

Gutachten
über die Fluglärmbelastung
in der Umgebung des Flughafens Frankfurt am Main
für den Ist-Zustand 1998

erstellt für: **Mediationsgruppe**
 Flughafen Frankfurt / Main
 - Projektbüro -
 Am Hauptbahnhof 18
 60329 Frankfurt am Main

von: **Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLfU)**
 Rheingaustraße 186
 65203 Wiesbaden

März 1999

1. Aufgabenstellung

Aufgrund des Vorschlags der Arbeitsgruppe Ökologie hat die Mediationsgruppe die HLfU in ihrer 4. Sitzung am 12.01.1999 beauftragt, die Lärmimmissionen in der Umgebung des Frankfurter Flughafens für den Ist-Zustand 1998 zu berechnen und darzustellen. Dabei sind verschiedene Verfahren anzuwenden, eine Berechnung nach der zur Zeit noch gültigen „Anleitung zur Berechnung von Fluglärm“ (AzB), einem derzeit vorliegenden Entwurf der AzB und den beiden Äquivalenzparametern $q=3$ oder $q=4$. In dem noch geltenden, aber dringend novellierungsbedürftigen, Fluglärmgesetz wird $q=4$ verwendet, während $q=3$ bei anderen Beurteilungsverfahren vorgeschrieben ist. Diese verschiedenen Verfahren werden herangezogen, weil sie bei der zur Zeit diskutierten Novellierung des aus dem Jahr 1971 stammenden Fluglärmgesetzes eine Rolle spielen. Auch neue Emissions- und Flugdaten sind in dem AzB-Entwurf aufgenommen worden, um neuere Flugzeugmuster besser abbilden zu können und damit die tatsächlichen Fluglärmimmissionen genauer zu berechnen.

2. Datengrundlage

Der neue Entwurf der AzB wurde der HLfU vom Umweltbundesamt (UBA) auf Veranlassung des Bundesministerium für Umwelt, Reaktorsicherheit und Naturschutz für diese Berechnungen im Mediationsverfahren zur Verfügung gestellt. Die Flugbetriebsdaten, d.h. Flugroutenbeschreibungen und Routenbelegungen, sind in Form eines Datenerfassungssystems (DES) von der Frankfurter Flughafen AG (FAG) erstellt worden.

Für die beiden Verfahren nach der gültigen AzB und dem neueren Entwurf sind die entsprechenden Daten in den Tabellen 1 - 3 zusammengestellt:

Flugzeug- gruppe	Ein- stufung	MTOM	Flugbewegungen der 6 ver- kehrsreichsten Monate			Flugzeugtypenbeispiele
			Tag	Nacht	Gesamt	
	Annex 16	t				
PROP2		>5,7	18.771	423	19.194	Propellerflugzeuge $\geq 5,7$ t
S1	2	<100	1.569	4	1.573	DC-9, BA-11, TU-134
S1(2)	2	<100	1.662	0	1.662	B737-200
S1(3/4)	2	<100	752	1	753	B727-200
S2	-	<100	6	0	6	B737-100, B727-100
S3	2	>100	833	10	843	ältere DC10 und B747
S4	-	>100	629	50	679	B707, IL62M, C5 Galaxy
S5	3	<150	136.602	12.190	148.792	MD80-87, B737-300/400, A320, B757
S6	3	<340	24.700	3.244	27.944	MD11, L1011, A340
S7	3	>340	13.626	3.087	16.713	B747-300/400
Summe			199.150	19.009	218.159	

Tabelle 1: DES für eine Einstufung nach der zur Zeit gültigen AzB

Neben einer anderen Bezeichnung der Flugzeuggruppen wird im wesentlichen eine weitere Unterteilung der Flugzeuge in den leiseren Klassen S5 - S7 mit aktuelleren Emissionsdaten in dem in der Tabelle 2 verwendeten AzB-Entwurf des UBA verwendet.

Flugzeug- gruppe	Ein- stufung	MTOM	Flugbewegungen der 6 ver- kehrsreichsten Monate			Flugzeugtypenbeispiele
			Tag	Nacht	Gesamt	
	Annex 16	t				
P 2.1		>5,7	18.771	423	19.194	Propellerflugzeuge \geq 5,7 t
S 1.1	2	<100	1.569	4	1.573	DC-9, BA-11, TU-134
S 1.2	2	<100	1.662	0	1.662	B737-200
S 1.3	2	<100	752	1	753	B727-200
S 2	-	<100	6	0	6	B737-100, B727-100
S 3.2 a *)	2	>100	263	5	268	ältere DC10 und B747
S 3.2 b **)	2	>100	570	5	575	ältere DC10 und 747
S 4 a *)	-	>100	412	36	448	B707, IL62M, C5 Galaxy
S 4 b **)	-	>100	217	14	231	B707, IL62M, C5 Galaxy
S 5.1	3	<50	13.687	718	14.405	BAe146, CR Regionaljet
S 5.2	3	<120	101.847	8.376	110.223	B737-300/400, A320, B757
S 5.3	3	<120	10.235	1.393	11.628	MD80-87, B737/727 mit Hush-Kit
S 6.1	3	>120	27.302	3.571	30.873	A300, A310, A330, B767, B777
S 6.2 b	3	<300	4.140	940	5.080	DC10, MD11, L1011
S 6.3	3	<300	3.680	367	4.047	A340
S 7 a *)	3	>300	7.993	1.328	9.321	B747-300/400
S 7 b **)	3	>300	6.044	1.828	7.872	B747-300/400
Summe			199.150	19.009	218.159	

Tabelle 2: DES für eine Einstufung nach einem UBA-Entwurf einer neuen AzB

*) : aktuelle Startmasse bis 70 % der Höchststartmasse (MTOM)

**) : aktuelle Startmasse mehr als 70 % der Höchststartmasse (MTOM)

Flugzeug- gruppe	Ein- stufung	MTOM	Flugbewegungen der 6 ver- kehrsreichsten Monate			Flugzeugtypenbeispiele
			nachts			
	Annex 16	t	22 - 24	0 - 5	5 - 6	
P 2.1		>5,7	284	44	95	Propellerflugzeuge $\geq 5,7$ t
S 1.1	2	<100	2	1	1	DC-9, BA-11, TU-134
S 1.2	2	<100	0	0	0	B737-200
S 1.3	2	<100	0	1	0	B727-200
S 2	-	<100	0	0	0	B737-100, B727-100
S 3.2 a	2	>100	2	2	1	ältere DC10 und B747
S 3.2 b	2	>100	4	1	0	ältere DC10 und B747
S 4 a	-	>100	14	10	12	B707, IL62M, C5 Galaxy
S 4 b	-	>100	7	3	4	B707, IL62M, C5 Galaxy
S 5.1	3	<50	610	83	25	BAe146, CR Regionaljet
S 5.2	3	<120	5.193	2.640	543	B737-300/400, A320, B757
S 5.3	3	<120	803	358	232	MD80-87, B737/727 mit Hush-Kit
S 6.1	3	>120	1.250	1.522	799	A300, A310, A330, B767, B777
S 6.2 b	3	<300	507	196	237	DC10, MD11, L1011
S 6.3	3	<300	235	6	126	A340
S 7 a	3	>300	270	125	933	B747-300/400
S 7 b	3	>300	1.437	368	23	B747-300/400
Summe			10.618	5.360	3.031	
davon: Starts			6.230	2.926	887	
davon: Landung.			4.388	2.434	2.144	

Tabelle 3: Flugbewegungen für die 6 Verkehrsreichsten Monate in den drei Nachtzeitabschnitten nach einem AzB-Entwurf

Nach der Jahresstatistik sind im Jahr 1998 419.210 Flugbewegungen am Flughafen Frankfurt am Main abgewickelt worden. Damit fallen entsprechend der Zusammenstellung der Tabellen 1 und 2 52 % der

Bewegungen in die 6 verkehrsreichsten Monate Mai bis Oktober, die nach dem Fluglärmgesetz den Beurteilungszeitraum bilden.

In den 6 verkehrsreichsten Monaten herrschte Ost-Betrieb, d.h. Landungen von Westen und Starts in Richtung Osten, für folgende prozentuale Anteile der gesamten Tages-, Nachtzeit und Nachtzeitabschnitte:

während der Tageszeit:	18,0 %
während der gesamten Nachtzeit:	13,0 %
nachts 22:00 - 24:00 Uhr:	15,0 %
nachts 00:00 - 05:00 Uhr:	11,6 %
nachts 05:00 - 06:00 Uhr:	15,9 %.

Aus der Zusammenstellung der Tabelle 1 ist ferner ersichtlich, daß der Anteil der lauten Flugzeuge der Gruppen S1 - S4, die nicht lärmzertifiziert oder nur nach Annex 16 Chapter 2 zertifiziert sind, 2,5 % betrug.

3. Fluglärmerechnungsverfahren

Nach dem zur Zeit noch gültigen Fluglärmgesetz wird ein äquivalenter Dauerschallpegel L_{eq4} nach folgender Formel berechnet:

$$L_{eq4} = 13,3 \cdot \log \left(\sum g_i \cdot \frac{t_i}{T} \cdot 10^{\frac{L_i}{13,3}} \right)$$

Dabei bedeuten (vgl. auch Darstellung in Bild 1):

log = Logarithmus zur Basis 10

t_i = Einwirkzeit des Flugzeuggeräusches (Zeitraum in sec, in dem der Schallpegel, der um 10 dB(A) unter dem höchsten Schallpegel liegt, überschritten wird), auch als „10-dB-down-Zeit“ bezeichnet

T = Bezugszeitraum (6 verkehrsreichsten Monate eines Jahres)

L_i = höchster Schallpegel des Fluglärmereignisses in dB(A)

g_i = Bewertungsfaktoren für Tag- und Nachtflüge, wobei der höhere Pegel nach Fall a oder b der maßgebliche Dauerschallpegel ist

Fall a: $g_i = 1,5$ für Tagflüge (6:00 - 22:00 Uhr)

$g_i = 0$ für Nachtflüge (22:00 - 6:00 Uhr)

hierbei bleiben Nachtflüge unberücksichtigt

Fall b: $g_i = 1$ für Tagflüge (6:00 - 22:00 Uhr)
 $g_i = 5$ für Nachtflüge (22:00 - 6:00 Uhr),
 hierbei werden für die Bildung eines Einzylwertes aus dem Tages- und dem Nachtpegel die Nachtpegel aufgrund der höheren Störwirkung nachts 5-fach gewichtet, das entspricht einer Erhöhung von 9,3 dB(A) ($= 13,3 * \log(5)$) in der Nachtzeit.

Im Fluglärmsgesetz wird, abweichend von anderen Beurteilungsmaßstäben, ein Äquivalenzparameter $q=4$ ($=13.3 * \log(2)$) verwendet und ein nach der oben aufgeführten Formel zu ermittelnder Einzylwert aus dem Tages- und Nachtpegel gebildet.

Alternativ zu diesen Beurteilungsverfahren nach dem Fluglärmsgesetz wird hier auch der energieäquivalente Dauerschallpegel $L_{eq,3}$ mit dem Äquivalenzparameter $q=3$ ($=10 * \log(2)$) verwendet. Mit den Eingangsgrößen der Fluglärmsgesetzformel kann näherungsweise der energie-äquivalente Dauerschallpegel nach der folgenden Formel berechnet werden. Hierbei werden üblicherweise getrennte Tag- und Nachtwerte ermittelt. Damit ist der Bezugszeitraum T die jeweilige Tages- oder Nachtzeit.

$$L_{eq,3} = 10 \cdot \log \left(\sum \frac{t_i / 2}{T} \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

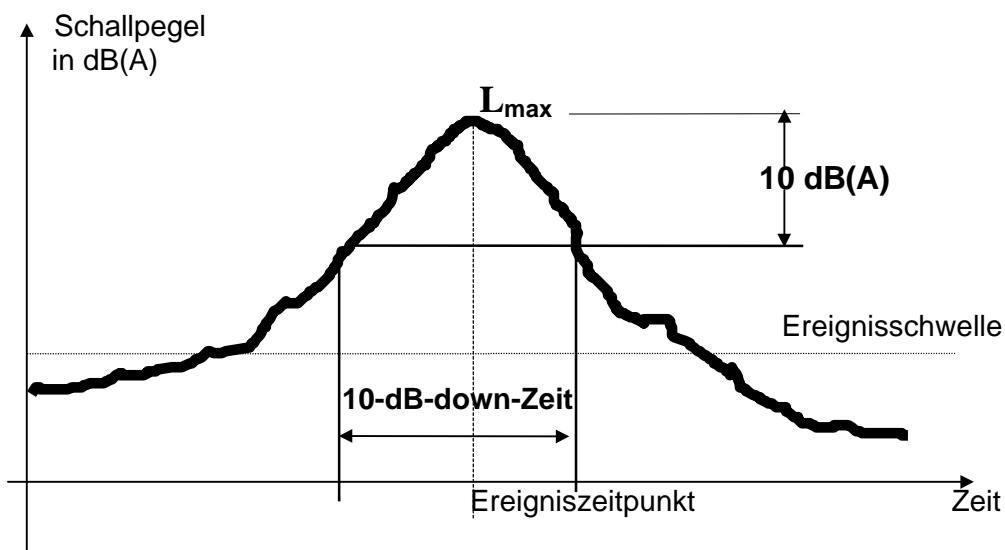


Bild 1: Schematische Darstellung eines Fluglärmereignisses

4. Fluglärmresultate

Es wurde einmal mit Emissions- und Flugbetriebsdaten der derzeit gültigen AzB aus dem Jahr 1975 einschließlich Ergänzungen von 1984 und zum anderen mit einem neuen vom UBA für diese Untersuchungen zur Verfügung gestellten Entwurf einer AzB vom Februar 1999 gerechnet. Berechnungen nach der neuen AzB liegen in etwa in der gleichen Größenordnung wie Meßresultate, wie Vergleichsuntersuchungen der DLR am Beispiel Frankfurt gezeigt haben.

Nach den Vorgaben der AzB wurden mit den Daten des DES die Fluglärmimmissionen für ein Gebiet von 66 x 60 km mit einem Rasterabstand von 100 m berechnet und als Isophonen in den Anlagen 1 - 24 im Maßstab 1:200.000 dargestellt.

In den einzelnen Anlagen sind folgende Untersuchungsfälle dargestellt:

Anlage 1:

Die Berechnung erfolgt nach dem Verfahren des Fluglärmgesetzes und der gültigen AzB, d.h. es ist eine Mittelung über die 6 verkehrsreichsten Monate des Jahres und eine Mittelung der Tag- und Nachtzeiten vorgenommen worden. Hierbei sind für die Bildung eines Einzahlwertes - wenn Fall b der oben bereits beschriebenen Formel relevant wird - aus dem Tages- und dem Nachtpegel die Nachtpegel aufgrund der höheren Störwirkung nachts um 9,3 dB(A) (entspricht einer 5-fachen Einwirkdauer) angehoben worden. Dargestellt sind die Isophonen 75, 67, 62 und 60 dB(A). Nach dem Fluglärmgesetz dürften in der Schutzzone 1 (> 75 dB(A)) Wohnungen nicht errichtet werden. In der Schutzzone 2 (>67 dB(A)) dürften Krankenhäuser, Altenheime, Erholungsheime, Schulen und ähnliche in gleichem Maße schutzbedürftige Einrichtungen nicht errichtet werden. Es ist hier noch anzumerken, daß bei der eigentlichen Ausweisung von Schutzzonen nach dem Fluglärmgesetz von der zu erwartenden Verkehrsbelastung in 10 Jahren auszugehen ist.

Anlage 2:

Diese Isophonen sind nach einem Verfahren der Entschließung der Ministerkonferenz für Raumordnung „Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm“ vom 16.09.1998 ermittelt, das sich auf die vom Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI) erarbeitete „Leitlinie zur Beurteilung von Fluglärm durch die Immissionsschutzbehörden der Länder“ bezieht. Nach dieser LAI-Leitlinie ist die Umhüllende aus jeder getrennt berechneten Betriebsrichtung mit dem Äquivalenzparameter $q=3$ und der gültigen AzB zu

ermitteln. Hierbei sind für die Bildung eines Einzahlwertes aus dem Tages- und dem Nachtpegel, wenn die Differenz Tag- Nachtpegel kleiner als 10 dB(A) ist, die Nachtpegel aufgrund der höheren Störwirkung nachts um 10 dB(A) für die Mittelung erhöht worden. Als Siedlungsbeschränkungszone ist in dieser LAI-Leitlinie ein Wert von 60 dB(A) empfohlen. Auch hier ist anzumerken, daß bei der Ausweisung von Beschränkungs-zonen nach dieser EntschlieÙung die zu berücksichtigenden Flugereignisse für den geplanten Endausbauzustand anzusetzen sind.

Anlage 3:

Diese Berechnung ist ebenso nach dem Fluglärmgesetz wie die Darstellung in der Anlage 1 durchgeführt worden, nur mit dem Unterschied, daß hier die Daten des neuen AzB-Entwurfs verwendet wurden. Die Berechnungen nach dem AzB-Entwurf ergeben ca. 2 bis 3 dB(A) niedrigere Werte als nach der alten AzB, wie auch aus der Größe der von den Isophonen umschlossenen Fläche ersichtlich ist.

Anlage 4:

Hier ist eine ähnliche Berechnung - wie in der Anlage 3 dargestellt - vorgenommen worden, jedoch ist ein Äquivalenzparameter $q=3$ verwendet worden. Ein solcher Äquivalenzparameter wird aus Gründen der Vereinheitlichung heute auch im Rahmen einer Novellierung des Fluglärmgesetzes diskutiert. Um auch hier in Anlehnung an das Fluglärmgesetz einen Einzahlwert aus dem Tages- und dem Nachtpegel zu ermitteln, sind die Nachtpegel aufgrund der höheren Störwirkung nachts um 10 dB(A) für die Mittelung erhöht worden. Die hier von den Isophonen umschlossene Fläche ist größer als die mit dem Äquivalenzparameter $q=4$ (Anlage 3) aber kleiner als das Berechnungsmodell streng nach dem Fluglärmgesetz (AzB-alt und $q=4$, entsprechend Anlage 1).

In der Tabelle 4 sind zum Vergleich die drei nach dem Verfahren des Fluglärmgesetzes von den Isophonen umschlossenen Flächen angegeben.

Verfahren		Flächen innerhalb der Isophonen in km ²			
		75 dB(A)	67 dB(A)	62 dB(A)	60 dB(A)
AzB_alt, q=4	Anlage 1	9,0	36,6	97,9	141,0
AzB_neu, q=4	Anlage 3	6,5	25,4	56,9	78,4
AzB_neu, q=3	Anlage 4	10,2	34,1	76,8	110,4

Tabelle 4: Flächen der von den Isophonen umschlossenen Gebiete

Anlage 5:

Für den Tageszeitraum 6:00 - 22:00 Uhr und Westbetriebsrichtung sind die Isophonen 67, 62 und 60 dB(A) energieäquivalent und nach dem AzB-Entwurf dargestellt worden. Diese Werte entsprechen in etwa auch der tatsächlichen Lärmbelastung.

Anlage 6:

Für den Nachtzeitraum 22:00 - 6:00 Uhr und Westbetriebsrichtung sind die Isophonen 60, 55 und 50 dB(A) energieäquivalent und nach dem AzB-Entwurf dargestellt worden. Diese Werte entsprechen in etwa auch der tatsächlichen Lärmbelastung.

Anlage 7:

Für den Tageszeitraum 6:00 - 22:00 Uhr und Ostbetriebsrichtung sind die Isophonen 67, 62 und 60 dB(A) energieäquivalent und nach dem AzB-Entwurf dargestellt worden. Diese Werte entsprechen in etwa auch der tatsächlichen Lärmbelastung.

Anlage 8:

Für den Nachtzeitraum 22:00 - 6:00 Uhr und Ostbetriebsrichtung sind die Isophonen 60, 55 und 50 dB(A) energieäquivalent und nach dem AzB-Entwurf dargestellt worden. Diese Werte entsprechen in etwa auch der tatsächlichen Lärmbelastung.

Anlage 9:

Hier ist die Umhüllende für die Tageszeit für beide Betriebsrichtungen für 67, 62 und 60 dB(A) der Anlagen 5 und 7 dargestellt.

Anlage 10:

Hier ist die Umhüllende für die Nachtzeit für beide Betriebsrichtungen für 60, 55 und 50 dB(A) der Anlagen 6 und 8 dargestellt.

Anlage 11:

Umhüllende für 67, 62 und 60 dB(A) aus jeder getrennt berechneten Betriebsrichtung der in den Anlagen 5 - 8 dargestellten Szenarien. Hierbei sind für die Bildung eines Einzahlwertes aus den Tages- und den Nachtpegeln die Nachtpegel aufgrund der höheren Störwirkung nachts um 10 dB(A) erhöht worden, vergleichbar der Anlage 2, jedoch mit den Daten des AzB-Entwurfs. Es muß hier aber darauf hingewiesen werden, daß für Siedlungsbeschränkungs-zonen neben der Kapazität für den

Endausbauzustand nach der Entschließung der Ministerkonferenz für Raumordnung die alte AzB zu verwenden ist. In der Entschließung ist ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die durch technische Entwicklung eintretenden Lärm-minderungen, z.B. an den Fluggeräten, nicht zu einer Reduzierung des Abstandes zur Lärm-quelle führen darf, sondern unter dem Aspekt der langfristigen Lärmvorsorge grundsätzlich der betroffenen Bevölkerung zugute kommen soll.

Anlage 12, 13, 14:

Für den Nachtzeitraum 22:00 - 24:00 Uhr sind für die Daten des AzB-Entwurfs die 60, 55 und 50 dB(A)-Isophone für den West-, Ost- und die Umhüllende aus Ost- und Westbetrieb dargestellt.

Anlage 15, 16, 17:

Für den Nachtzeitraum 0:00 - 5:00 Uhr sind für die Daten des AzB-Entwurfs die 60, 55 und 50 dB(A)-Isophone für den West-, Ost- und die Umhüllende aus Ost- und Westbetrieb dargestellt.

Anlage 18, 19 20:

Für den Nachtzeitraum 5:00 - 6:00 Uhr sind für die Daten des AzB-Entwurfs die 60, 55 und 50 dB(A)-Isophone für den West-, Ost- und die Umhüllende aus Ost- und Westbetrieb dargestellt.

Aus diesen Darstellungen der einzelnen Nachtzeitabschnitte ist zu ersehen, daß die höchste Lärmbelastung während der Nacht zwischen 22:00 - 24:00 Uhr und die geringste Belastung zwischen 0:00 - 5:00 Uhr auftritt. Auch aus der Tabelle 3, in der zusätzlich die Summe der Flugbewegungen verteilt auf Starts und Landungen angegeben sind, ist ein solches Ergebnis zu erwarten. Für die Nachtzeit sind nach diesen Daten folgende gemittelten stündlichen Flug-bewegungen errechnet worden:

Nachtzeitabschnitte	gemittelte Flugbewegungen pro Stunde		
	Starts	Landungen	Summe
22:00 - 24:00	3.115	2.194	5.309
00:00 - 05:00	585	487	1.072
05:00 - 06:00	887	2.144	3.031

Tabelle 5: Gemittelte stündliche Flugbewegungen nachts

Für 7 Ortschaften sind außer dem Gesamtnachtmittelungspegel $L_{eq3(22-6)}$ die Zeitab-schnittspegel $L_{eq3(Std.)}$ in den Anlagen 25 - 31 getrennt für Ost- und Westbetrieb graphisch dargestellt:

Anlage 25 und 26: Südwestrand von Offenbach

Anlage 27 und 28: Südrand von Frankfurt - Sachsenhausen

Anlage 29 und 30: Südrand von Flörsheim - Wicker

Anlage 31 und 32: Ostrand von Raunheim

Anlage 33 und 34: Südostrand von Nauheim

Anlage 35 und 36: Nordostrand von Büttelborn - Klein_Gerau

Anlage 37 und 38: Nordrand von Weiterstadt - Gräfenhausen

Anlage 21, 22, 23:

Die Grenzkurven für die Aufwachkriterien von Frau Prof. Griefahn und Herrn Prof. Jansen sind für den West-, Ost- und die Umhüllende aus Ost- und Westbetrieb für ein gekipptes Fenster dargestellt, für das eine Schalldämmung von 15 dB(A) angesetzt wird.

Prof. Jansen sieht Gesundheitsgefahren, wenn 6 mal ein Maximalpegel von 75 dB(A) in der Nacht überschritten wird. Frau Prof. Griefahn errechnet eine von der Höhe der Maximalpegel und der Häufigkeit abhängige Grenzkurve für den Schlafräum, oberhalb der Gesundheitsstörungen auf Dauer aus präventivmedizinischer Sicht nicht mehr auszuschließen sind. Durch Verschieben dieser Grenzkurve um 15 dB(A) ist dieses Kriterium ebenso wie das von Jansen auf den Außenpegel bei einem gekippten Fenster anwendbar.

Anlage 24:

Diese Anlage ist gegenüber der Darstellung der Anlage 23 durch das Kriterium von Prof. Maschke ergänzt. Prof. Maschke fordert aus Sicht der Präventivmedizin, wenn Fluglärm wie hier in Frankfurt auch in der 2. Nachthälfte einwirkt, das Einhalten eines Maximalpegels am Ohr des Schlafers von 2 mal 52 dB(A) in 2 Nachtstunden und eines Innendauerschallpegels für 8 Nachtstunden von 32 dB(A). Auch hier wird durch eine Anhebung dieser Pegel um 15 dB(A) für den Außenbereich beurteilt.

Dieses Gutachten umfaßt 13 Seiten und 38 Anlagen.

Wiesbaden, den 22.03.1999

gez. K. Müller

(K. Müller)

Anlagen: - 38 -