

# Hintergrundinformationen zum „Bericht Expertengremium Aktiver Schallschutz - Erstes Maßnahmenpaket Aktiver Schallschutz am Flughafen Frankfurt/Main“ Kap. 4.1.7

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

Stand: 29.06.2010, Expertengremium Aktiver Schallschutz

## 1. Definition und Beschreibung

Die Anhebung des Gleitwinkels des Instrumentenlandesystems (ILS) ist eine der wenigen flugbetrieblichen Möglichkeiten, den Fluglärm im Anflug generell zu reduzieren. Dabei wird die mögliche Lärmreduzierung vor allem durch den höheren Gleitwinkel und die sich damit ergebende größere Überflughöhe erzeugt. Grundsätzlich wird auch durch das spätere Einfliegen in den Gleitpfad, einer späteren Anpassung des Schubes, einem späteren Ausfahren des Fahrwerkes und eines geringeren Schubniveaus für den stabilisierten Flug eine Lärminderung erwartet. Allerdings werden durch die höhere Sinkgeschwindigkeit auch umgekehrte Effekte nicht ausgeschlossen. Ergänzend kommt hinzu, dass durch die Abweichung von dem meist verwendeten  $3,0^\circ$  Winkel und dem daraus möglicherweise resultierenden „Gewöhnungseffekt“ die erwartete Entlastung nicht eintritt oder geringer ist.

Bereits im Jahr 1978 hat die internationale Zivilluftfahrtorganisation ICAO den empfohlenen Gleitwinkel für ILS von  $2,5^\circ$  auf  $3,0^\circ$  angehoben. Seitdem bildet der  $3,0^\circ$  Gleitwinkel den Standard für alle ILS weltweit. Insbesondere für ILS Präzisionsanflüge der Allwetterflugbetriebsstufe CAT II/III ist der Gleitwinkel von  $3,0^\circ$  verbindlich durch die ICAO vorgeschrieben (siehe ICAO-DOC 8168 PANS-OPS , Vol II, Part 1, Section 4, Chapter 5.3.1 Descend Gradient, 2007). Für ILS-Präzisionsanflüge der Allwetterflugbetriebsstufe CAT I ist ein maximaler Gleitwinkel von bis zu  $3,5^\circ$  zulässig. Diese Nutzungsoption wird jedoch von der ICAO in demselben Dokument beschränkt, weil man eine Nutzung von Gleitwinkeln größer  $3,0^\circ$  zur Lärminderung ausschließt (siehe DOC 8168 PANS-OPS, Vol I, Part 1, Section 7 Noise Abatement Procedures, Chapter 3.4 Approach, 2007). ILS CAT I Anflüge mit Gleitwinkeln größer  $3,0^\circ$  sind daher gemäß ICAO nur aus Hindernisgründen oder besonderen betrieblichen Erfordernissen zulässig (siehe ICAO – Annex 10, 2006, S. 14).

Inwieweit die Aussagen der ICAO in demselben Dokument, dass nur Gleitwinkel größer  $3,5^\circ$  nicht aus Lärminderungsgründen zulässig sind, eine Genehmigungsfähigkeit möglich erscheinen lassen, muss näher geprüft werden (siehe ICAO-DOC 8168 PANS-OPS , Vol II, Part 2, Section 1, Chapter 1 ILS, Appendix C Steep Glide Path Angle Approaches, 2007).

Zu unterscheiden von den Anflügen mit erhöhten ILS Gleitwinkel sind die sog. Steilanflüge (Steep Approaches), die Anflüge mit Gleitwinkeln von  $3,5^\circ$  bis  $5,5^\circ$  umfassen. Bekanntestes Beispiel für einen Flughafen mit einem derartigen Steilanflug ist der London City Airport, der mit einem Gleitwinkel von  $5,5^\circ$  aus

Hindernisgründen angefliegen wird. Auch hier lässt ICAO keine höheren Gleitwinkel für Lärmschutz zu. (ICAO DOC 8168 PANS-OPS, Vol II, Part 2, Section 1, Chapter 1 – ILS, Appendix B, Steep Glide Path Angle Approaches)

Aufgrund der restriktiven Zulassungspraxis der ICAO gibt es in Europa nur den stadtnahen Cityflughafen Stockholm-Bromma, der aus Lärminderungsgründen bereits im Jahr 1993 einen erhöhten Anfluggleitwinkel von  $3,5^\circ$  eingeführt hat. Es konnte hier eine signifikante Lärmreduzierung von 1-2 dB(A) nachgewiesen werden. Dieser Flughafen ist jedoch sowohl in Bezug auf seine Größe als auch dem anfliegenden Flugzeugmix nicht mit Frankfurt vergleichbar.

Auch am Flughafen London – Stansted wurde im Jahr 2008 aufgrund von Sanierungsarbeiten an der Start- und Landebahn zeitweise ein erhöhter Gleitwinkel von  $3,5^\circ$  eingeführt. Die Werte der Lärmreduktion waren so deutlich, dass die britische Luftfahrtbehörde dem entsprechenden ICAO - Umweltkomitee CAEP eine vertiefte Bewertung von Anflügen mit erhöhtem Gleitwinkel empfohlen hat (siehe ICAO CAEP WG 2, TG1, Flimsy 03, 02.12.2008). Die ICAO hat folglich dieses Thema in ihrem Umweltkomitee aufgenommen und wird ggf. seine restriktive Zulassung von Anflügen mit erhöhtem Gleitwinkel abändern.

Das Thema des erhöhten ILS Anfluggleitwinkels wurde auch von nationalen und europäischen Forschungsprogrammen aufgegriffen. So wurden in den von der Europäischen Kommission geförderten Programmen „SOURDINE I und II“ und im vom nationalen Luftfahrtforschungsprogramm geförderten Projekt „Lärmoptimierte An- und Abflugverfahren“ Anflüge mit erhöhtem Gleitwinkel untersucht. In beiden Forschungsvorhaben wurde ein Lärminderungspotential von steileren Endanflügen identifiziert.

Am **Flughafen Frankfurt** bietet sich mit der planfestgestellten Landebahn Nordwest nunmehr erstmalig in Europa technisch die Möglichkeit ein ILS-CAT I Anflugverfahren mit einem erhöhten Gleitwinkel von  $3,2^\circ$  – zumindest im Probetrieb – einzuführen und somit die mögliche lärmindernde Wirkung der Maßnahme in einer Messkampagne mit realem Flugverkehr zu erfassen. Neben der erforderlichen Ausnahmegenehmigung durch das BMVBS ist hierfür Grundlage, dass die neue Landebahn aus Redundanzgründen in beiden Landerichtungen 25 / 07 mit je einem Haupt ILS der Allwetterflugbetriebsstufe CAT II/ III , das ICAO – konform mit einem  $3,0^\circ$  Gleitwinkel ausgestattet ist, und mit einem zweiten Redundanz ILS der Allwetterflugbetriebsstufe CAT I

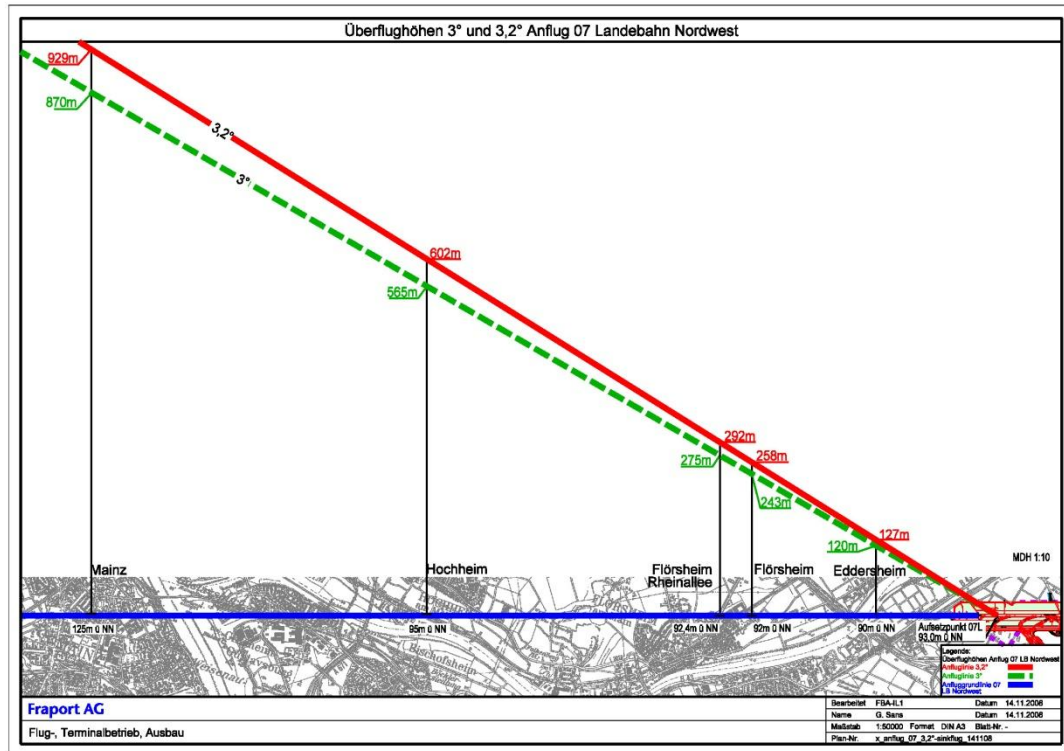
ausgerüstet wird. Somit wäre für die CAT I ILS Anlagen nach ICAO auch die Ausstattung mit einem erhöhten Gleitwinkel möglich.

Für das ILS mit angehobenem Gleitwinkel ist eine zusätzliche ILS – Frequenz erforderlich. Diese Frequenzen werden von der Bundesnetzagentur zugewiesen. Der Zuweisung geht eine umfassende Prüfung der Frequenzverträglichkeit mit anderen Funksendern voraus und ist aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Funksender (z. B. auch Radio) ein sehr aufwändiger Prozess, der derzeit noch nicht abgeschlossen ist. (bis zu  $3,5^\circ$ , jedoch derzeit nicht für den Zweck der Lärminderung).

Für diese Maßnahme wurde nach Diskussion ein erhöhter Gleitwinkel von  $3,2^\circ$  für die Redundanz CAT I ILS Systeme vorgeschlagen. Grund für die Wahl dieses Gleitwinkels waren die aus Sicht des Flugbetriebs noch akzeptablen flugtechnischen Parameter für alle die Landbahn Nordwest anfliegenden Luftfahrzeugmuster.

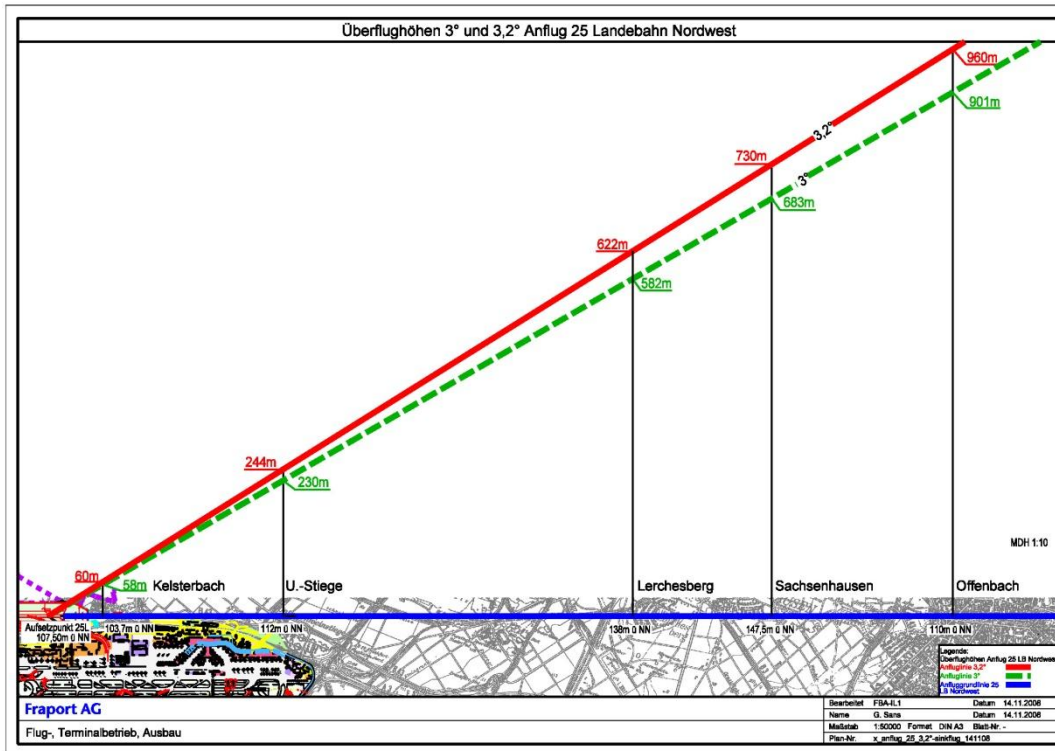
Durch die Wahl des höheren Gleitwinkels von  $3,2^\circ$  ergeben sich für Anflüge auf die neue Landebahn **größere Überflughöhen** gegenüber dem Standard  $3,0^\circ$  Gleitwinkel. Der rein geometrische Höhengewinn bei Landungen aus Westen (Betriebsrichtung 07) beträgt in Mainz ca. 60 m, in Hochheim ca. 40 m und in Flörsheim noch ca. 20 m. Ein Vergleich der Überflughöhen der beiden Gleitwinkel für die Betriebsrichtung 07 ist in Abbildung 1 dargestellt.

Abb. 1: Überflughöhen 3° und 3,2° Anflug, Betriebsrichtung 07, Landebahn Nordwest.



Auch für Anflüge aus Osten (Betriebsrichtung 25) auf die neue Landbahn ergeben sich durch die Wahl des erhöhten Gleitwinkels geometrisch höhere Überflughöhen. Sie betragen in Offenbach ca. 60 m, in Frankfurt-Sachsenhausen ca. 50 m und in Frankfurt- Lerchesberg ca. 40 m. Ein Vergleich der Überflughöhen der beiden Gleitwinkel für die Betriebsrichtung 25 ist in Abbildung 2 dargestellt.

Abb. 2: Überflughöhen 3° und 3,2° Anflug, Betriebsrichtung 25, Landebahn Nordwest.



## 2. Prüfschritte

### 2.1. Vergleich ILS Anflüge mit erhöhtem Gleitwinkel

Vor der eigentlichen Prüfung wurden von Fraport verschiedene Flughäfen mit Präzisionsanflügen, die einen erhöhten ILS Gleitwinkel aufweisen, und Flugzeughersteller befragt. Mit der Befragung sollte vorab geklärt werden, ob aus Sicht der entsprechenden Flughäfen oder der Flugzeughersteller Probleme mit der Einrichtung und dem Betrieb von ILS Anflügen mit erhöhtem Gleitwinkel identifiziert werden können. Es wurden Flughäfen befragt, die zumindest einen Anflug mit einem Gleitwinkel von bis zu 3,5° veröffentlicht haben und die regelmäßig von Lufthansa oder Mitgliedern der Star Alliance angefliegen werden. Folgende Flughäfen haben sich an der Umfrage beteiligt:

- Malaga, ILS Anflug RWY 13, Gleitwinkel 3,2°
- Neapel, ILS Anflug RWY 24, Gleitwinkel 3,33°
- Paris – Orly, ILS Anflug RWY 24, Gleitwinkel 3,2°
- Trondheim, ILS Anflug RWY 27, Gleitwinkel 3,4°
- Stockholm-Bromma, ILS Anflug RWY 12, Gleitwinkel 3,5°

Nicht an der Umfrage beteiligt haben sich die Flughäfen von Istanbul-Atatürk und Bilbao, die beide Anflüge mit erhöhtem Gleitwinkel aufweisen und z.T. mehrmals täglich von der Lufthansa angefliegen werden.

Als Flugzeughersteller haben sich Airbus, ATR, Boeing, Bombardier und Embraer an der Umfrage beteiligt.

Im Rahmen des Vergleichs wurde festgestellt, dass

- ILS – Anflüge mit erhöhtem Gleitwinkel an einigen Flughäfen in Europa gängige Praxis sind,
- ILS – Anflüge mit erhöhtem Gleitwinkel an diesen Flughäfen fast ausnahmslos aus Hindernisgründen durchgeführt werden, Ausnahme ist Stockholm-Bromma,
- die Flughäfen bei den Piloten und Luftverkehrsgesellschaft keine Akzeptanzprobleme bzgl. Anflügen mit erhöhtem Gleitwinkel festgestellt haben,
- die Flughäfen keine speziellen Flugzeugtypen benennen, die Probleme bei einem Anflug mit erhöhtem Gleitwinkel haben,
- nach Angaben der Flugzeughersteller alle Flugzeuge für ILS Anflüge mit  $3,2^\circ$  zugelassen sind.

## 2.2. DLR-Studie „Steiler Endanflug STENA“

Zur umfassenden Bewertung der Maßnahme „Erhöhter ILS Gleitwinkel  $3,2^\circ$ “ hat Fraport das DLR, Institut für Flugsystemtechnik in Braunschweig, mit der Durchführung einer flugbetrieblichen Bewertung von ILS- Steilanflugverfahren (ILS CAT I mit  $3,2^\circ$ ) am Flughafen Frankfurt hinsichtlich Sicherheit, der Fliegbarkeit, der Luftfahrzeugeignung und der Kapazität beauftragt. Schwerpunkt der Studie war hierbei die Durchführung einer Simulatorstudie am Flugsimulator der Technischen Universität Berlin, Institut für Luft- und Raumfahrt, Fachgebiet Flugführung und Luftverkehr, bei der neben den o.g. Themen auch die betrieblichen Auswirkungen und die Arbeitsbelastung der Piloten bei der Durchführung von Anflügen auf eine 2800 m lange Bahn des Flughafens Frankfurt mit erhöhten Gleitwinkel untersucht wurden. Es wurden insgesamt 176 Anflüge an 8 Versuchstagen unter den unterschiedlichsten Randbedingungen am Airbus A-330 Fullflight Simulator vorgenommen. Zum Einsatz kamen dabei Berufspiloten der Lufthansa, die sich freiwillig für die Versuche gemeldet hatten. Durch die Aufzeichnung der flugtechnischen

Parameter und eine subjektive Beurteilung der Anflüge durch die Piloten mittels Fragebögen, konnte eine umfangreiche Bewertung vorgenommen werden.

Die Ergebnisse der Simulatorversuche wurden vom DLR auf der Klausurtagung des FFR-Expertengremiums am 29./30. Oktober 2009 in Speyer vorgestellt. Der Zwischenbericht zur flugbetrieblichen Bewertung vom 15.01.2010 wurde an die Mitglieder der Expertengruppe verteilt. Der Endbericht der umfassenden DLR Studie wird den Mitgliedern der Expertengruppe Aktiver Schallschutz zur Verfügung gestellt.

Die wesentlichen Ergebnisse der DLR STENA Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Gefährliche Flugzustände, die ihre Ursache im  $3,2^\circ$  Anflugwinkel haben, sind in der Studie nicht aufgetreten.
- Die vertikalen Gleitfadablagen unterhalb von 1000 ft über Grund sind gering und zeigen keine Abhängigkeit vom Anflugwinkel.
- Die Sinkgeschwindigkeiten liegen im erwarteten Bereich, ihre Mittelwerte sind auch bei Rückenwind nicht größer als 1000 ft/min.
- Bei Rückenwind kommt es zu deutlich mehr temporären Überschreitungen der Sinkgeschwindigkeitsgrenze. Das ist kritisch zu bewerten.
- Die Verkürzung der Anflugzeit und der Landestrecke haben positive Auswirkungen auf die Kapazität der Landebahn.
- Die Pilotenbefragung zur Sicherheit, Arbeitsbelastung, Trainingsaufwand und operationelle Einsetzbarkeit zeigt keine signifikanten Nachteile / Einschränkungen für Anflüge mit einem Anflugwinkel von  $3,2^\circ$  auf.

Die Übertragbarkeit grundsätzlicher Ergebnisse der Simulatorstudie auf andere Flugzeugmuster und andere Luftverkehrsgesellschaften ist möglich. Hierzu hat das DLR Flugleistungsberechnungen für die Luftfahrzeugtypen A320, A380, A330, B 737-300, B737-700, B737-800, B747-400 und B767-300 durchgeführt. Weiterhin wurde ein Einblick in die Flugbetriebshandbücher der Lufthansa Passage, Lufthansa Cargo, Lufthansa City Line, Condor und Air Berlin vorgenommen. Nach Analyse der Aussagen in den Flugbetriebshandbüchern und nach Gesprächen mit Vertretern der einzelnen Flugbetriebe ist bei einem Anfliegen auf einen mit  $3,2^\circ$  erhöhten ILS Gleitwinkel keine Änderung in den bestehenden flugbetrieblichen Abläufen erforderlich.

Insgesamt haben die Auswertungen der STENA Simulatorstudie gezeigt, dass bei einem  $3,2^\circ$  Anflugwinkel unter Gegenwind keine Sicherheitsprobleme aufgetreten und dass keine Änderungen im betrieblichen Ablauf des Anfluges notwendig sind und seitens der Piloten durchgeführt werden.

Es ist zu erwarten, dass die prognostizierte Lärmentlastungswirkung eines Anfluges mit erhöhtem Gleitwinkel durch die im Simulator festgestellten betrieblichen Abläufe nur in geringem Umfang verringert wird.

### 2.3. Übergreifende Prüfung der Kriterien

Auf der Grundlage der Erkenntnisse des Benchmarks und des vorliegenden DLR Zwischenberichtes wird die Maßnahme „Erhöhter Gleitwinkel  $3,2^\circ$ “ hinsichtlich der folgenden Kriterien bewertet:

- **Anwendungszeitraum**

ILS-Anflüge mit einem erhöhten Anfluggleitwinkel von  $3,2^\circ$  können grundsätzlich ganztägig (Tag und Nacht) durchgeführt werden. Unter der Annahme, dass ILS-Anflüge mit einem erhöhten Anfluggleitwinkel von  $3,2^\circ$  nur ohne Rückenwind durchgeführt werden dürfen, hat die Auswertung der Wetterdaten ergeben, dass dies bei Betriebsrichtung 25 in 60% der Zeit der Fall sein wird und in Betriebsrichtung 07 in nahezu 100% der Zeit.

Die Installation eines ILS CAT I mit  $3,2^\circ$  ist nur für die Landebahn Nordwest vorgesehen, von daher ist der Betrieb auf die Landebahn Nordwest beschränkt.

- **Sicherheit / ICAO – Compliance**

Die Sicherheit wird unter Berücksichtigung einer Rückenwindkomponente von 0 Knoten nach den derzeitigen Erkenntnissen nicht beeinträchtigt. Anflüge mit erhöhtem Gleitwinkel von  $3,2^\circ$  können sicher durchgeführt werden. Dies wird durch die DLR Studie als auch durch die Erkenntnisse des Vergleichs bestätigt. Aufgrund der ICAO Abweichung und des neuen Betriebskonzeptes ist dennoch eine Sicherheitsbewertung durchzuführen. Die Maßnahme ist nicht ICAO-Compliant, da derzeit ILS-Systeme mit erhöhtem Gleitwinkel nicht aus Lärminderungsgründen, sondern nur aus Hindernisgründen zulässig sind. Daraus resultiert formal die Notwendigkeit einer Ausnahmegenehmigung durch das BMVBS.

- **Kapazitätseinfluss**

Die Kapazität der Landebahn wird bei länger andauerndem durchgängigen Betrieb des ILS-System mit 3,2° nach ersten Erkenntnissen nicht beeinträchtigt. Bei den Umschaltvorgängen von ILS 3,2° auf ILS 3,0° und v.v. ist jedoch, basierend auf den Erfahrungen mit der zweiten Landeschwelle (HALS), mit Kapazitätseinbußen zu rechnen. Diese resultieren aus der Notwendigkeit, dass zwei ILS für die gleiche Landebahn nicht gleichzeitig Signale ausstrahlen dürfen, um Verwechslungen zu vermeiden. Das bedeutet, dass vor dem Umschalten auf das andere ILS der Endanflug frei von anfliegenden Luftfahrzeugen sein muss. Das kann je Umschaltvorgang 3 bis 4 Landungen betreffen.

- **Kombinierbarkeit**

Ein Betrieb des ILS-Anflugs mit 3,2° ist nach den derzeitigen Erkenntnissen nur mit einer Rückenwindkomponente von 0 Knoten durchführbar. Von daher ist eine **gleichzeitige** Anwendung der Maßnahmen „Erhöhter ILS Gleitwinkel“ und „Rückenwindkomponente“ nicht darstellbar. Es muss daher im Fall von Rückenwind auf Anflüge über das ILS mit 3,0° zurückgegriffen werden (siehe unter „Anwendungszeitraum“).

- **Kosten für Umsetzung**

Sind voraussichtlich gering, können z. Zt. noch nicht beziffert werden.

### 3. Lärmauswirkungen anhand des FTI für Prognose 2020

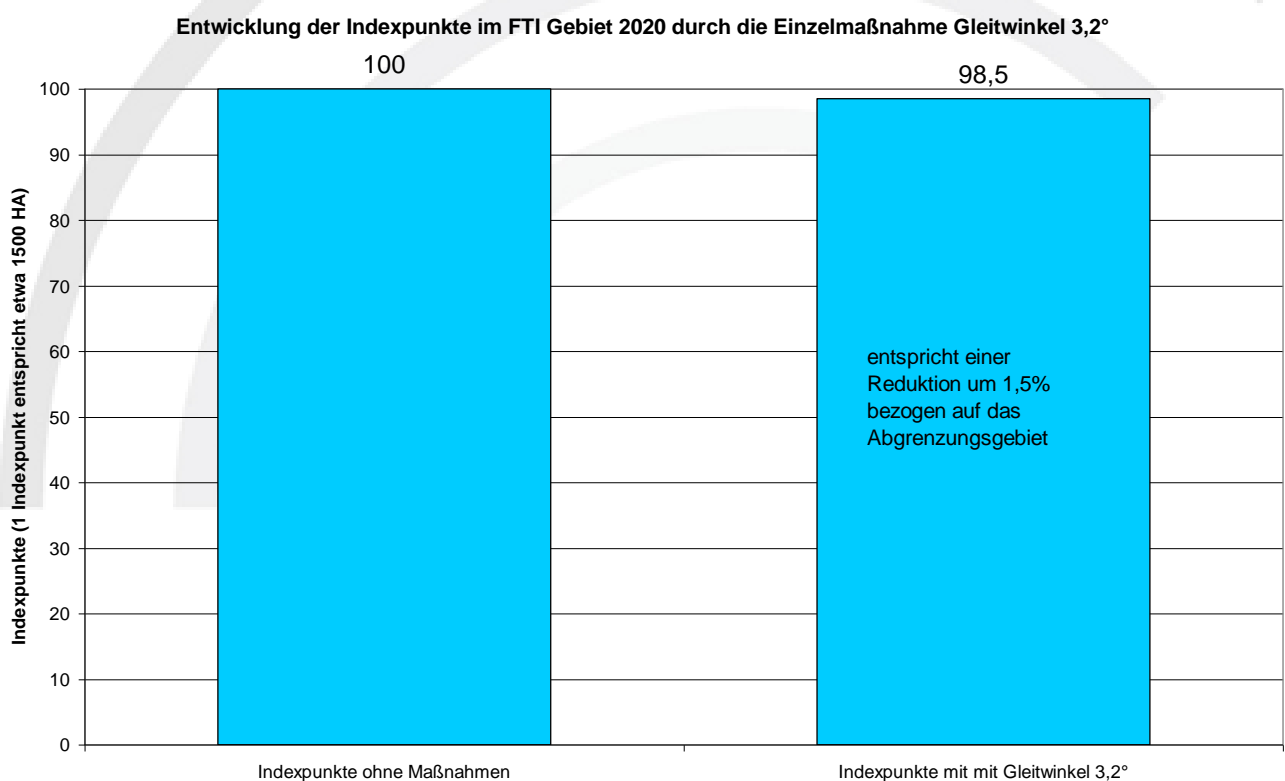
Im Zuge der Arbeiten des Expertengremiums wurde für die Maßnahme losgelöst von den anderen Paketbestandteilen eine Berechnung FTI für das Szenario 2020 durchgeführt, da die Maßnahme derzeit nur im ausgebauten Zustand des Flughafens auf der neuen Landebahn NW eingeführt werden kann. Die Vorgehensweise bei der Berechnung des FTI entspricht der Darstellung in Kapitel 4.3. im Bericht zum ersten Maßnahmenpaket.

Die Berechnung der Indizes basiert auf dem Datenerfassungssystem (DES) der sechs verkehrsreichsten Monate (Mai bis Oktober) für 2020 mit Landebahn NW aus dem Planfeststellungsverfahren.

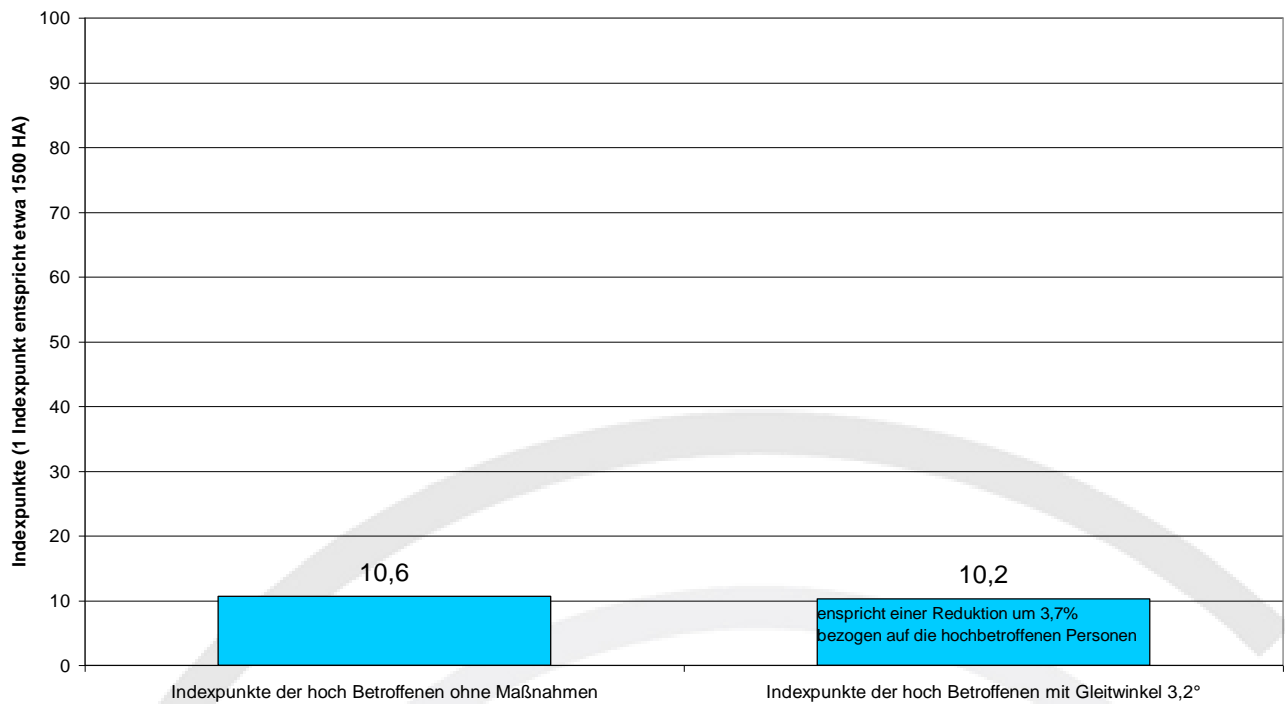
Für die Berechnung des FTI wurde angenommen, dass alle Landungen auf die NW-Bahn bei Betriebsrichtung 07 mit erhöhtem Gleitwinkel erfolgen und 60 %

aller Landungen auf die NW-Bahn bei Betriebsrichtung 25. Da im Rahmen von Forschungsprojekten nur für einzelne Flugzeugmuster Messungen bzw. Simulationen der Lärmauswirkung von geänderten Gleitwinkeln vorliegen, die keine sicheren Rückschlüsse auf andere Muster zulassen, hat man sich bei der Lärmberechnung auf die Abbildung des Höhenunterschieds beschränkt und mögliche weitere entlastende Effekte mangels gesicherter Erkenntnisse für verschiedene Flugzeugmuster nicht berücksichtigt. Entlastungen ergeben sich vor allem in Offenbach, Frankfurt, Mainz und Ginsheim-Gustavburg.

Unsicherheiten bestehen, ob ggf. geänderte Konfigurationen (Klappensetzung, Fahrwerk) erforderlich sind. Das hätte Einfluss auf die örtliche Lärmverteilung vor allem im Nahbereich, wenn die Konfiguration zu einem anderen Zeitpunkt und damit an anderer Stelle über dem Gelände erfolgt. Dies soll durch ein entsprechendes Monitoring untersucht und begleitet und nach dem Probetrieb ausgewertet werden.



Entwicklung der Indexpunkte der hoch Betroffenen 2020 durch die Einzelmaßnahme Gleitwinkel 3,2°



#### 4. Ausblick und Perspektive

Aufgrund der unsicheren und teilweise unterschiedlichen Bewertung der möglichen Lärminderungswirkung dieser Maßnahme ist zunächst vorgesehen, an der Landebahn Nordwest die redundanten ILS CAT I Anlagen mit einem Gleitwinkel von  $3,2^\circ$  für einen **Probetrieb** auszurüsten. Die vom Probetrieb ausgehenden Lärmemissionen sollen durch eine groß angelegte Messkampagne durch ein unabhängiges Institut ermittelt werden. Ziel dieser Messkampagne ist es, Erkenntnisse zur Anpassungen der Emissionsdaten bei der AzB-Fluglärm Berechnung mit  $3,2^\circ$  Anfluggleitwinkel zu gewinnen.

Sollten sich die theoretisch errechneten Lärminderungspotentiale bestätigen oder sogar noch übertroffen werden, so kann der Probetrieb in einen Regelbetrieb überführt werden. Können die theoretischen Lärminderungspotentiale jedoch nicht bestätigt werden oder kommt es sogar durch die möglicherweise geänderte Konfiguration der Luftfahrzeuge zu Lärmerhöhungen, muss diese Maßnahme erneut einer Bewertung unterzogen werden.

Ferner soll im Rahmen des Probebetriebs auch die kapazitive Auswirkung des Umschaltvorganges untersucht werden.

Für die Einrichtung eines Probebetriebes muss aufgrund des derzeit von den ICAO-Regularien abweichenden Verfahrens eine **Sicherheitsbewertung** durchgeführt und die **behördliche Zulassung** durch das BAF beantragt werden.

Eine operationelle Bewertung zur Eignung von weiteren Flugzeugtypen wird im zweiten Teil der DLR StEnA Studie vorgenommen.

Für den Fall, dass diese Maßnahme ihre erwartete Lärminderungswirkung im Probebetrieb nachweist, bietet sich langfristig die Prüfung der Möglichkeit einer Ausdehnung dieser Maßnahme auf die bestehenden Parallelbahnen an.

Mit der Einführung des satellitengestützten Präzisionslandesystems GBAS-CAT I können grundsätzlich auch Anflugverfahren mit erhöhtem Gleitwinkel dargestellt werden. Die hierzu notwendigen Verfahren müssen jedoch noch entworfen und die erforderlichen Sicherheitsbewertungen durchgeführt werden.

Perspektivisch könnte dies eine Möglichkeit bieten, eine erfolgreiche Anwendung eines angehobenen Gleitwinkels auch auf die Bestandsbahnen auszudehnen.

Die Ausrüstung mit zusätzlichen ILS auf den Bestandsbahnen – nach dem Muster für die Landebahn Nordwest – stellt aufgrund der fehlenden Flächen und der fehlenden ILS - Frequenzen keine realistische Option dar.