BVF
Bundesvereinigung gegen Fluglärm e.V.

Lärmberechnung
Ortsbezogene Betroffenheit Bad Homburgs

Verantwortlich:

Dr.-Ing. Berthold Fuld

Offenbach
11.2005

Gliederung

- Grundsätzliche Bemerkungen

- Streuungsproblematik

- Nichtberücksichtigte Flugverfahren

- Abweichungen zwischen AzB, Flula und Messungen

Es müssen alle relevanten Isophonen berechnet und offen gelegt werden

Fehlende Isophonen:

- Für schutzbedürftige Einrichtungen
- 100/100-Regel
- Dauerschallpegel nachts

Die AzB hat erhebliche Schwächen

Ansatz der AzB

- Rechenvorschrift für Mittelwerte
- Grob klassifizierte Flugzeugklassen
- Vorgegebene Flugprofile (Höhe und Geschwindigkeiten)
- Vorgegebene Flugrouten; Nichtberücksichtigung von Directs
- Fragwürdige Dämpfungswerte
- Ungenaue Berechnung in Kurven
- Fehlende Verifizierung für das weitere Flughafenumfeld

Die AzB-84 ist der rechtsverbindliche Stand, AzB-99 ist Arbeitspapier der ADV

AzB

Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
- AzB-75: Rechenvorschrift einschließlich Datensätzen
- AzB-84: Ergänzung um Chapter 3 – Flugzeuge
- AzB-99: Ergänzung und Modifikation hinsichtlich Flugzeugklassen

Aufgrund Entwurfsstand ist unbedingt erforderlich
- Messtechnische Verifizierung nach Flugzeugtypen
- Vergleich der Höhen- und Geschwindigkeitsprofile

In die Lärmberechnung gehen vor allem Emission, Abstand und Dämpfung ein

Grundlegendes zuzr Lärmberechung

$$L_A = L_{W(s0)} \text{ (Typ, F, v, Konf.)} - 20 * \lg (s\,(h,b)/s_0) - d_m(s\,(h,b) - s_0) + Z - 11$$

Z: Variation der Dämpfung, Bodendämpfung, Reflektionen, Abschirmungen usw.

Dauerschallpegel

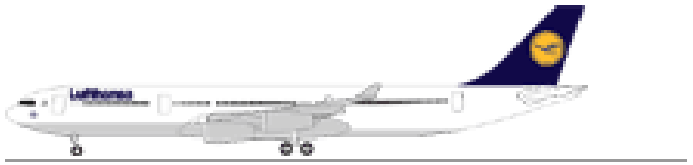
$$L_{eq} = f\,(N/T\,,\, L_A\,,\, t_i\,(v, s))$$

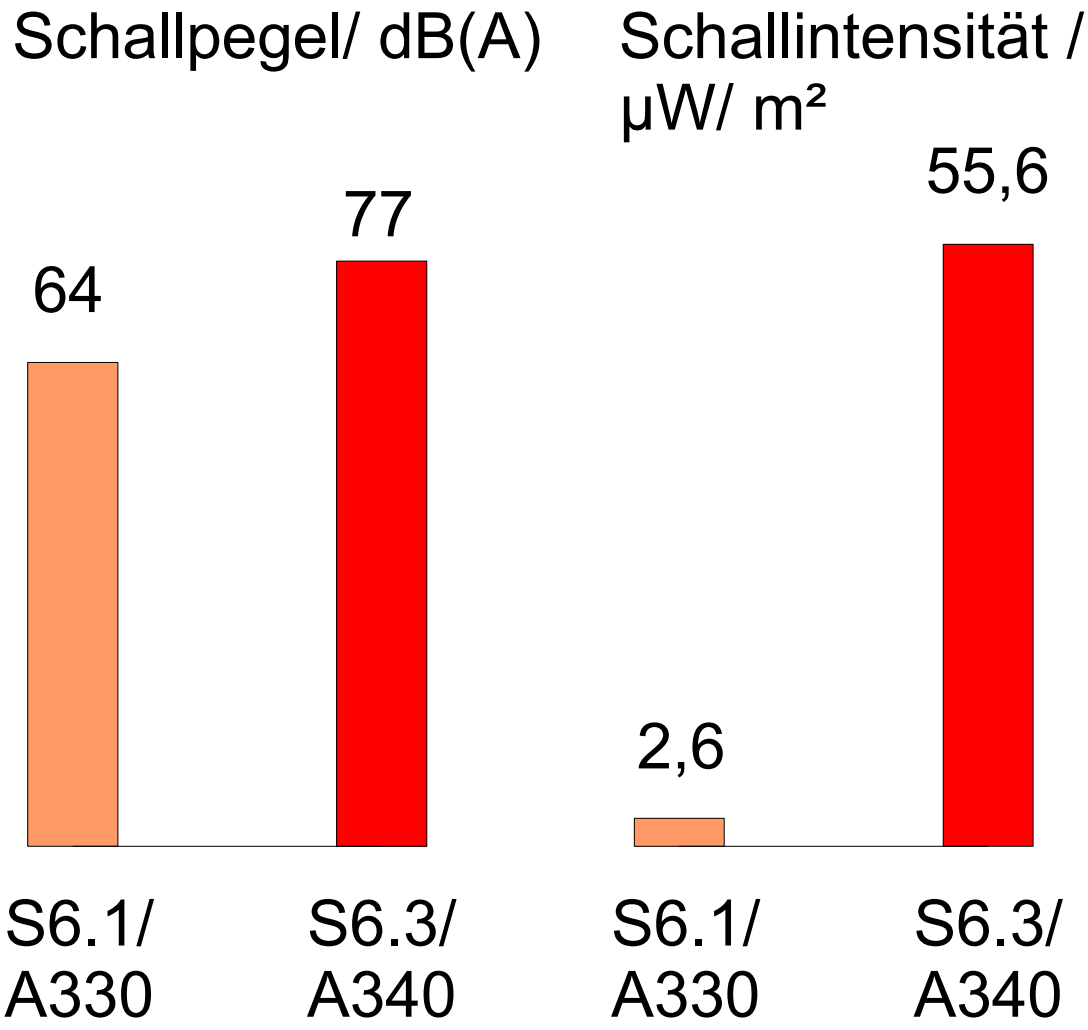
Werte für A330 und A340 sind nur teilweise plausibel

Vergleich A330/A340; Entfernung 20 km vom Startbeginn

A330-300

A340-300





$L_A = L_{W(s0)}$ (**Typ**, F, v, Konf.) - 20 * lg (s (**h**,b)/s_0) - d_m(s (**h**,b) – s_0) +Z – 11

Quelle: AzB-99; Fuld

Grundsätzlich: AzB ist ungeeignet zur Berechnung von Maximalpegel-/Häufigkeitsverteilungen

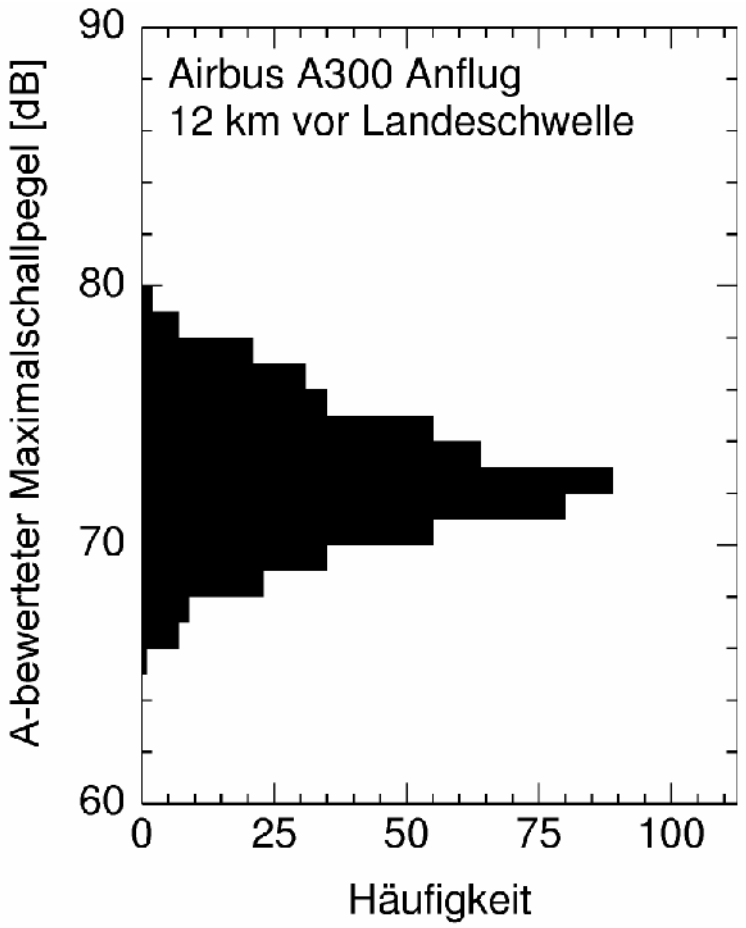
- AzB ist ein Rechenverfahren zur Ermittlung von Mittelwerten; die für die Ermittlung von Spitzenpegeln erforderliche Verteilungsfunktion der Spitzenpegel ist in der AzB selbst nicht enthalten

- Lösung: Keine andere Lärmberechnungsmethode, sondern Übergang zu Dosis-Wirkungs-Beziehungen, wie z.B. in der DLR-Studie vorgeschlagen. Auch Simulationsverfahren zur Lärmberechnung ergeben eher Mittelwerte, sind also auch für Maximalpegel-/Häufigkeitsverteilungen wenig geeignet

- Dosis-Wirkungs-Beziehungen überwinden das Paradoxon, dass eine sehr große Anzahl Ereignisse knapp unterhalb des Maximalpegels genauso toleriert werden wie einige Ereignisse weit oberhalb des Maximalpegels

Streuzuschlag nicht nachvollziehbar

Ermittlung des Streuzuschlags



Berücksichtigt

- Metrologie
- Unterschiedliches Flugverhalten
- Beladung?

Unberücksichtigt

- Unterschiedliche Flughöhen, vor allem bei Abflug bedeutend
- Unterschiedliche Flugzeugtypen innerhalb einer Klasse
- Unterschiedliche Abflugverfahren
- Unterschiedliche Klappen- und Fahrwerksstellung
- Abhängigkeit der Streuung von der Entfernung zur Flugbahn

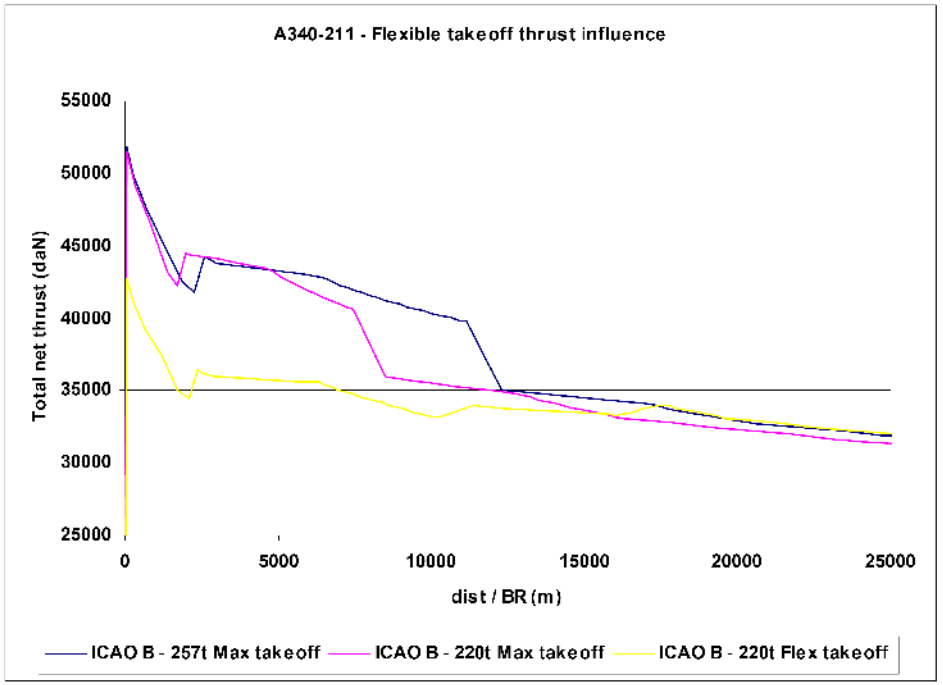
Angewandter einheitlicher Wert von 3 dB(A) ist nicht nachvollziehbar

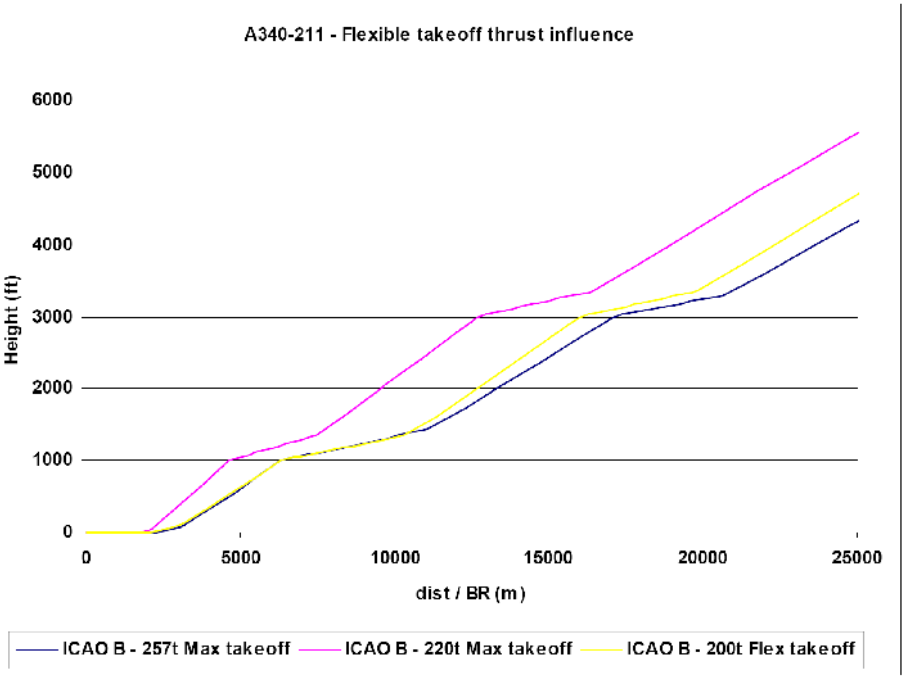
$$L_A = L_{W(s0)}\,(\mathbf{Typ}, F, v, Konf.) - 20 * \lg\,(s\,(h,b)/s_0\,) - d_m(s\,(h,b) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: G10.1

AzB berücksichtigt keine lärmsteigernden Flugverfahren

Schub und Flughöhe bei Anwendung von Flexthrust



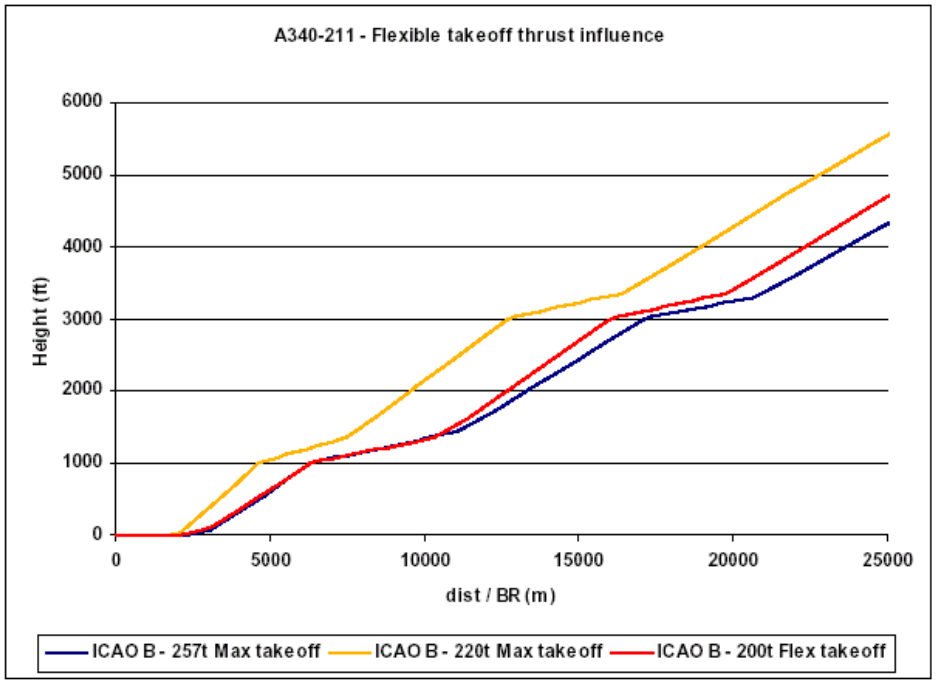


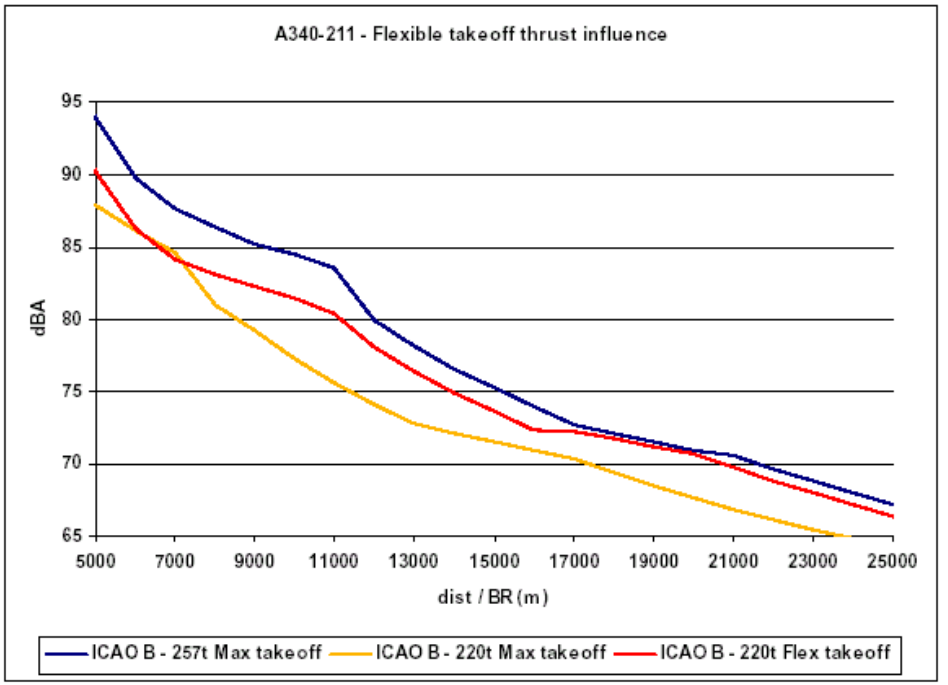
$$L_A = L_{W(s0)}\,(\text{Typ}, \mathbf{F}, v, \text{Konf.}) - 20 * \lg\,(s\,(\mathbf{h},b)/s_0\,) - d_m(s\,(\mathbf{h},b) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: Sourdine PL 97-3043

AzB berücksichtigt keine lärmsteigernden Flugverfahren

Immission bei Anwendung von Flexthrust





$$L_A = L_{W(s0)}\,(\text{Typ}, \mathbf{F}, v, \text{Konf.}) - 20 * \lg\,(s\,(\mathbf{h},b)/s_0\,) - d_m(s\,(\mathbf{h},b) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: Sourdine PL 97-3043

In den letzten Jahren hat der Lärm vielerorts erheblich zugenommen

Lärmmessungen der Fraport; L_{eq4} nach Fluglärmschutzgesetz

	2005	2004	2003	2002
	Mai–Juli	Mai – Okt.*	6 v. M.*	Mai – Okt.
OF-Lauterborn	62	61	61	61
OF-Bieber	**61**	60	59	**59**
Zeppelinheim	52	51	52	51
Opelbrücke	60	59	60	59
Raunheim	62	61	62	61
Eddersheim	**59**	59	57	**57**
Kelsterbach	55	55	54	54
N-I-Rathaus	**59**	58	58	**57**
Flörsheim	**56**	55	53	**53**
Bad Weilbach	**59**	59	57	**57**
Okriftel	53	53	52	53
GG-Nord	55	55	54	55
Nauheim	56	56	55	57
GG-West	**59**	58	58	**57**
F-Süd	**61**	60	60	**59**
N-I-Nord	58	58	57	57
F-Oberrad	52	51	52	**
Worfelden	**60**	59	58	**57**
Klein-Gerau	**58**	58	57	**56**
Büttelborn	**58**	57	57	**56**
Mörfelden-West	**60**	59	58	**57**
Forsthaus	**59**	59	57	**57**
Weiterstadt	**56**	56	54	**53**
Gräfenhausen	**57**	57	55	**54**
Mörfelden-Süd	**58**	58	56	**56**
Bischofsheim	**56**	55	55	**54**

Folge lärmreicher Verfahren?

=> Hat der Lärm einzelner Flugzeugtypen zugenommen?

=> Gibt es besonders laut fliegende Fluggesellschaften?

=Vergleich mit Rechnung?

Quelle: Fraport Startfrei 3/2005

Eigentlich hätte die Lärmimmission abnehmen müssen

Tendenzen

- Weniger Chapter 2-Flugzeuge

- Erheblich weniger Verkehr der Air-Force; Ersatz Galaxy durch Starlifter

- Ersatz russischer Typen durch westliche

- Weniger MD-8x

- Bei LH-Passage Ersatz B747-200 durch A340-600

- Bei LH-Cargo Ersatz B747-200 durch MD-11

- Bei Hapaq-Lloyd Ersatz A310 durch B737-800

$$L_A = L_{W(s0)} (\textbf{Typ}, F, v, Konf.) - 20 * lg (s (h,b)/s_0) - d_m(s (h,b) – s_0) + Z$$

Es wird gegen die LuftVO verstoßen

Auszug aus §1 und §22 LuftVO

§1 (2) „Der Lärm, der bei dem Betrieb eines Luftfahrzeugs verursacht wird, darf nicht stärker sein, als es die ordnungsgemäße Führung oder Bedienung unvermeidbar erfordert“

§22 (1) „1) Wer ein Luftfahrzeug auf einem Flugplatz oder in dessen Umgebung führt, ist verpflichtet,

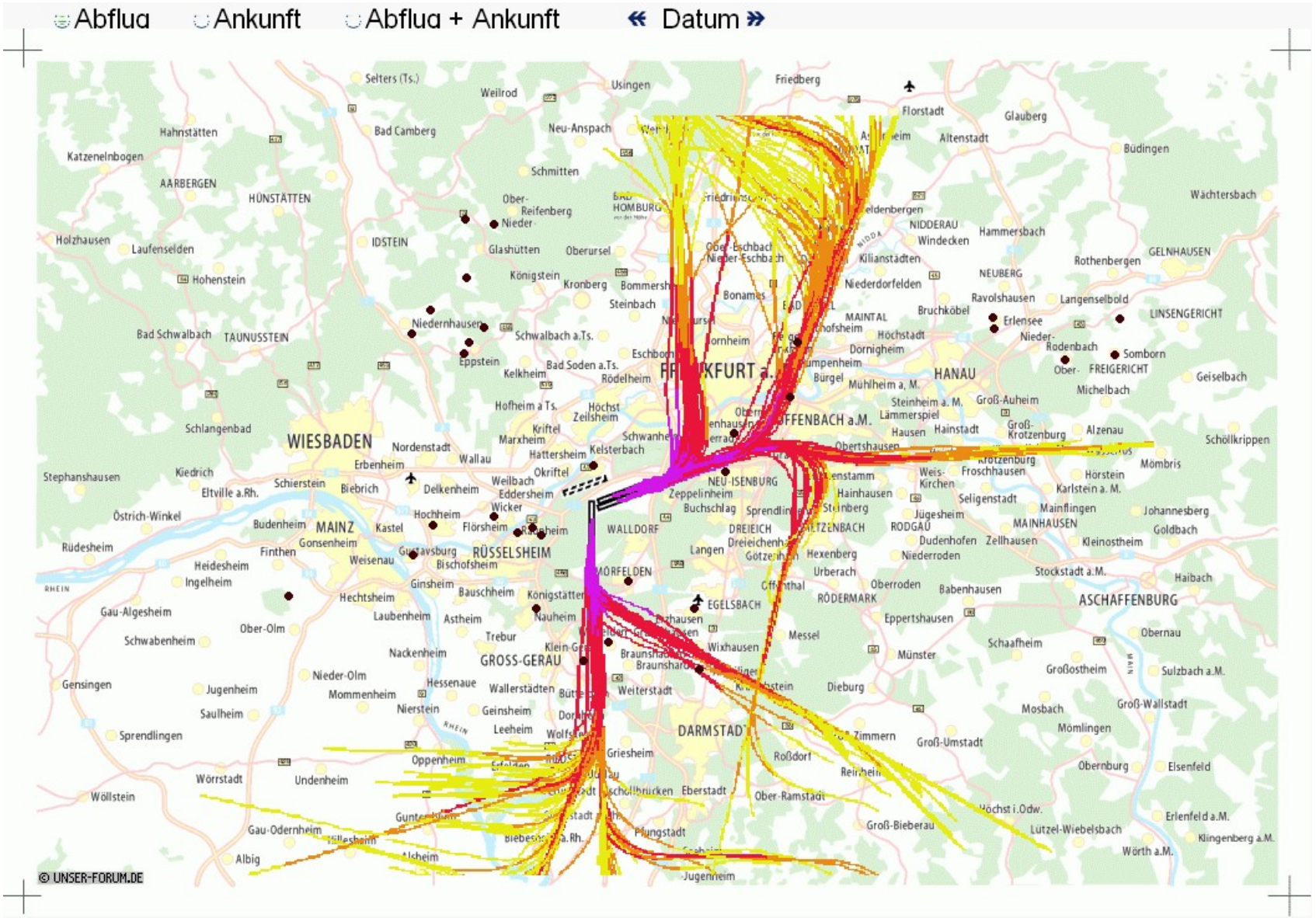
....

12. nach dem Start unter Beachtung der flugtechnischen Sicherheit so schnell wie möglich Höhe zu gewinnen“

Quelle: LuftVO

Streuung in Kurven ausgeprägter als auf Geraden

Flugspurenaufzeichnung 12.10.2005

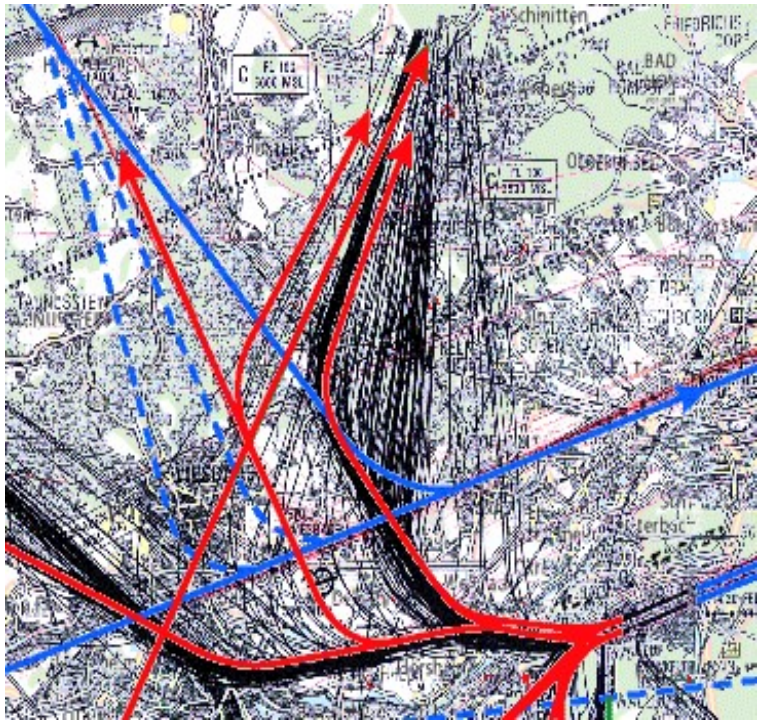


$$L_A = L_{W(s0)}\,(\text{Typ, F, v, Konf.}) - 20 * \lg\,(s\,(h,\mathbf{b})/s_0\,) - d_m(s\,(h,\mathbf{b}) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: DFLD (DFS)

Directs werden nicht berücksichtigt

Directs



Fragen zu Directs:

- Werden, sofern mit der Vergabe von Directs (nach Praxis der DFS tagsüber oberhalb 5000 ft und nachts oberhalb 8000 ft) gerechnet werden muss, die Auswirkungen dieser Directs untersucht?

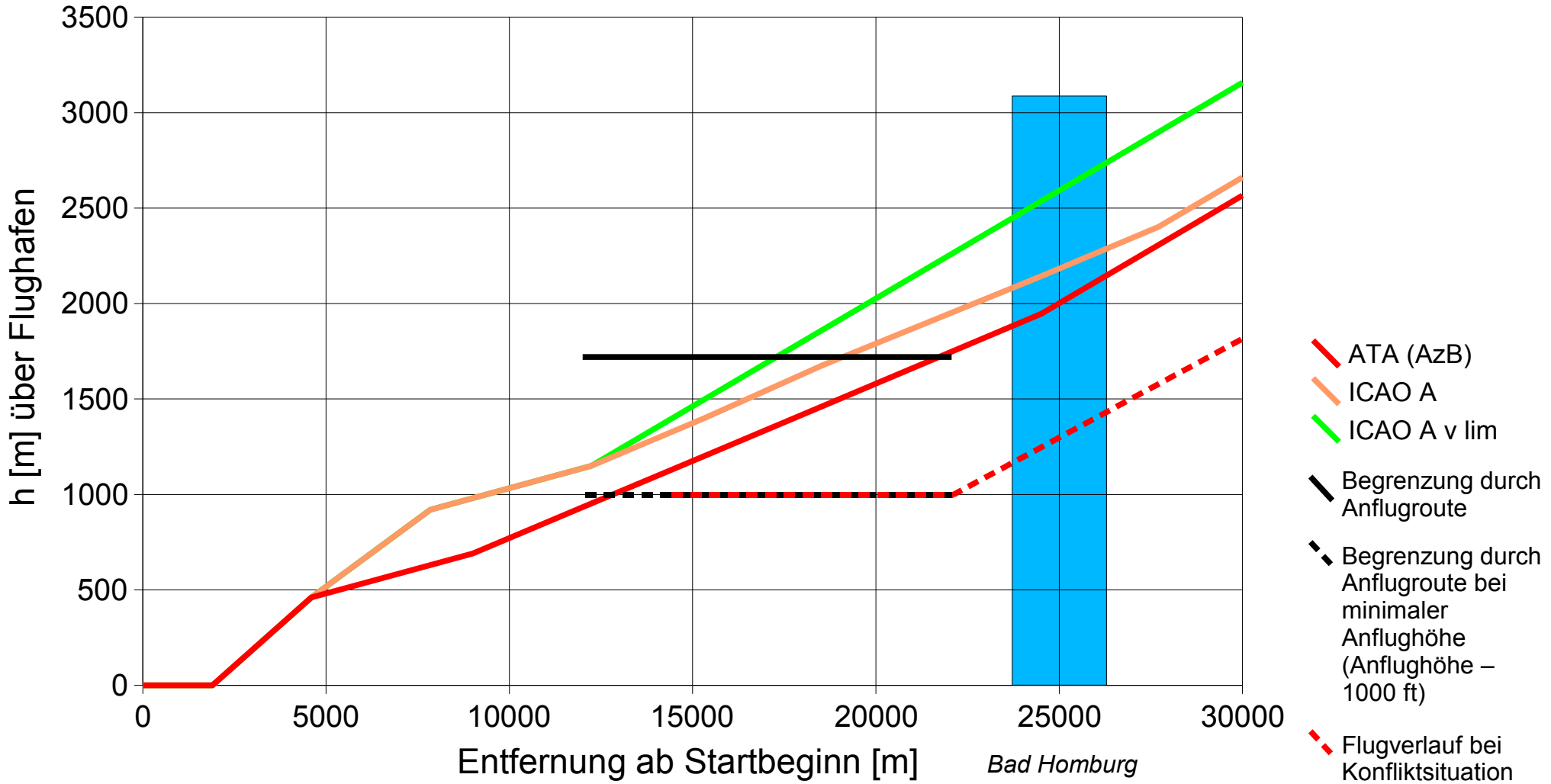
- Wie hoch ist die Zahl der Lärmbetroffenen im Bereich von Directs?

$$L_A = L_{W(s0)}(\text{Typ, F, v, Konf.}) - 20 * \lg(s\,(h,\mathbf{b})/s_0) - d_m(s\,(h,\mathbf{b}) - s_0) + Z$$

Quelle: DFS; DFLD

Tiefhalten und schnelles Steigen werden in der AzB nicht berücksichtigt

Div. Startverfahren und Lage der Anflugroute im Bereich Frankfurt-Nord

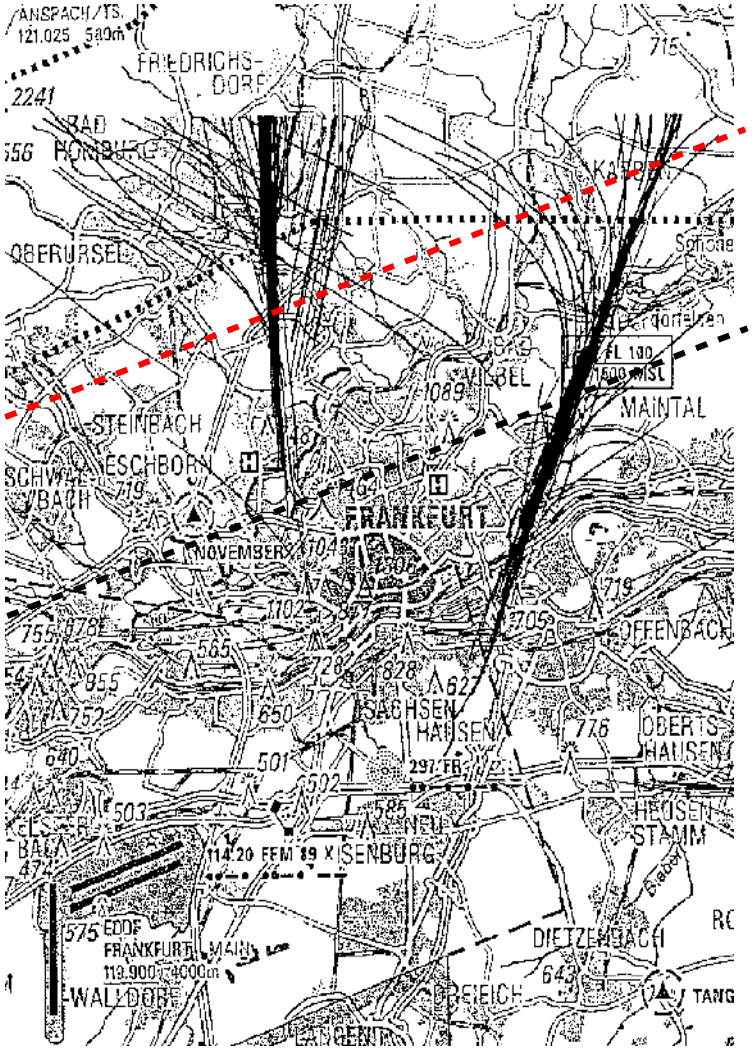


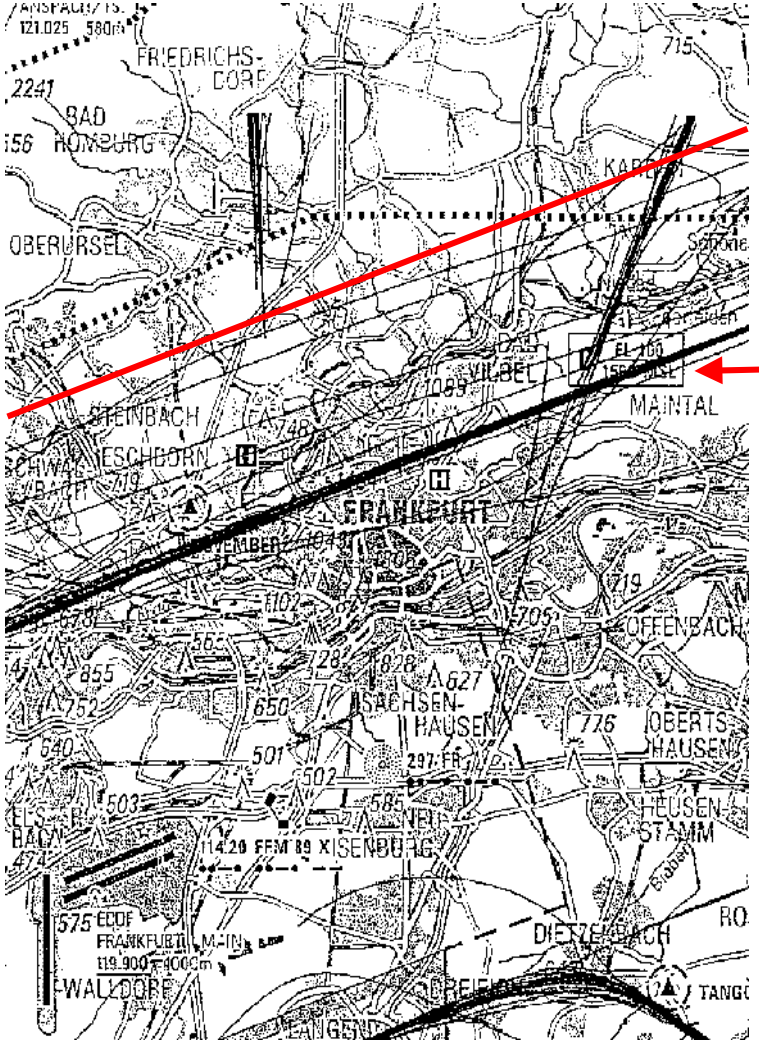
$$L_A = L_{W(s0)}\,(\text{Typ, F, v, Konf.}) - 20 * \lg\,(s\,(\mathbf{h},b)/s_0\,) - d_m(s\,(\mathbf{h},b) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: AzB; Dr. Fuld; Luftfahrthandbuch; Sourdine PL 97-3043

Indirekte Folge einer neuen Gegenanflugroute: Geringere Flughöhe abfliegender Flugzeuge

Radarspuren 7000-10000 ft am 6.3.01(0:00-24:00) und am 29.7.01 (6:35-12:00) im Norden Frankfurts





Breite der Anflugroute:

Nach jeder Seite 3,5 NM

Neue Gegen-anflugroute

=> Wird von AzB nicht berücksichtigt

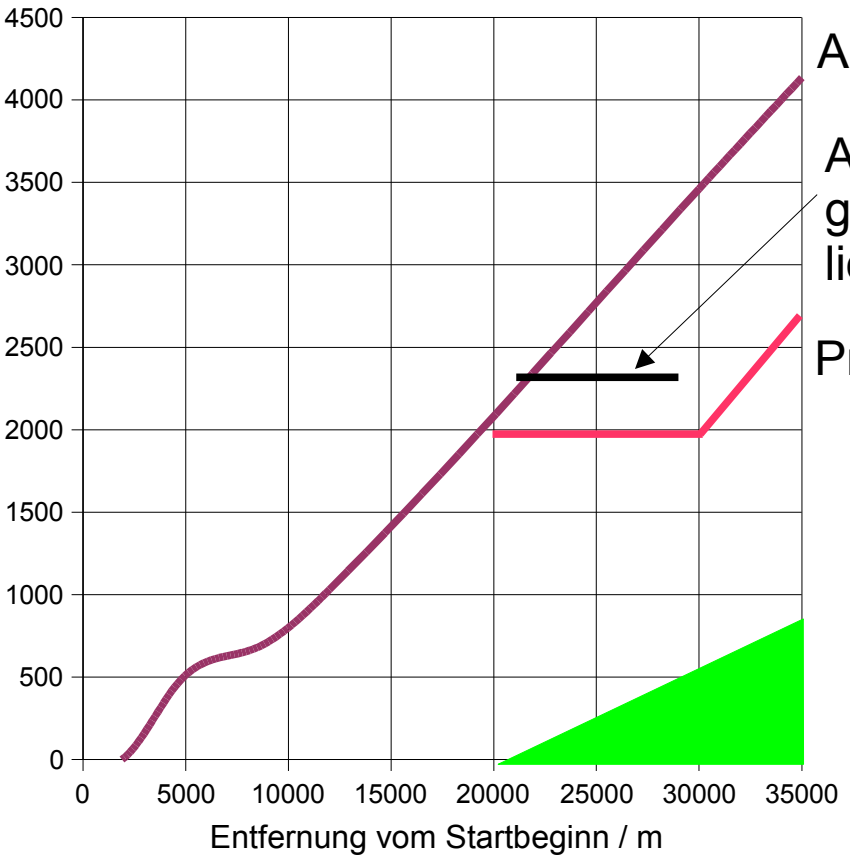
$$L_A = L_{W(s0)} (\text{Typ}, F, v, \text{Konf.}) - 20 * \lg (s(\mathbf{h},b)/s_0) - d_m(s(\mathbf{h},b) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: DFS

Angenommene Steigprofile müssen überprüft werden

Standardisiertes Steigprofil für die AzB-Berechnung für eine Flugzeugklasse und geflogenes Profil

Steigprofil Flugzeugklasse S6.1 (2-MOTs > 120t, z.B. A300)



Angenommenes Profil (AzB 99)

Anflugroute; hier typische Höhe gezeichnet; Minimalhöhe kann darunter liegen

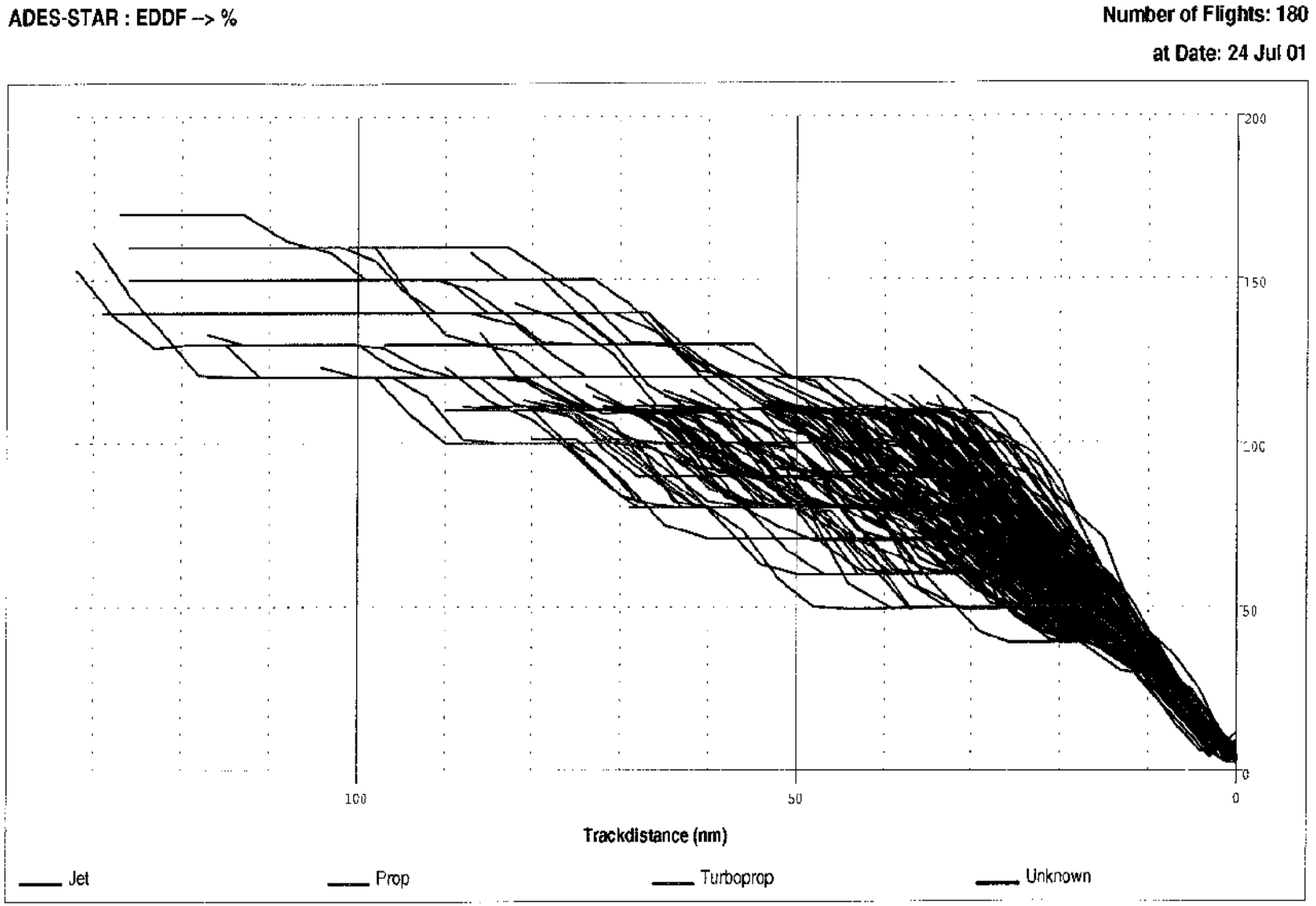
Profil bei Konflikt mit anfliegenden Flugzeugen

$$L_A = L_{W(s0)} (Typ, F, v, Konf.) - 20 * lg (s (h,b)/s_0) - d_m(s (h,b) – s_0) + Z – 11$$

Quelle: AzB 99 (Entwurf); Eigene Analyse

Auch die Lärmimmission des Gegenanflugs muss geprüft werden

Höhenprofil für anfliegende Flugzeuge in Frankfurt

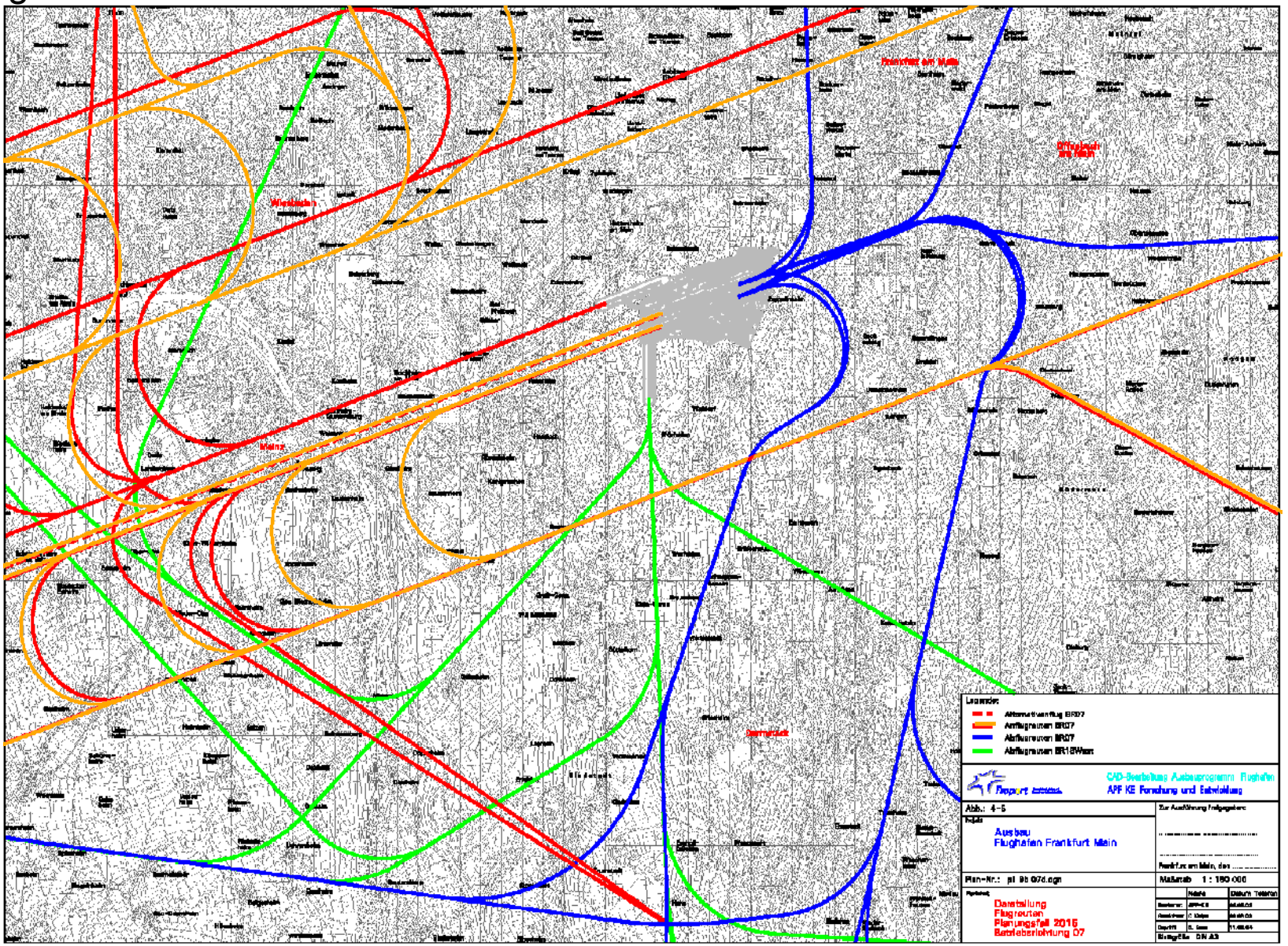


$$L_A = L_{W(s0)}\,(\text{Typ, } \mathbf{F, v, Konf.}) - 20 * \lg\,(s\,(\mathbf{h},\mathbf{b})/s_0\,) - d_m(s\,(\mathbf{h},\mathbf{b}) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: DFS

Verschiebung des Gegenanflugs; wird nicht berücksichtigt

Flugrouten vor und nach Ausbau



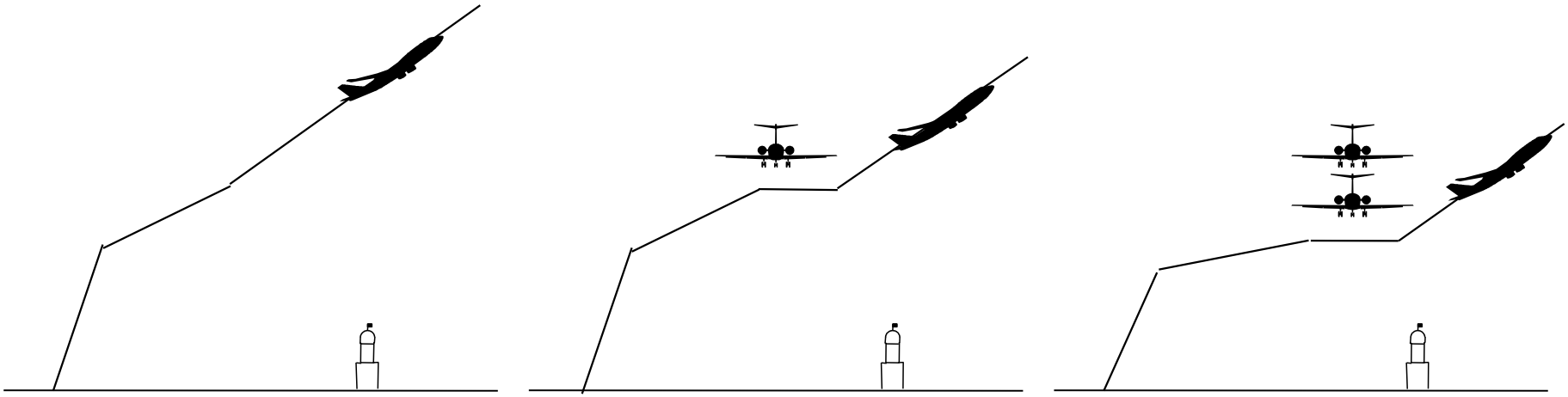
Anflugrouten nach Ausbau Anflugrouten heute

$$L_A = L_{W(s0)}\,(\text{Typ}, F, v, \text{Konf.}) - 20 * \lg\,(s\,(\mathbf{h},b)/s_0\,) - d_m(s\,(\mathbf{h},b) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: Fraport

Geringere Flughöhen durch Verschiebung des Gegenanflugs werden von der AzB nicht berücksichtigt

Flugprofile vor und nach Ausbau über Bad Homburg



Vorm 19.4.2001 Seit 19.4.2001 Nach Ausbau

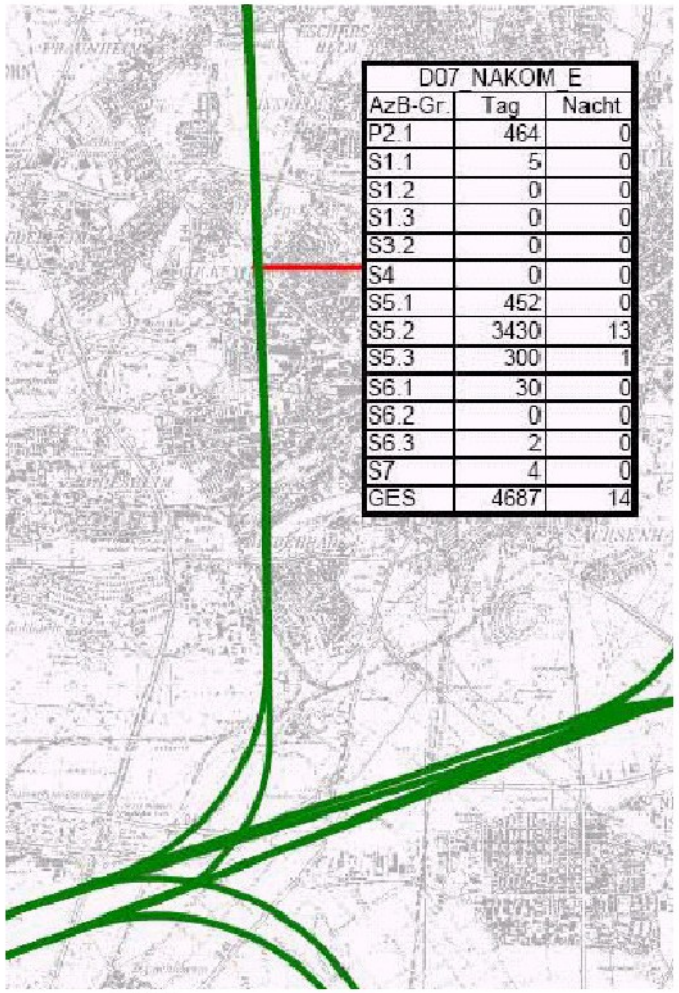
=> Überflughöhen bis herab zu 4000 ft
=> Spitzenpegel von 70 dB(A) und mehr
=> Ähnliche Situation auch bei Bergen-Enkheim und Wiesbaden

$$L_A = L_{W(s0)}\,(\text{Typ}, F, v, \text{Konf.}) - 20 * \lg\,(s\,(h,b)/s_0\,) - d_m(s\,(h,b) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: BI Bad Homburg

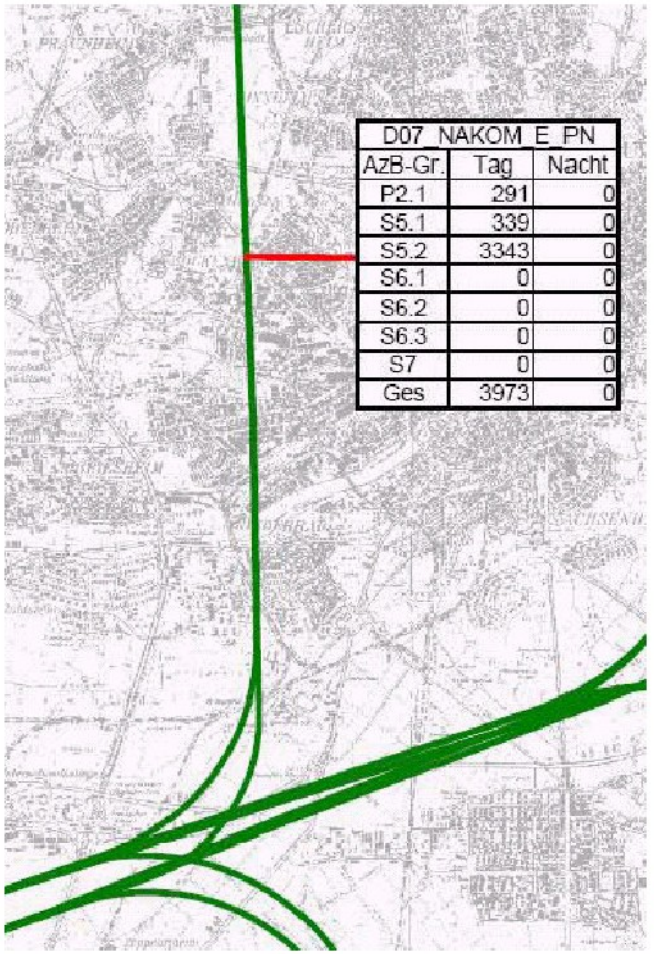
Es ist nahezu eine Verdopplung der Flugbewegungen zu erwarten

Flugbewegungszahlen Istfall, Nullfall und Planungsfall/ 6 verkehrsreichste Monate



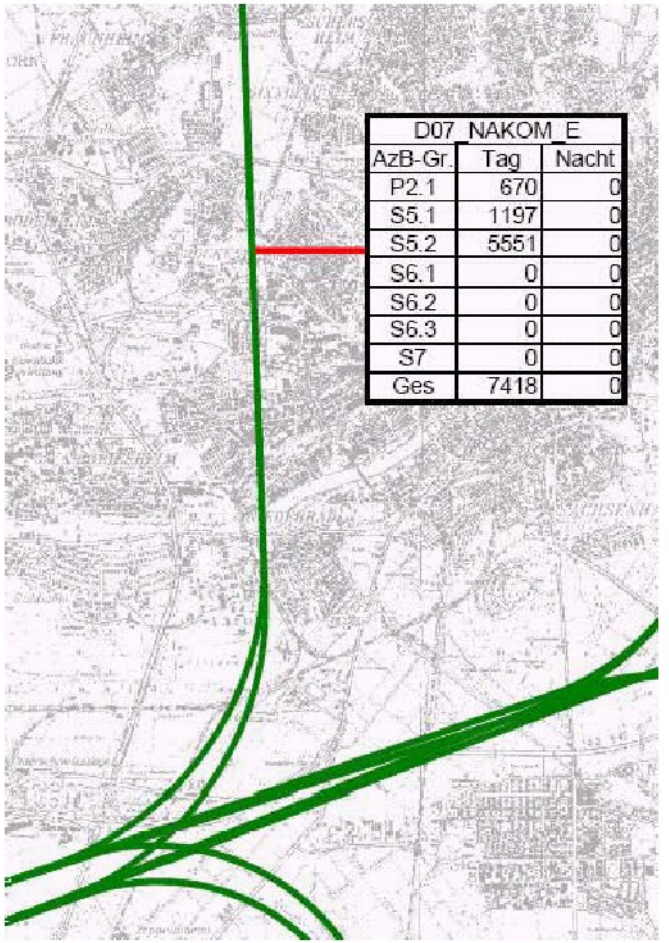
D07_NAKOM_E		
AzB-Gr.	Tag	Nacht
P2.1	464	0
S1.1	5	0
S1.2	0	0
S1.3	0	0
S3.2	0	0
S4	0	0
S5.1	452	0
S5.2	3430	13
S5.3	300	1
S6.1	30	0
S6.2	0	0
S6.3	2	0
S7	4	0
GES	4687	14

Istfall



D07_NAKOM_E_PN		
AzB-Gr.	Tag	Nacht
P2.1	291	0
S5.1	339	0
S5.2	3343	0
S6.1	0	0
S6.2	0	0
S6.3	0	0
S7	0	0
Ges	3973	0

Prognosenullfall 2015l



D07_NAKOM_E		
AzB-Gr.	Tag	Nacht
P2.1	670	0
S5.1	1197	0
S5.2	5551	0
S6.1	0	0
S6.2	0	0
S6.3	0	0
S7	0	0
Ges	7418	0

Planfall 2015

80/d

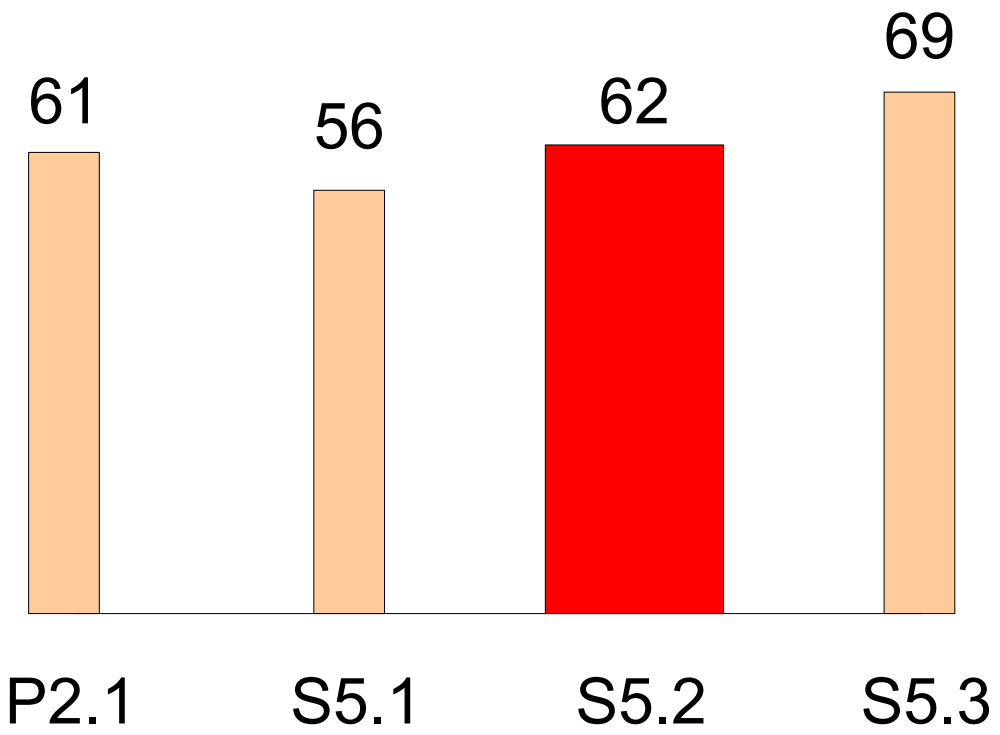
150/d

Schönwetterproblematik wie in Raunheim!

Quelle: Fraport

Geschätzte Belastung nach AzB-99 und LAI-RL : 48 dB(A)

AzB-99 Auswertung nach Klassen in Bad Homburg auf Basis DES Planungsfall; 24 km ab Startpunkt (Streuung vernachlässigt); L_{max} in dB(A)

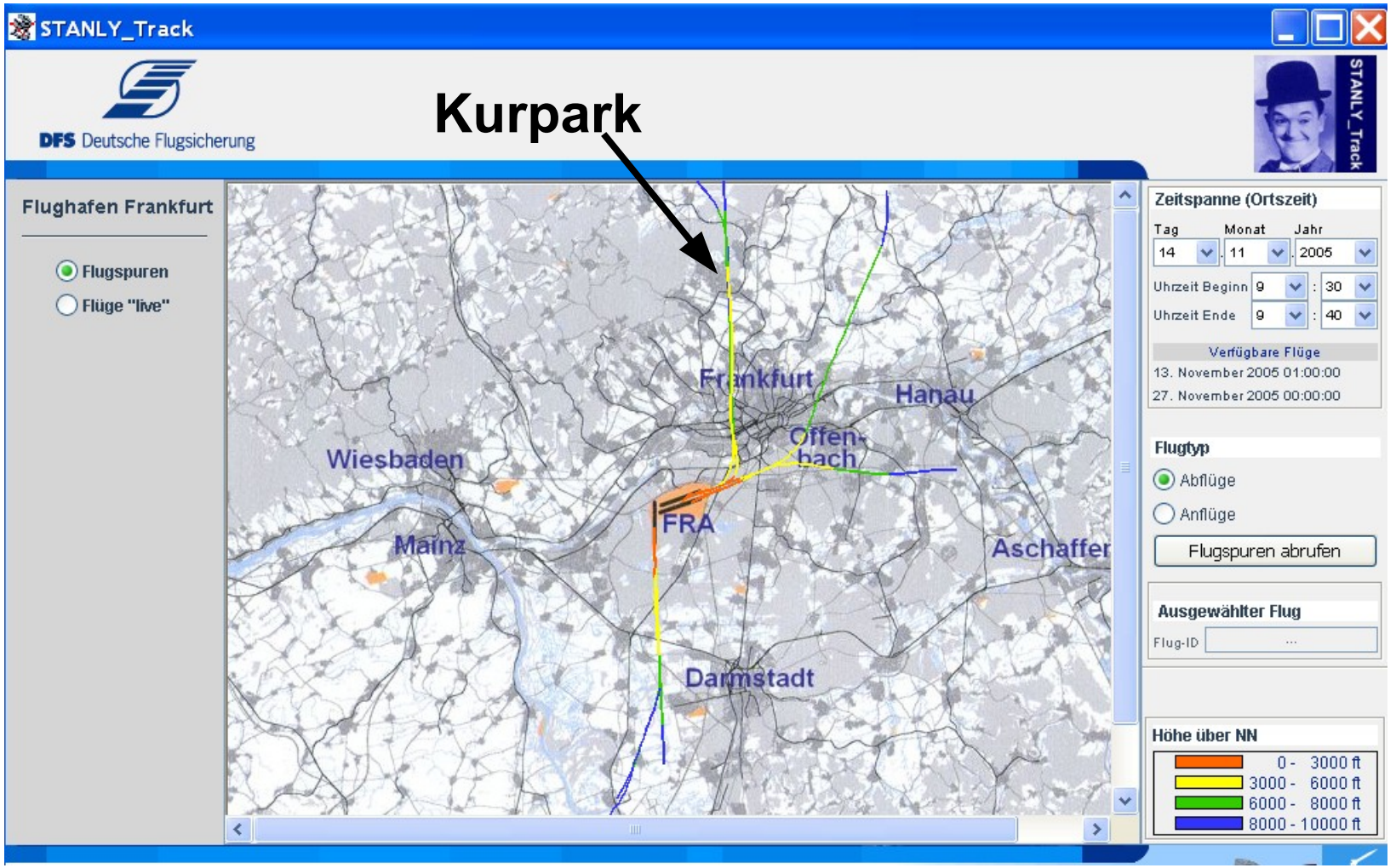


Normalhöhe S5.2: ca. 7500 ft über NN

Quelle: Fraport, AzB-99

Es gibt häufig Überflüge in Höhen unter 6000 ft

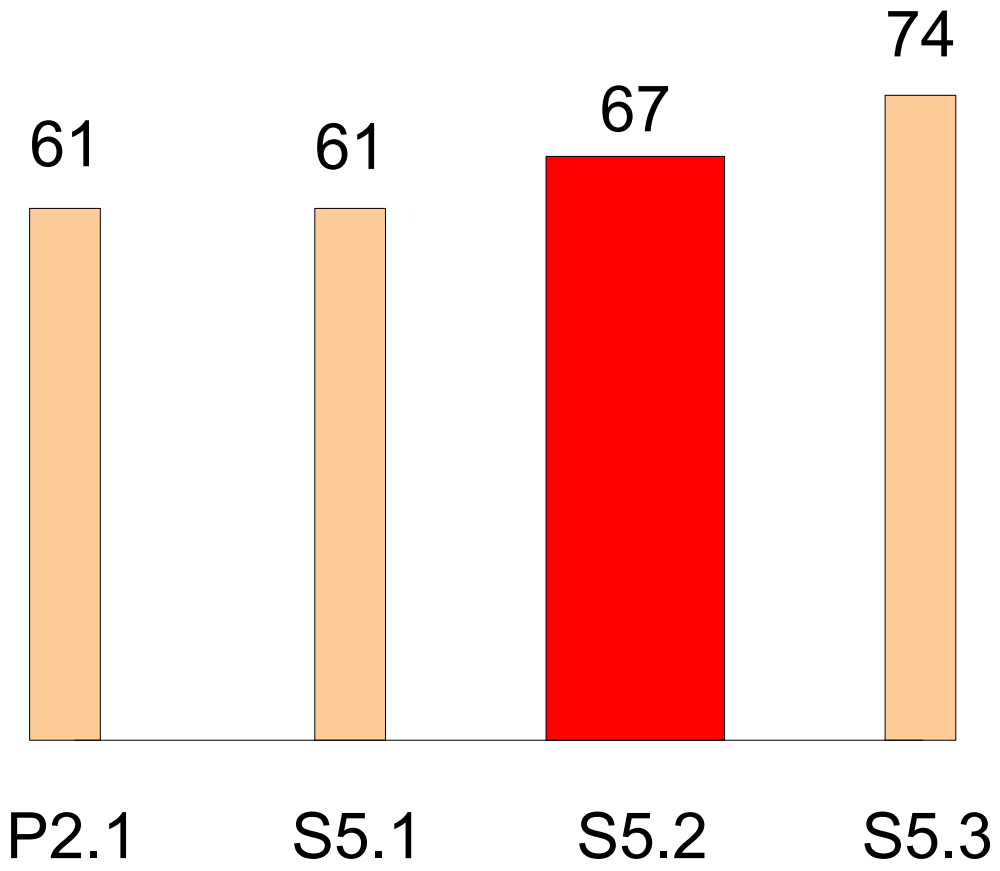
Stanly-Aufzeichnung Sonntag, 14.11.05, 9:30 – 9:40 Uhr



Quelle: DFS

Aufgrund des Tiefhaltens dürfte die Belastung bei 52 dB(A) liegen

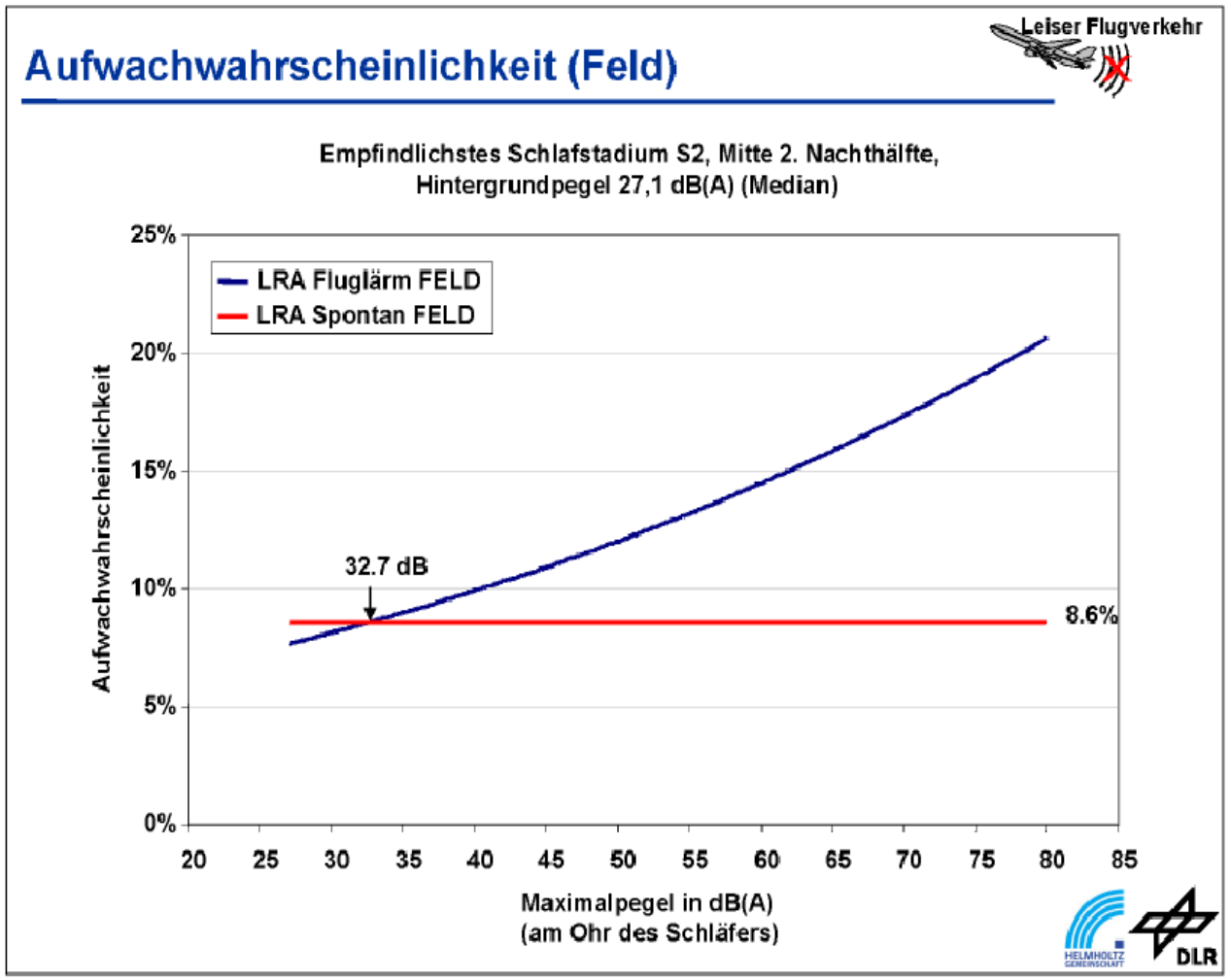
AzB-99 Auswertung nach Klassen in Bad Homburg auf Basis DES Planungsfall; Höhe auf 5000 ft begrenzt; (Streuung vernachlässigt); L_{max} in dB(A)



Quelle: Fraport, AzB-99

Bereits ab 33 dB(A) innen (48 dB(A) außen) tritt fluglärmbedingtes Aufwachen auf; in Bad Homburg liegen die Spitzen höher

Aufwachwahrscheinlichkeit



Kritisch vor allem auch an Wochenenden

Quelle: DLR

Abwägungsrelevante Schwellwerte werden in Bad Homburg überschritten

Schwellwerte in dB(A)

	$L_{maxaußen}$ /dB	$L_{eqaußen}$ /dB
Störschwelle in Schulräumen	40-46	
Aufweckschwelle	48	
Störschwelle Komm. außen	51	
Psycho-physische Unbehaglichkeitsschwelle[1]	60	
Vegetative Beeinträchtigungs-schwelle des wachen Menschen[1]	63	
Richtwert für Kurgebiete		45

[1] Aussage Prof. Sprengs in Mediation Flughafen Frankfurt, Ergebnisse zu Ö2/Ö3, Beschluss der Mediationsgruppe vom 26.11.1999, zu Lmax innen

Quelle: DLR

Auch „Fluglärmgewohnte“ beschweren sich schon über Fluglärm in Bad Homburg

Auszug aus einem Leserbrief

“Ich bin vor gut einem Jahr von Raunheim nach Bad Homburg gezogen. Grund war auch die permanente und steigende Lärmbelastung in Raunheim. Seit gut einem halben Jahr verstärkt sich auch hier in Bad Homburg der Fluglärm.

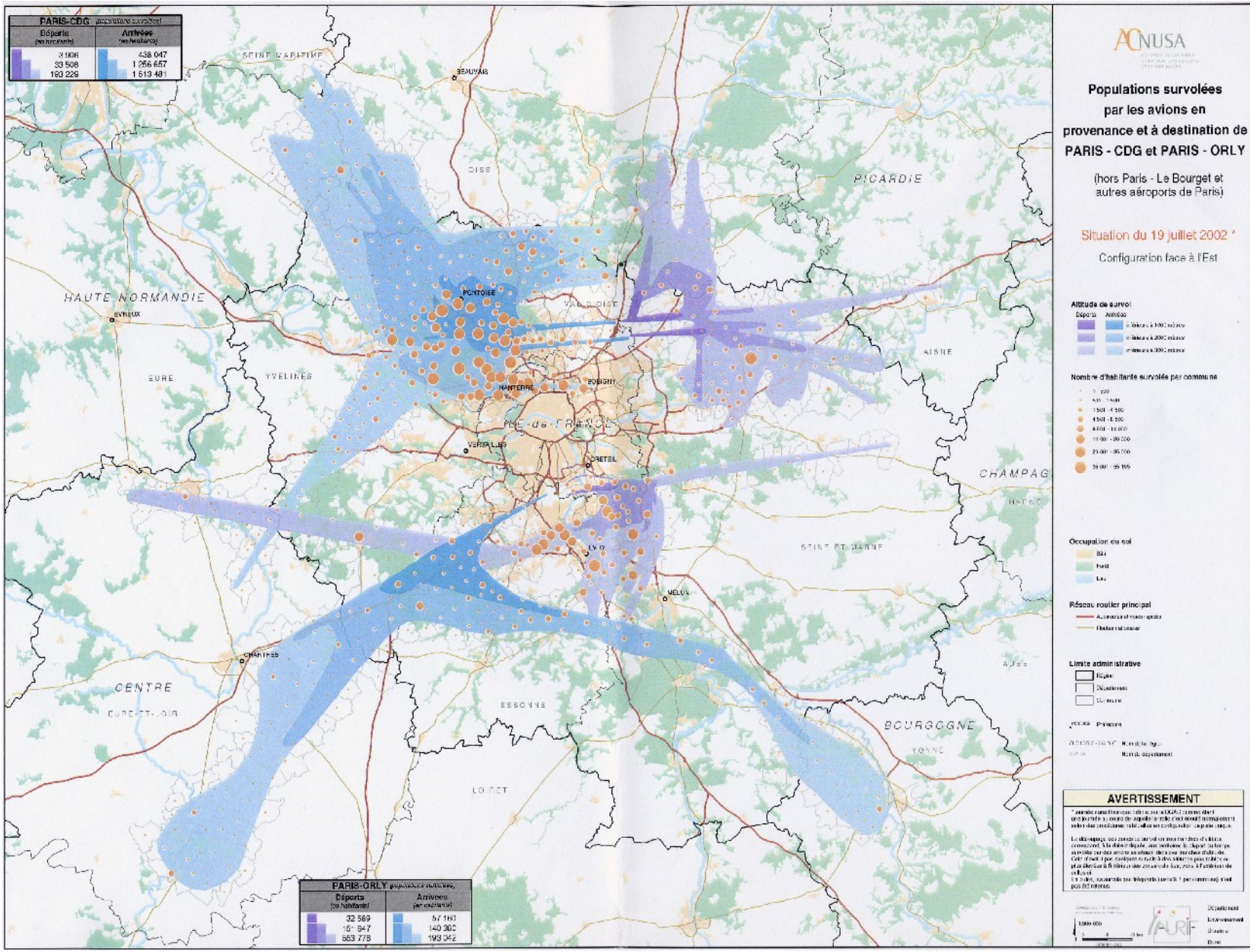
....

Aus meinen «Raunheimer Zeiten» kennen mich die Mitarbeiter der Hotline. Und da hört man nämlich, dass es jetzt vermehrt Anrufe aus Bad Homburg gibt. Ergo ist der Fluglärm gestiegen!

Quelle: Taunuszeitung 7.10.2005

Im Großraum Paris gibt es keine Konflikte zwischen an- und abfliegendem Verkehr

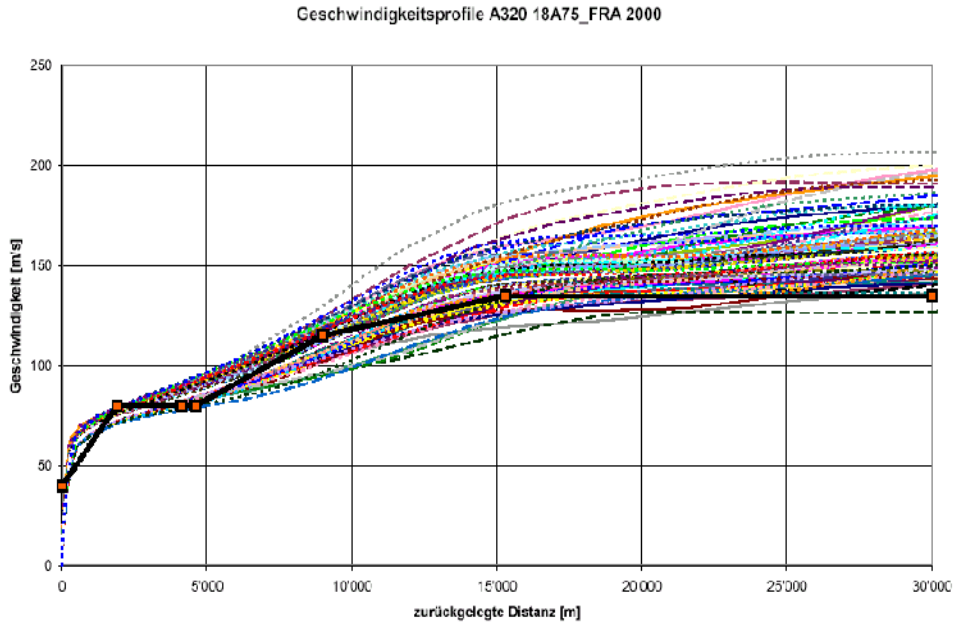
Darstellung von Flughöhen



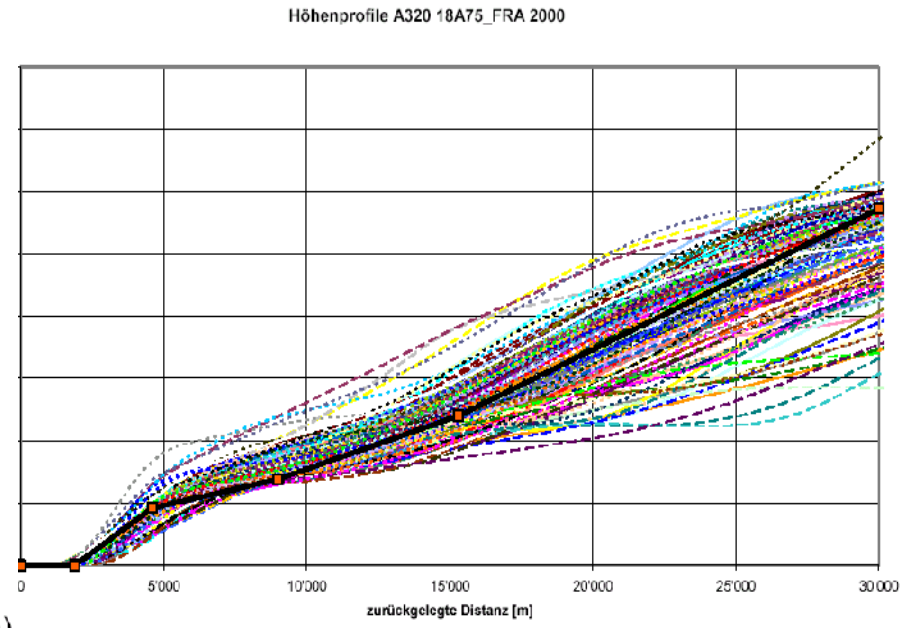
Quelle: Acnusa

In Frankfurt wird beschleunigt statt Höhe gewonnen

Gemessenes Geschwindigkeits- und Höhenprofil vs. AzB-Daten; A320



(a)



(a)

Wäre steileres Steigen und geringere Beschleunigung nicht mit geringerer Lärmimmission verbunden?

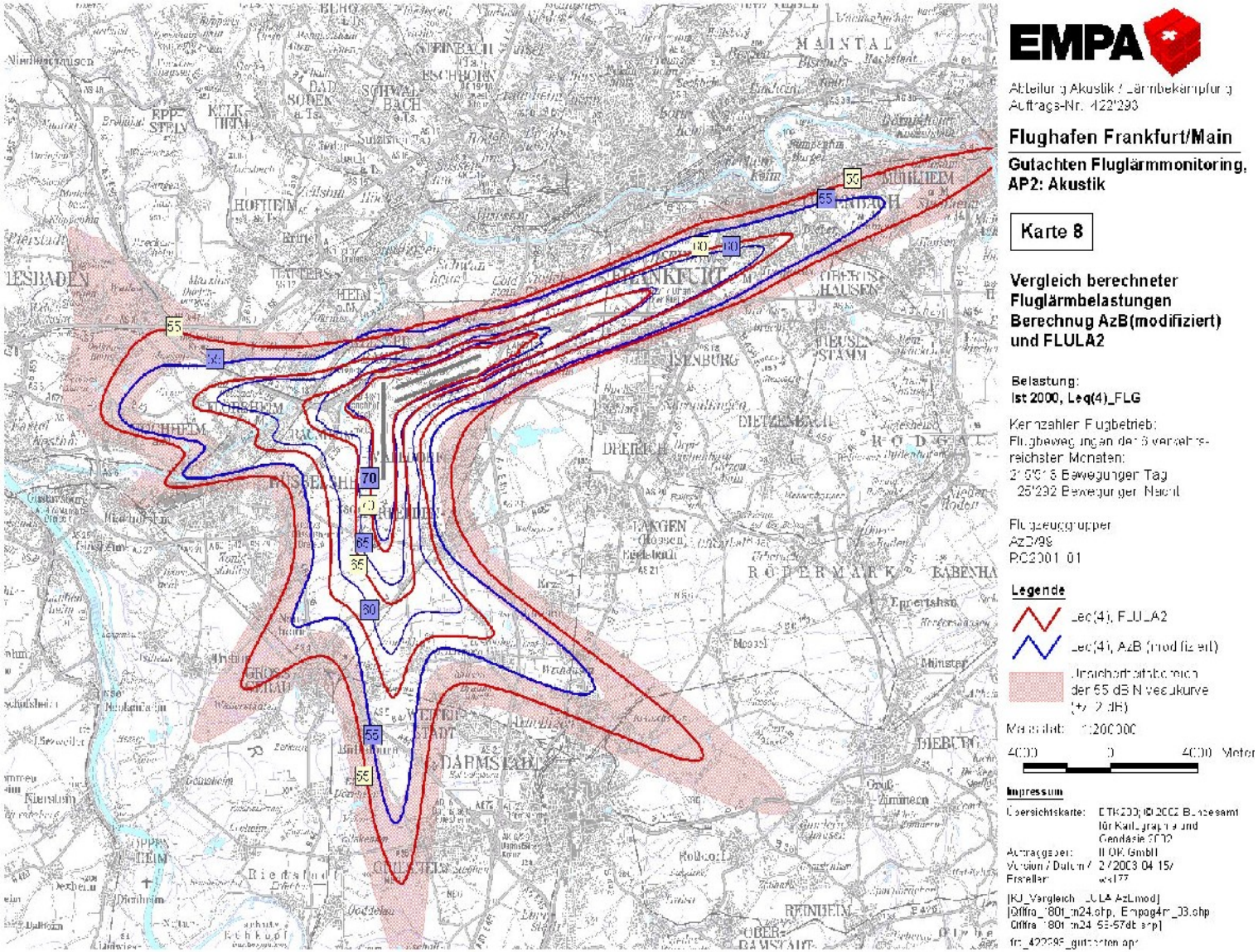
Falsche Ergebnisse durch falsche Annahmen?

$L_A = L_{W(s0)}$ (Typ, F, **v,** Konf.) - 20 * lg (s (**h**,b)/s_0) - d_m(s (**h**,b) – s_0) +Z – 11

Quelle: Empa; RDF

Flula2 ermittelt tendenziell vor allem in größerer Entfernung vom Flughafen höhere Lärmwerte als die AzB

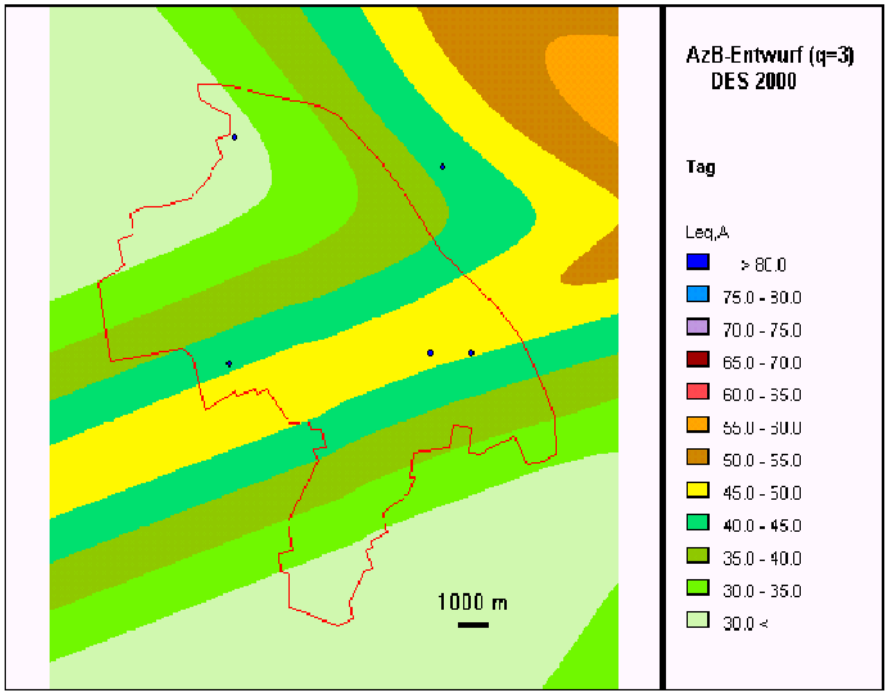
Vergleich für Frankfurt

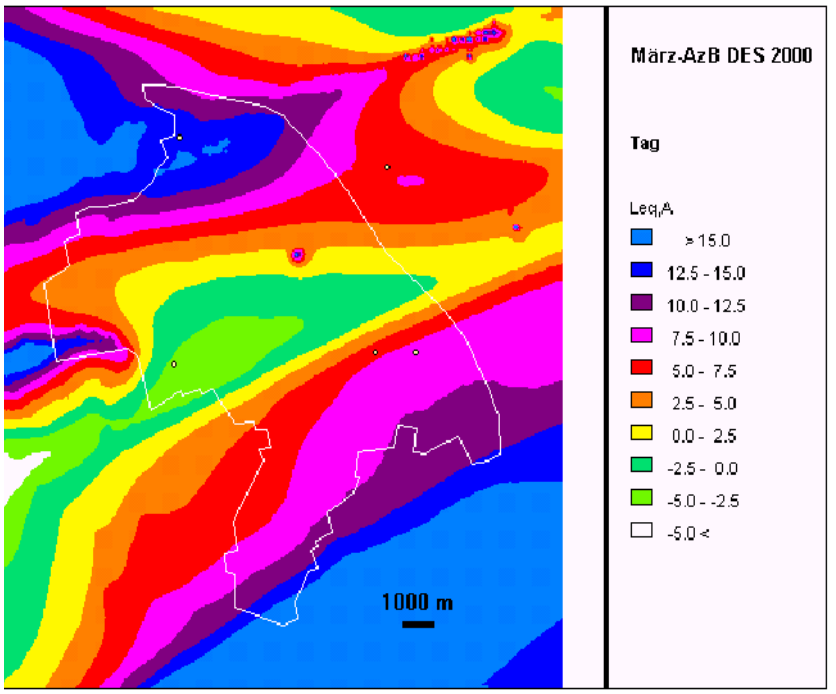


Eine messtechnische Verifizierung erfolgte bisher nur in Flughafennähe!

Im Eindrehbereich wurden erhebliche Differenzen zwischen AzB-Berechnung und Berechnung aus Radarspuren ermittelt

Lärmimmission in Mainz nach AzB und als Differenz zwischen AzB und Berechnung aus Radarspuren 2000

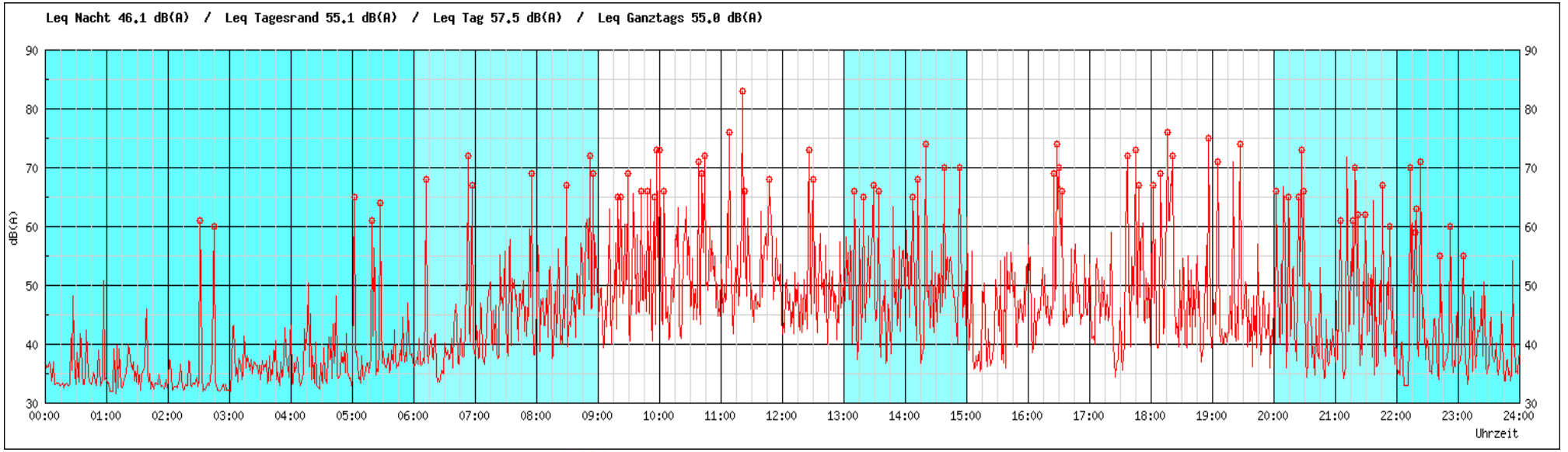


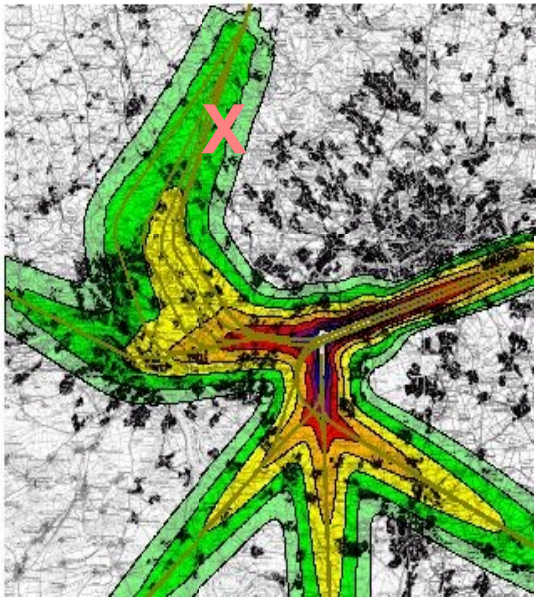


Quelle: Debakom; Stadt Mainz

Messungen zeigen erheblich höhere Lärmimmission als berechnet

Messung des DFLD in Glashütten Schloßborn am 5.10.03





- Rechenwert: 47 dB(A)

- Messwert: ca. 55 - 56 dB(A)

=> Warum veröffentlicht Fraport keine Vergleichswerte?

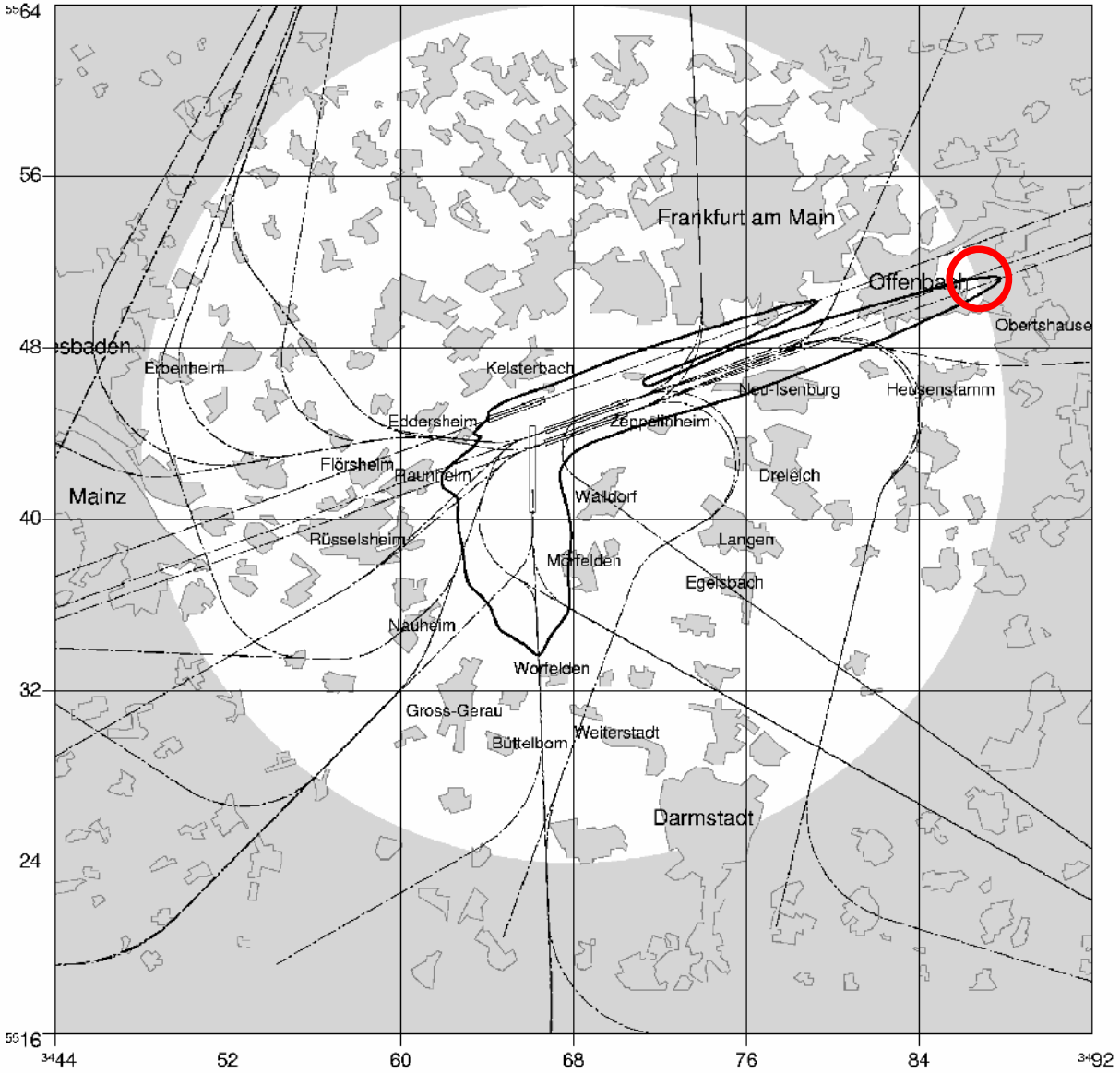
=> „Lärmarena“?

$$L_A = L_{W(s0)}\,(\text{Typ}, F, v, \text{Konf.}) - 20 * \lg\,(s\,(h,b)/s_0\,) - d_m(s\,(h,b) - s_0) + Z - 11$$

Quelle: www.DFLD.de; RDF

Ein verlässlicheres Rechenverfahren ist erforderlich

Isophone 6x68 dB(A) (1-6 Uhr)



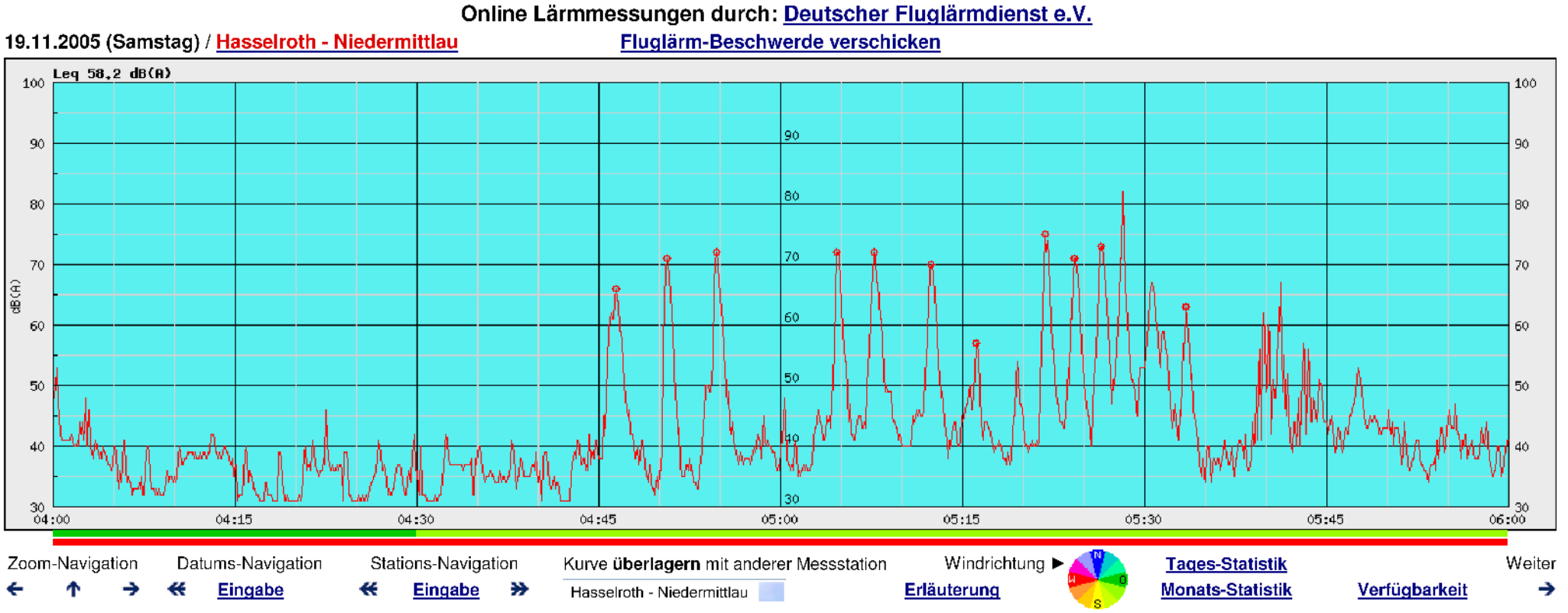
Nachtschutzgebiet liegt teilweise außerhalb der 20-km-Zone! Und dies ausgerechnet in einem Bereich, an der Flula höhere Werte als nach AzB auswies

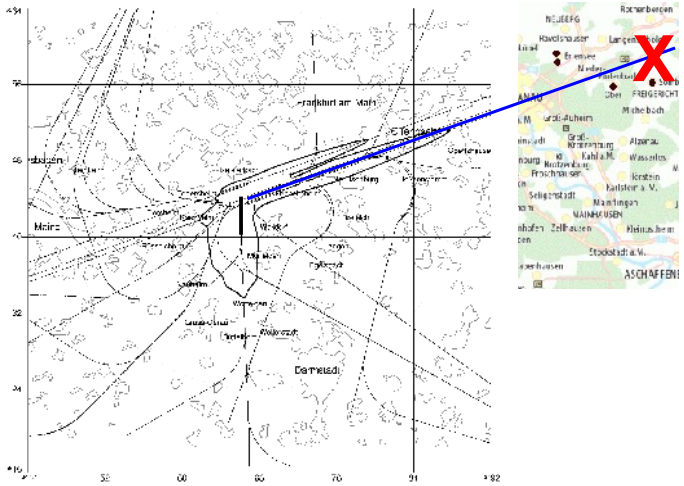
=> Gerade außerhalb der 20-km-Zone ist messtechnische Kontrolle erforderlich

Quelle: G10.1 Teil A

6x68 dB(A) (1-6 Uhr) treten auch weitab vom Flughafen auf

Messung Hasselroth-Niedermittlau





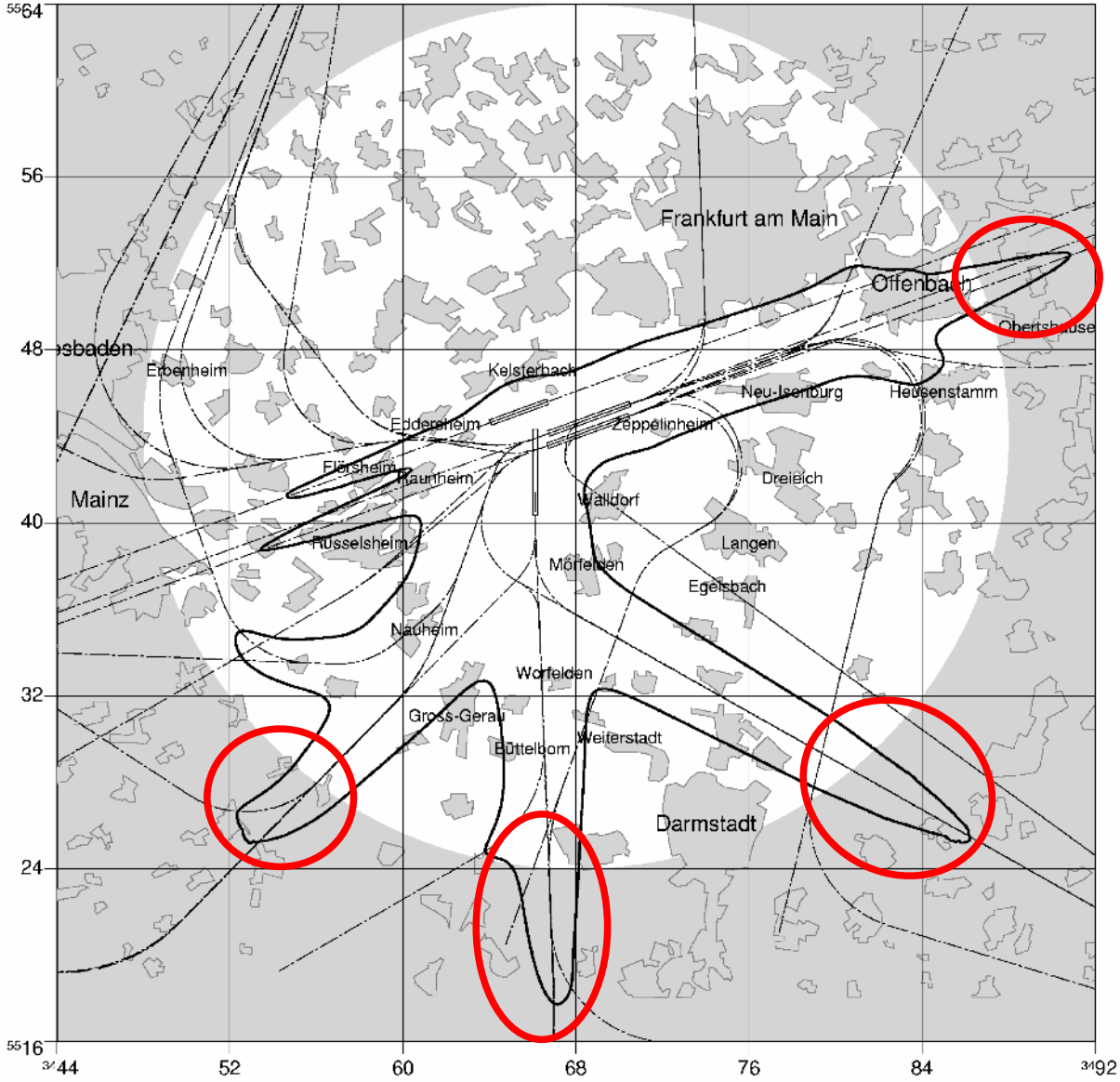
AzB-Wert S7 in 3570 ft über Grund im Zwischenanflug: 67,9 dB(A)!

=> Gerade außerhalb der 20-km-Zone ist messtechnische Kontrolle erforderlich

Quelle: DFLD

Noch deutlicher: Bei vom RP verlangten Berechnungen

Isophone $L_{eqnacht}$ = 47 dB(A)



Große Bereiche außerhalb der 20-km-Zone!

Quelle: G10.1 Teil A Anhang

23x55 dB(A) nachts können und müssen berechnet werden

Auftreten dieser Belastung

Abflug

- Flughafennah seitlich der Abflugrouten
- (Flughafenfern unter Abflugrouten)

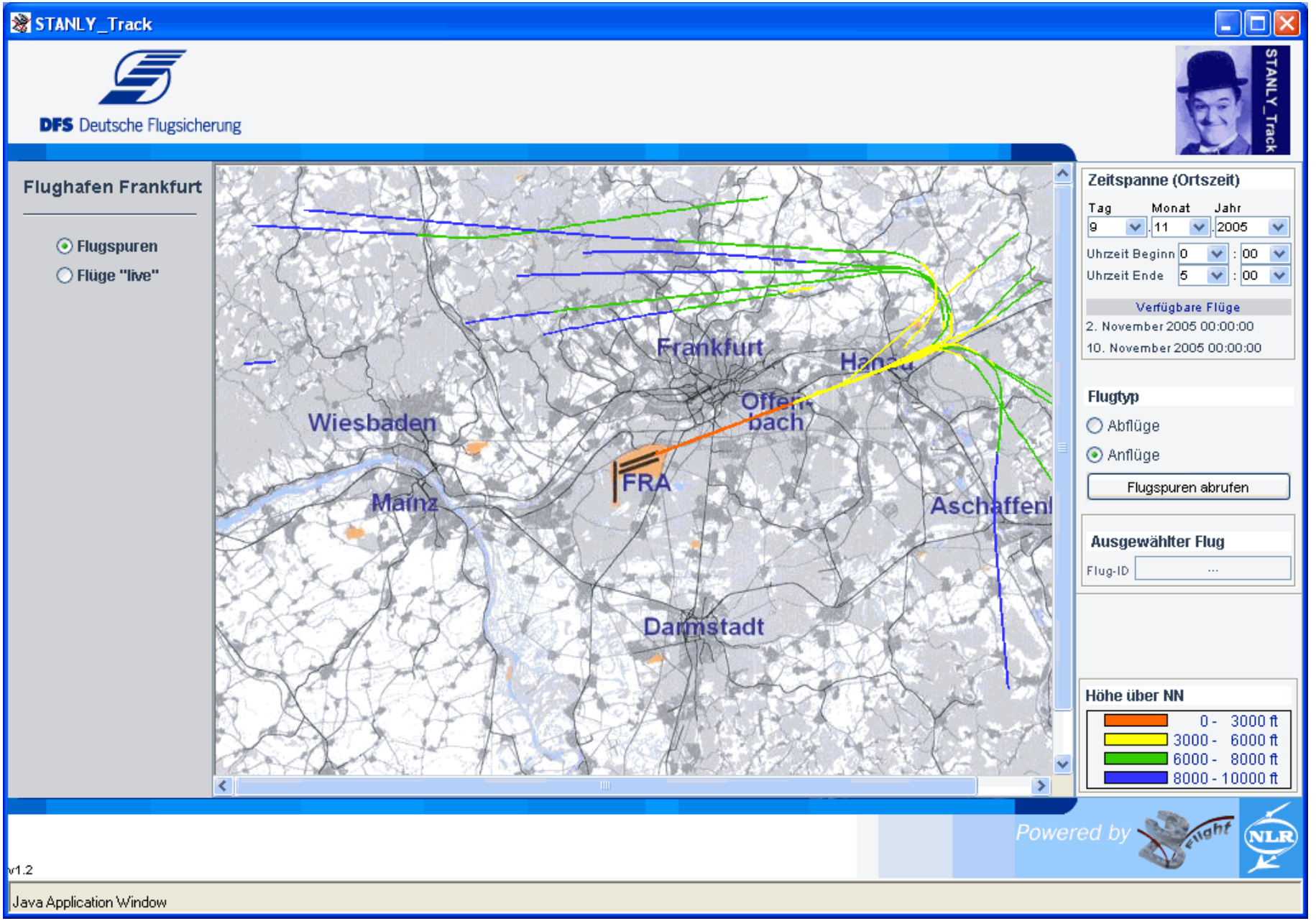
Anflug

- Flughafennah seitlich der Anflugrouten
- Zwischenanflug
- Gegenanflug

Bei **verbindlicher** Festlegung des CDA kann dieses berücksichtigt werden

CDA wird nicht konsequent umgesetzt

Stanly-Flugspuren vom 9.11.05 ; 0-5 Uhr



Quelle: DFS

CDA wird nur zögerlich eingeführt

Anwendung des CDA

- Ankündigung im Oktober 2004: CDA von 23 – 6 Uhr

- Bekanntmachung im März 2005: CDA von 23 – 5 Uhr

- Aussage in einem Fluglotsenforum: CDA von 0 - 5 Uhr

Umkehrschub wird weder von der AzB noch bei der Rolllärmberechnung berücksichtigt!

Auszug aus AzB; Beispiel eines Datenblatts für Anflug

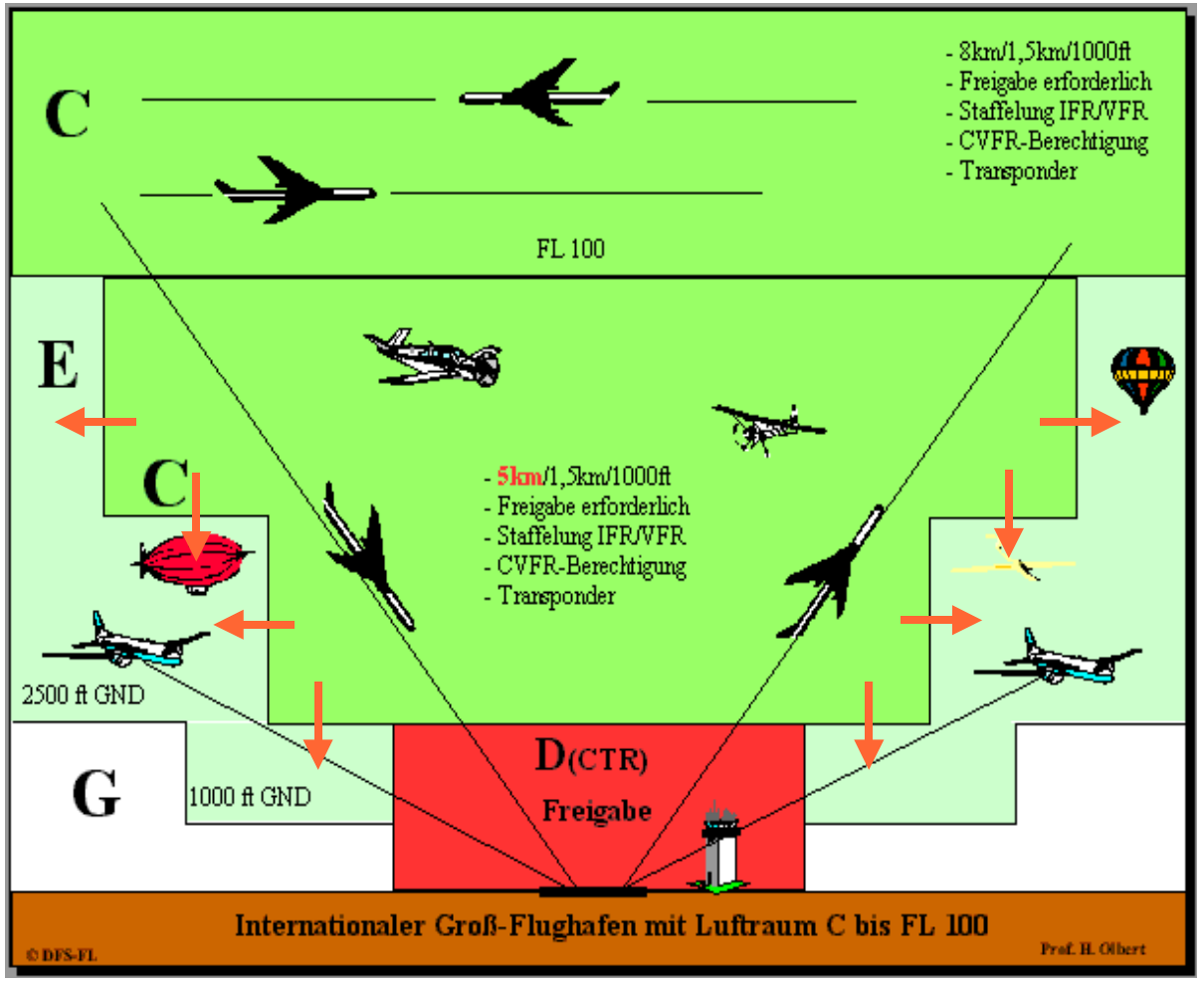
ó' [m]	(4) Z [dB]	(5) V [m/s]	(6) H [m]
-300	0	68	0
7400	0	72	-
X	-1	108	h_0
ó' [m]	**dZ/dó' [dB/m]**	**dV/dó' [s^{-1}]**	**dH/dó'**
> X	0	0	0

$$L_A = L_{W(s0)}(\text{Typ}, \mathbf{F}, v, \text{Konf.}) - 20 * \lg(s\,(h,b)/s_0) - d_m(s\,(h,b) - s_0) + Z \quad -11$$

Quelle: AzB-99

Es gibt Diskussionen über eine Ausdehnung des Luftraums C

Luftraumstrukur im Bereich großer Verkehrsflughäfen



Ausdehnung des Luftraums C bedeutet

- Geringere Flughöhen von Verkehrsflugzeugen (IFR-Verkehr) möglich
- Geringere Flughöhen von Luftfahrzeugen im Sichtflug zwangsläufig,

also mehr Lärmimmisssion, die dem Großflughafen zuzu-rechnen sind

In Frankfurt wurde zum 19.4.01 auch der Luftraum C erweitert!

Quelle: DFS; Luftrecht-Online; Dr. Fuld

Fazit: AzB ist ungeeignet

- Erfüllt nicht UVP-Vorgabe *„Beschreibung der zu erwartenden erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen des Vorhabens unter Berücksichtigung des allgemeinen Kenntnisstandes und der allgemein anerkannten Prüfungsmethoden“*

- Fraport lehnt Garantien und Kontigentierungen ab

=> Offenbar weiß Fraport, dass mit der AzB Belastung unterschätzt wird

=> Anwendung eines zeitgemäßen Simulationsverfahren zwingend erforderlich

=> Wer hat die Anwendung der AzB entschieden?

Simulation bildet die Situation besser ab als die AzB

Vorteile der Simulation

- Keine festen Annahmen für Geschwindigkeit

- Keine festen Annahmen für Flughöhe

- Schubeinstellung ist aus Gewicht, Beschleunigung und Höhenänderung ermittelbar

- Bessere Abbildung der Streuung in Kurven und bei Directs

$$L_A = L_{W(s0)} (\text{Typ}, F, \mathbf{v}, \text{Konf.}) - 20 * \lg (s (\mathbf{h,b})/s_0) - d_m(s (\mathbf{h,b}) – s_0) + Z – 11$$

Radarspuren für den Ausbaufall liegen in Form der TAAM-Simulation vor

Möglichkeiten der Verwendung der Daten aus A3 Anlage 3 für die Lärmberechnung

- Simulation mit realistischen Emissionsdaten

- Simulation mit angenäherten Emissionsdaten

- Zumindest Überprüfung des AzB-Modells

- Vergleich mit DES-Belegungen