

Lärmemission von Flugzeugen in Abhängigkeit der Flugzeuggrösse

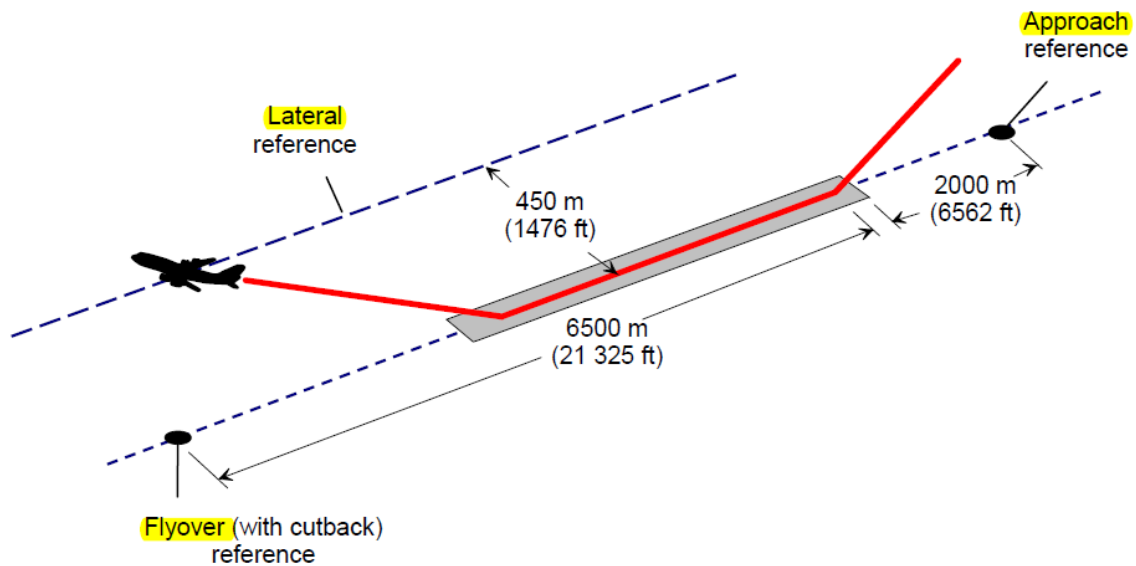
Lärmbestimmend sind nebst der Maschinengrösse vor allem dessen Bauart (Flugzeugtyp und Version) und die verwendeten Triebwerke. Stark lärmerhöhend wirken sich das Ausfahren von Fahrwerk und Landeklappen aus.

Der Lärm eines Flugzeuges wird nach einem definierten Verfahren gemessen. Entscheidend sind drei verschiedene Lärmwerte:

Approach (Anflug): Messpunkt unter der Überfluglinie 2 km vor der Piste bei einer Überflughöhe von 120 m (Gleitwinkel der landenden Maschine 3°)

Lateral oder Sideline (Start in Pistennähe): Messpunkte 450 m seitlich zur Überfluglinie am oder hinter dem Pistenende, wo die Lärmintensität der startenden Maschine am grössten ist

Flyover oder Takeoff (Abflug): Messpunkt unter der Überfluglinie in 6'500 m Entfernung von jenem Punkt, wo die Maschine auf der Piste zu rollen ansetzt.



(Quelle: An Analytical Assessment of NASA's N+1 Subsonic Fixed Wing Project Noise Goal. NASA)

Für diese Lärmwerte sind Grenzwerte festgelegt, die ein Flugzeug für seine Zulassung nicht überschreiten darf. Beim Lärmwert für den Abflug gelten drei verschiedene Massstäbe für Maschinen mit zwei, drei bzw. vier Triebwerken. Die zulässigen Grenzwerte steigen mit der Grösse, gemessen am maximalen Startgewicht des Flugzeugs, wobei die Grenzwerte im untersten und obersten Gewichtsbereich plafoniert sind.

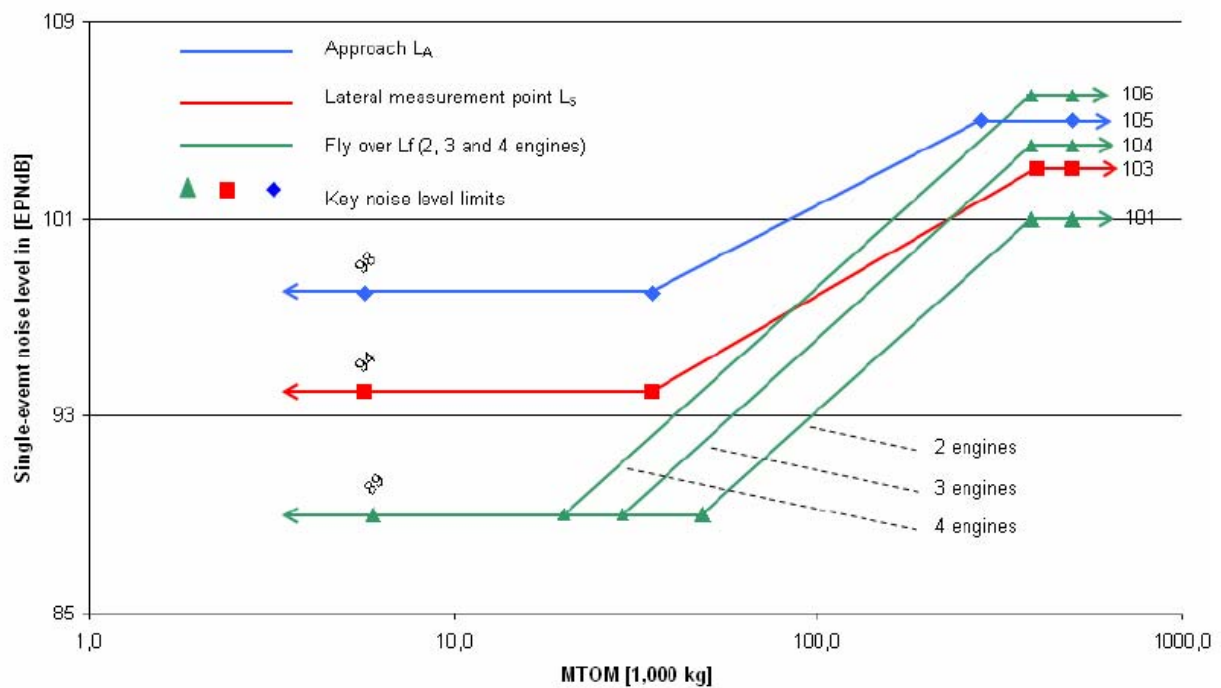
Die Lärmwerte werden als Effective Perceived Noise Levels in Dezi-Bel wiedergegeben (EPNdB). Darin ist die subjektive Wahrnehmung von Lärm (verschiedene Schallfrequenzen, Schalldauer) durch das menschliche Gehör berücksichtigt.

Für Flugzeuge (Jets und grössere Propellermaschinen), die dem ICAO-Kapitel 3 angehören, also zwischen Oktober 1977 und Dezember 2005 für den Luftverkehr zugelassen wurden, gelten folgende Grenzwerte:

Highest permitted maximum take-off mass MTOM [kg]	Noise limit EPNL in [EPNdB]				
	Lateral measurement point L_S	Flyover L_f number of engines			Approach L_A
		≤ 2	3	≥ 4	
$\geq 400,000$	103				
$\geq 385,000$					
$\geq 280,000$					
$\leq 48,125$	94	101	104	106	105
$\leq 35,000$		89			
$\leq 28,615$			89		
$\leq 20,234$				89	

Explanation: The definition of noise limits in *Annex 16* is weight-related. Above and below the respective data on maximum permitted take-off mass [MTOM], fixed noise limits apply. Within the given ranges noise limits are linear; they can be deduced from effective perceived noise levels [EPNL in EPNdB] on the basis of the logarithmically applied weight [MTOM in kg].

(Quelle: Increased stringency of noise limits for civil jet aircraft with emphasis on the trade-off between noise and pollutant emissions of jet engines. Umweltbundesamt, Dessau. Sept. 2006)



(Quelle: Increased stringency of noise limits for civil jet aircraft with emphasis on the trade-off between noise and pollutant emissions of jet engines. Umweltbundesamt, Dessau. Sept. 2006)

Beachte logarithmische Skalierung des maximalen Startgewichts!

Die Einteilung der Flugzeuge in die internationale Lärmklassierung (ACI Noise Rating Index) erfolgt nach den Lärmwerten, die in der standardisierten Messung erhoben werden. Heute umfasst das System acht Lärmklassen R1-R8, worin unterschieden wird, um wie viel die effektiven Messwerte die maximalen Grenzwerte unterschreiten. (Vor 2010 waren es sechs Lärmklassen F-A.) Massgebend sind sowohl die Summe der drei Messwerte wie auch die einzelnen Messwerte für Approach, Lateral und Flyover. Hier ist die kleinste Differenz zwischen Messwert und Grenzwert entscheidend.

Je tiefer die gemessenen Werte unterhalb der Grenzwerte beim entsprechenden Gewicht liegen, desto günstiger fällt also die Lärmklassenzuteilung des Flugzeugs aus.

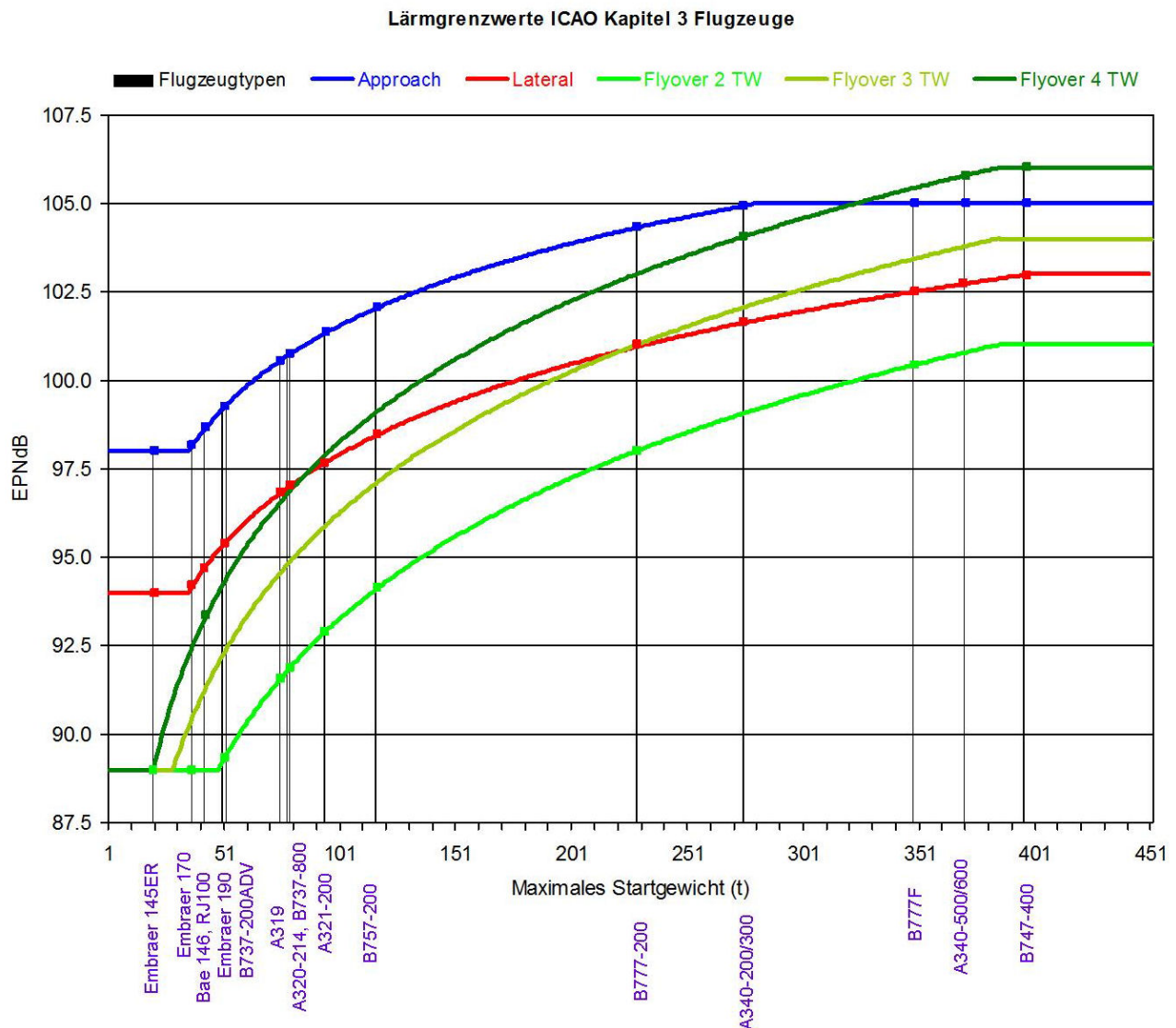
Table 2: The Modified ACI Noise Rating Index (2010)

Criteria to be met concurrently	Categories (and Former Categories)							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
	(F)	(E)	(D)	(C)	(B)	(A)		
Cumulative EPNdB reduction from ICAO Chapter 3 standard of at least:	Less than 0	0 or more	5 or more	10 or more	15 or more	20 or more	25 or more	30 or more
Individual EPNdB reduction from ICAO Chapter 3 Standard at each noise measurement point of at least:	Not applicable	0	1	2	3	4	5	6

(Quelle: ACI Aircraft Noise Rating Index (Update 2010). Airports Council International)

Beispiel: Um in die lärmarme Lärmklasse R6 eingestuft zu werden, muss die Summe aller drei Messwerte 20-24 EPNdB tiefer liegen als die Summe der drei Grenzwerte für das entsprechende Startgewicht. Jeder einzelne der drei Messwerte muss mindestens 4 EPNdB tiefer sein als der entsprechende Grenzwert. Fällt ein Messwert nur um 2 EPNdB tiefer aus, wird das Flugzeug in Lärmklasse R4 eingestuft.

Fazit 1: Ein grosses Flugzeug darf lauter sein als ein kleines und kann trotzdem in der gleichen Lärmklasse eingeteilt sein.



In dieser Grafik ist das maximale Startgewicht linear skaliert, weshalb die Grenzwerte eine logarithmischen Kurve folgen (umgekehrt als in vorausgehender Grafik). Die Lärmgrenzwerte für Approach, Lateral und Flyover (für Maschinen mit 2, 3 bzw. 4 Triebwerken) sind für einzelne Flugzeugtypen markiert.

Beispiele:

		Approach	Lateral	Flyover (EPNdB)
Embraer 145ER	Grenzwerte	98	94	89
max. Startgewicht 20 t, 2 Triebwerke	Messwerte	93	85	78
A319	Grenzwerte	100.6	96.8	91.6
max. Startgewicht 75 t, 2 Triebwerke	Messwerte	95	92	86
A320-214	Grenzwerte	100.7	97	91.8
max. Startgewicht 78 t, 2 Triebwerke	Messwerte	96	94	88
B777-200	Grenzwerte	104.3	101.0	98.0
max. Startgewicht 229 t, 2 Triebwerke	Messwerte	98	93	87
B747-400	Grenzwerte	105	103	104
max. Startgewicht 396 t, 4 Triebwerke	Messwerte	104	99	99

So wird die grosse Boeing 777-200 mit 229 t Startgewicht wie ein kleiner Embraer 145 in die zweitbeste Lärmkategorie R7 eingeteilt, obwohl sie effektiv deutlich lauter ist.

Aircraft type	Variant	Engine	MTOM [kg]	Certification level			Limit value			Difference (Limit val. - Cert.-level)			
				take-off in each case [EPNdB]	lateral in each case [EPNdB]	approach in each case [EPNdB]	take-off in each case [EPNdB]	lateral in each case [EPNdB]	approach in each case [EPNdB]	take-off in each case [EPNdB]	lateral in each case [EPNdB]	approach in each case [EPNdB]	
Airbus	A 300	B4-801	GE CF6-80C2A1	165,000	91.3	97.1	99.1	96.2	99.8	103.3	4.9	2.7	4.2
	A 300	B4-622-R 00 (03)	4158 Phase III, Mod 10925	170,500	90.8	96.7	100.6	96.3	99.9	103.3	5.5	3.2	2.7
	A 319	111 000 (02)	CFM56-5B5	64,000	83.8	92.3	92.8	90.7	96.2	100.0	6.9	3.9	7.2
	A 319	132 000 (01)	IAE V2524-A5	64,000	81.7	92.7	94.2	90.7	96.2	100.0	9.0	3.5	5.8
	A 320	214 011 (02)	CFM56-5B4/P, Mod 30307	75,500	85.0	94.4	95.7	91.6	96.9	100.6	6.6	2.5	4.9
	A 320	232 015	IAE V2527-A5	78,000	85.2	91.6	95.3	91.7	96.9	100.7	6.5	5.3	5.4
	A 321	213 006 (01)	CFM56-5B2, Mod. 31616	83,000	86.6	96.0	95.5	92.2	97.2	100.9	5.6	1.2	5.4
	A 321	232 001(01)	IAE V2530-A5, Mod. 28960	93,000	88.8	94.1	95.6	92.8	97.6	101.3	4.0	3.5	5.7
	A 340	313 000 (01)	CFM56-5C4	253,500	91.9	96.4	96.9	103.6	101.3	104.7	11.7	4.9	7.8
	A 340	642 000 (01)	RR trent 556-61	365,000	93.5	95.5	99.9	105.7	102.7	105.0	12.2	7.2	5.1
Boeing	B 737	300	CFM56-3B-2	62,822	85.5	91.9	99.9	90.5	96.2	100.0	5.0	4.3	0.1
	B 737	375	CFM56-3B-1	61,235	86.5	90.2	99.6	90.4	96.1	99.9	3.9	5.9	0.3
	B 737	800 (20)	CFM56-7B-27 Winglets	78,244	85.7	94.7	96.3	91.8	97.0	100.7	6.1	2.3	4.4
	B 737	800 (04)	CFM56-7B-26	78,244	87.1	93.8	96.5	91.8	97.0	100.7	4.7	3.2	4.2
	B 747-400	(02)	CF6-80C2B1F	394,625	99.7	98.3	103.3	106.0	103.0	105.0	6.3	4.7	1.7
	B 747-400	(03)	CF6-80C2B1F	396,900	99.8	98.2	101.7	106.0	103.0	106.2	6.2	4.8	4.5
	B 757	200 27B	RB211-535E4, Package B	103,872	83.5	93.2	95.0	93.5	98.0	101.7	10.0	4.8	6.7
	B 757	300 (10)	RB211-535E4-B-37 mit 48 Outlet Guide Vanes	116,978	86.2	95.1	95.4	94.1	98.5	102.1	7.9	3.4	6.7
	B 777	200 (IGW) (15)	RB211 Trent 895	297,556	93.4	98.3	99.4	99.5	101.9	105.0	6.1	3.6	5.6
	B 777	200 (04)	GE90-76B	242,671	88.3	93.2	97.6	98.3	101.2	104.5	10.0	8.0	6.9
Source: Noise List 1 Jet Aircraft LBA 2005													
Comment: Aircraft were selected randomly													

Grenz- und Messwerte ausgewählter Flugzeugtypen

(Quelle: Increased stringency of noise limits for civil jet aircraft with emphasis on the trade-off between noise and pollutant emissions of jet engines. Umweltbundesamt, Dessau. Sept. 2006)

Aufgrund der anatomischen Beschaffenheit des Gehörgangs erfolgt die menschliche Wahrnehmung von verschiedenen Lautstärken nicht linear, sondern in etwa logarithmisch. So bedeutet ein um 10 dB erhöhter Schallpegel eine Verdoppelung der effektiv wahrgenommenen Lautstärke, ein um 3 dB erhöhter Wert wird ungefähr als eineinhalb mal so laut empfunden als der tiefere Wert.

Das heisst zum Beispiel, eine Boeing B747-400 wird beim Start Richtung Süden an der Landesgrenze in Allschwil etwa vier mal so laut wahrgenommen wie eine Embraer 145 (+21 EPNdB), ein Airbus A320 doppelt so laut (+10 EPNdB). Beim Landen von Süden her ist die B747-400 doppelt (+11 EPNdB) und die A320 eineinhalb mal (+3 EPNdB) so laut wie die Embraer 145.

Fazit 2: Zwar sind mit dem technischen Fortschritt die Flugzeuge gleichen Startgewichts leiser geworden. Wenn aber die Entwicklung eines Flughafens damit einher geht, dass die ihn frequentierenden Flugzeuge immer grösser werden, ist damit zwangsläufig eine markante Lärmzunahme verbunden, selbst wenn die Flotte lärmgünstigeren Lärmklassen angehört.

Am EAP wuchs die Flugzeuggrösse seit der Jahrtausendwende drastisch an (siehe Datenblatt Flugzeuggrössen).

Fazit 3: Der Lärmbelastungskataster vom BAZL zum EuroAirport von 2009, der auf einer Datenbasis von der Jahrtausendwende beruht, bildet nicht die heutige Lärmsituation ab, noch weniger die künftige mit einem noch grösseren Anteil an noch grösseren Maschinen.

Nichtsdestotrotz legt das BAZL dem SIL-Objektblatt zum Flughafen Basel-Mulhouse diesen veralteten Lärmbelastungskataster zu Grunde.