der betrachteten Maßnahmen. Dies hat sich auch in den Monitorings bereits umgesetzter Vorhaben bestätigt.

Lärmberechnung für ausgewählte Maßnahmen des Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz

Berechnungen helfen dabei, die Lärmwirkung ([↪ Glossar](#)) von Schallschutzmaßnahmen abschätzen zu können. Wie bereits dargestellt, werden die oben genannten Berechnungen hierfür in zwei Varianten durchgeführt: einmal unter Berücksichtigung der entsprechenden Maßnahmen und einmal ohne diese. Wie die folgende Tabelle zeigt, konnten insgesamt sechs von ihnen in die Berechnungen aufgenommen werden. Einige erscheinen nur in den Berechnungen für die Lärmbelastung am Tag, andere nur für die Nacht, wieder andere in beiden – entsprechend den Zeiträumen, für die die jeweiligen Maßnahmen geplant sind. Alle anderen Maßnahmen konnten oder sollten aus den bereits dargestellten Gründen nicht in die Berechnungen einfließen: entweder weil sie sich auf Rahmenbedingungen für die Umsetzung von konkreten Schallschutzmaßnahmen beziehen oder weil die Umsetzung der Maßnahmen nicht abschließend geprüft oder zeitlich absehbar ist. Die übrigen Faktoren – zum Beispiel die Bevölkerungszahl (in den Berechnungen wurde der Stand 2016 genutzt) usw. – sind in allen Berechnungen konstant. Dadurch lassen sich aus den Unterschieden der Berechnungen die Lärmwirkungen der Maßnahme(n) abschätzen.

Um nicht nur die Auswirkungen in der aktuellen Situation zu prüfen, wurden die Lärmberechnungen des Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz in zwei Szenarien durchgeführt:

- zunächst das **Ist-Szenario**, basierend auf den zum Zeitpunkt der Berechnungen aktuellsten verfügbaren flugbetrieblichen Daten aus 2015;
- anschließend das **Prognose-Szenario**, in dem die Verkehrsmenge um 13 Prozent höher liegt. Das Prognose-Szenario soll den Zustand in etwa fünf Jahren wiedergeben. Die hierfür angenommene Steigerung des Flugverkehrs ist angelehnt an die verfügbaren aktuellsten Prognose-Gutachten für den Standort Frankfurt. Dieselben Gutachten kommen auch für die Planungen im Zusammenhang mit Terminal 3 zum Einsatz.

Für beide Szenarien wurden jeweils sowohl der Tag- als auch der Nachtindex ([↪ Glossar: Frankfurter Nachtindex](#)) mit und ohne Umsetzung des Maßnahmenprogramms berechnet und die Zahl der Hochbetroffenen ([↪ Glossar](#)) ermittelt. Für den Tag wurde zusätzlich das erweiterte Kontrollgebiet berechnet und nicht nur das eigentliche Gebiet der Frankfurter Fluglärmindizes.

Wie im Folgenden ausführlich dargestellt wird, haben nur insgesamt drei der berücksichtigten Maßnahmen einen relevanten Effekt auf die Ergebnisse der Berechnungen: Laterale Optimierung AMTIX kurz und Entlastung 07 Nord lang für die Berechnungen des Tags; Laterale Optimierung AMTIX kurz und Segmented Approach ILS & zeitliche Ausdehnung 22 bis 0 Uhr für die Berechnungen der Nacht.

Das Expertengremium Aktiver Schallschutz hat sich dennoch auch für eine Umsetzung der drei übrigen Maßnahmen ausgesprochen – GBAS 3,2° auf den Altbahnen, Erhöhung Spurtreue Südumfliegung und Erhöhung Spurtreue 07 Süd lang. Dies gründet sich zum einen darauf, dass Lärmberechnungen selbst einigen methodischen Beschränkungen unterliegen und zum Teil auch nicht mit der Wahrnehmung der Betroffenen einhergehen. Auch wenn in den Berechnungen nur geringe Effekte zu erkennen sind, kann eine Umsetzung entsprechender Maßnahmen insofern dennoch zu Entlastungen führen und aus Sicht des Expertengremiums Sinn ergeben. Zusätzlich ist festzustellen, dass mit zunehmender Dauer der Tätigkeiten des aktiven Schallschutzes am Standort Frankfurt die Anzahl potenzieller Maßnahmen mit größeren direkten Entlastungseffekten sinkt. Nach Auffassung des Expertengremiums Aktiver Schallschutz sollten dennoch weiterhin alle Möglichkeiten genutzt werden, um die Belastung durch Fluglärm zu reduzieren – auch wenn deren Auswirkungen eher gering ausfallen.

Tabelle 2

Übersicht über die berechneten Szenarien

		Referenzszenario	Szenario „Maßnahmenprogramm“
Ist	Tag (Tagindex, Hochbetroffene & Kontrollgebiet)	<ul style="list-style-type: none"> □ Datengrundlage (Flugbewegungen, Flugstrecken, Verkehrsmix) aus dem Datenerfassungssystem (DES, ↪ Glossar) 2015¹ □ 06-22 Uhr (sechs verkehrsreichste Monate) □ Bevölkerungsdaten Stand 2016 	<ul style="list-style-type: none"> □ Laterale Optimierung AMTIX kurz □ Entlastung 07 Nord lang □ Erhöhung Spurtreue Südumfliegung □ Erhöhung Spurtreue 07 Süd lang
	Nacht (Nachtindex & Hochbetroffene)	<ul style="list-style-type: none"> □ Datengrundlage (Flugbewegungen, Flugstrecken, Verkehrsmix) aus dem Datenerfassungssystem (DES) 2015¹ □ 22-06 Uhr (sechs verkehrsreichste Monate) □ Bevölkerungsdaten Stand 2016 	<ul style="list-style-type: none"> □ Laterale Optimierung AMTIX kurz □ Erhöhung Spurtreue 07 Süd lang □ Segmented Approach ILS & zeitliche Ausdehnung 22-0 Uhr
Prognose	Tag² (Tagindex, Hochbetroffene & Kontrollgebiet)	<ul style="list-style-type: none"> □ Datengrundlage aus dem Datenerfassungssystem (DES) 2015¹, wobei die Verkehrsmenge um 13% angehoben wird □ 06-22 Uhr (sechs verkehrsreichste Monate) □ Bevölkerungsdaten Stand 2016 	<ul style="list-style-type: none"> □ Laterale Optimierung AMTIX kurz □ Entlastung 07 Nord lang □ Erhöhung Spurtreue Südumfliegung □ Erhöhung Spurtreue 07 Süd lang □ GBAS 3,2° Altbahnen
	Nacht (Nachtindex & Hochbetroffene)	<ul style="list-style-type: none"> □ Datengrundlage aus dem Datenerfassungssystem (DES) 2015¹, wobei die Verkehrsmenge um 13% angehoben wird □ 22-06 Uhr (sechs verkehrsreichste Monate) □ Bevölkerungsdaten Stand 2016 	<ul style="list-style-type: none"> □ Laterale Optimierung AMTIX kurz □ Erhöhung Spurtreue 07 Süd lang □ Segmented Approach ILS & zeitliche Ausdehnung 22-0 Uhr

¹ Standardisiert nach der Betriebsrichtungsverteilung des Frankfurter Fluglärindex (FFI, ↪ Glossar).

² Annahme: Alle Anflüge auf Center- und Südbahn werden im unabhängigen Betrieb durchgeführt.

Berechnete Lärmwirkungen der ausgewählten Maßnahmen

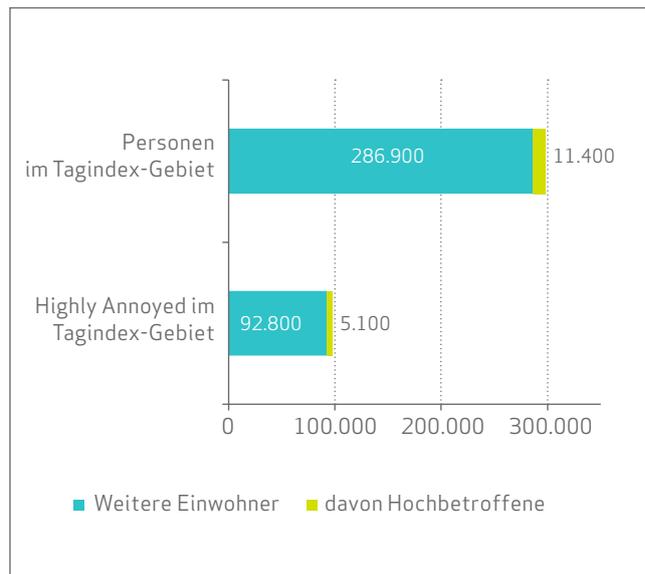
Ergebnisse der Berechnungen:
Tag-Ist (2015)

Gesamtergebnisse

Nach den Berechnungsergebnissen des Tagindex (↪ Glossar: Frankfurter Tagindex) leben innerhalb des Indexgebiets etwa 298.000 Personen; davon etwa 11.000 im Hochbetroffenengebiet (↪ Glossar: Hochbetroffene). Im gesamten Indexgebiet fühlen sich etwa 98.000 Personen hoch belästigt, davon leben etwa 5.000 im Hochbetroffenengebiet.

Abbildung 9

**Personen und Hochbetroffene
im Referenz-Szenario (Tag-Ist, 2015)**



Diese Werte werden im Folgenden in sogenannten Indexpunkten dargestellt. Ein Indexpunkt entspricht dabei 900 Hochbelästigten („Highly Annoyed“ bzw. HA, → Glossar). Dies gilt sowohl für die Ist- als auch für die Prognose-Situation.

Die folgenden Abbildungen zeigen, welche Auswirkungen die berechneten Maßnahmen des Programms haben. Hierfür sind jeweils die Indexpunkte mit und ohne den Einfluss des Maßnahmenprogramms dargestellt.

Insgesamt berücksichtigt die Berechnung – wie beschrieben – fünf Maßnahmen. Die dargestellten Effekte stammen aber im Wesentlichen aus zwei der berücksichtigten Maßnahmen: der lateralen Optimierung AMTIX kurz sowie der Entlastung der Abflugroute 07 Nord lang. Alle anderen Maßnahmen haben lediglich geringe Effekte, zum Beispiel weil sie nur in wenigen Fällen zur Anwendung kämen oder nur relativ selten genutzte Routen betreffen. Deshalb spielen sie für die Ergebnisse praktisch keine Rolle.

Demzufolge würden die Indexpunkte im Tagindex durch die beiden genannten Maßnahmen um etwa sechs Prozent sinken: von 108,8 auf etwa 102,7 Indexpunkte. Betrachtet man nur das Hochbetroffenengebiet, käme es durch die Maßnahmen hingegen zu keinen Veränderungen.

Für den Tag wurde zusätzlich das „erweiterte Kontrollgebiet“ außerhalb des Indexgebiets ausgewertet. Dieses Gebiet ist deutlich größer als das Indexgebiet. Deshalb liegen die Werte über denen des Tagindexes. Bei Umsetzung des Maßnahmenprogramms in diesem Gebiet würde die Anzahl der Indexpunkte von etwa 189 auf 182 um etwa vier Prozent sinken.

Abbildung 10
Gesamtergebnisse Tag-Ist (2015)

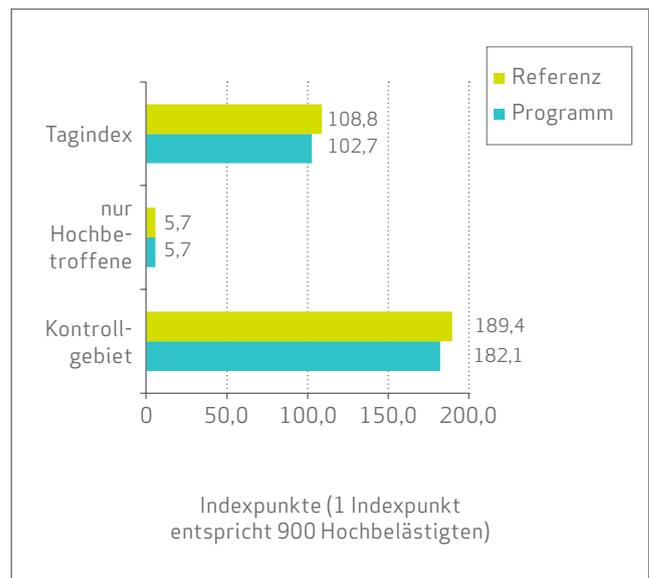


Abbildung 11
 Übersichtskarte Tagindex-Ist (2015)
 Referenz und Programm

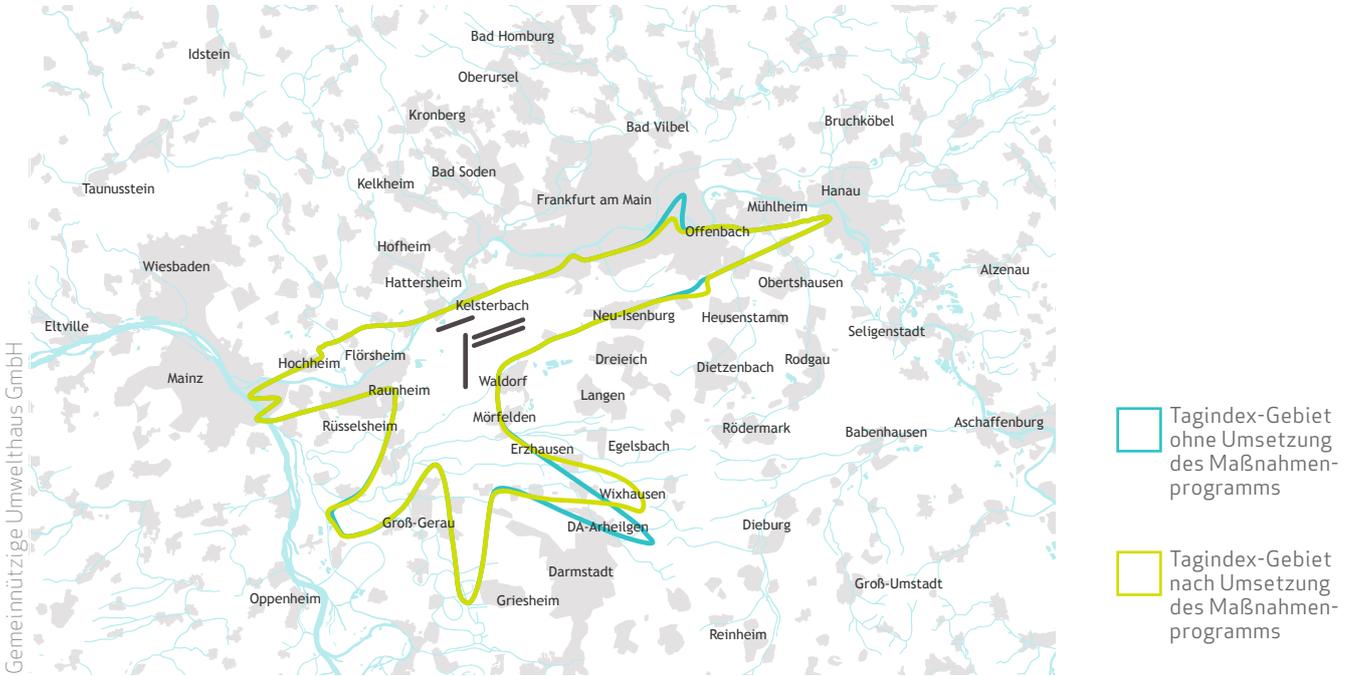


Abbildung 12
 Übersichtskarte Tagindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene
 Referenz und Programm

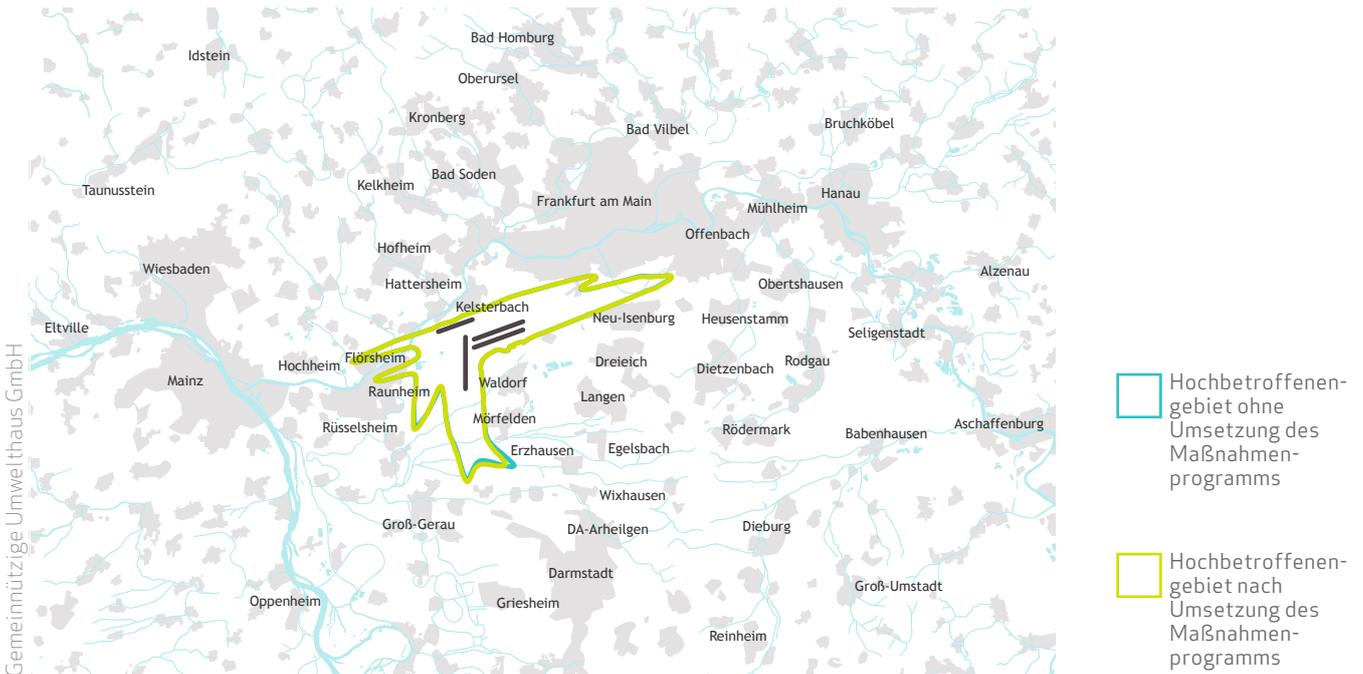
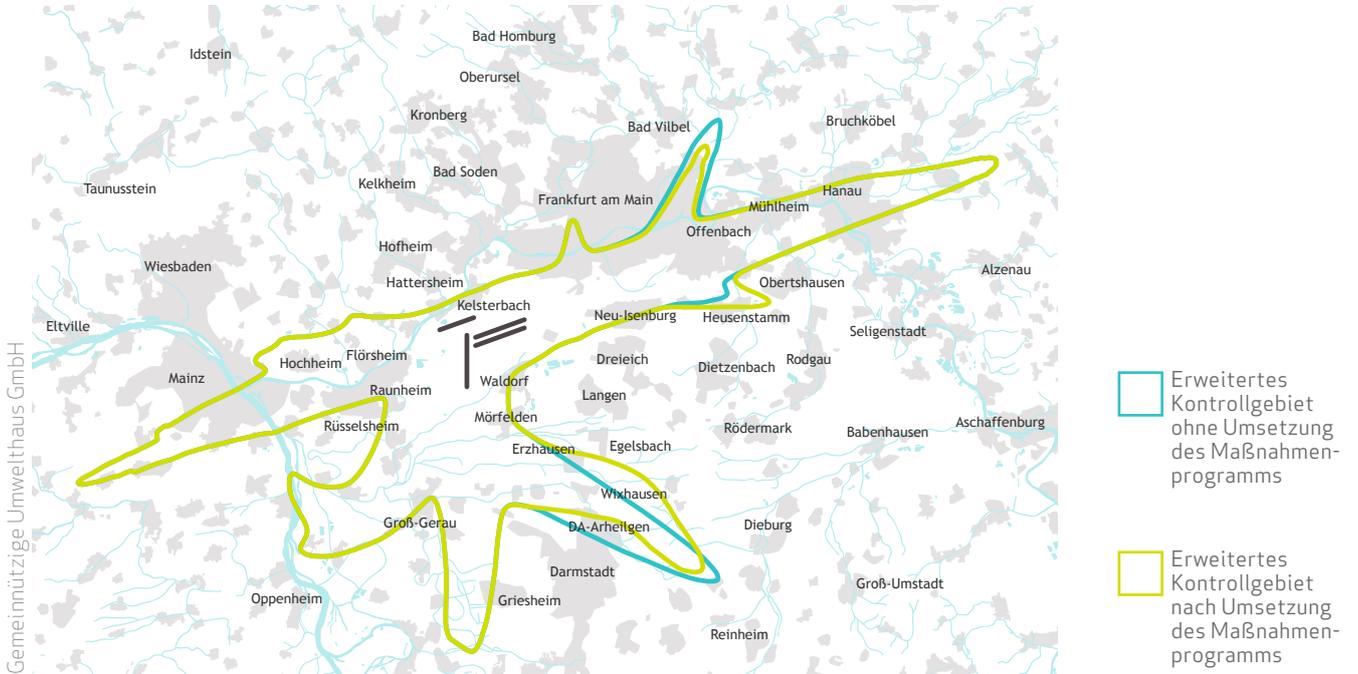


Abbildung 13
 Übersichtskarte erweitertes Kontrollgebiet Tag-Ist (2015)
 Referenz und Programm



Kommunale Ergebnisse

Wie zuvor dargestellt, stammen die wesentlichen Entlastungseffekte des Tagindex (→ Glossar: Frankfurter Tagindex) aus zwei Maßnahmen. Beide gehen mit einer Lärmverlagerung einher. Demzufolge kommt es auf der Ebene der Kommunen sowohl zu Ent- als auch zu neuen Belastungen. In den folgenden Abbildungen sind die Effekte für die einzelnen Kommunen dargestellt.

Kommunale Ergebnisse westlich des Flughafens

Abbildung 14
Ergebnisse Tagindex-Ist (2015) westlich des Flughafens

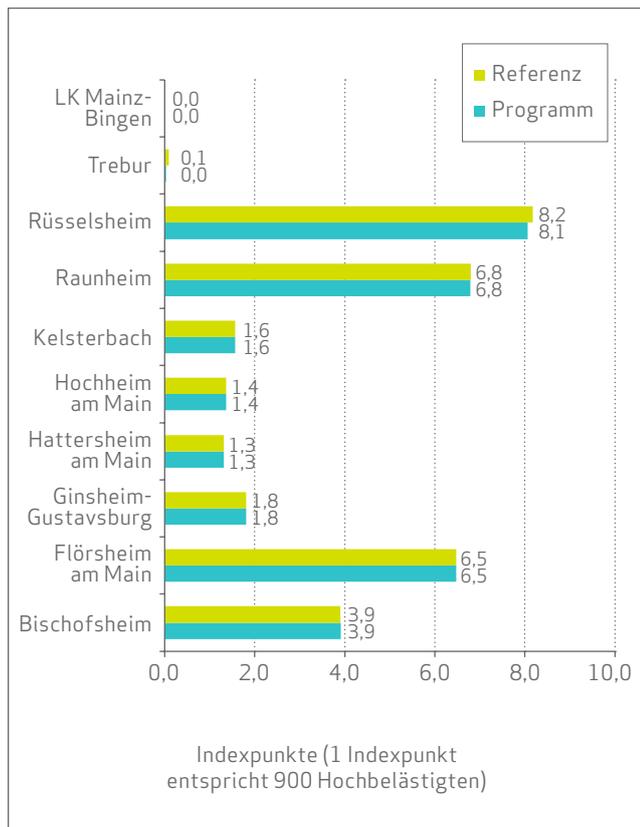


Abbildung 15
Ergebnisse Tagindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene westlich des Flughafens

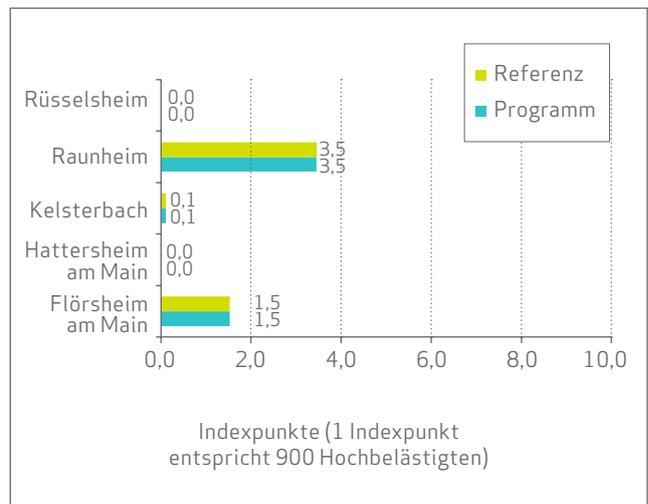
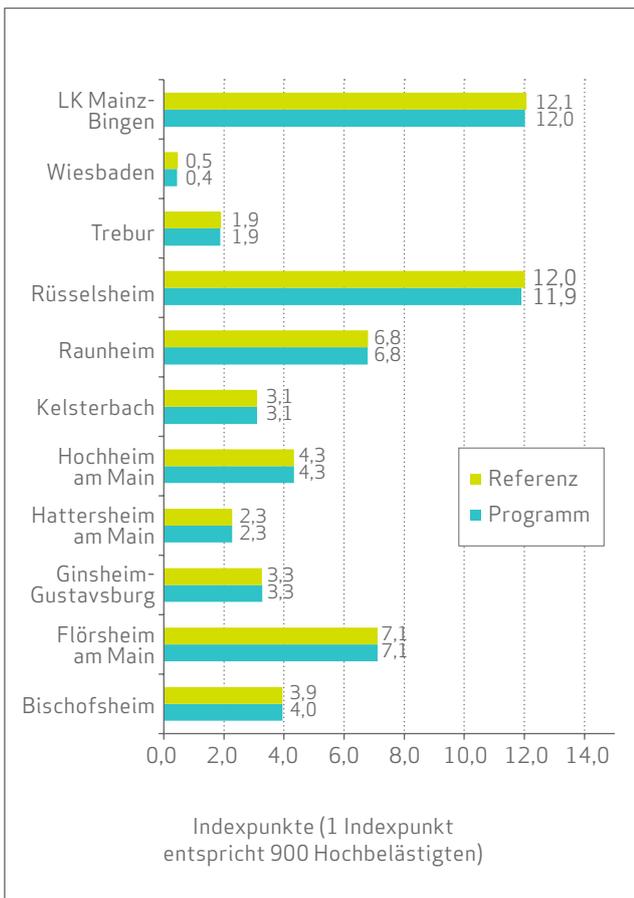


Abbildung 16
**Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet
 Tag-Ist (2015) westlich des Flughafens**



**Kommunale Ergebnisse
 südlich des Flughafens**

Abbildung 17
**Ergebnisse Tagindex-Ist (2015)
 südlich des Flughafens**

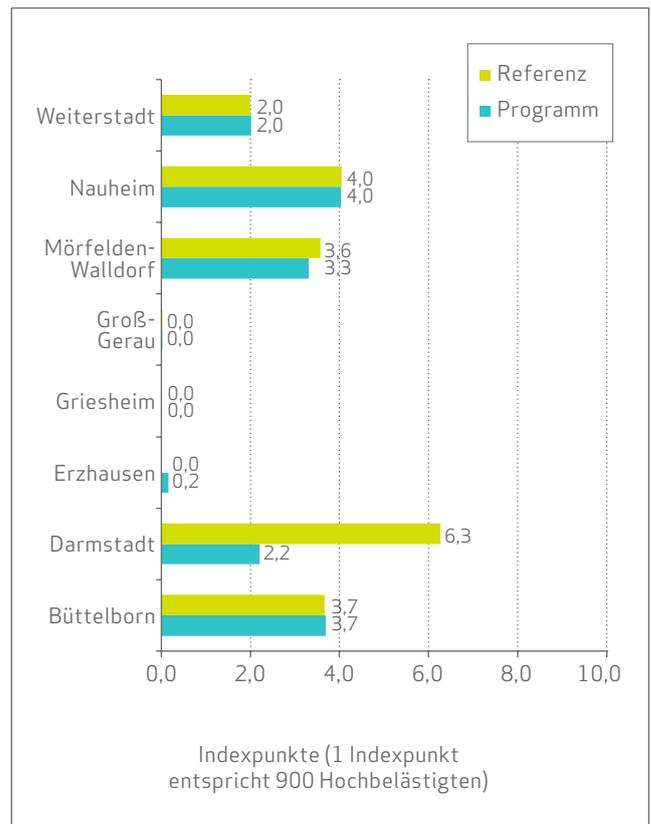


Abbildung 18
Ergebnisse Tagindex-Ist (2015)
 nur Hochbetroffene südlich des Flughafens

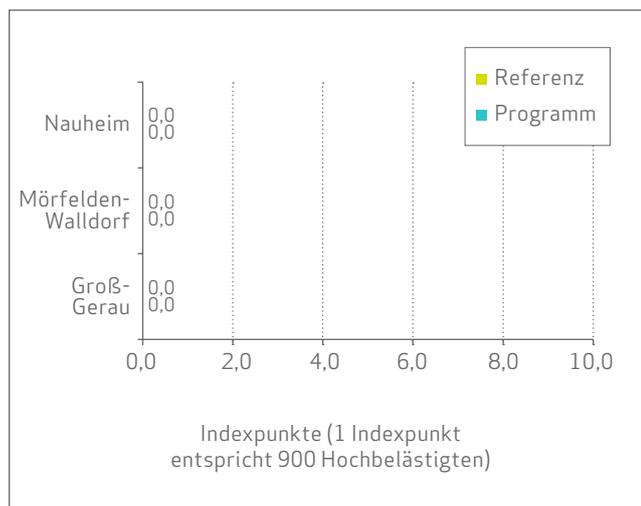
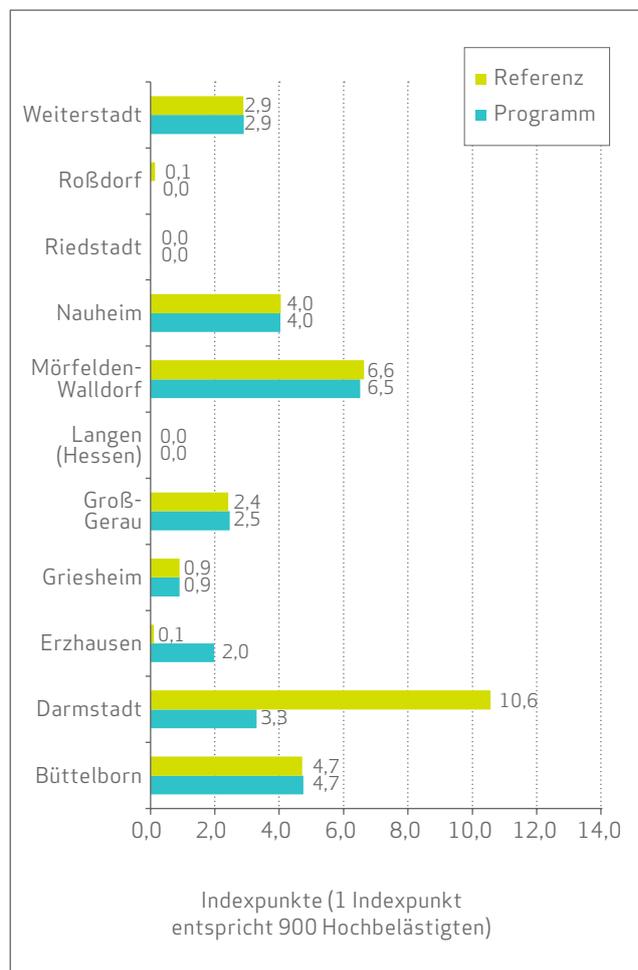


Abbildung 19
Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet
 Tag-Ist (2015) südlich des Flughafens



**Kommunale Ergebnisse
östlich des Flughafens**

Abbildung 21
**Ergebnisse Tagindex-Ist (2015)
nur Hochbetroffene östlich des Flughafens**

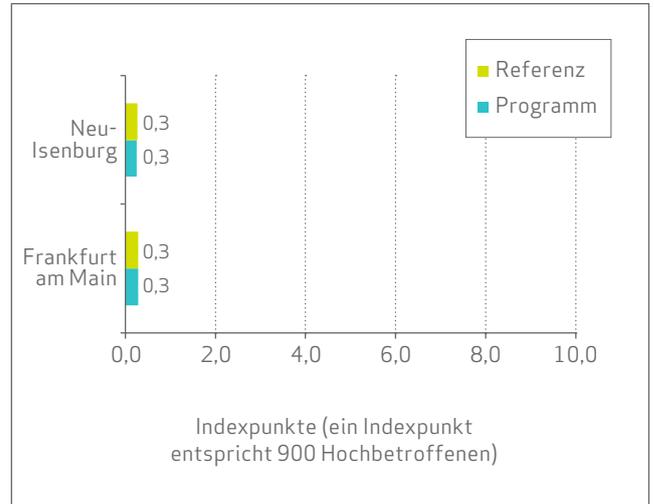


Abbildung 20
**Ergebnisse Tagindex-Ist (2015)
östlich des Flughafens**

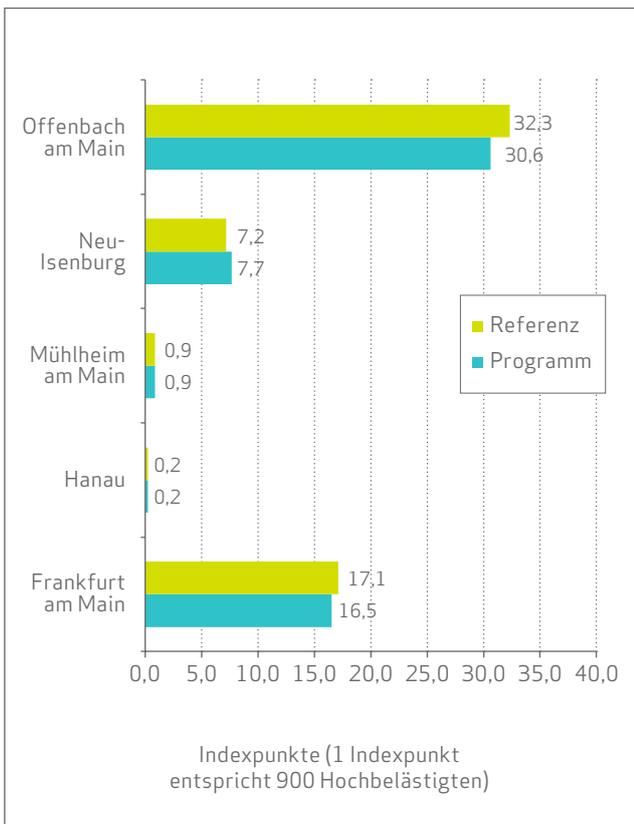
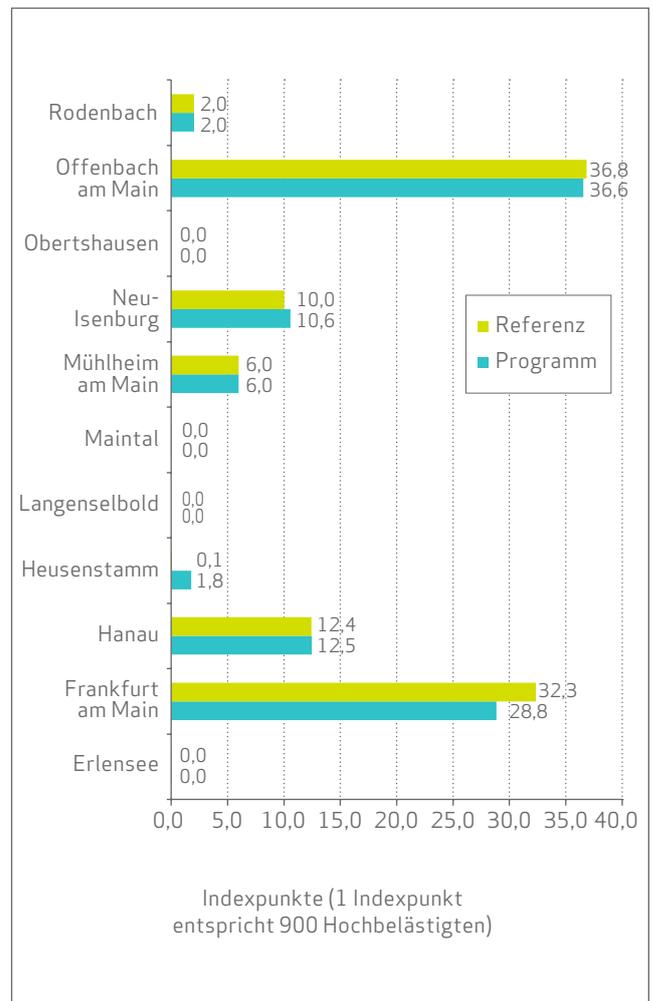


Abbildung 22
**Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet Tag-Ist
(2015) östlich des Flughafens**



Ergebnisse der Berechnungen: Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge)

Gesamtergebnisse

Neben dem Ist-Zustand, also der Berechnung der Maßnahmeneffekte auf Basis der Verkehrsmenge von 2015, wurde auch eine Prognose-Situation berechnet. Darin liegt die angenommene Verkehrsmenge um 13 Prozent höher als im „Ist-Zustand“. Mit den Prognose-Berechnungen soll sichergestellt werden, dass die Effekte auch im Falle steigender Flugbewegungszahlen noch den Erwartungen entsprechen.

Nach den Ergebnissen für den Prognose-Zustand leben etwa 340.000 Personen im Gebiet des Tagindex (↪ Glossar: Frankfurter Tagindex), davon rund 15.000 im Hochbetroffenengebiet (↪ Glossar: Hochbetroffene). Insgesamt fühlen sich im gesamten Indexgebiet etwa 113.000 Personen hoch belästigt, darunter rund 7.000 im Hochbetroffenengebiet.

Wie Abbildung 24 zeigt, bestätigen sich die Ergebnisse des Ist-Szenarios im Wesentlichen auch in der Prognose: Die Indexpunkte im Indexgebiet würden um etwa sechs Prozent auf 118 Punkte sinken, im erweiterten Kontrollgebiet um vier Prozent von 214,7 auf 206. Zusätzlich kommt es bei höheren Verkehrsmengen aber auch zu einer Reduktion der Indexpunkte im Hochbetroffenengebiet: von 7,5 auf 7,4 – das entspricht etwa einem Prozent.

Abbildung 23
Personen und Hochbetroffene im Referenz-Szenario (Tag-Prognose)

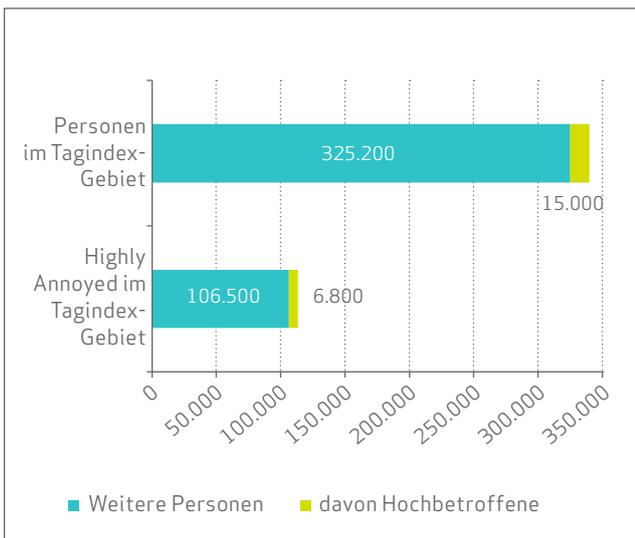


Abbildung 24
Gesamtergebnisse Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge)

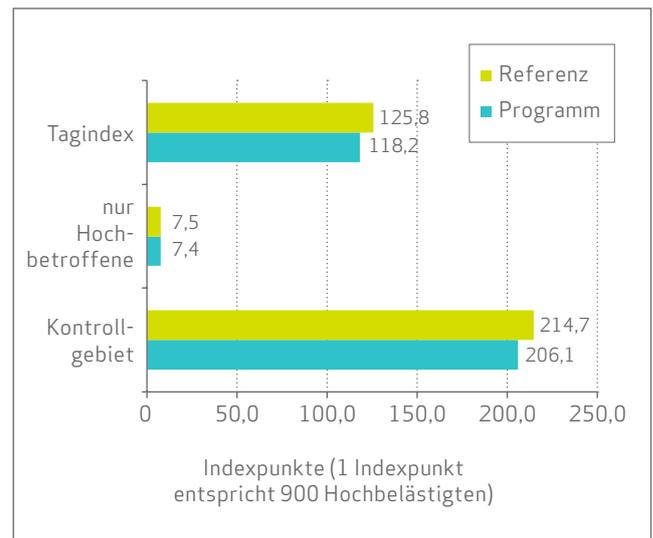


Abbildung 25

**Übersichtskarte Tagindex-Prognose
(+13 Prozent Verkehrsmenge) Referenz und Programm**

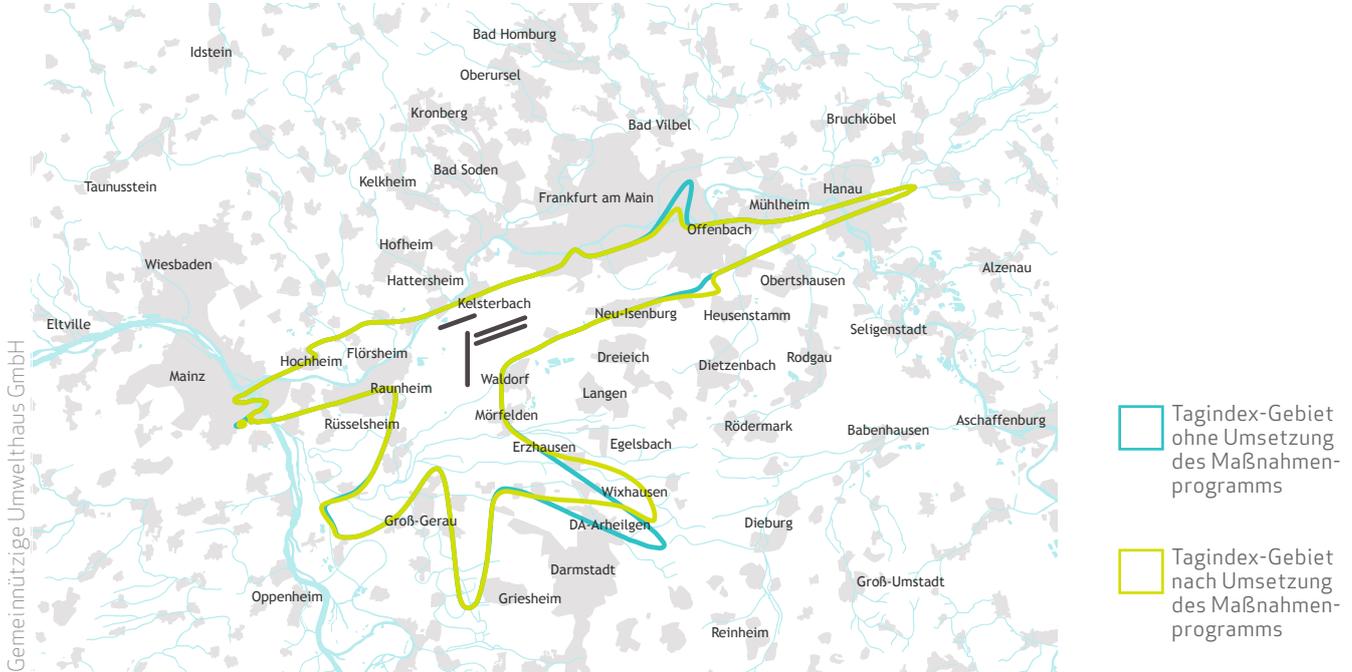
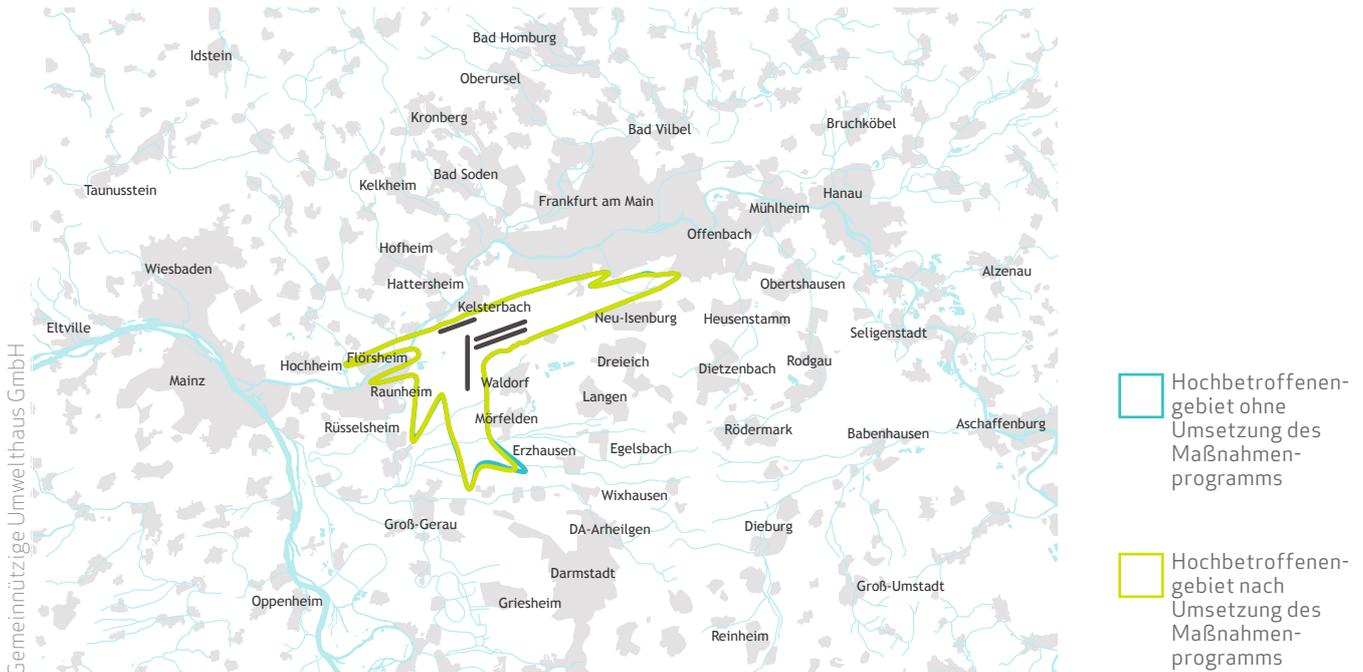


Abbildung 26

**Übersichtskarte Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge)
nur Hochbetroffene Referenz und Programm**



Kommunale Ergebnisse

**Kommunale Ergebnisse
westlich des Flughafens**

Abbildung 28
Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) westlich des Flughafens

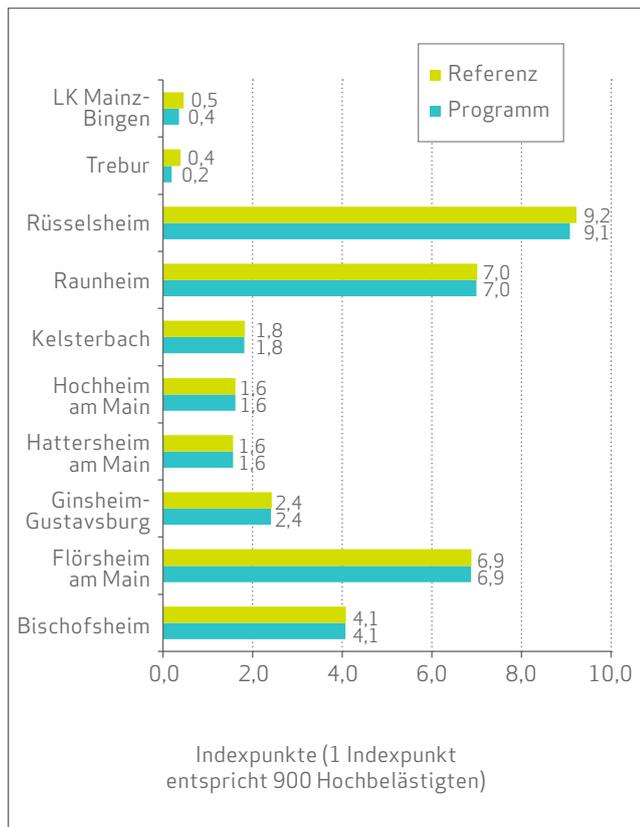
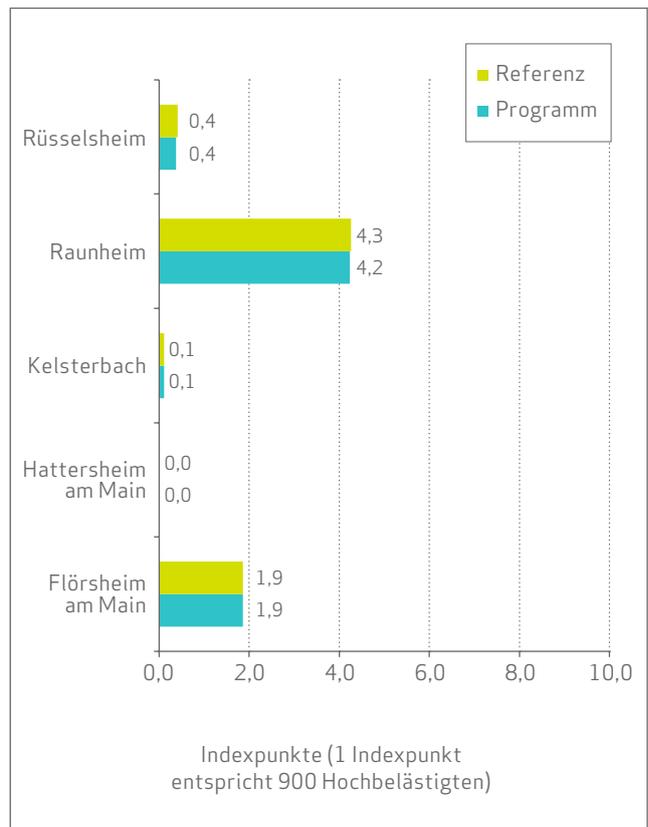


Abbildung 29
Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene westlich des Flughafens



Kommunale Ergebnisse
südlich des Flughafens

Abbildung 30
Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet
Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge)
westlich des Flughafens

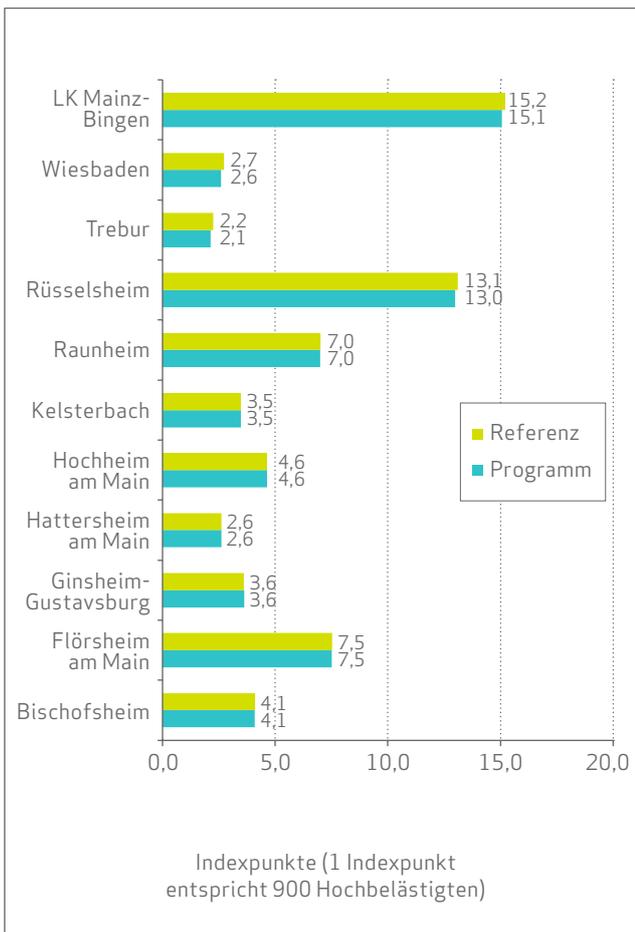


Abbildung 31
Ergebnisse Tagindex-Prognose
(+13 Prozent Verkehrsmenge)
südlich des Flughafens

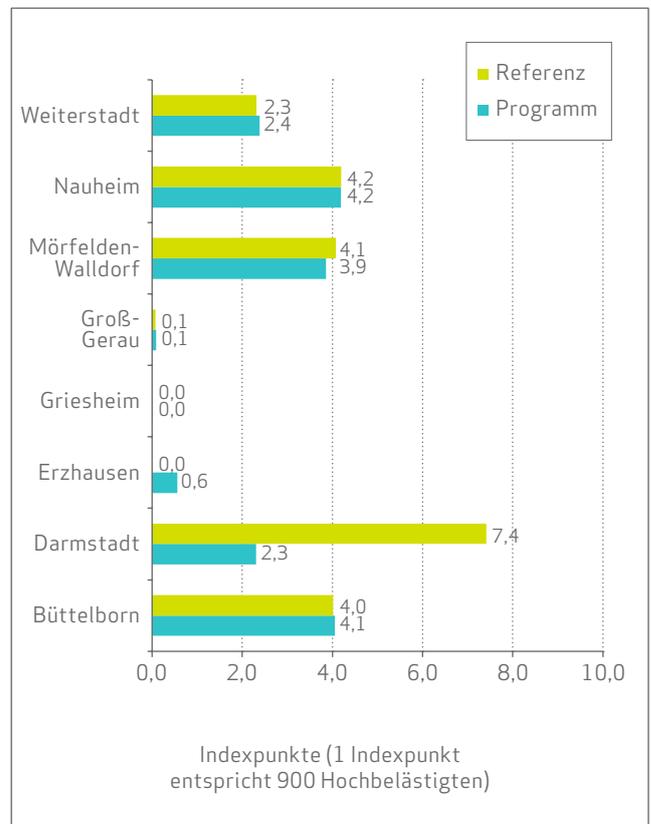


Abbildung 32
Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene südlich des Flughafens

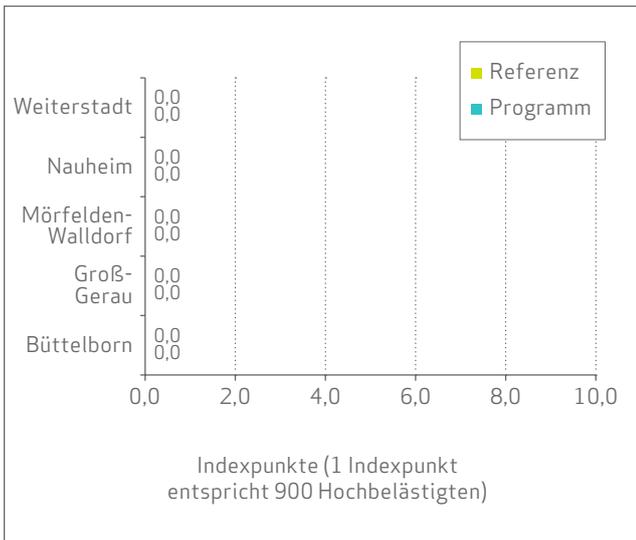
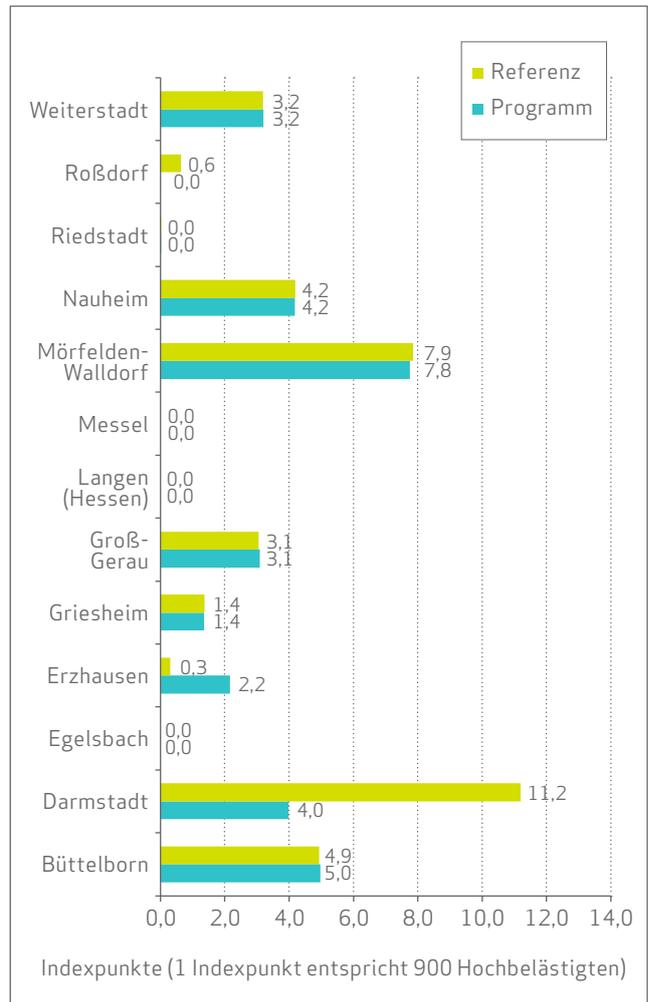


Abbildung 33
Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) südlich des Flughafens



**Kommunale Ergebnisse
östlich des Flughafens**

Abbildung 35
Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene östlich des Flughafens

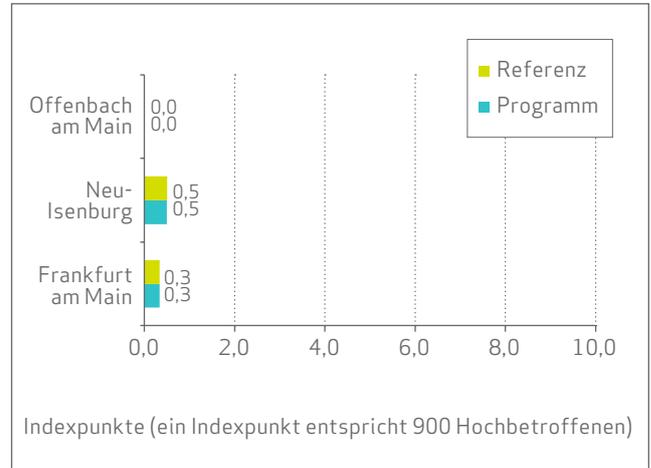


Abbildung 34
Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) östlich des Flughafens

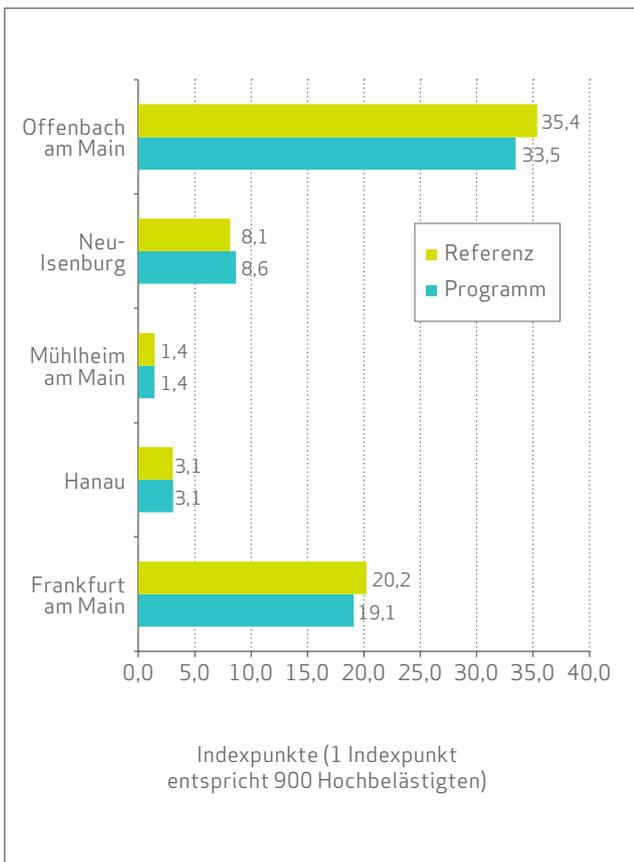
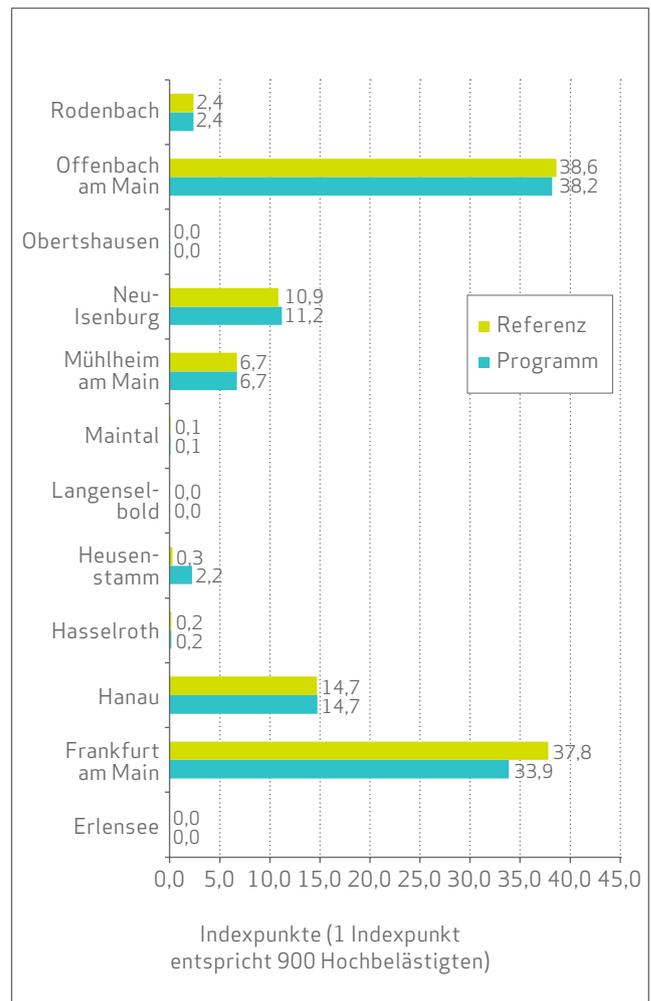


Abbildung 36
Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet Tag-Prognose östlich (+13 Prozent Verkehrsmenge) des Flughafens



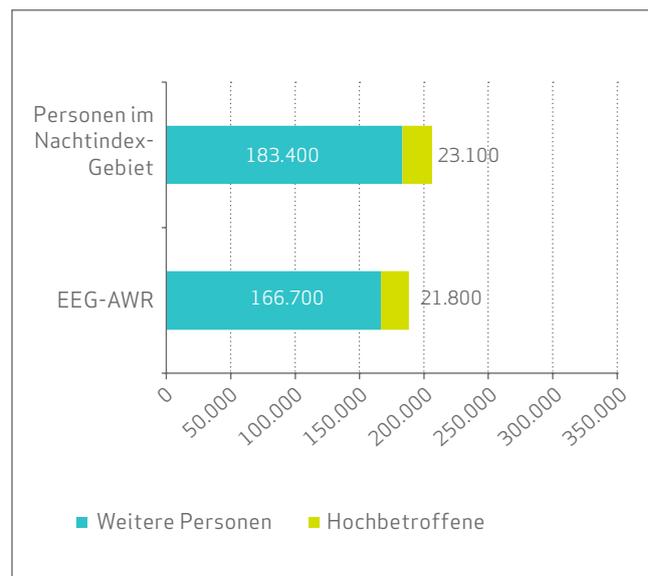
Ergebnisse der Berechnungen: Nacht-Ist (2015)

Gesamtergebnisse

Zum heutigen Zeitpunkt leben – gemäß den zugrunde gelegten Bevölkerungsdaten – innerhalb des Nachtindex-Gebiets (→ Glossar: Frankfurter Nachtindex) etwa 183.000 Personen, im Hochbetroffenengebiet (→ Glossar: Hochbetroffene) rund 23.000. Im Indexgebiet kommt es dabei aktuell fluglärmbedingt bereits zu etwa 167.000 zusätzlichen Aufwachreaktionen, im Hochbetroffenengebiet zu etwa 22.000.

Abbildung 37

Personen und Hochbetroffene im Referenz-Szenario (Nacht-Ist)



Auch für die Nacht werden diese Werte im Folgenden in Indexpunkten dargestellt. Ein Indexpunkt entspricht in der Nacht 3.900 EEG-Aufwachreaktionen (EEG-AWR, [↪ Glossar](#)). Dies gilt sowohl für den Ist-Zustand als auch für die Prognose-Situation.

Die folgende Abbildung zeigt die Effekte der in den Berechnungen berücksichtigten Maßnahmen für aktiven Schallschutz. Für die Nacht sind das insgesamt drei:

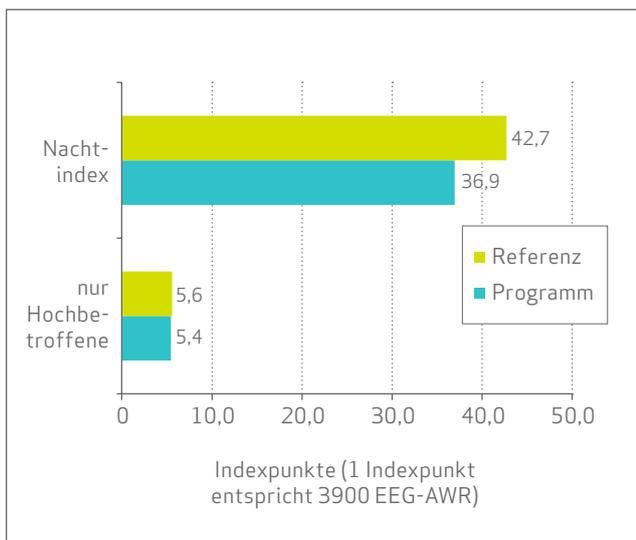
- Laterale Optimierung AMTIX kurz
- Erhöhung Spurtreue 07 Süd lang,
- Segmented Approach ILS & zeitliche Ausdehnung 22 bis 0 Uhr.

Lediglich die Maßnahmen Laterale Optimierung AMTIX kurz sowie der Segmented Approach ILS zeigen allerdings einen relevanten Effekt auf die Berechnungsergebnisse.

Die Anzahl der Indexpunkte sinkt in allen Berechnungen durch die Maßnahmen des Programms für Aktiven Schallschutz: Im Hochbetroffenengebiet um etwa vier Prozent von rund 5,6 auf 5,4. Im gesamten Indexgebiet fallen die Indexpunkte sogar um fast 14 Prozent: von 42,7 auf 36,9.

Abbildung 38

Gesamtergebnisse Nacht-Ist (2015)



Bei Betrachtung der Ergebnisse des Nachtindex – sowohl für die Ist-Situation als auch für die Prognose – ist allerdings Folgendes zu berücksichtigen:

Die etwas angepasste Routenführung des Segmented Approach ILS führt zu Kurvenflug über zum Teil bewohnten Gebiet – insbesondere im Bereich Offenbach. Es ist bekannt, dass Flugzeuge in Kurven mehr Lärm erzeugen als auf geraden Strecken. Da die tatsächlichen Auswirkungen des Kurvenflugs auf die Geräuschemissionen bisher allerdings nicht genau genug erfasst sind, werden sie in den Lärmberechnungen nicht abgebildet. Eine einfache Berechnung der Effekte des Segmented Approach ILS, der die veränderten Geräuschemissionen im Kurvenflug außer Acht lässt, erschien dem Expertengremium Aktiver Schallschutz jedoch nicht zufriedenstellend. Um also trotz der genannten Einschränkungen in den Berechnungen eine Einschätzung möglicher Auswirkungen des Kurvenflugs zu erhalten, wurden deshalb zusätzliche Berechnungen nur für den Segmented Approach ILS mit pauschalen Zuschlägen in den Bereichen der Kurven durchgeführt. Solche pauschalen Zuschläge geben aber die tatsächliche Lärmentwicklung nicht unbedingt exakt wieder, sondern dienen lediglich der groben Einschätzung möglicher Effekte. Diese Abschätzung inklusive der Zuschläge deutete darauf hin, dass – aufgrund der lauterer Geräuschemissionen in den Kurven – die Zahl der Hochbetroffenen durch den Segmented Approach ILS zumindest geringfügig steigen könnte. Dies steht im Gegensatz zu den hier dargestellten Berechnungsergebnissen, die einen Rückgang der Hochbetroffenen bei Umsetzung der oben genannten Maßnahmen – also auch durch den Segmented Approach ILS – zeigen. Eine valide Einschätzung der genauen Effekte ist auf dieser Berechnungsbasis letztlich nicht möglich. Deshalb hat sich das Expertengremium dazu entschieden, den Segmented Approach ILS – vorbehaltlich des Konsultationsverfahrens – dennoch zur Umsetzung zu empfehlen und die genauen Lärmwirkungen ([↪ Glossar](#)) der Maßnahme mit Lärmmessungen zu untersuchen, sofern es zu einem Probetrieb kommt.

Abbildung 39
 Übersichtskarte Nachtindex-Ist (2015) Referenz und Programm

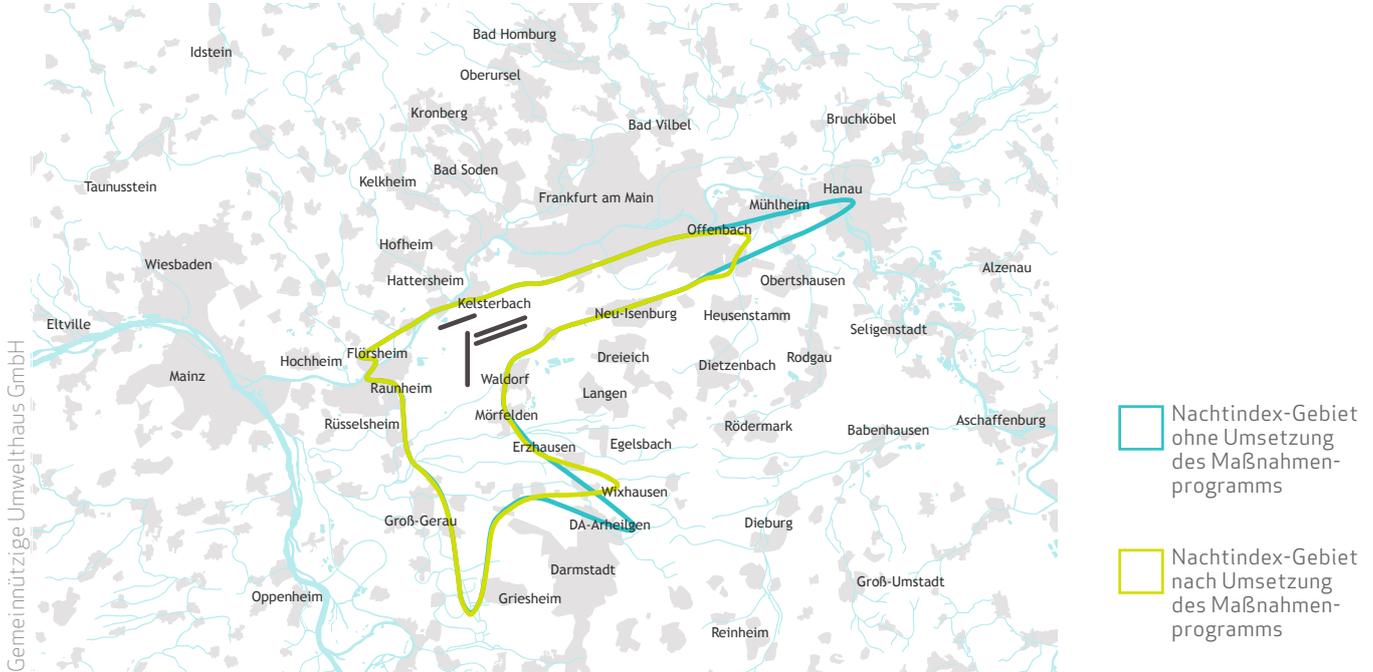
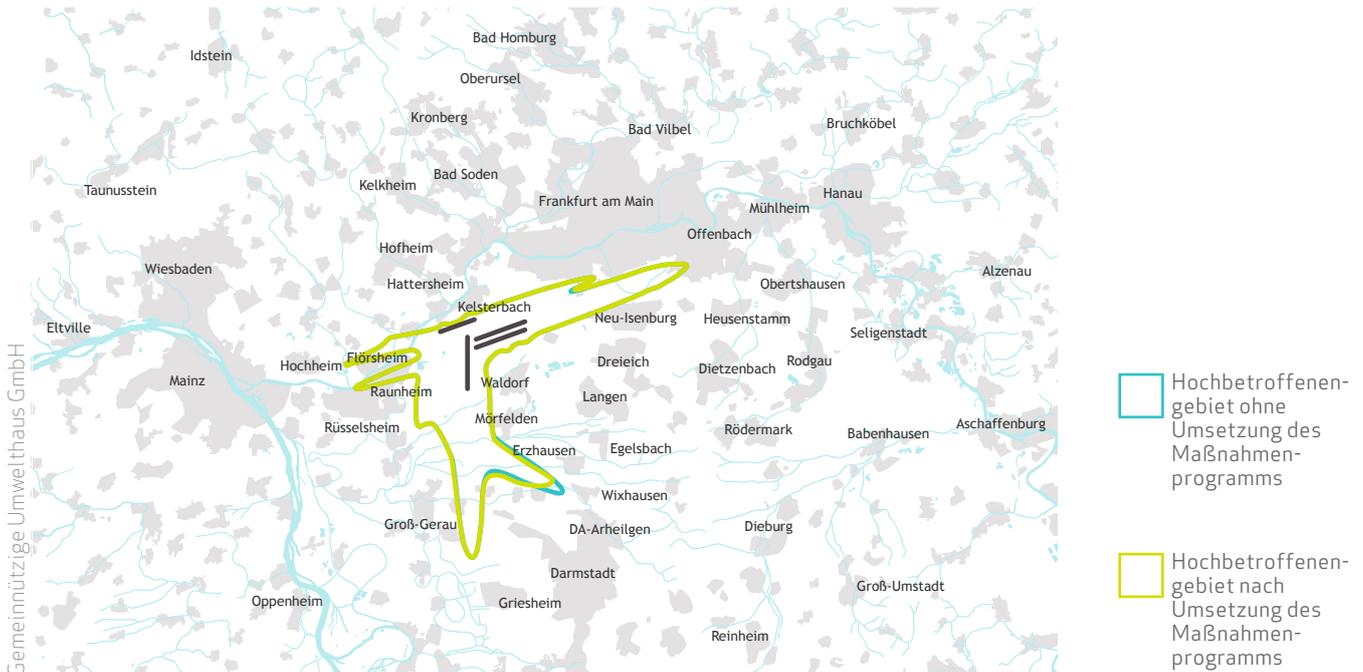


Abbildung 40
 Übersichtskarte Nachtindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene Referenz und Programm



Kommunale Ergebnisse

Kommunale Ergebnisse
westlich des Flughafens

Abbildung 41
Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015)
westlich des Flughafens

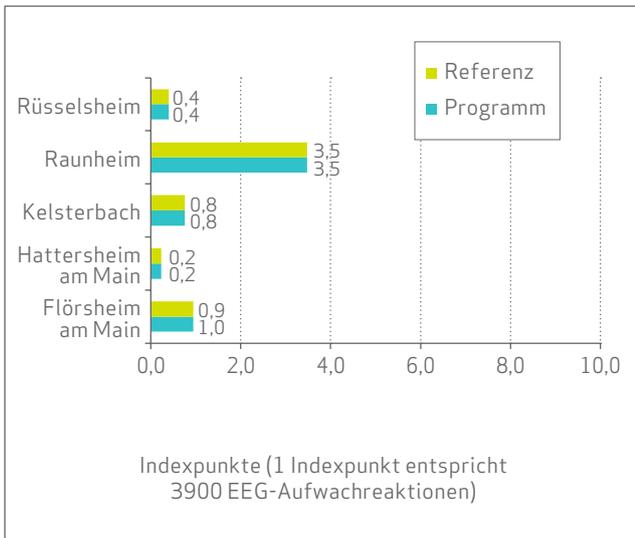
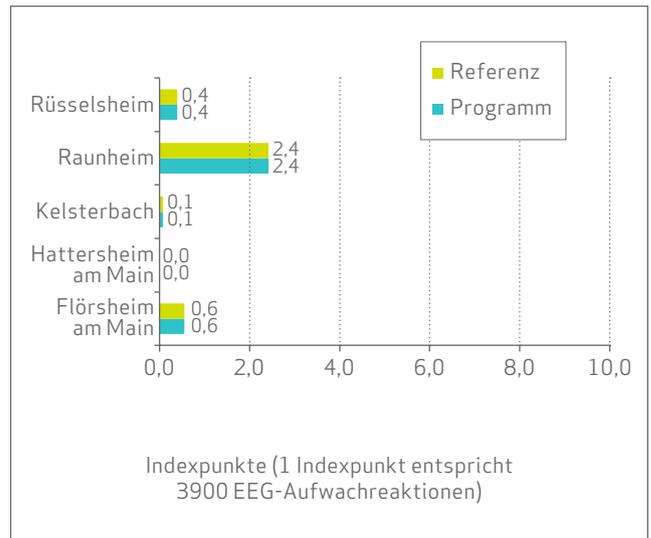


Abbildung 42
Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015)
nur Hochbetroffene westlich des Flughafens



Kommunale Ergebnisse
südlich des Flughafens

Abbildung 43
Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015)
südlich des Flughafens

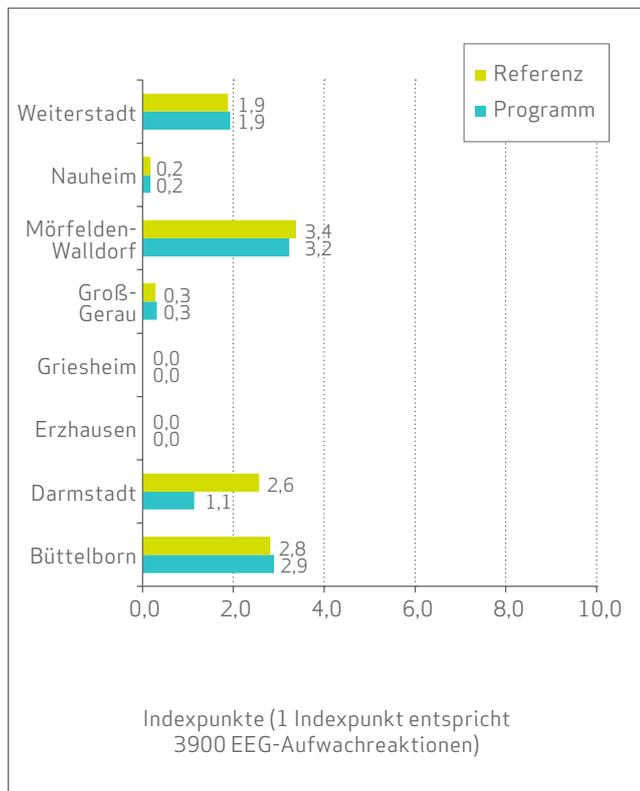
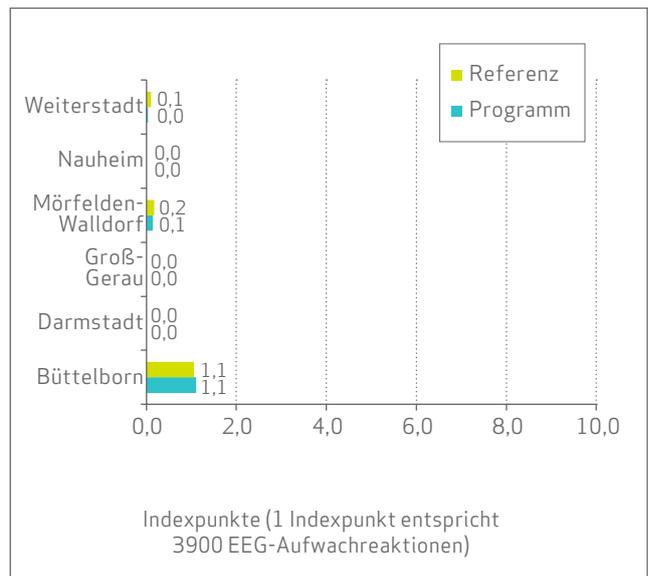


Abbildung 44
Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015)
nur Hochbetroffene südlich des Flughafens



Kommunale Ergebnisse
östlich des Flughafens

Abbildung 45
Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015)
östlich des Flughafens

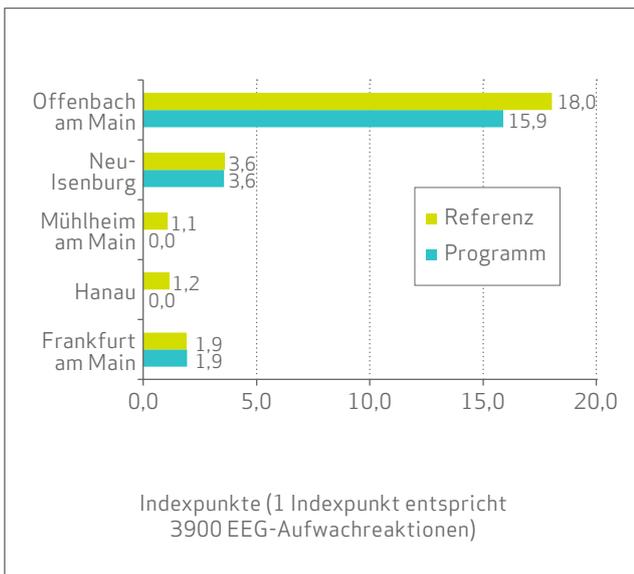
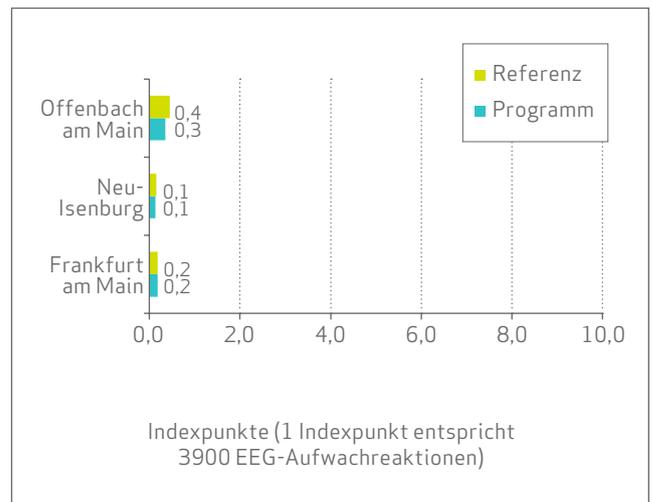


Abbildung 46
Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015)
nur Hochbetroffene östlich des Flughafens



**Ergebnisse der Berechnungen:
Nacht-Prognose
(+13 Prozent Verkehrsmenge)**

Gesamtergebnisse

Nach den Berechnungsergebnissen des Nachtindex ([↪ Glossar: Frankfurter Nachtindex](#)) leben im Prognose-Szenario innerhalb des Indexgebiets etwa 251.000 Personen sowie etwa 29.000 im Hochbetroffenen-gebiet ([↪ Glossar: Hochbetroffene](#)). Im Indexgebiet kommt es fluglärmbedingt zu ca. 236.000 zusätzlichen Aufwachreaktionen, im Hochbetroffenengebiet zu etwa 32.000.

Die für die Ist-Situation beschriebenen Effekte zeigen sich auch für den Nachtindex in der Prognose: Die Indexpunkte sinken um fast fünf Prozent von 8,2 auf 7,8 im Hochbetroffenengebiet. Im Indexgebiet verringern sie sich um 17 Prozent und damit deutlich stärker: von 60,6 auf etwa 50 Indexpunkte.

Abbildung 47
Personen und Hochbetroffene im Referenz-Szenario (Nacht-Prognose)

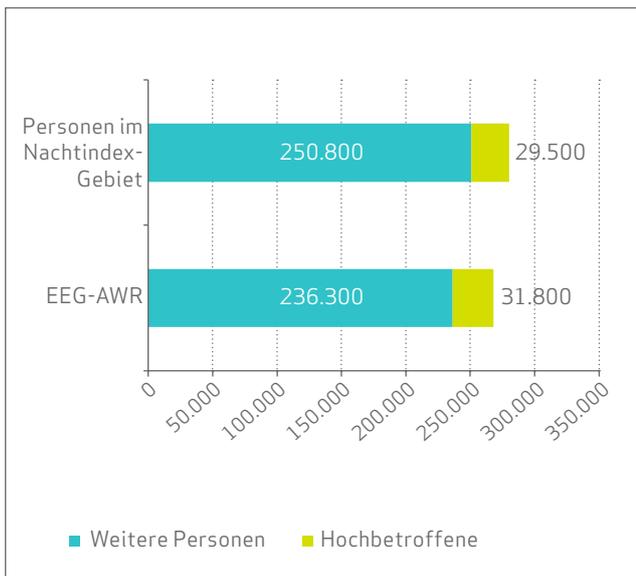


Abbildung 48
Gesamtergebnisse Nacht-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge)

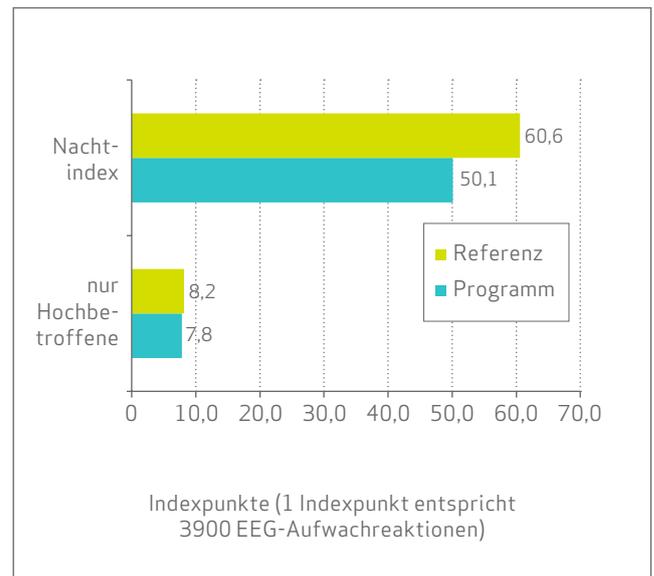


Abbildung 49
Übersichtskarte Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) Referenz und Programm

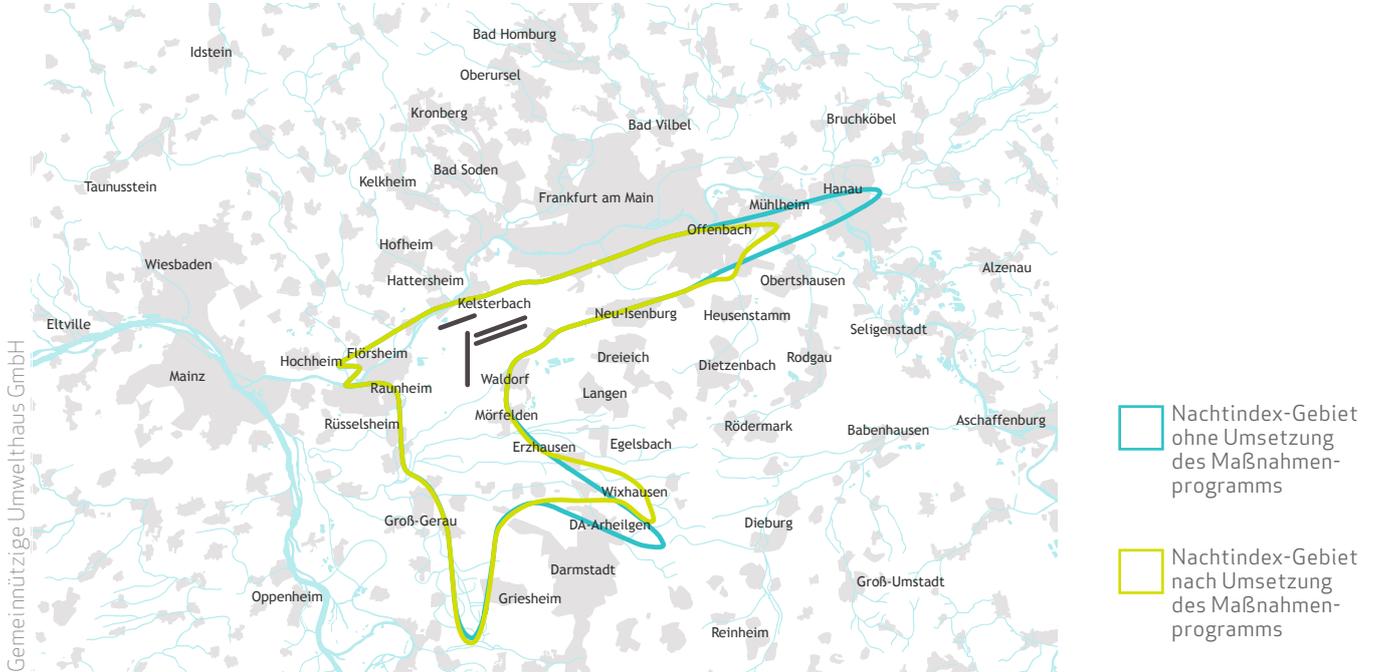
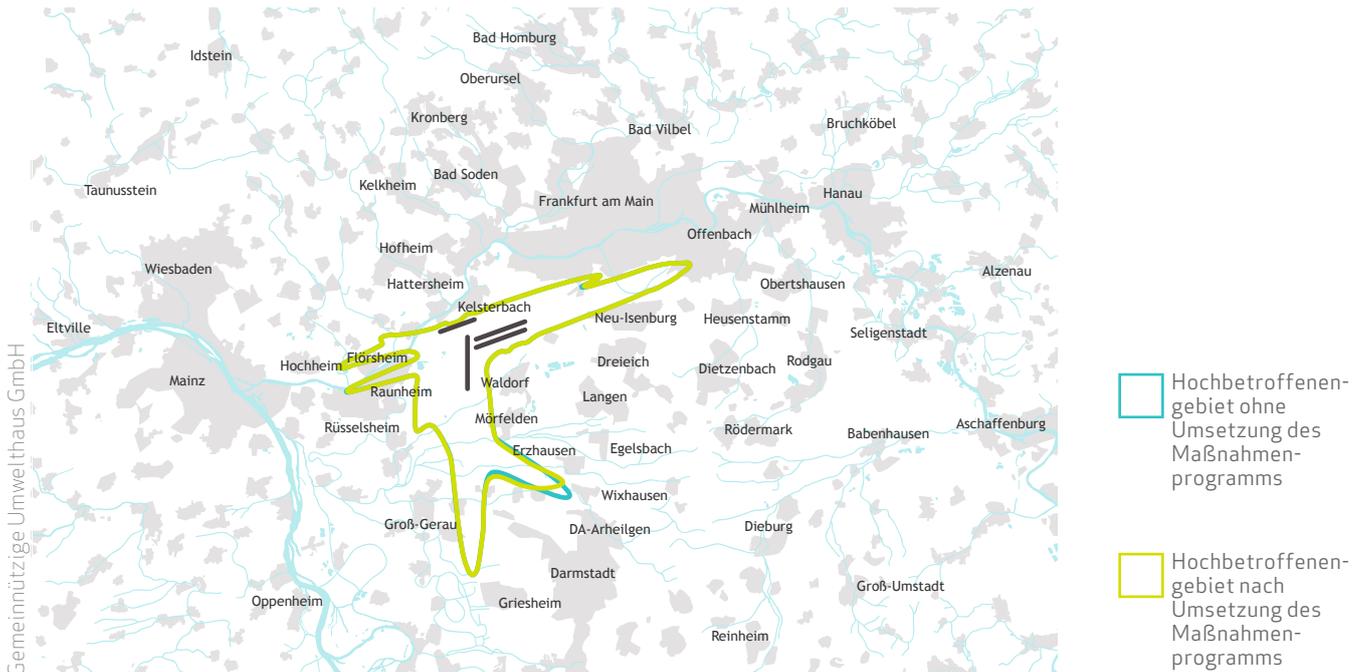


Abbildung 50
Übersichtskarte Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene Referenz und Programm



Kommunale Ergebnisse

Kommunale Ergebnisse
westlich des Flughafens

Abbildung 51
Ergebnisse Nachtindex-Prognose
(+13 Prozent Verkehrsmenge)
westlich des Flughafens

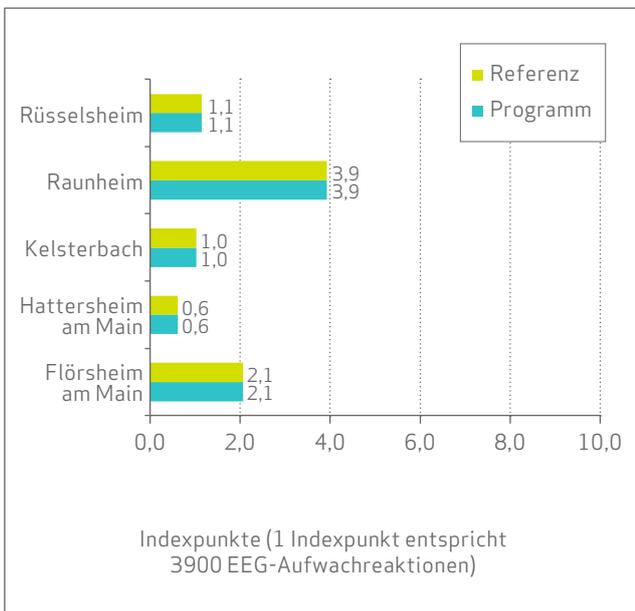
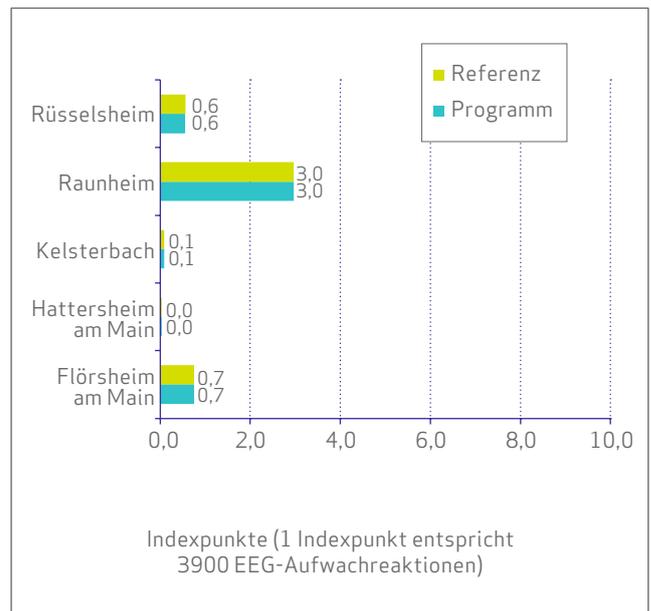


Abbildung 52
Ergebnisse Nachtindex-Prognose
(+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene
westlich des Flughafens



Kommunale Ergebnisse
südlich des Flughafens

Abbildung 53
Ergebnisse Nachtindex-Prognose
(+13 Prozent Verkehrsmenge)
südlich des Flughafens

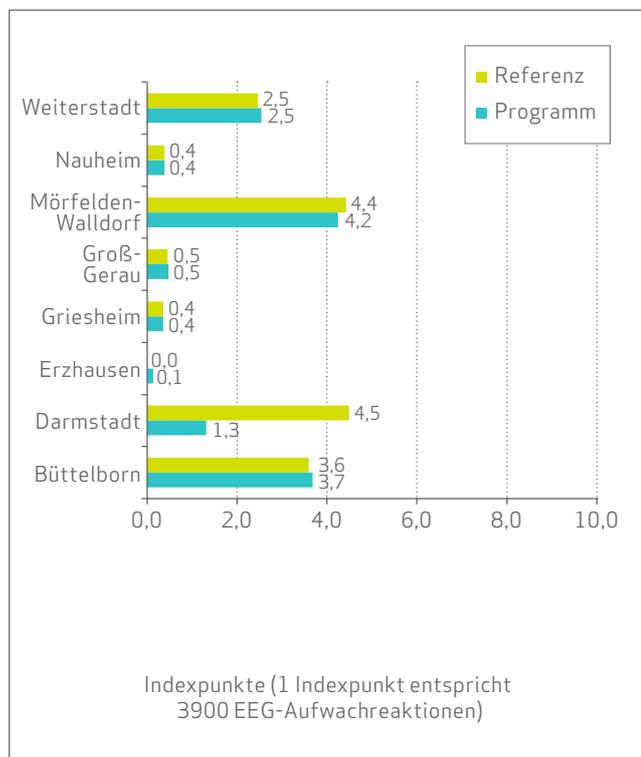
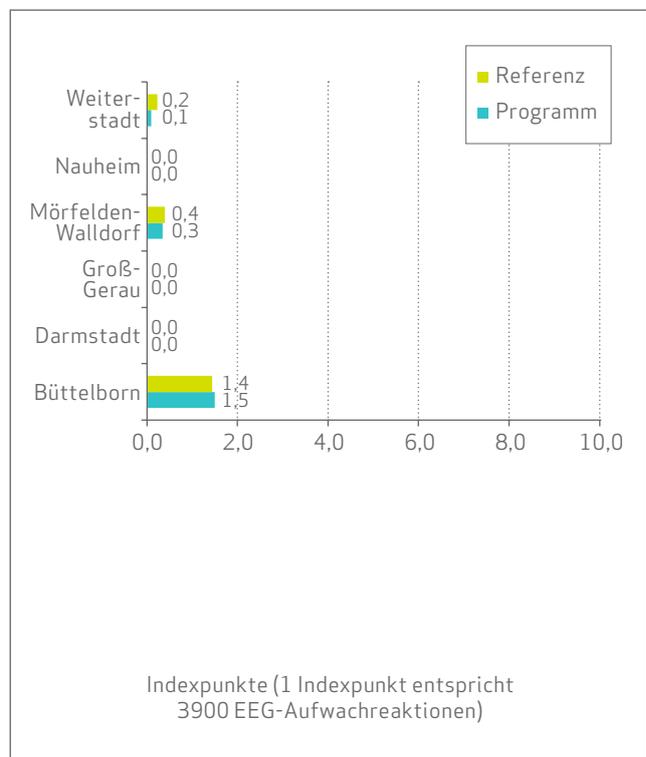


Abbildung 54
Ergebnisse Nachtindex-Prognose
(+13 Prozent Verkehrsmenge)
nur Hochbetroffene südlich des Flughafens



Kommunale Ergebnisse
östlich des Flughafens

Abbildung 55
Ergebnisse Nachtindex-Prognose
(+13 Prozent Verkehrsmenge)
östlich des Flughafens

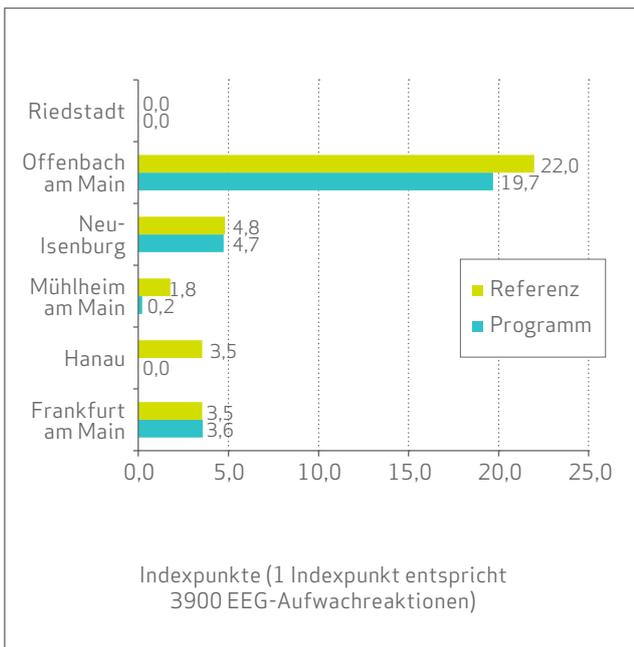
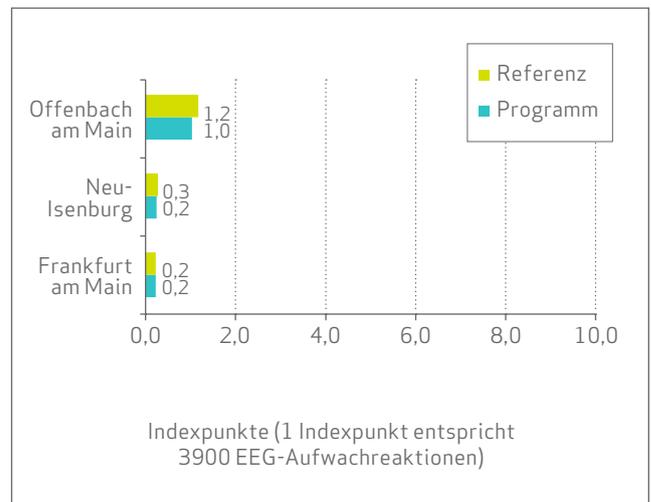
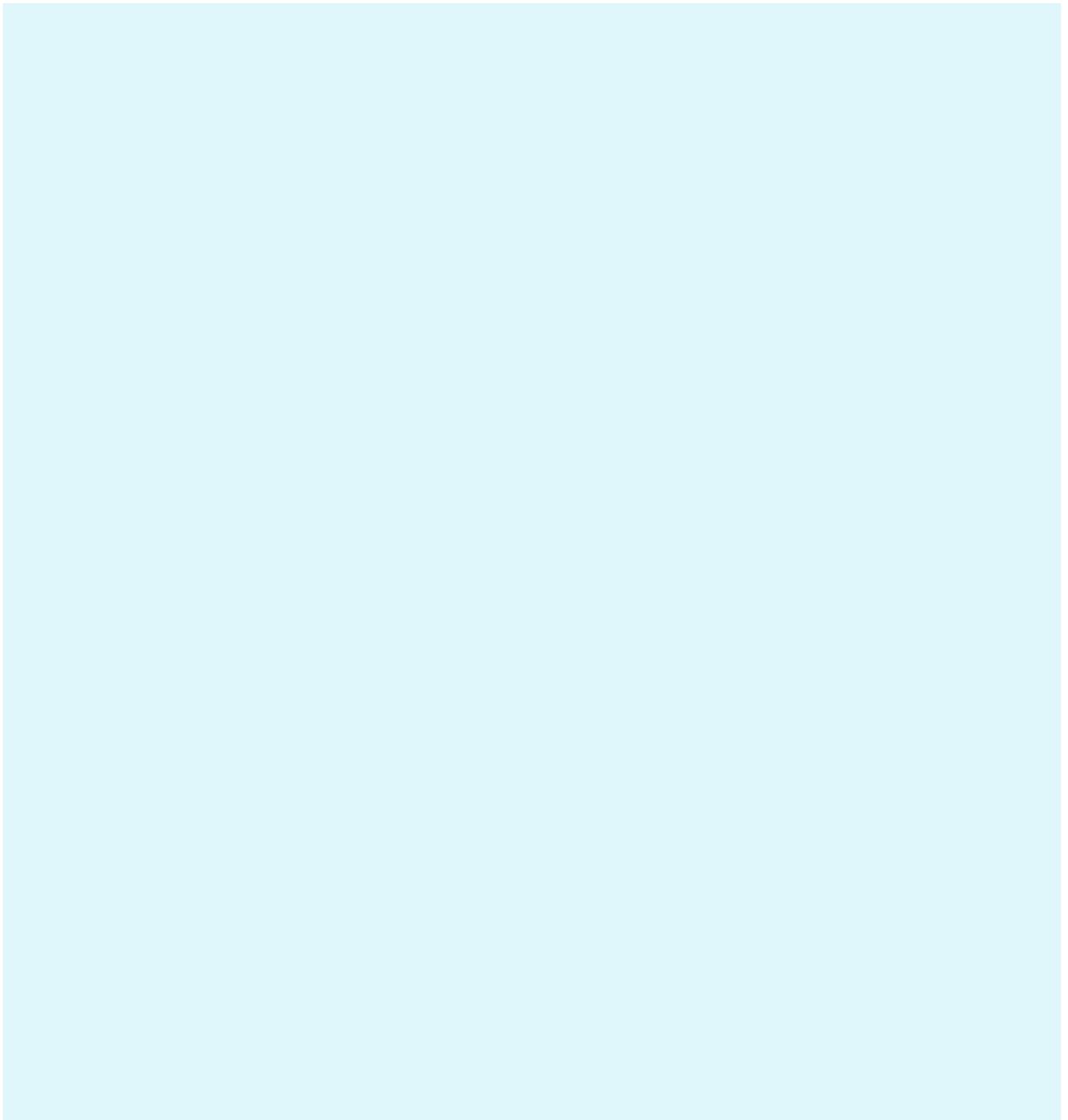


Abbildung 56
Ergebnisse Nachtindex-Prognose
(+13 Prozent Verkehrsmenge)
nur Hochbetroffene östlich des Flughafens





II — Glossar

AzB/AzB 2008

Die Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen ist ein Berechnungsverfahren, mit dem die Lärmschutzbereiche nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 1.06.2007 und der ersten Durchführungsverordnung des Fluglärmgesetzes von 2007 festgelegt werden können. Ist von AzB 2008 die Rede, ist damit die aktuelle Version von 2008 gemeint.

Dauerschallpegel

Der Äquivalente Dauerschallpegel (kurz: L_{pAeq}) ist ein Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung in einem bestimmten Zeitraum, bei dem Häufigkeit, Dauer und Höhe des Schallpegels der einzelnen Schallereignisse berücksichtigt werden. Der L_{pAeq} ist die Basis für die Festlegung von Lärmschutzbereichen nach dem Fluglärmgesetz – getrennt nach Tag (6 – 22 Uhr) und Nacht (22 – 6 Uhr). Der L_{pAeq} wird in Dezibel (dB) angegeben.

DES

Das Datenerfassungssystem (DES) enthält Angaben zum Flugplatz, den An- und Abflugkorridoren sowie der Anzahl der Flugbewegungen. Außerdem speichert das System die „Lärmklasse“, der der jeweilige Flugzeugtyp angehört.

Dezibel

Dezibel, abgekürzt als dB bzw. dB(A), ist die Maßeinheit, mit der der Schalldruckpegel – und damit auch die Lautstärke – angegeben wird. Die Dezibelskala von 0 bis 120 dB(A) spiegelt die Spanne von der

Hörschwelle bis zum Schmerzbereich wieder. Die Skala ist nicht linear. Eine Erhöhung um 10 Dezibel nehmen wir in etwa als eine Verdopplung der Lautstärke wahr, im unteren Pegelbereich genauso wie im oberen.

Dosis-Wirkungs-Beziehung

Funktionaler Zusammenhang zwischen Dosis (hier Lärm, und zwar Dauerschallpegel bzw. Maximalpegel) und Wirkung (hier der Grad der Lärmbelästigung bzw. die lärmbedingte Aufwachwahrscheinlichkeit).

EEG-Aufwachreaktion

Wechselt ein Schlafender von einem tieferen ins leichteste Schlafstadium oder wacht vollständig auf, sprechen die Schlafforscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) von einer Aufwachreaktion. Aufwachreaktionen wurden in der sogenannten DLR-Schlafstudie mit dem Hirnstrombild (EEG) identifiziert. Auch in ruhiger Umgebung erleben Schlafende etwa 20- bis 30-mal in der Nacht eine solche Aufwachreaktion. Meistens erinnern sie sich am nächsten Morgen nicht daran. 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 Frankfurter Nachtindex einfließende Parameter zur Lärmwirkung.

Frankfurter Fluglärmindex

Der vom Forum Flughafen und Region (FFR) entwickelte Frankfurter Fluglärmindex errechnet die Fluglärmbelastung tagsüber (Frankfurter Tagindex, FTI) und

nachts (Frankfurter Nachtindex, FNI) im Gebiet rund um den Frankfurter Flughafen. Er berücksichtigt die gesamte An- und Abflugsituation auf der Grundlage der sechs verkehrsreichsten Monate. Der Frankfurter Fluglärmindex basiert auf Dosis-Wirkungs-Beziehungen, die im Rahmen von Studien im Rhein-Main-Gebiet und am Flughafen Köln/Bonn ermittelt wurden.

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.

Frankfurter Tagindex (FTI)

Index, der auf der Anzahl der durch eine vorgegebene Fluglärmbelastung in einem festgelegten Gebiet (Indexgebiet) lebenden hochbelästigten Personen beruht. Der FTI wird auf Basis der an einem Ort auftretenden Dauerschallpegel für den Tag und der aus der „RDF-Belastigungsstudie“ erhaltenen Dosis-Wirkungs-Beziehung ermittelt.

Hochbelästigte (Highly Annoyed, HA)

Der Prozentsatz von Hochbelästigten 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-Belastigungsstudie ermittelt wurde, ist der in den Tagindex einfließende Parameter zur Lärmwirkung.

Hochbetroffene

Das Expertengremium Aktiver Schallschutz 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 Hochbetroffene anzusehen sind.

Am Tag sind dies Personen, die in Gebieten mit einem Dauerschallpegel von mindestens 60 dB(A) leben. In der Nacht zählen dazu alle Personen, die in Gebieten mit einem Dauerschallpegel von mindestens 53 dB(A) leben und/oder an deren Wohnort es mindestens sechsmal pro Nacht zu Überschreitungen von Maximalpegeln von mindestens 72 dB(A) kommt

Lärm

Lärm wird im Allgemeinen als unerwünschter Schall beschrieben.

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 wissenschaft-

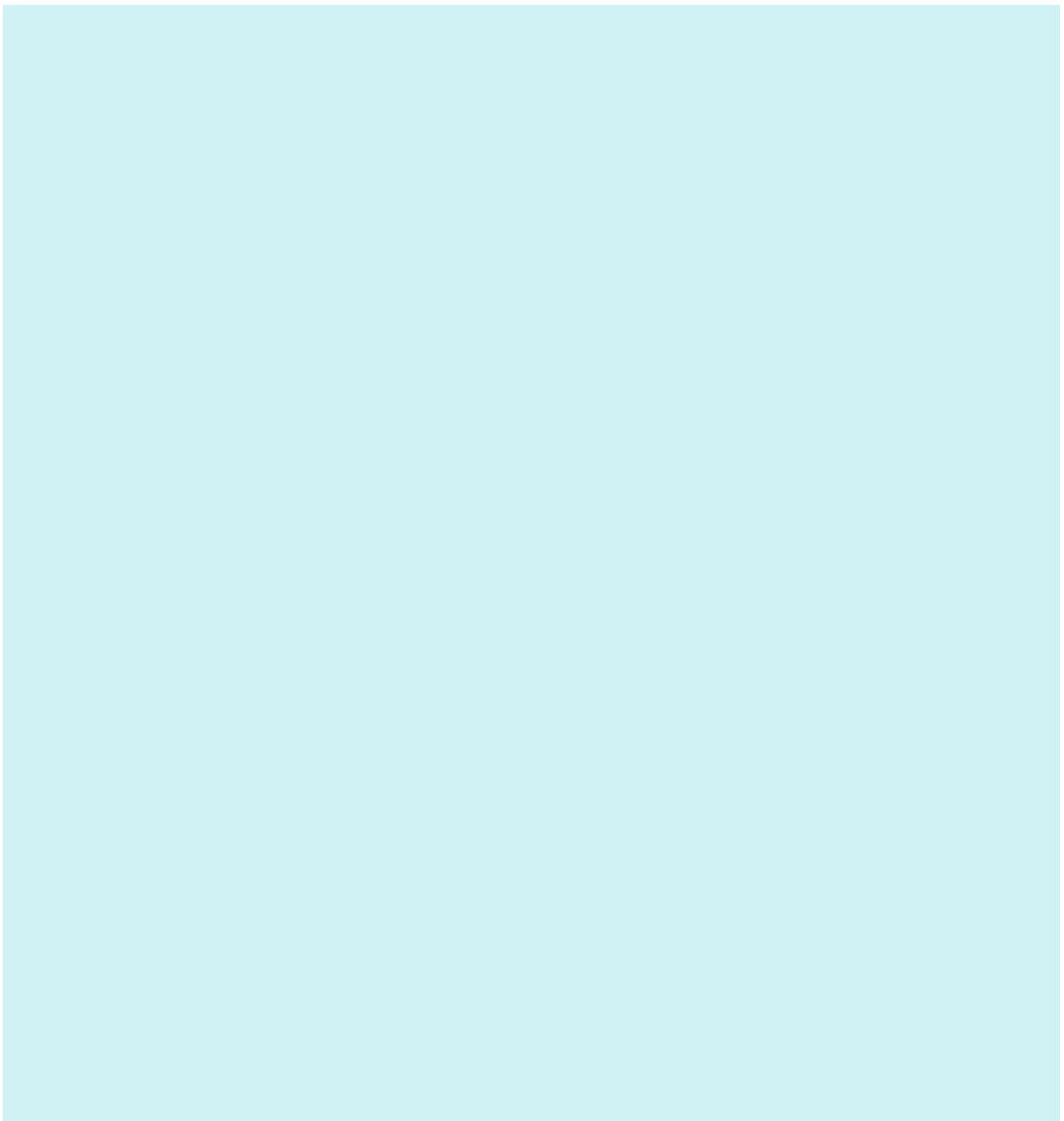
lichen Untersuchungen, in die eine Vielzahl von Studienteilnehmern einbezogen war; daraus wurden gemittelte Werte gebildet. Eine konkrete Person könnte empfindlicher oder weniger empfindlich reagieren.

Lautstärke

Die Lautstärke beschreibt eher das Empfinden von Schall: Zwei Töne mit gleichem Schallpegel, aber unterschiedlicher Frequenz werden oft auch als unterschiedlich laut wahrgenommen. Die Lautstärke wird in „phon“ angegeben, und deren Definition beruht auf dem subjektiven Vergleich zweier Schallereignisse.

Maximalschallpegel

Der Parameter, der die Störwirkung eines Geräusches am meisten bestimmt, ist der Maximalschallpegel. Von ihm wird bestimmt, wie stark sich das Geräusch aus den vorhandenen Hintergrundgeräuschen heraushebt. Der Maximalschallpegel geht zum einen in die Berechnung eines weiteren Fluglärm-Bewertungsmaßes (Dauerschallpegel) ein, ist aber zum anderen auch ein eigenständiges Kriterium zur Bewertung der Fluglärmsituation. So ist die Störwirkung abhängig von der Höhe und der Häufigkeit auftretender Maximalschallpegel.

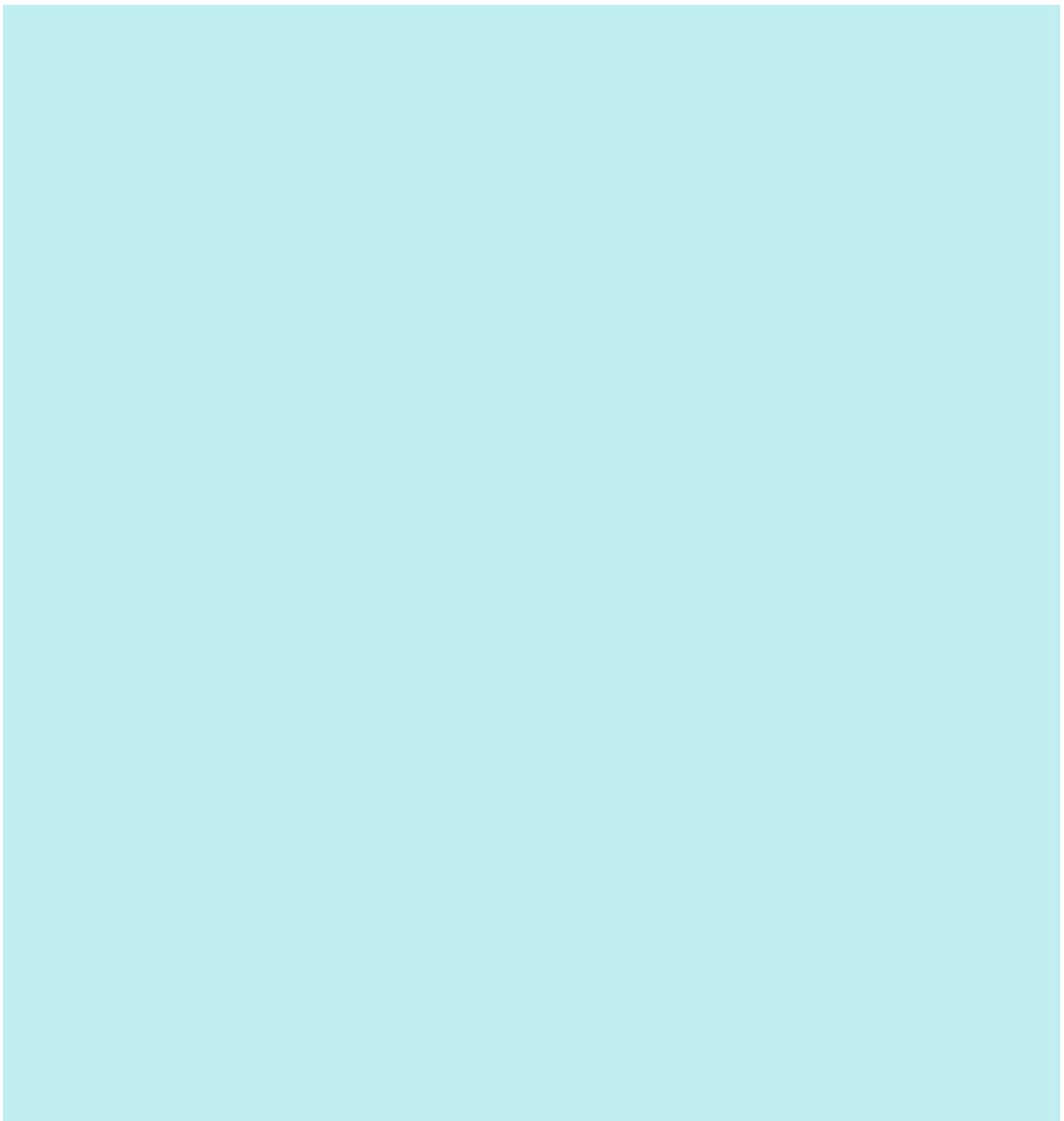


III — **Abbildungsverzeichnis**

9	<u>Abbildung 1</u> Der Prüfprozess des Expertengremiums Aktiver Schallschutz
11	<u>Abbildung 2</u> Die Säulen des Maßnahmenprogramms im Überblick
13	<u>Abbildung 3</u> Die Maßnahmen des Programms und ihre Wirkungsart
20	<u>Abbildung 4</u> Zeitplan des Maßnahmenprogramms
24	<u>Abbildung 5</u> Der Ablauf der lokalen Konsultation im Überblick
29	<u>Abbildung 6</u> Bestandteile eines Lärmindezes
30	<u>Abbildung 7</u> Tagindex-Gebiete 2011, 2013 und 2016
31	<u>Abbildung 8</u> Nachtindex-Gebiete 2011, 2013 und 2016
36	<u>Abbildung 9</u> Personen und Hochbetroffene im Referenz-Szenario (Tag-Ist, 2015)
37	<u>Abbildung 10</u> Gesamtergebnisse Tag-Ist (2015)
38	<u>Abbildung 11</u> Übersichtskarte Tagindex-Ist (2015) Referenz und Programm
38	<u>Abbildung 12</u> Übersichtskarte Tagindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene Referenz und Programm
39	<u>Abbildung 13</u> Übersichtskarte erweitertes Kontrollgebiet Tag-Ist (2015) Referenz und Programm
40	<u>Abbildung 14</u> Ergebnisse Tagindex-Ist (2015) westlich des Flughafens
40	<u>Abbildung 15</u> Ergebnisse Tagindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene westlich des Flughafens
41	<u>Abbildung 16</u> Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet Tag-Ist (2015) westlich des Flughafens
41	<u>Abbildung 17</u> Ergebnisse Tagindex-Ist (2015) südlich des Flughafens

42	<u>Abbildung 18</u> Ergebnisse Tagindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene südlich des Flughafens
42	<u>Abbildung 19</u> Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet Tag-Ist (2015) südlich des Flughafens
43	<u>Abbildung 20</u> Ergebnisse Tagindex-Ist (2015) östlich des Flughafens
43	<u>Abbildung 21</u> Ergebnisse Tagindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene östlich des Flughafens
43	<u>Abbildung 22</u> Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet Tag-Ist (2015) östlich des Flughafens
45	<u>Abbildung 23</u> Personen und Hochbetroffene im Referenz-Szenario (Tag-Prognose)
45	<u>Abbildung 24</u> Gesamtergebnisse Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge)
46	<u>Abbildung 25</u> Übersichtskarte Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) Referenz und Programm
46	<u>Abbildung 26</u> Übersichtskarte Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene Referenz und Programm
47	<u>Abbildung 27:</u> Übersichtskarte erweitertes Kontrollgebiet Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) Referenz und Programm
48	<u>Abbildung 28:</u> Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) westlich des Flughafens
48	<u>Abbildung 29:</u> Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene westlich des Flughafens
49	<u>Abbildung 30:</u> Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) westlich des Flughafens
49	<u>Abbildung 31:</u> Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) südlich des Flughafens
50	<u>Abbildung 32:</u> Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene südlich des Flughafens
50	<u>Abbildung 33:</u> Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) südlich des Flughafens
51	<u>Abbildung 34:</u> Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) östlich des Flughafens
51	<u>Abbildung 35:</u> Ergebnisse Tagindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene östlich des Flughafens
51	<u>Abbildung 36</u> Ergebnisse erweitertes Kontrollgebiet Tag-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) östlich des Flughafens
52	<u>Abbildung 37</u> Personen und Hochbetroffene im Referenz-Szenario (Nacht-Ist)
53	<u>Abbildung 38</u> Gesamtergebnisse Nacht-Ist (2015)

54	<u>Abbildung 39</u> Übersichtskarte Nachtindex-Ist (2015) Referenz und Programm
54	<u>Abbildung 40</u> Übersichtskarte Nachtindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene Referenz und Programm
55	<u>Abbildung 41</u> Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015) westlich des Flughafens
55	<u>Abbildung 42</u> Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene westlich des Flughafens
56	<u>Abbildung 43</u> Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015) südlich des Flughafens
56	<u>Abbildung 44</u> Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene südlich des Flughafens
57	<u>Abbildung 45</u> Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015) östlich des Flughafens
57	<u>Abbildung 46</u> Ergebnisse Nachtindex-Ist (2015) nur Hochbetroffene östlich des Flughafens
59	<u>Abbildung 47</u> Personen und Hochbetroffene im Referenz-Szenario (Nacht-Prognose)
59	<u>Abbildung 48</u> Gesamtergebnisse Nacht-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge)
60	<u>Abbildung 49</u> Übersichtskarte Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) Referenz und Programm
60	<u>Abbildung 50</u> Übersichtskarte Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene Referenz und Programm
61	<u>Abbildung 51</u> Ergebnisse Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) westlich des Flughafens
61	<u>Abbildung 52</u> Ergebnisse Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene westlich des Flughafens
62	<u>Abbildung 53</u> Ergebnisse Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) südlich des Flughafens
62	<u>Abbildung 54</u> Ergebnisse Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene südlich des Flughafens
63	<u>Abbildung 55</u> Ergebnisse Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) östlich des Flughafens
63	<u>Abbildung 56</u> Ergebnisse Nachtindex-Prognose (+13 Prozent Verkehrsmenge) nur Hochbetroffene östlich des Flughafens



IV — Tabellenverzeichnis

32	<u>Tabelle 1</u> Frankfurter Fluglärmindizes - Übersicht
35	<u>Tabelle 2</u> Übersicht über die berechneten Szenarien

