

Stand: 07.05.2024

Laterale Optimierung: AMTIX kurz

1 Abwägungsergebnis

Zur Entlastung der von der Abflugstrecke AMITX kurz betroffenen Anwohner*innen wurden drei alternative Routenvarianten mit einer Linkskurve nördlich um Darmstadt-Wixhausen herum auf ihre betriebliche Umsetzung und ihrer Lärmwirkung geprüft. Auf Grundlage aller Prüfschritte empfiehlt das Expertengremium aktiver Schallschutz (ExpASS) die Umsetzung der Variante *CINDY S_B_BR18*.

Die betriebliche Prüfung mittels Expert*inneneinschätzungen, Simulatorflügen, FPSAT-Auswertungen (*Flight Procedure Satellite Analysis Tool*, FPSAT) sowie des Abgleichs der daraus resultierenden Ergebnisse ergab keine betrieblichen Nachteile durch die Umsetzung der lateralen Optimierung. Alle Varianten sind somit fliegbar und betrieblich umsetzbar.

Auf der Grundlage von Lärmberechnungen und nach Abwägung der FFR-Kriterien unter besonderer Berücksichtigung der Hochbetroffenen empfiehlt das FFR **Variante B**: Während alle Varianten gegenüber der heutigen Route vorzugswürdig sind, überwiegen aus Sicht des FFR in der Gesamtschau die Vorteile von Variante B. Diese führt insbesondere **in den am stärksten belasteten Gebieten (u.a. Hochbetroffenengebiet der Nacht)** zu den größten Entlastungseffekten. Die Entlastung von Darmstadt-Wixhausen fällt zwar etwas geringer aus als etwa bei Variante C, dies aber mit geringeren zusätzlichen Belastungen in Erzhausen und Mörfelden-Walldorf. Variante A führt zwar zu den geringsten Zusatzbelastungen in Erzhausen und Mörfelden-Walldorf, bei vollständiger Entlastung von Darmstadt-Arheilgen und -Kranichstein, verursacht jedoch anders als die beiden anderen Varianten in fast allen Indexgebieten eine zusätzliche Belastung in Darmstadt-Wixhausen, insbesondere im Hochbetroffenengebiet der Nacht - wodurch auch die Gesamtentlastungseffekte im Hochbetroffenengbeiet der Nacht geringer sind als die von Variante B. Insbesondere diesem Umstand wurde mit der Empfehlung von Variante B Rechnung getragen.

2 Rückblick

Die in der Vergangenheit als *AMTIX kurz*¹ bekannte Abflugstrecke, heute als *CINDY S* und *SULUS S* bezeichnet, ist die meistgenutzte Abflugroute am Flughafen Frankfurt². Dicht besiedelte Stadtteile von Darmstadt (Arheilgen und Kranichstein) werden aktuell in unmittelbarer Nähe überflogen. Um die Betroffenen zu entlasten, hat sich das FFR im Rahmen des Maßnahmenprogramms Aktiver Schallschutz (2018) zum Ziel gesetzt, den Routenverlauf zu verbessern, sodass über weniger dicht besiedeltes Gebiet geflogen wird. Das Ziel der Veränderung dieser Abflugroute wurde bereits in der Allianz für Lärmschutz (2012) formuliert.

Die laterale Optimierung von *AMTIX kurz* startete 2018 mit einer öffentlichen Konsultation der Fluglärmkommission (FLK) durch das FFR nach der Veröffentlichung des Maßnahmenprogramms. Neben fünf vom FFR geprüften Variantenvorschlägen, wurden mithilfe von Vertreter*innen der betroffenen Kommunen und sog. *Zufallsbürger* (zufällig ausgewählte betroffene und nicht betroffene Anwohner*innen aus der Region) u.a. zusätzliche alternative Routenvorschläge erarbeitet, die auf ihre Lärmwirkung geprüft wurden. Hierzu wurde im Laufe der Konsultation auch der Frankfurter Fluglärmindex (FFI) noch einmal überprüft und angepasst (Frankfurter Fluglärmindex 2.0, FFI 2.0). Final untersucht wurden acht Routenvorschläge. Auf Basis der FFR-Kriterien wurde eine Variante (*Variante 3neu*), insbesondere aufgrund der hohen Lärmmindehung in Darmstadt und der geringsten Belastung von Hoch- und Neubetroffenen, von der FLK beschlossen³ und zur Umsetzung in den Probeflugbetrieb empfohlen, welcher im November 2020 startete. Allerdings musste der Probeflugbetrieb wegen potenzieller Sicherheitsrisiken im Januar 2021 frühzeitig beendet werden. Grund dafür war ein Überschießen der Abflüge nach einer Kurve in Richtung Messel. Dadurch kamen die abfliegenden Flugzeuge einem im Regelfall für landende Flugzeuge freizuhaltenden Sektor zu nahe.

¹ Siehe zum Beispiel: https://www.umwelthaus.org/download/?file=20190130_bericht_oeffentlichkeitsbeteiligung_konsultation_1.pdf

² In diesem Bericht wird der in der Öffentlichkeit bekanntere Streckenname *AMTIX kurz* verwendet. Mit *AMTIX kurz* sind die neuen Routen *CINDY S* und *SULUS S* mitgemeint. Dasselbe gilt für die längeren Abflugrouten *AMTIX lang* / *CINDY L* / *SULUS L*.

³ https://www.umwelthaus.org/download/?file=expass_stellungnahme-amtix-kurz_final_1.pdf

Das Ziel der Maßnahme wurde dennoch nicht aufgegeben: Seither arbeitet das FFR an neuen Routenkonstruktionen, die das beschriebene Problem vermeiden. Drei neue Konstruktionen *CINDY S_A*, *CINDY S_B* und *CINDY S_C* wurden erarbeitet und geprüft. Um künftige Sicherheitsrisiken bei erneutem Probeflug zu vermeiden, lag ein Schwerpunkt der Arbeiten darauf, die neuen Konstruktionen intensiv auf ihre betrieblichen Auswirkungen hin zu prüfen. Dafür fanden Simulatorflüge und Auswertungen mit einer Software zur Berechnung des Verhaltens verschiedener Flight Management Systeme (FPSAT) statt. Dabei wurde geprüft, wie sich die Routen, mit neuen Wegpunkten und Höhenvorgaben auf die Sicherheit auswirken würden. Zusätzlich wurden auf der Grundlage der heutigen Route Kapazitätsabschätzungen vorgenommen. Die neuen Routen und die Ergebnisse ihrer Prüfung werden im Folgenden vorgestellt.

3 Prüfung der neuen Routenvarianten

3.1 Die Varianten

**Streckenverläufe AMTIX kurz –
Referenz, CINDY PBN DLH Coding Varianten 10062022 & 28092022, Variante V5 (02122022)**

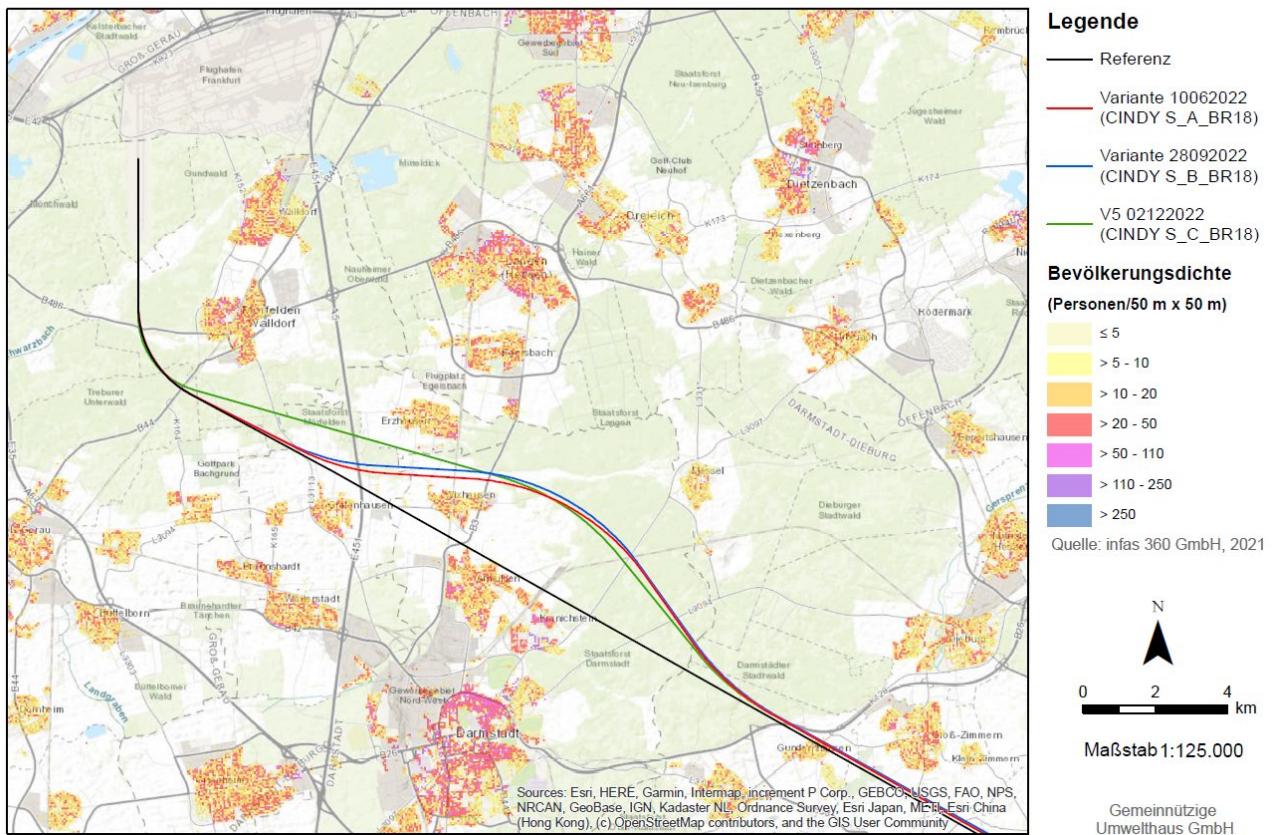


Abbildung 1. Alternative Routenvorschläge für die Abflugstrecke AMTIX kurz.

Ähnlich wie die vorige Variante 3neu, verlaufen die neuen Routenvorschläge CINDY S_A, CINDY S_B und CINDY S_C zwischen Darmstadt-Wixhausen und Erzhausen (vgl. Abbildung 1). Die Varianten A und B führen hierzu kurz vor Gräfenhausen (Weiterstadt) in einer Linkskurve nördlich um Darmstadt-Wixhausen herum. Variante C unterscheidet sich von den beiden anderen Varianten, indem sie früher – nämlich bereits in der ersten Kurve bei Mörfelden-Walldorf – von der heutigen Route in Richtung Norden abweicht und dadurch insgesamt deutlich nördlicher geflogen wird. Variante C verläuft am nächsten an Erzhausen, weist aber im Vergleich zu den anderen beiden Varianten die größte Entfernung zu Darmstadt auf. Die Varianten A und B unterscheiden sich nur

darin, dass Variante A etwas südlicher verläuft und somit näher an Darmstadt. Anders als in der vorigen *Variante 3neu* wurde der Wegpunkt vor Messel (PBN01) als *Fly by*⁴ statt *Fly over* kodiert, um ein Überschießen in Richtung Messel zu verhindern.

Die drei neuen Routen sind entsprechend den Vorgaben der Durchführungsverordnung (EU) 2018/1048⁵ auf Basis leistungsbasierter Navigation (*Performance Based Navigation*, PBN) mittels Flächennavigation (*Area navigation*, RNAV) konstruiert. Die Umstellung auf PBN ist unabhängig von der Routenverlagerung der *AMTIX kurz* und muss bis spätestens 2030 ebenso auf allen weiteren Routen am Frankfurter Flughafen umgesetzt werden.

Die Konstruktionen sind zwar PBN-konform, enthalten jedoch andere, davon unabhängige, Abweichungen von Vorgaben der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO), die sich z.B. auf Windgeschwindigkeiten beziehen. Ziel der Vorgaben ist, auch bei potenziellen Hindernissen (wie z.B. Berge) einen sicheren Flugverlauf zu gewährleisten. Seit Anfang 2020 können die Vorgaben auf Grundlage der Durchführungsverordnung (EU) 2020/469⁶ durch das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) zusammen mit der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA) mittels sog. *alternative means of compliance* genehmigt werden. Dabei handelt es sich um den Nachweis, dass ein Flugverfahren trotz der Abweichungen von ICAO-Vorgaben sicher ist, wobei die Verantwortlichkeit für diesen Nachweis bei der Deutschen Flugsicherung (DFS) liegt. ICAO-Abweichungen sind bei vielen Flugverfahren in Frankfurt gängig.

3.2 Fliegbarkeit und voraussichtliche Spurtreue

Zur Prüfung der betrieblichen Umsetzbarkeit der Varianten führte die Deutsche Lufthansa AG Simulatorflüge durch. Mithilfe des Simulators wird die Fliegbarkeit (*Flyability*) einer geringen Anzahl von Abflügen auf ausgewählten Mustern getestet. In Ergänzung dazu, wurden zur betrieblichen Prüfung FPSAT-Auswertungen beauftragt⁷. Mithilfe von FPSAT kann eine Vielzahl von Abflügen verschiedener Flugzeugmuster modelliert werden und deren Fliegbarkeit simuliert werden. Das Tool errechnet leistungs- und wetterabhängige Flugspuren, wie sie das Flight Management

⁴ Fly-over-Wegpunkte müssen bei Kurvenflug überflogen werden. Die Kurve wird danach eingeleitet, während bei Fly-by-Wegpunkten die Kurve schon vor dem Wegpunkt eingeleitet wird.

⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1048&from=LV>

⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX%3A32020R0469>

⁷ Durchgeführt von *aviaCONSult - procedure design & aviation consulting*.

System (FMS) generieren würde. Bei den FPSAT-Analysen handelt es sich aber immer noch um Modellanalysen – reale Flugspuren können davon geringfügig abweichen.

Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wurden für den Simulator sowie für die FPSAT-Analysen identische Umweltbedingungen (Wind, Temperatur) und identische Luftfahrzeugmuster (A321, A343, B773) gewählt. Erwartungsgemäß weist ein Kurzstreckenflugzeug A321 ein besseres Steigverhalten als ein Langstreckenflugzeug der Typen A343 oder B773 auf. Berücksichtigung fanden zwei Startgewichte von 75 % MTOM (*Maximum Take-Off Mass*) und 90 % MTOM, verschiedene Windmodelle und eine Temperatur von 15 °C. Der Autopilot wurde ab 400ft AGL (*Above Ground Level*) angewendet, um den Flight Technical Error (FTE) zu minimieren. Die Simulatorergebnisse zeigen lateral am ersten Wegpunkt einen nahezu identischen Flugverlauf wie im bisherigen realen Flugbetrieb. Zum Teil fand ein leichter südlicher Versatz statt. Generell wurden die Routenverläufe lateral innerhalb der betrieblichen Limits erwartungsgemäß mit hoher Genauigkeit beflogen. Im Bereich zwischen Erzhausen und Darmstadt-Wixhausen wurden die vorgesehenen Soll-Routen mit hoher Genauigkeit abgeflogen. Ein Überschießen in Richtung Messel fand nicht mehr statt. Ein weiteres Ergebnis der Simulatorflüge war, dass die Routenkonstruktionen u.a. im Hinblick auf eine nicht notwendige Höhenvorgabe noch einmal angepasst wurden - diese wurde aus der Routenbeschreibung entfernt.

Die Ergebnisse der FPSAT-Auswertungen sind für alle Flugzeugtypen und Verfahren deckungsgleich mit den Simulatorflügen. Dies gilt insbesondere für die Spuren zwischen Erzhausen und Darmstadt-Wixhausen: Aus der FPSAT-Analyse geht hervor, dass die Spuren von Variante A 150 Meter nördlich der Spuren von Variante B verlaufen. Variante C weist die höchste Spurentreue zwischen Erzhausen und Darmstadt-Wixhausen auf. Generell zeigt der Abgleich mit den Flugspuren aus dem Simulator eine gute Übereinstimmung (siehe Abbildung 2). Auch die FPSAT-Analyse zeigt kein Überschießen in Richtung Messel. Die hohe Übereinstimmung der Ergebnisse zwischen Simulatorflügen und FPSAT deutet auf eine große Zuverlässigkeit der Ergebnisse hin. Die Resultate entsprechen auch den zuvor geäußerten Erwartungen der zuständigen Expert*innen.



Braune Trajektorie
Blaue Trajektorie
Gelbe Trajektorie

Simulator A321_1-1-1
FPSAT A321_1-1-1
ARINC424 Coding Standard-Trajektorie

Abbildung 2. Vergleich FPSAT- und SIM-Spuren am Beispiel der A321 und Variante A.

3.3 Sicherheit und Kapazität

Wie zuvor beschrieben, sind alle Verfahrensvarianten lateral problemlos fliegbar. Neben der Fliegbarkeit waren entsprechend der FFR-Kriterien zudem die Sicherheitseinhaltung und die Gewährleistung der notwendigen Kapazität zu beurteilen. Auf Basis der FPSAT-Auswertungen wurden Optimierungen an den Routen vorgenommen, um die Sicherheit und Kapazität zu gewährleisten.

Aufgrund der Erfahrungen aus dem Probetrieb war der zentrale Punkt hier zunächst das Überschießen in Richtung Messel. Sowohl in den Simulatorflügen als auch in FPSAT konnte dies, wie bereits erläutert wurde, erwartungsgemäß ausgeschlossen werden.

Vertikal enthalten die Verfahrensvarianten neue Wegpunkte mit gegenüber dem heutigen Bestandsverfahren neuen Höhenbeschränkungen. Das sichere Befolgen dieser Höhenbeschränkungen stellt einen essenziellen Aspekt für die Bewertung der ausgewählten Verfahrensvariante in den Kriterien Sicherheit und Kapazität dar. Etwaige identifizierte Sicherheitsrisiken werden bereits im Vorfeld hervorgebeugt, indem problematische Luftfahrzeugmuster auf andere, weniger anspruchsvolle, Abflugstrecken verlagert werden (im Fall von *AMTIX kurz* erfolgt eine Verlagerung auf *AMTIX lang*). Diese Verlagerung aus Sicherheitsgründen kann wiederum zu Kapazitätsengpässen führen, wenn die alternative Abflugroute bereits hoch ausgelastet ist. Bei der langen Abflugstrecke ist dies der Fall, weil der erste Abschnitt der Abflugroute identisch mit verschiedenen anderen, stark genutzten Abflugrouten in Richtung Süden ist (ANEKI, SOBRA). Demzufolge kann eine Verlagerung von *AMTIX kurz* auf *AMTIX lang* zu Einschränkungen der Kapazität führen. Im Zusammenhang mit der Einhaltung der Höhenvorgaben ist somit auch zu prüfen, ob es zu Flugverlagerungen kommt und ob sich diese auf die Kapazität auswirken:

Bisher existiert auf der Abflugroute *AMTIX kurz* nur die Höhenvorgabe von +2500ft zum Schutz des Luftraums Egelsbach. Diese Vorgabe wurde in den Simulatorflügen von allen Luftfahrzeugmustern eingehalten.

Der einzige wesentliche Unterschied zwischen der heutigen Route und den Varianten besteht somit letztlich im Kurvenflug. Deshalb wurde zusätzlich ausgewertet, ob sich der Kurvenflug möglicherweise negativ auf das Steigverhalten auswirkt – und damit ggf. doch Unterschiede im Hinblick auf die Einhaltung der Höhenvorgaben zwischen der heutigen Route und den Alternativen entstehen könnten.

Hierfür wurden die realen Flugspuren der Ende 2020 im Probetrieb umgesetzten *Variante 3neu* mit Flugspuren der heutigen Abflugroute an zwei Auswertetoren in Bezug auf die Flughöhen miteinander verglichen. Die Auswertung zeigt, dass sich die Flughöhen im Kurvenflug bei gleichem Abstand von der Startbahn nicht von denen der geraden Abflugstrecke unterscheiden (vgl. Abbildung 3). Auch ein Einfluss des Kurvenflugs auf die Einhaltung der Höhenvorgaben kann somit ausgeschlossen werden.

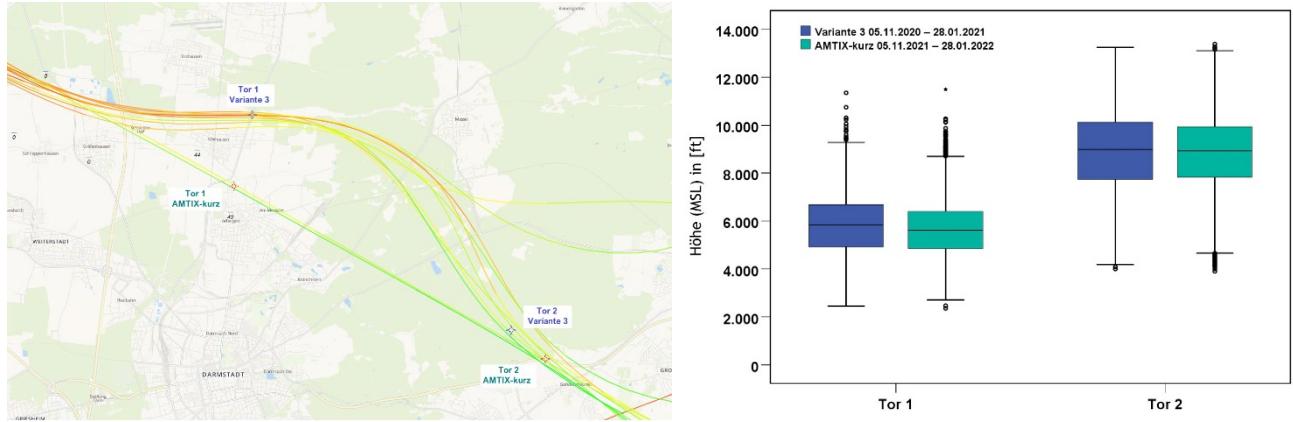


Abbildung 3. Höhenauswertung: Probebetrieb V3neu im Vergleich zur heutigen Route ein Jahr später.

3.4 Lärmberechnungen

Da nach der betrieblichen Prüfung keine Variante ausgeschlossen wurde, wurden alle drei Varianten auf ihre Lärmwirkung überprüft. Bevor die Ergebnisse der Lärmberechnung dargestellt werden, werden die zugrundeliegende Berechnungsmethode sowie Berechnungsdetails erläutert.

3.4.1 Berechnungsmethode

Die Lärmberechnungen des FFR basieren auf dem FFI 2.0⁸. Dieser hebt sich von anderen Lärmberechnungsmethoden ab, indem nicht nur der Schalldruckpegel oder die Betroffenenzahl ermittelt werden, sondern auch, wie der Lärm auf die Anwohnenden wirkt. Weil sich die Lärmwirkung am Tag und in der Nacht unterschiedet, wird zwischen dem Frankfurter Tagindex (FTI) und dem Frankfurter Nachtindex (FNI) differenziert: Im Tagindex werden die hochbelästigten Personen (*Highly annoyed*, HA) bei einem bestimmten Dauerschallpegel ermittelt; um die Lärmwirkung in der Nacht zu messen, wird die Maximalpegelverteilung (Anzahl und Pegelhöhe) einer Nacht ermittelt und ebenso auch die dadurch „zusätzlichen durch Flugzeuggeräusche induzierten (ausgelösten) nicht notwendigerweise erinnerbaren EEG-Aufwachreaktionen“. In beiden Fällen werden die Ergebnisse dann in sog. *Indexpunkte* umgerechnet, um die Zahlenwerte handhabbar zu machen (vgl. Abbildung 4). Beide Auswertungen basieren auf wissenschaftlich anerkannten Grundlagen, u.a. der am

⁸ <https://www.umwelthaus.org/fluglaerm/basiswissen/was-ist-der-frankfurter-fluglaermindex-ffi-20/>

Standort Frankfurt durchgeführten NORAH-Studie⁹ zu Auswirkungen von Fluglärm auf die Bevölkerung.

Die Berechnungen werden auf Basis der Anleitung zur Bewertung von Lärmschutzbereichen (AzB 08¹⁰) durchgeführt und betrachten dabei immer den Vergleich einer Variante mit und ohne Umsetzung einer Maßnahme, also die Referenz des bisher angewandten Abflugverfahrens mit möglichen künftig umgesetzten Abflugverfahren. Die weiteren Details des Berechnungsverfahrens sind dem ausführlichen Bericht zu entnehmen.

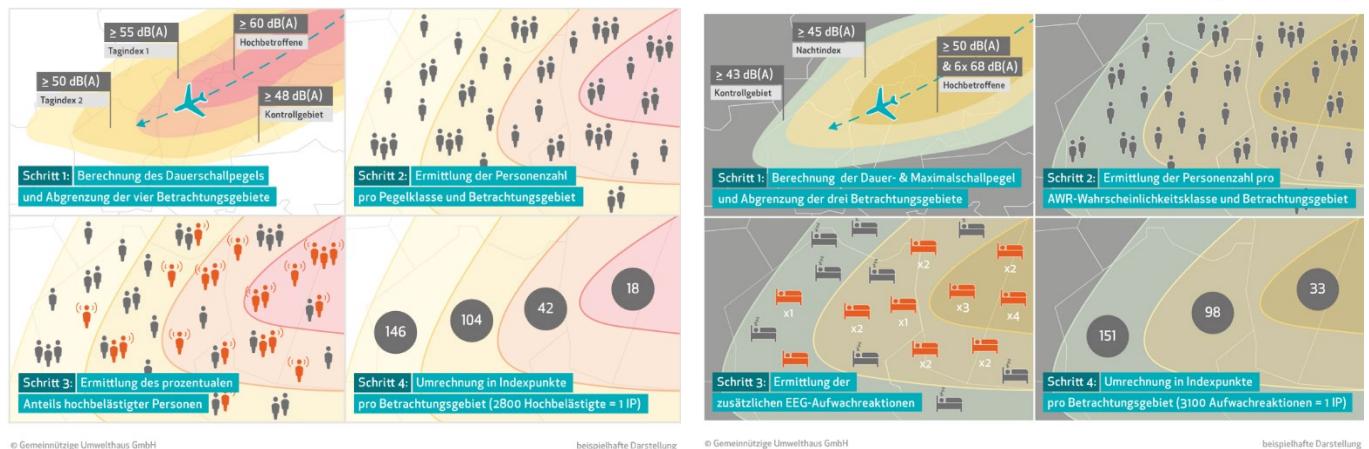
Die Indizes werden anhand unterschiedlicher Betrachtungsgebiete analysiert, denen unterschiedliche Pegelwerte und somit Betroffenheiten zu Grunde liegen (am Tag: Hochbetroffenengebiet, Tagindexgebiet 1, Tagindexgebiet 2, Kontrollgebiet; in der Nacht: Hochbetroffenengebiet, Nachtindexgebiet, Kontrollgebiet¹¹). Die Unterscheidung dieser Gebiete ist wichtig, um Effekte in stärker betroffenen Gebieten von Effekten in weniger stark betroffenen Gebieten unterscheiden zu können. Ansonsten würden – aufgrund der Größe der Gebiete und der damit einhergehenden Bevölkerungszahl – Effekte in weniger stark belasteten Gebieten die Ergebnisse überproportional beeinflussen. Im Rahmen dieser Auswertung findet sowohl eine Gesamtbetrachtung der gesamten Flughafenregion als auch eine Betrachtung einzelner betroffener Kommunen statt.

⁹ <http://www.laermstudie.de/>

¹⁰ https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2008/0501-0600/566-08.pdf?__blob=publicationFile&v=1

¹¹ Der FTI bezieht sich auf Flüge von 6 bis 22 Uhr, also auf den gesetzlich festgelegten Tagzeitraum. Am Tag wird zwischen vier Indexgebieten unterschieden. Das Kontrollgebiet ist definiert über einen Dauerschallpegel von mindestens 48 dB(A), das Tagindexgebiet 2 über einen Dauerschallpegel von mindestens 50 dB(A), das Tagindexgebiet 1 über einen Dauerschallpegel von mindestens 55 dB(A) und das Hochbetroffenengebiet über einen Dauerschallpegel von mindestens 60 dB(A). Der FNI umfasst alle Flüge von 22 bis 6 Uhr, also die gesetzlich festgelegte Nacht, wobei in Frankfurt nur in den Stunden von 22 bis 23 Uhr und 5 bis 6 Uhr planmäßig Flugbewegungen erfolgen. In der Nacht existieren drei Indexgebiete: Das Kontrollgebiet wird über einen Dauerschallpegel von mindestens 43 dB(A), das Nachtindexgebiet über einen Dauerschallpegel von mindestens 45 dB(A) und das Hochbetroffenengebiet der Nacht über einen Dauerschallpegel von mindestens 50 dB(A) und/ oder mehr als sechs Maximalpegel von mindestens 68 dB(A) definiert.

Abbildung 4. Berechnungsgrundlage des FTI 2.0 und FNI 2.0.



3.4.2 Berechnungsdetails

Es wurden mehrere Berechnungen mit unterschiedlichen Datengrundlagen durchgeführt, um unterschiedliche Szenarien bewerten zu können. Berechnet wurden die Lärmwirkungen der Maßnahme einerseits, entsprechend den bisherigen AMTIX-Berechnungen, mit Bevölkerungsdaten von 2018 sowie Verkehr und Flottenmix von 2018 und 2018 +20 %. Außerdem wurden Berechnungen mit den aktuellen Daten von 2023 (Bevölkerung sowie Verkehr und Flottenmix) durchgeführt. Folgend werden nur die Ergebnisse mit den neusten Daten von 2023 erläutert. Im Fazit kommen alle Berechnungen aber zu den gleichen Ergebnissen.

Gegenüber der Routenkonstruktion wurden in der Lärmberechnung zusätzlich folgende Veränderungen vorgenommen:

Die erste Kurve basiert auf einem von der *Optimized Traffic Systems Development GmbH (OTSD)* auf Basis von realen Flugspuren ermittelten Streckenverlauf und wird bei allen Varianten gleichmäßig angewandt, da bekannt ist, dass die erste Kurve gegenüber den Konstruktionen immer mit einem leichten südlichen Versatz (Überschießen) erfolgen wird. Dies soll in den Berechnungen entsprechend berücksichtigt werden. Die Korridorbreiten, also die angenommene Streuung der Flüge um die Ideallinie herum, basiert ebenfalls auf durch die OTSD ermittelten Daten aus realen

Spuren, wie sie für die entsprechenden Routenabschnitte (Geradeausflug, vergleichbare Kurvensegmente) zu erwarten wären. Beides erfolgt, um die zu erwartenden Effekte möglichst realitätsnah abzubilden.

3.4.3 Lärmwirkung am Tag

Abbildung 5 zeigt die Gesamtübersicht der Lärmergebnisse am Tag. Dargestellt sind die neuen Routen mit unterschiedlichen Varianten der Nordverlagerung (vgl. Abbildung 1) im Vergleich zur aktuellen Route (Referenz). Die Gesamtbewertung umfasst alle Kommunen in der Region um den Frankfurter Flughafen, unabhängig davon, ob sie durch die Route belastet sind. Die Einzelbetrachtung beinhaltet nur Kommunen, deren Lärmwirkung sich durch die untersuchte Maßnahme um 0,1 oder mehr Indexpunkte im Vergleich zur heutigen Route verändern würden.

In der Gesamtübersicht am Tag wird deutlich, dass alle drei Varianten im Tagindexgebiet 2 und im Kontrollgebiet zu positiven Effekten gegenüber der bisherigen Route führen. Im Tagindexgebiet 1 sind leichte Veränderungen durch Variante A und B zu erkennen. Im Hochbetroffenengebiet führen die neuen Routen zu keiner Veränderung. Folgende Unterschiede zwischen den Routen werden deutlich:

- Im Tagindexgebiet 1 führen Variante A und B zu einer leichten Verbesserung von 0,1 IP. Variante C bringt hier keine Veränderung.
- Im Tagindexgebiet 2 schneidet Variante C mit einer Verringerung des Index um -3,4 IP am besten ab, gefolgt von Variante A mit -3,1 IP und Variante B mit -2,9 IP.
- Im Kontrollgebiet bewirkt Variante C mit -4,7 IP die höchste Entlastung, gefolgt von Variante B (-4,2 IP) und Variante A (-4,1 IP).

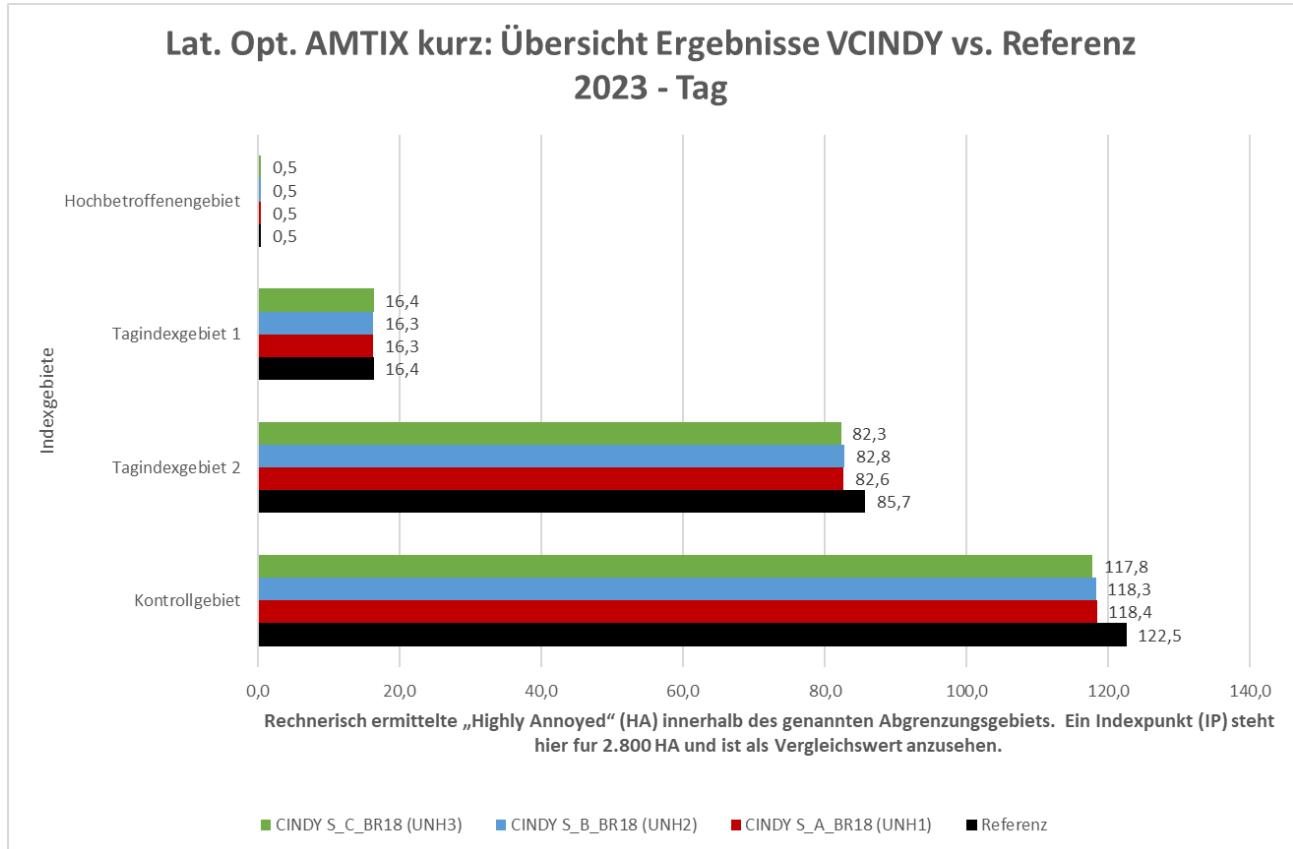


Abbildung 5. Gesamtübersicht Tag, 2023.

Im Folgenden werden zusätzlich die Effekte der Varianten auf einzelne Kommunen anhand der Ergebnisse der Tagindexgebiete 1 und 2 genauer beschrieben.

Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse für das Tagindexgebiet 1 mit einem Dauerschallpegel von ≥ 55 dB(A). Die drei neuen Varianten führen in diesem Gebiet nur in wenigen Kommunen zu einer Veränderung. Weiterstadt profitiert von allen Varianten (-0,1 IP), während sich die Ergebnisse in Mörfelden-Walldorf leicht verschlechtern: Variante C fällt mit +0,2 IP am schlechtesten für Mörfelden-Walldorf aus; die Effekte von Variante A und B sind in beiden Kommunen mit einer Be- bzw. Entlastung um 0,1 IP gleich.

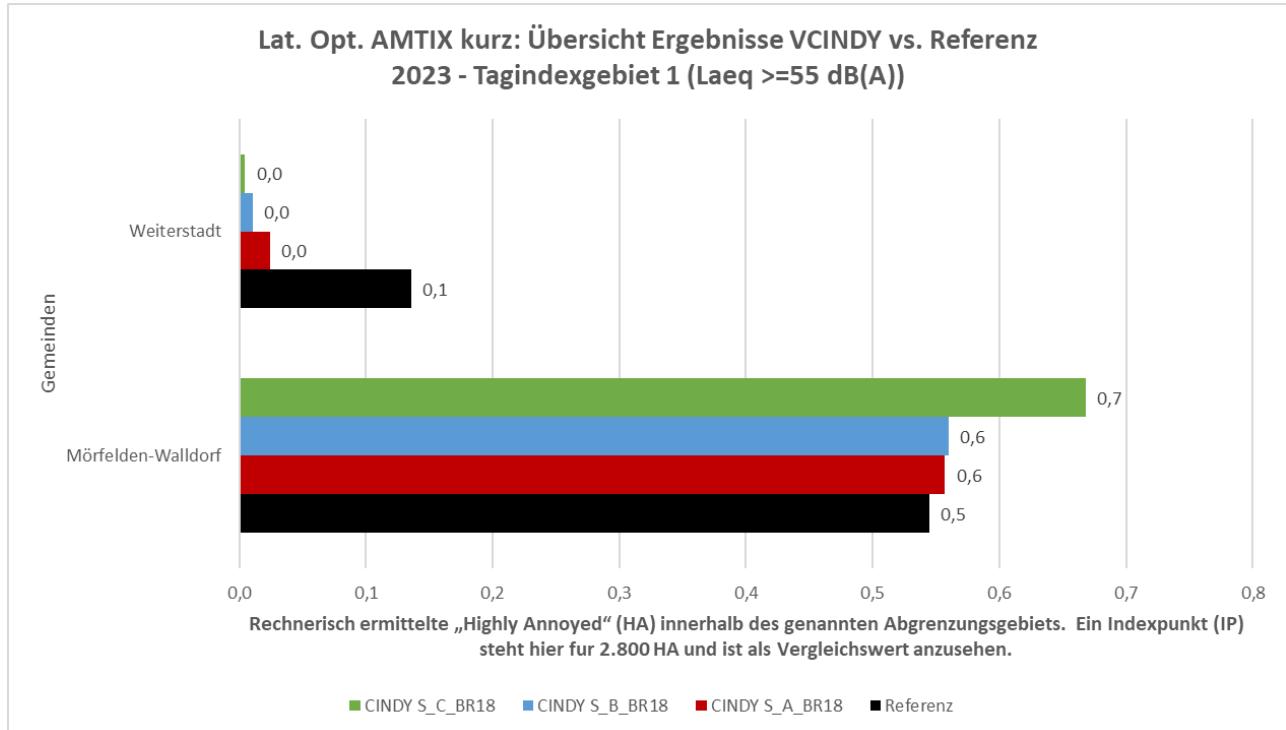


Abbildung 6. Tagindexgebiet 1 (Laeq >=55 dB (A)), 2023.

Abbildung 7 zeigt die Lärmwirkung im Tagindexgebiet 2 bei einem Dauerschallpegel von ≥ 50 dB(A). Alle neuen Varianten entlasten Darmstadt-Arheilgen und -Kranichstein rechnerisch vollständig (-3,7 IP). Diese Entlastung prägt auch das Gesamtergebnis für das Tagindexgebiet 2, weshalb es hier zu einer deutlichen Entlastung kommt (s.o.). In Darmstadt-Wixhausen führen die Varianten A und B zu einer leichten Verschlechterung um 0,1 IP - wobei hier zu berücksichtigen ist, dass es in Darmstadt-Wixhausen zusätzlich zu einer Lärmverlagerung von Süd nach Nord kommt. Folglich beträgt die Veränderung insgesamt zwar nur 0,1 IP, die betroffenen Gebiete sind aber weitestgehend andere. Gleiches gilt auch für Variante C. Deutlich wird dieser Effekt beim Blick auf die entsprechenden Karten (siehe weiterführende Dokumente).

Weiterstadt wird auch in diesem Gebiet durch alle Varianten entlastet: Variante C führt hier zu einer Entlastung um -1,7 IP, während die Varianten B und A zu einer Entlastung von -0,7 IP bzw. -0,6 IP führen. Gleichzeitig steigt die Belastung in Mörfelden-Walldorf (+0,3 IP) und Erzhausen (+0,8 IP) durch Variante C am meisten an. Variante A führt zur geringsten Mehrbelastung für Erzhausen (+1,0 IP), gefolgt von Variante B (+1,4 IP). Die entgegengesetzten Effekte in Weiterstadt

gegenüber Mörfelden-Walldorf und Erzhausen sind bedingt durch die unterschiedlich starken Verlagerungen in Richtung Norden.

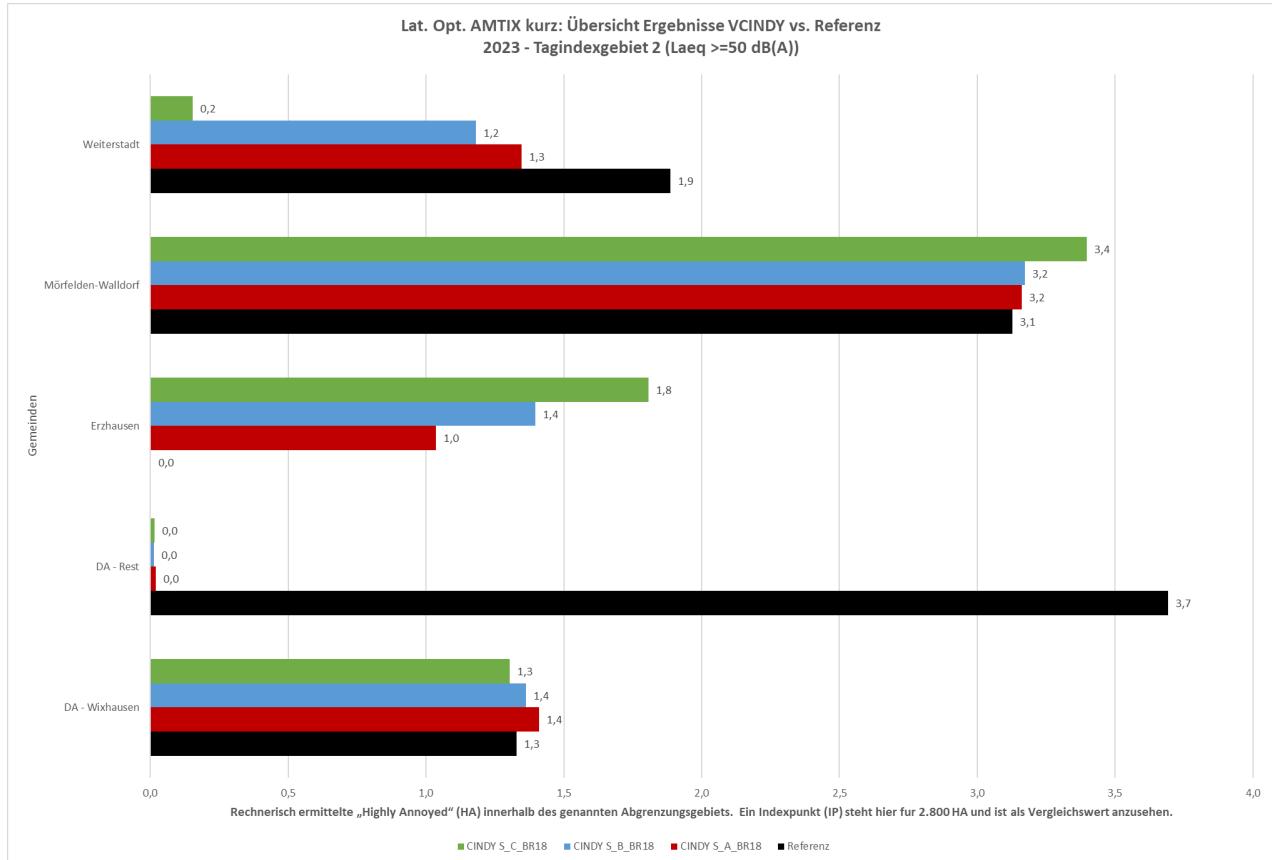


Abbildung 7. Tagindexgebiet 2 (Laeq >=50 dB (A)), 2023.

Die gleichen Effekte zeigen sich im Kontrollgebiet (Dauerschallpegel von ≥ 48 dB(A)). Variante C schneidet auch hier in Erzhausen und Mörfelden-Walldorf am schlechtesten ab, in Weiterstadt und Darmstadt hingegen am besten. Variante A belastet Erzhausen am wenigsten (+1,0 IP), Weiterstadt und Darmstadt werden von Variante A hingegen am wenigsten entlastet. Variante A und B führen in Mörfelden-Walldorf (+0,1 IP) und Darmstadt-Wixhausen (+0,1 IP) im Gegensatz zu Variante C nur zu einer leichten Belastung.

Im Kontrollgebiet kommt Egelsbach als betroffene Kommune hinzu und wird von Variante B und C leicht belastet (+0,1 IP) (vgl. Abbildung 7).

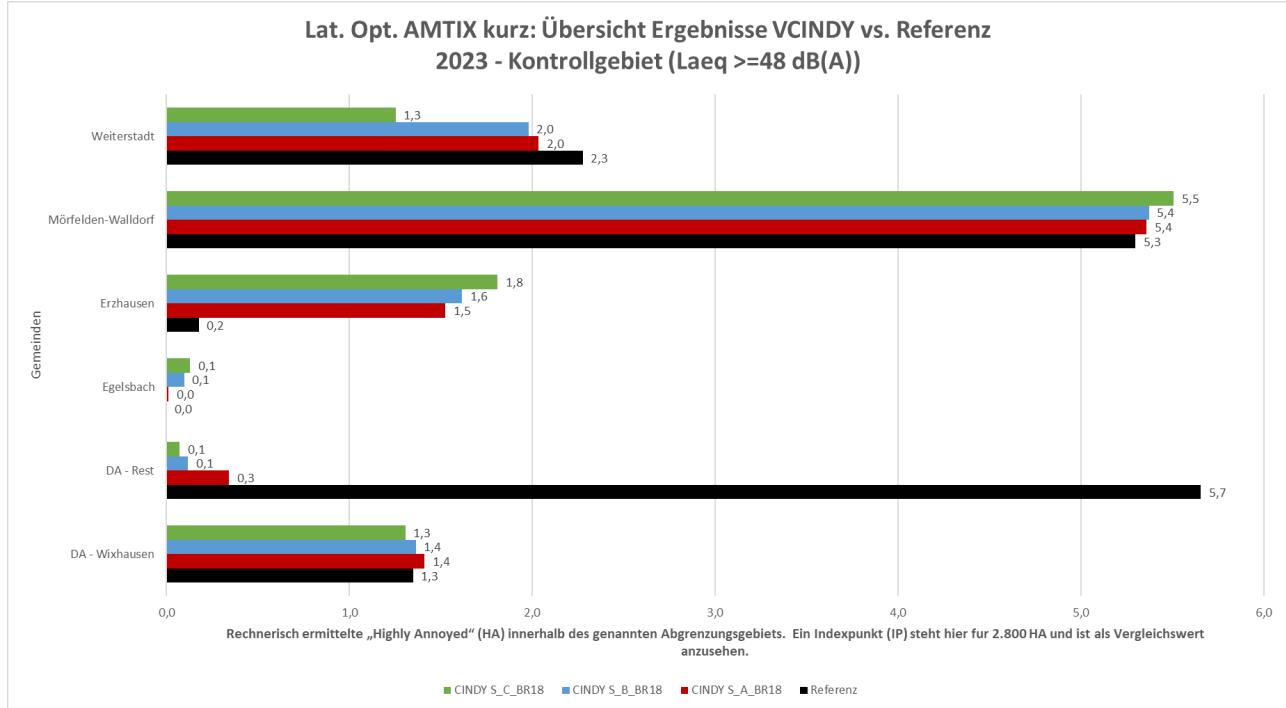


Abbildung 8. Kontrollgebiet Tag (Laeq >=48 dB (A)), 2023.

3.4.5 Lärmwirkung Nacht

Im Folgenden werden die Ergebnisse in der Nacht anhand des FNI dargestellt. Die Gesamtbetrachtung der einzelnen Indexgebiete (Abbildung 9) zeigt,

- dass alle Varianten eine deutliche, positive Veränderung in der Nacht bewirken. Die größte Entlastung wird durch die neuen Varianten im Kontroll- (bis zu -4 IP) und Nachtindexgebiet (bis zu -2,4 IP) erzielt.
- Im Hochbetroffenengebiet führt Variante B zu der höchsten Entlastung (-0,5 IP), gefolgt von Variante A (-0,3) und Variante C (-0,1).
- Variante A entlastet das Nachtindexgebiet am meisten (-2,4 IP), gefolgt von Variante B (-2,3 IP) und C (-2,2 IP).
- Im Kontrollgebiet erzielt Variante C die höchste Entlastung (-4 IP), gefolgt von Variante A (-3,3 IP) und B (-3,2 IP).

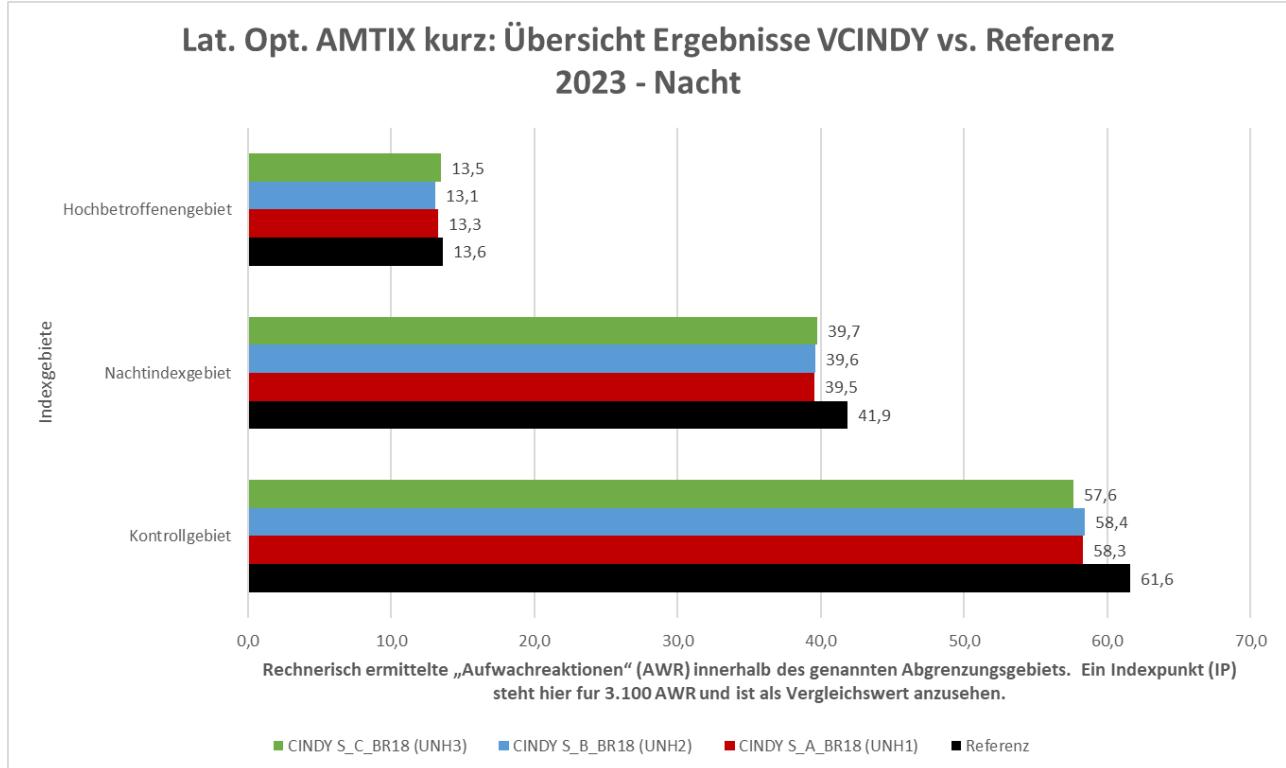


Abbildung 9. Gesamtübersicht Nacht, 2023.

Abbildung 10 zeigt die Indexwerte im Hochbetroffenengebiet in der Nacht bei einem Dauerschallpegel von mindestens 50 dB(A) und/ oder mehr als sechs Maximalpegeln von 68 dB(A). In diesem Gebiet sind Veränderungen in Weiterstadt, Mörfelden-Walldorf, Erzhausen, Darmstadt-Wixhausen und Büttelborn zu verzeichnen.

In Darmstadt-Arheilgen und -Kranichstein führen die alternativen Routen zu keinen Verbesserungen, da das Hochbetroffenengebiet diese nicht berührt. In Darmstadt-Wixhausen führt nur Variante A mit einem Anstieg der Hochbetroffenen um +0,2 IP zu einer rechnerischen Veränderung – wobei die Verlagerung von Süd nach Nord in diesen Zahlen nicht erkennbar ist. Es sind somit andere Ortsteile als zuvor betroffen.

Weiterstadt wird auch hier durch alle Varianten rechnerisch (fast) komplett entlastet, wobei Variante C am besten abschneidet (-0,6 IP), gefolgt von Variante B (-0,5 IP) und A (-0,4 IP). In Erzhausen und Mörfelden-Walldorf führt Variante C hingegen als einzige Variante im Hochbetroffenengebiet zu einer Belastung von +0,3 IP – die Varianten A und B vermeiden zusätzliche Belastungen in diesem Gebiet.

In Büttelborn ist eine leichte Verbesserung von -0,1 IP durch Variante C zu verzeichnen. Die beiden anderen Varianten bewirken hier keine Veränderungen.

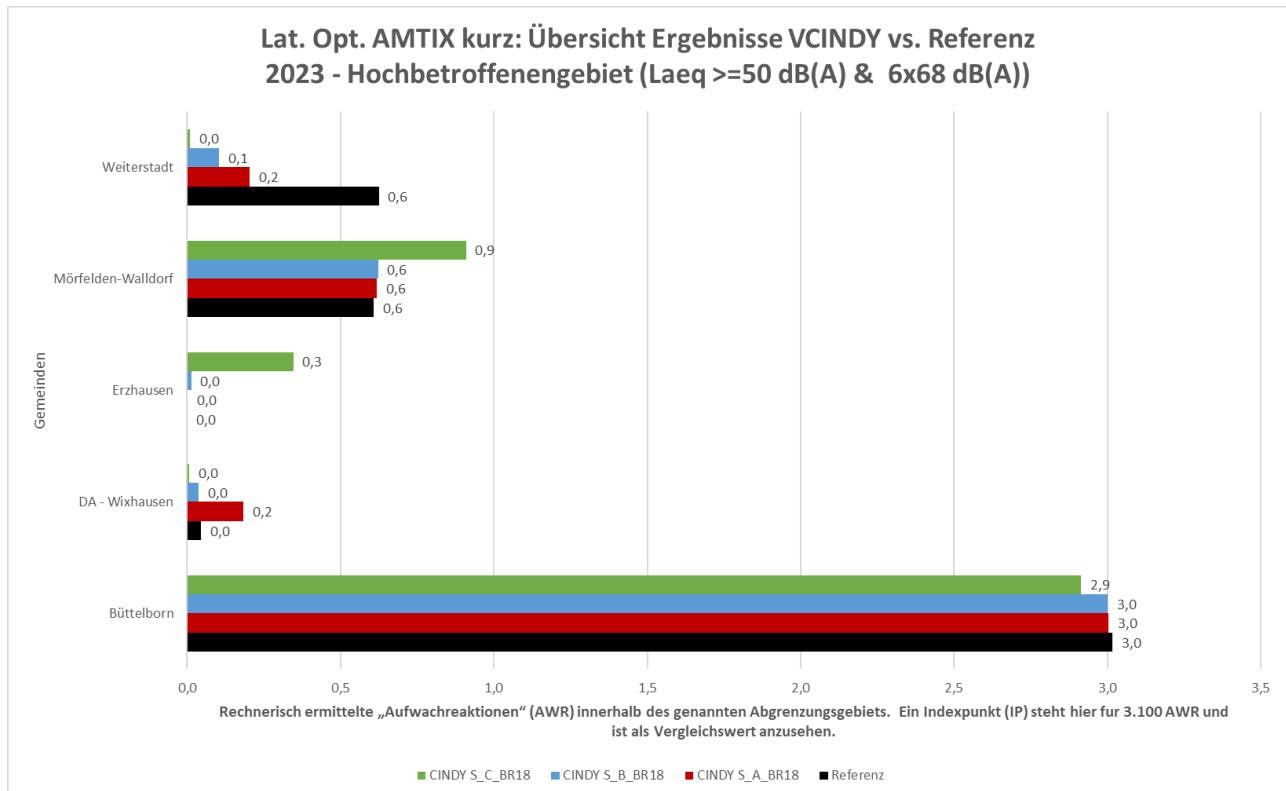


Abbildung 10. Hochbetroffenengebiet Nacht (Laeq >=50dB (A) & 6x68 dB (A)), 2023.

Abbildung 11 zeigt die Auswertung einzelner Kommunen im Nachtindexgebiet, das über einen Dauerschallpegel von mindestens 45 dB(A) definiert ist. An dieser Stelle sei darauf hinzuweisen, dass innerhalb der so abgegrenzten Gebiete mit Maximalpegeln weitergerechnet wird, da diese für die Lärmwirkung in der Nacht ausschlaggebend sind. Weitere Details sind den weiterführenden Materialien zu entnehmen.

Es zeigen sich keine maßgeblichen Unterschiede zu den Ergebnissen am Tag: Auch in der Nacht werden Darmstadt-Arheilgen und -Kranichstein durch alle Varianten rechnerisch komplett entlastet (-2,1 IP). Auch hier findet eine Entlastung von Weiterstadt statt, wobei Variante C zur höchsten Entlastung (-1,6 IP) und Variante A zur geringsten Entlastung (-0,8 IP) führt. Auf der anderen Seite belasten alle Varianten Erzhausen, wobei Variante C Erzhausen am meisten (+1,4 IP) und Variante A am wenigsten (+0,2 IP) belastet.

In Darmstadt-Wixhausen wiederum führt Variante A zu einer Verschlechterung der Indexwerte um +0,3 IP, genauso wie in geringerem Ausmaß Variante B (+0,1 IP). Variante C entlastet als einzige Variante Darmstadt-Wixhausen (-0,1 IP) und Büttelborn (-0,2 IP). Mörfelden-Walldorf wird bei dieser Variante hingegen deutlich belastet (+0,4 IP).

- Im Kontrollgebiet ($\geq 43\text{dB(A)}$) der Nacht sind die gleichen Effekte in unterschiedlicher Größenordnung zu beobachten. Es kommen keine zusätzlichen Kommunen hinzu.

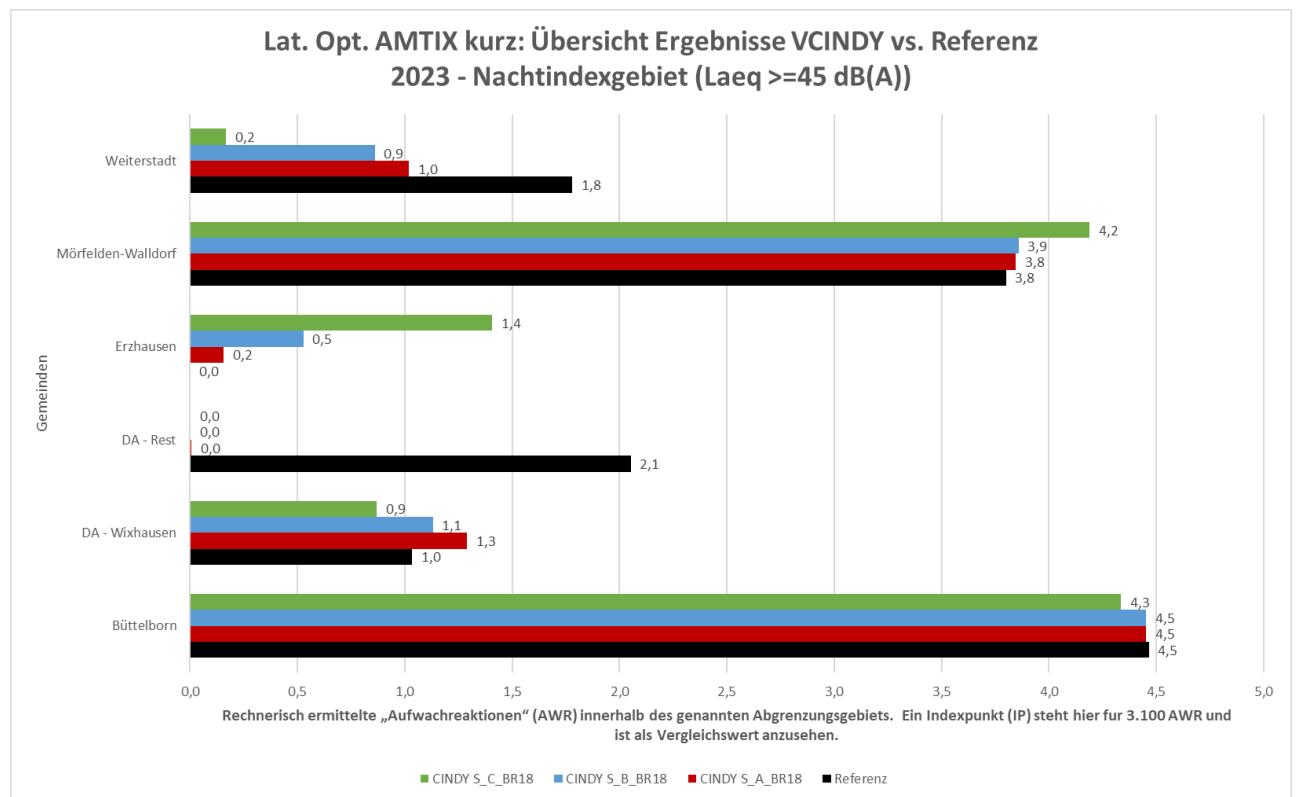


Abbildung 11. Nachtindexgebiet ($\text{Laeq} \geq 45 \text{ dB (A)}$), 2023.

3.4.6 Fazit Lärmbewertung

Grundlage zur Bewertung von lärmindernden Maßnahmen des aktiven Schallschutzes sind die FFR-Kriterien. Diese zielen neben der Gewährleistung von Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Kapazität darauf ab, den **Frankfurter Fluglärmindex substanzial zu senken**. Die **Indexgebiete (Tagindexgebiet 2 und Nachtindexgebiet)** werden prioritär bewertet. Die Entlastung von Hochbetroffenen hat Priorität gegenüber weniger stark Betroffenen; die Zahl der Hochbetroffenen soll in jedem Fall nicht ansteigen. **Neubelastungen sollen möglichst gering gehalten werden**. Die FFR-Kriterien stehen gleichrangig nebeneinander.

In der Gesamtbetrachtung (über alle Gebiete hinweg) führen **alle Varianten** zu einer **substanzellen Entlastung** gegenüber der Referenz und in keinem Fall zu einer Verschlechterung – somit sind alle Varianten gegenüber der heutigen Route als vorzugswürdig zu bewerten und es ist im Folgenden genauer zu betrachten, welche Variante empfohlen werden sollte.

HB-Gebiet	Tagindexgebiet 1	Indexgebiet (Tagindexgebiet 2; Nachtindexgebiet)	Kontrollgebiet
Tag	-	A & B	C
Nacht	B	-	A

Tabelle 1. Übersicht: Beste Varianten nach Gebiet

Je nach Indexgebiet erzielen Variante A, B oder C die größten Gesamteffekte, wobei Variante C insgesamt dreimal am besten abschneidet, die Varianten A und B je zweimal. Variante B schneidet dabei im am stärksten betroffenen Gebiet (Hochbetroffenengebiet Nacht) und gemeinsam mit Variante A im Tagindexgebiet 1 am besten ab, während Variante C in den weniger stark betroffenen Kontrollgebieten die besten Werte erzielt. **In den Indexgebieten selbst (Tagindexgebiet 2 und Naxchtindexgebiet) führen die Varianten C und A zu den größten Entlastungen.**

In Bezug auf die **Entlastung von Hochbetroffenen schneidet Variante B somit am besten ab** (dies wird noch einmal deutlicher, wenn man Lärmberechnungen mit höheren angenommenen Verkehrszahlen betrachtet, etwa 2018 +20%), wobei auch die anderen Varianten zu Entlastungen im Hochbetroffenengebiet führen und das Kriterium damit erfüllen.

- Weitere Unterschiede ergeben sich in der kommunalen Betrachtung im Hinblick auf Neubetroffene: Variante A führt durch den südlichsten Verlauf der drei Varianten zu den wenigsten Neubelastungen u.a. in Erzhausen und Egelsbach, dadurch aber auch zu einem gleichzeitigem Anstieg der Indexpunkte in Darmstadt-Wixhausen, insbesondere im Hochbetroffenengebiet der Nacht.
- Variante B entlastet das Hochbetroffenengebiet der Nacht am stärksten, führt aber im Vergleich zu Variante A in den anderen Gebieten zu mehr Neubetroffenen in Erzhausen. Die zusätzlichen Belastungen u.a. in Erzhausen liegen aber noch deutlich unter denen der Variante C.
- Variante C bewirkt größere Entlastungen für Darmstadt-Wixhausen und Weiterstadt, aber gleichzeitig auch deutlich stärkere Neubelastungen in Erzhausen und Mörfelden-Walldorf.

Werden die verschiedenen Kriterien betrachtet, schneiden die Varianten A und B insgesamt deutlich besser ab als Variante C, da beide die deutlich stärkeren Neubelastungen u.a. in Erzhausen vermeiden - und in den höher betroffenen Gebieten zu größeren Entlastungen führen. Eine substantielle Senkung des Index ist für alle drei Varianten gegeben.

In der Abwägung zwischen Variante A und B ist entscheidend, wie stark die Aspekte der Hoch- oder Neubetroffenen jeweils gewichtet werden: je nach Gewichtung haben Variante A oder B jeweils leichte Vorteile. Während der Wortlaut der Kriterien eine solche Gewichtung zunächst nicht vorsieht (die Kriterien stehen gleichrangig nebeneinander), wird an anderer Stelle dennoch die besondere Bedeutung Hochbetroffener betont („**Die Entlastung von Hochbetroffenen hat Priorität gegenüber weniger stark Betroffenen**“). Berücksichtigt man neben den Berechnungsergebnissen von 2023 auch die Berechnungsergebnisse mit höherem angenommenen Verkehr (insb. 2018 +20%), wird der Unterschied bei der Entlastung Hochbetroffener noch deutlicher und die Vorteile von Variante B überwiegen.

4 Fazit und Empfehlung

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der Prüfung von drei alternativen Routenvorschlägen für die Abflugstrecke *AMTIX kurz* zusammen. Die Routen wurden hinsichtlich ihrer Fliegbarkeit, Sicherheit, Kapazitätsauswirkungen sowie ihrer Lärmwirkungen geprüft.

Die betriebliche Prüfung zeigt, dass alle drei Varianten ohne erkennbare Sicherheitsrisiken umsetzbar sind. Das Überschießen in Richtung Messel wird durch die Umstellung des entsprechenden Wegpunktes (PBN01) von Fly-over zu Fly-by verhindert. Die Höhenvorgaben sind unproblematisch. Die Höhenvorgaben unterscheiden sich nicht von einer künftigen wie heute geflogenen Abflugstrecke. Dementsprechend sind durch die Umsetzung der lateralen Optimierung auch keine negativen Auswirkungen auf die Kapazität zu erwarten. Betrieblich sind alle drei geprüften Varianten somit umsetzbar und bieten keine Nachteile gegenüber der heutigen Abflugstrecke. Ausschlaggebend für die Beurteilung ist somit die Lärmbewertung.

Nach Abwägung der FFR-Kriterien unter **besonderer Berücksichtigung der Hochbetroffenen** empfiehlt das FFR **Variante B**: Diese erzielt im Hochbetroffenengebiet der Nacht bessere Lärmergebnisse als Variante A und belastet hier Darmstadt-Wixhausen nicht zusätzlich. Gleichzeitig führt Variante B zur geringeren Zusatzbelastung in Erzhausen und Mörfelden-Walldorf im Vergleich zu Variante C, bei einer immer noch sehr deutlichen Entlastung insbesondere von Darmstadt. Diese fällt bei Variante C in Darmstadt-Wixhausen zwar noch größer aus, aber eben in Verbindung mit höheren Zusatzbelastungen an anderer Stelle – weshalb Variante C zwar die Variante ist, die am häufigsten zu den stärksten Entlastungen insgesamt führt (in drei Gebieten). Diese Effekte finden aber überwiegend in weniger stark belasteten Gebieten statt (insbesondere Kontrollgebiete Tag/Nacht).

5 Ausblick

Das FFR übergibt die hier dargelegte Abwägung und Empfehlung zur Umsetzung von Variante B an die FLK. Diese behandelt und berät eine mögliche Umsetzung. Nach Beschlussfassung in der FLK ist eine Umsetzung, also Veröffentlichung im Luftfahrthandbuch (AIP), voraussichtlich innerhalb

von zwölf Monaten denkbar. Die Beantragung zur Genehmigung liegt nach Beratung in der FLK bei der DFS.

Mit Veröffentlichung der potenziellen neuen Abflugroute, kann diese von startenden Flugzeugen genutzt werden. Die bisherige Route wird für Starts von der Startbahn West dann aus dem Luftfahrthandbuch entfernt. Das erste Jahr der Nutzung wird als sog. „Probetrieb“ betrachtet und von einem Monitoring begleitet. Hierfür werden in regelmäßigen Abständen Flugspuren (Flugweg, -höhe, -geschwindigkeit) und Lärmwerte an geeigneten Messpunkten ausgewertet. Um einen Vorher/ Nachher Vergleich zu ermöglichen, wurden bereits Vorher-Messungen an mehreren Stellen durchgeführt (Egelsbach, Darmstadt-Arheilgen, Erzhausen), die dann durch Nachher-Messungen ergänzt und im Anschluss abgeglichen werden. Über die Ergebnisse des Monitorings wird entsprechend informiert werden.

Abschließend der Hinweis, dass eine Veränderung der Lärmschutzbereiche mit den damit einhergehenden Auswirkungen durch die Umsetzung der Maßnahme zu erwarten ist. Wie genau sich der Lärmschutzbereich verändern wird, kann erst nach Abschluss der umfassenden Prüfung im Rahmen der Überprüfung der Lärmschutzbereiche durch das hessische Wirtschaftsministerium. Weitere Informationen zur Festsetzung der Lärmschutzbereiche am Flughafen Frankfurt finden sich hier: <https://wirtschaft.hessen.de/verkehr/luftverkehr/laermenschutzbereich-flughafen-frankfurt>.