

## FAQ Cutback

### Allgemeine Einführung

---

Das Expertengremium Aktiver Schallschutz (ExpASS) des FFR untersucht verschiedene Möglichkeiten, durch aktive Schallschutzmaßnahmen eine Lärmentlastung im Umfeld des Frankfurter Flughafens zu erreichen. Dabei werden auch Abflugverfahren (Startverfahren) auf ihre Lärmentlastungspotentiale betrachtet.

Mit dem Begriff „Flugverfahren“ sind im Folgenden Verfahren gemeint, die Vorgaben zum vertikalen Verlauf der Flugbahn definieren. Diese können durch geeignete Variation von Flughöhe, Fluggeschwindigkeit und Triebwerksleistung bis zu einem gewissen Grad die Lärmbelastung am Boden lokal optimieren.

Nicht gemeint sind hier die von der Flugsicherung erarbeiteten Verfahren. Diese beschreiben die Auslegung der lateralen Flugstreckenführung. Das ExpASS befasst sich allerdings auch mit der lärmarmen Auslegung von Verfahren im Sinne der Flugsicherung.

## 1 Sind die Abflugverfahren in Deutschland vorgeschrieben?

---

Es existieren mehrere Vorgaben bzw. Empfehlungen für Abflugverfahren. Die Fluggesellschaften sind gemäß ihrer Betriebsvorschriften (z.B. EU-OPS) verpflichtet, zwei Startverfahren pro Flugzeugtyp zu beschreiben.

Dabei hat die ICAO als Empfehlung zwei lärmindernde Verfahren zur Reduzierung des Abfluglärms (*Noise Abatement Departure Procedures NAPD*) veröffentlicht<sup>1</sup>:

**NADP-1** Dieses Verfahren ist ausgelegt, um die Lärmbelastung im Nahbereich des Flughafens zu minimieren. Es ist vergleichbar mit dem früher von der ICAO empfohlenen ICAO-A Verfahren.

---

<sup>1</sup> ICAO Doc. 8.168, Procedures for Air Navigation Services, PANS-OPS, Vol.1

NADP-2 Dieses Verfahren soll eine Lärmentlastung in größeren Entfernungen vom Flughafen gewährleisten. Es ist vergleichbar mit dem früher von der ICAO empfohlenen ICAO-B Verfahren.

Die Europäische Kommission hat im EU-OPS 1.235 „...Vorschriften ...für den gewerblichen Luftverkehr mit Flächenflugzeugen ...“ veröffentlicht, nach denen Luftfahrtunternehmer für jeden Flugzeugtyp (gemäß ICAO Doc. 8.168) zwei Lärmindernde Verfahren für den Flughafennahbereich und den Flughafenfernbereich festzulegen hat.

Dieses umsetzend sieht das Luftfahrthandbuch Deutschland für Lärmarme Abflugverfahren (AIP Germany – ENR 1.5 (Holding, Approach and Departure Procedures)) vor:

*„Alle Flugzeugführer werden gebeten, diese Verfahren, wenn Sicherheitsgründe (wie z.B. Triebwerksausfall) nicht entgegenstehen, anzuwenden.“*

Fazit: Es gibt auf internationaler und nationaler Ebene Empfehlungen und Regelungen wie die Minimumhöhe für die Luftverkehrsgesellschaften, lärmindernde Abflugverfahren zu beschreiben. Weitere Vorgaben erfolgen durch die nationalen Behörden, so können aus Sicherheitsgründen auf Abflugstrecken bestimmte weitere Mindesthöhen vorgeschrieben werden (z.B. Überfliegen von Hindernissen wie Gebäuden oder Gebirge) oder aus Lärmschutzgründen Geschwindigkeitsvorgaben implementiert werden, um z.B. ein „Überschießen“ im Kurvenflug zu verhindern. Diese Vorgaben werden von der DFS bei der Planung einer Abflugstrecke berücksichtigt und vom BAF per Rechtsverordnung genehmigt. Die darüber hinaus gehende konkrete Ausgestaltung obliegt dann den Luftverkehrsgesellschaften und orientiert sich an den eben genannten Vorgaben.

## 2 Wie unterscheiden sich die empfohlenen Abflugverfahren?

---

Beim Abflug steigt ein Flugzeug nach dem Abheben von der Startbahn üblicherweise zunächst bis auf eine bestimmte Höhe mit ausgefahrenen Klappen und nahezu konstanter Geschwindigkeit mit Startleistung. Für den weiteren Steigflug sind die Triebwerke mit Steigleistung zu betreiben. Triebwerke dürfen aufgrund der hohen thermischen Belastung bei Startleistung zeitlich nur sehr begrenzt betrieben werden. Der Übergang von Start- auf Steigleistung wird Cutback genannt.

Werden Abflugverfahren lokal nicht spezifisch vorgeschrieben (siehe dazu Fazit der Frage 1), stehen die beiden von der ICAO empfohlenen Noise Abatement Departure Procedures zur Verfügung.

- a) Bei dem Verfahren **NADP1** wird ein möglichst schneller Höhengewinn angestrebt. Dazu wird nach dem Abheben mit Startschub und ausgefahrenen Klappen mit konstanter Geschwindigkeit gestiegen. Frühestens nach Erreichen einer Mindesthöhe von 800 Fuß über Grund kann der Schub auf Steigleistung reduziert werden (Thrust Cutback). Das Luftfahrzeug steigt dann weiter mit konstanter Geschwindigkeit und ausgefahrenen Klappen (also möglichst großem Auftrieb) bis zum Erreichen einer Zielhöhe. Diese darf 3.000 Fuß nicht überschreiten. Dann wird bei einem positiven Steiggradienten auf die bis zum Steigen auf Reiseflughöhe nötige Geschwindigkeit beschleunigt. Dabei werden die Klappen eingefahren, sobald die dazu nötige Geschwindigkeit erreicht ist.

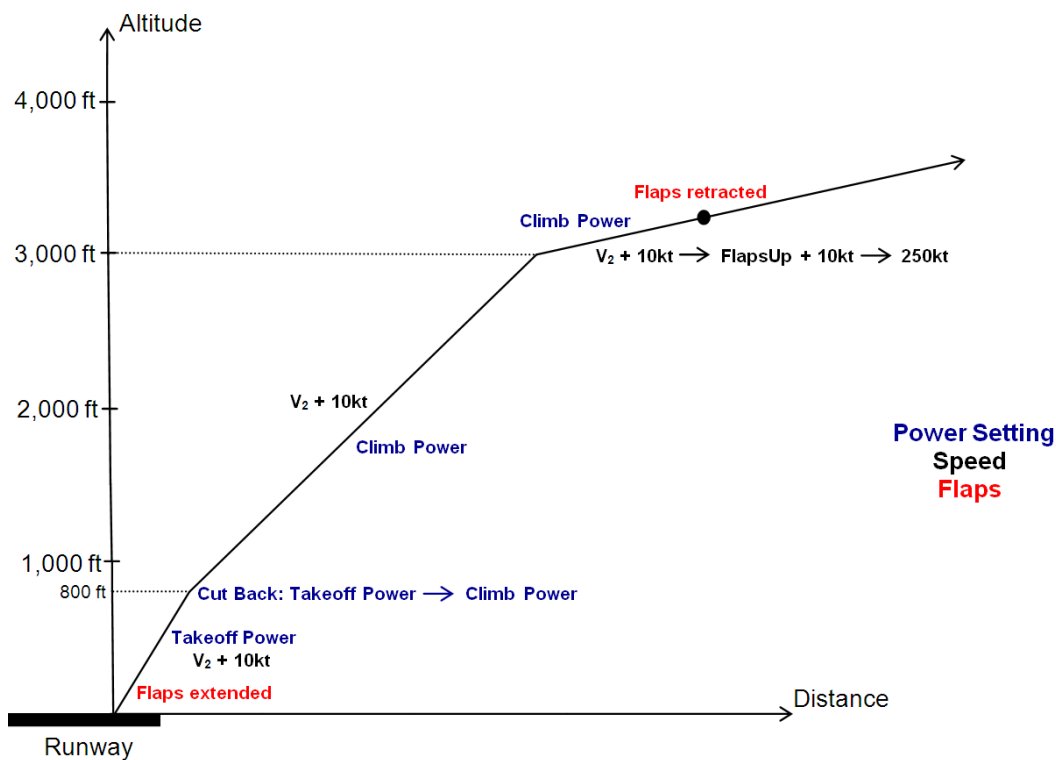


Abbildung 1: NADP1 – Verfahren, Quelle: ICAO DOC8168 PANS-OPS VOLI

- b) Das Verfahren **NADP2** ist ausgelegt auf eine möglichst schnelle Geschwindigkeitszunahme und das schnelle Erreichen einer widerstandsrmen Konfiguration. Nach dem

Abheben wird mit Startschub und ausgefahrenen Klappen mit konstanter Geschwindigkeit gestiegen. Nach Erreichen einer Mindesthöhe von 800 Fuß wird bis zum Einfahren der Klappen beschleunigt, wobei der Schub auf Steigschub zurückgenommen wird. Die Klappen werden also möglichst früh eingefahren, was den Widerstand vermindert. Anschließend wird bei einem positiven Steiggradienten auf die bis zum Steigen auf Reise-flughöhe nötige Geschwindigkeit beschleunigt.

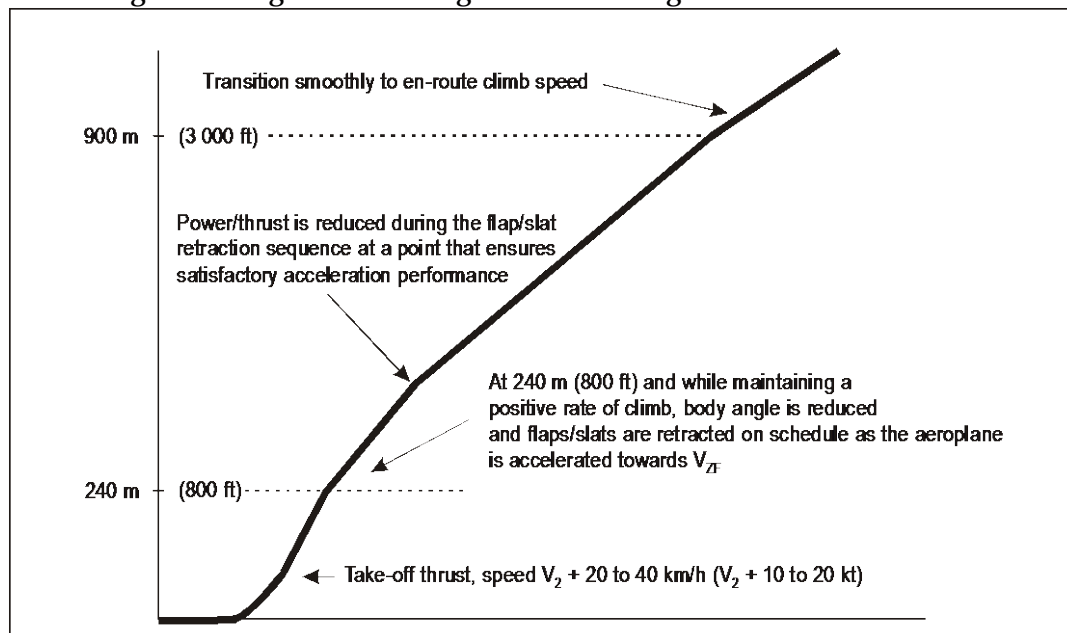


Abbildung 2: NADP2 – Verfahren, Quelle: ICAO DOC8168 PANS-OPS VOLI

### 3 Ist die Höhe für den Wechsel von Start- auf Steigleistung (Cutback) in Deutschland vorgeschrieben?

Nein. Es ist nur die Mindesthöhe für den Cutback vorgeschrieben, diese beträgt 800 Fuß über Grund (244 Meter). Sie wird im Dokument Nummer 8168 der Internationalen Luftfahrtorganisation ICAO geregelt (Part I, Section 7 "Noise Abatement Procedures", Chapter 3.3).

## 4 Wie erfolgt eine Verfahrensänderung?

---

Jede Verfahrensänderung ist in den Handbüchern einer Luftfahrtgesellschaft den nationalen Behörden vorzulegen. Bei deutschen Fluggesellschaften sind dies das Luftfahrtbundesamt (LBA) und das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS).

Eine Beratung von LBA oder BMVBS durch die Fluglärmkommissionen ist gesetzlich nicht vorgeschrieben. Die Frankfurter Fluglärmkommission berät allerdings das hessische Wirtschafts- und Verkehrsministerium (HMWVL), die Deutsche Flugsicherung (DFS) und das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF).

## 5 Welche Abflugverfahren nutzen die größten deutschen Fluggesellschaften in Frankfurt?

---

Lufthansa (DLH) verwendete bisher NADP2 mit einer Cutback-Höhe von 1.500 Fuß. Nach einer Zustimmung durch das BMVBS und der flugbetrieblichen Freigabe durch das LBA wurde diese Höhe für alle in Deutschland startenden Lufthansa-Flugzeuge auf 1.000 Fuß reduziert. Die Änderung trat zum 1. Februar 2013 am Frankfurter Flughafen in Kraft. Am 8. Februar 2013 hat Lufthansa diese Vorgabe weltweit aufgrund technischer Schwierigkeiten vorübergehend ausgesetzt und angekündigt, nach deren Beseitigung das Verfahren an allen dafür geeigneten Standorten wieder einzuführen. Zum 01.07.2013 führt Lufthansa dieses Verfahren in Deutschland erneut ein, zunächst ausschließlich am Standort Frankfurt und nur für Abflüge von der Startbahn West. Die Anweisung gilt für alle Flugzeuge von Lufthansa „Classic“ (nicht: Lufthansa City, Lufthansa Cargo fliegt bereits Cutback 1.000 Fuß). Mit dem FFR wurde ein 12monatiger Probebetrieb vereinbart (zum Monitoring siehe Frage 9).

Mit Stand Oktober 2012 wurden am Flughafen Frankfurt nachstehende Startverfahren von den jeweils genannten Fluggesellschaften angewandt<sup>2</sup>:

### ICAO-A/AIP1 (1.500 Fuß Cutback, 3.000 Fuß Acceleration):

- All Nippon Airways, American Airlines, China Airlines, Korean Air, Pakistan Int. Airlines, US Airways

---

<sup>2</sup> Quelle: Eigene Angaben der Airlines am Flughafen Frankfurt nach Befragung d. Fraport AG.

NADP1 (800 Fuß Cutback, 3.000 Fuß Acceleration):

- LOT, TAP

NADP2 (800/1.000 Fuß Cutback u. Acceleration):

- TAP, Lufthansa Cargo, Air Canada, Qantas, British Airways, Singapore (B777), Condor, Gulf Air, Delta, Malaysia, Etihad, Qatar Airways, Iberia

AIP2 (1.500 Fuß Cutback, 1.500 Fuß Acceleration):

- CSA, Singapore (A380), JAT, Sun Express, LAN, Swiss, LH-Passage, XL Airways

## 6 Welche Lärmwirkungen werden durch die Absenkung der Cutback-Höhe von 1.500 auf 1.000 Fuß erwartet?

---

Die Experten erwarten eine moderate Lärmzunahme direkt unterhalb des Flugpfades. Seitlich neben dem Flugfad rechnen sie mit einer leichten Abnahme des Lärms (s. Abbildung 3). Was dahintersteckt, sind zusätzliche Dämpfungseffekte, die bei kleinen Höhenwinkeln auftreten, also wenn der seitliche Abstand von der Flugbahn deutlich größer als die Flughöhe ist (mindestens das Vierfache). Darunter fallen sog. Bodeneffekte, aber auch Abschirmeffekte von Triebwerken (Extremfall: die Triebwerke sind am Heck montiert und der Flieger steht am Boden. Dann werden die Triebwerke an der vom Beobachter abgewandten Seite weitestgehend durch den Rumpf abgeschirmt).

Diese Effekte setzen mit zunehmendem seitlichem Abstand um so früher ein, je niedriger die Flughöhe ist. Dies kann aber nicht pauschal betrachtet werden. Gerade die Wirkung aufgrund von Bodeneinflüssen unterliegt z.T. extremen Streuungen. Vergleiche zwischen Messungen und Berechnungen sind hier oft nur wenig belastbar.

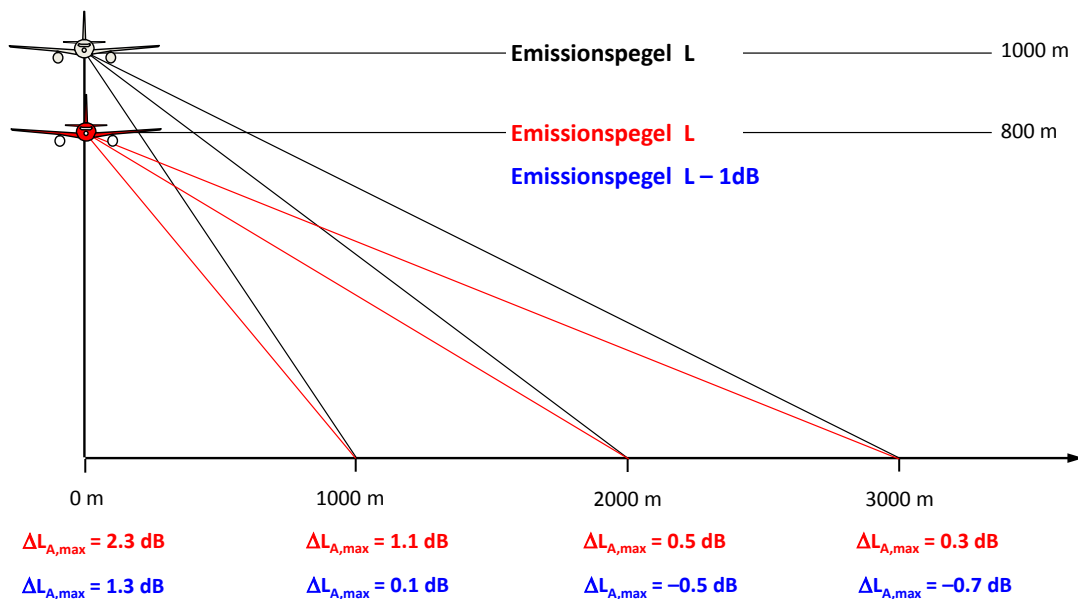


Abbildung 3: Änderung  $\Delta L_{A,max}$  von A-bewerteten Maximalschallpegeln aufgrund einer Absenkung der Flughöhe von 1.000 auf 800 m (rot) sowie bei gleichzeitiger Absenkung der Emissionspegel um 1 dB (blau), Quelle: DLR

## 7 Wie ändert sich die Flughöhe im Flugverlauf durch ein Herabsetzen der Cutback-Höhe von 1.500 auf 1.000 Fuß?

Die Abbildung 4 zeigt schematisch, in welchen Flugsegmenten mit einer geänderten Flughöhe zu rechnen ist. Entscheidender ist allerdings, wie sich die Lärmimmissionen verändern. Die Flughöhe selbst ist nicht der einzige Parameter für die Lärmbewertung am Boden, neben physikalischen Gründen (Abstrahlung des Flugzeuges, der Triebwerke, Wetter) spielt auch die geografische Struktur eine Rolle.

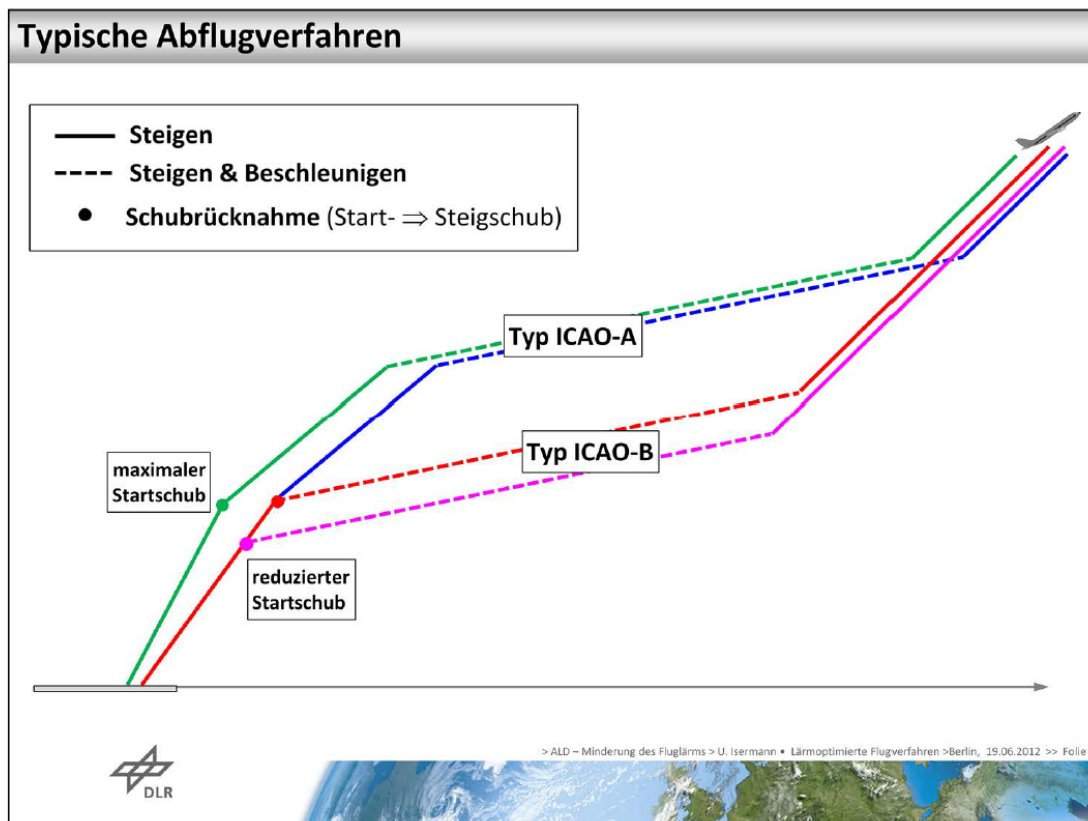


Abbildung 4: Beispielhafte Darstellung der Flughöhenverläufe für das ICAO-A und -B-Verfahren beim Absenken der Cutback-Höhe, Quelle: DLR.

## 8 Welche Arbeit laufen zu lärmoptimierten Startverfahren im Forum Flughafen und Region (FFR)?

Das Expertengremium Aktiver Schallschutz beschäftigt sich seit einiger Zeit mit den verschiedenen Startverfahren. Untersuchungen laufen, die sich mit den Lärmauswirkungen sowohl für die Variation der Cutback-Höhe als auch der Verfahrensort (NADP1 und NADP2) befassen.

Auf der Grundlage erster Lärmberechnungen ergab sich für das Expertengremium ein indifferentes Bild über die möglichen Lärmauswirkungen: Insgesamt waren die in den Beispielrechnungen ermittelten Zu- und Abnahmen in der Lärmbelastung kleiner als die mit einer Flug-



lärmrechnung immer verbundenen Unsicherheiten. Den Berechnungsergebnissen konnte also nur eine begrenzte Aussagekraft beigemessen werden..

Hintergrund ist, dass zum einen einige Fluglärm-Berechnungsprogramme konzeptionell bedingt nicht in der Lage sind, Variationen von Abflugverfahren korrekt abzubilden. Zum anderen fehlen teilweise Informationen über beim Start eingestellte Triebwerksleistung (moderne Flugzeuge starten in der Regel nicht mit maximalem Triebwerksschub). Da die erzielbaren Änderungen in der Lärmbelastung in vielen Bereichen um den Flughafen ohnehin am Rande der Genauigkeit der Lärmberechnungsprogramme liegen, ist eine endgültige Beurteilung schwierig.

Das Expertengremium konnte daher weder eine Empfehlung noch eine Ablehnung für die Absenkung der Cutback-Höhe von 1.500 auf 1.000 Fuß fassen. Es wurde vereinbart, die Lärmrechnungen auszudehnen, um hier zu weiteren Erkenntnissen zu gelangen.

DLH und das Expertengremium einigten sich darauf, die Auswirkungen durch ein einjähriges Monitoring zu begleiten, um herauszufinden, ob und wie sich die Flugspuren und Messwerte an den Stationen bei Einführung des geänderten Verfahrens entwickeln.

Darüber hinaus wird sich das ExpASs mit weiteren Prüfungen befassen, die umfassen u.a. neben den Erkenntnissen aus dem Monitoring des Cutback bei 1.000 Fuß die weitere Untersuchung von steileren Abflügen, Geschwindigkeitsvorgaben und der verbesserten lateralen Einhaltung auf den Abflugstrecken in Frankfurt.

## 9 Wie sieht das Monitoring des FFR zum Cutback 1.000 Fuß der DLH aus?

---

Die Deutsche Lufthansa AG wird ab dem 01.07.2013 das Startverfahren Cutback 1.000 Fuß in Frankfurt anwenden. Mit dem FFR wurde ein 12monatiger Probetrieb vereinbart, das Monitoring wird vom Expertengremium Aktiver Schallschutz durchgeführt. Das Verfahren gilt für alle Abflugstrecken der Startbahn West und wird ausschließlich für die Lufthansa „Classic“ Gültigkeit haben, nicht für die Lufthansa City und Lufthansa Cargo.

Der Vorher-Nachher-Vergleich beinhaltet folgende Schritte:

- Vergleich aller DLH-Flugzeuge jeweils „vorher“ und „nachher“
- Flugzeuge werden unterschieden nach Flugzeugtyp, konkretes Abfluggewicht, Destination

- Höhengauswertung durch das UNH auf Basis der FANOMOS Daten
- Ergänzend evtl. Auswertung der Geschwindigkeit durch das UNH auf Basis der FANOMOS Daten
- Auswertung der Messstationen der Fraport AG
  - MP 51, 52, 55, 57 und 77

Die Ergebnisse des Monitorings werden im Anschluss des einjährigen Probetriebes durch das FFR veröffentlicht. Es finden keine Zwischenauswertungen statt!