Fachbegriffe

1. Fluglärm-Messung

§19a des Luftverkehrsgesetzes schreibt den Betrieb von Messeinrichtungen für die Fluglärmüberwachung in der Umgebung von Verkehrsflughäfen vor. Zur quantitativen Bewertung wird dabei nach §3 des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm der äquivalente Dauerschallpegel verwendet. Technische Details sind in DIN 45 643 fixiert, deren Neuauflage im Februar 2011 erschienen ist. Die Messanlage der Berliner Flughäfen erfüllt diese Norm bereits seit September 2010.

2. Äquivalenter Dauerschallpegel Leq

Charakteristisch für die Lärmbelastung durch den Flugverkehr ist der Wechsel zwischen intensiven, kurzzeitigen Lärmereignissen und den von der Verkehrsdichte abhängigen 'Lärmpausen'. Als Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung in einem gegebenen Zeitraum wurde daher der äquivalente Dauerschallpegel eingeführt. Er ist eine Rechengröße, die aus dem am Messort registrierten Schallpegelverlauf der einzelnen Lärmereignisse und dem Verhältnis aus der Summe der Ereignisdauern und der Gesamtmesszeit bestimmt wird.

Abhängig von der zu beurteilenden Lärmart, werden verschiedene Formeln zur Berechnung verwendet. Diese sind teilweise in einschlägigen Gesetzestexten fixiert.

Nach der DIN 45643 werden die Fluglärm-Dauerschallpegel aus dem sogenannten Einzelereignispegeln jedes Flugereignisses und dem Beurteilungszeitraum (z.B. Tag/Nachtzeit) errechnet.

$$L_{p,A,eq,T} = 10 \text{ Ig} \left(\frac{t_0}{T} \sum_{i=1}^{N} 10^{L_{p,A,E,i}/10 \text{ dB}} \right) \text{dB}$$

Dabei ist $L_{Aeq,T\,t}$ der äquivalente Dauerschallpegel für den Bezugszeitraum. T entspricht der Dauer der Bezugszeit in Sekunden. T0 ist 1 Sekunde und LpAE,i ist der Einzelereignis-Schalldruckpegel des i. Flugereignisses.

$$L_{p,A,E,i} = 10 \log \left(\frac{1}{t_0} \int \frac{p_{A,i}(t)^2}{p_0^2} dt \right) dB$$

Der Einzelereignis-Schalldruckpegel wird aus dem Schalldruckpegelverlauf oberhalb der Messschwelle integriert.

In den Berichten werden Dauerschallpegel für folgende Bezugszeiträume angegeben:

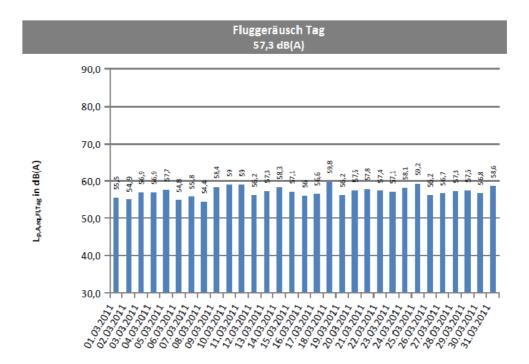
 $\begin{array}{c} Leq_{Tag} \hbox{:} \; 6 \hbox{:} 00 \hbox{-} 22 \hbox{:} 00 \; Uhr \\ Leq_{Nacht}(L_N) \hbox{:} \; 22 \hbox{:} 00 \hbox{-} 6 \hbox{:} 00 \; Uhr \end{array}$

 L_D (Day): 6-18 Uhr L_E (Evening):18-22 Uhr

Der Pegel L_{DEN} (Day/Evening/Night) ist ein Beurteilungspegel, bei dem in den Abendstunden (+5dB) und in den Nachtstunden (+10dB) Zuschläge addiert werden.

2.1. L_{eq}-Diagramme

Die Leq-Diagramme werden unterschieden nach Tag und Nacht für jede Messstelle erstellt. In den Diagrammen ist nur Fluglärm berücksichtigt. Dargestellt sind die Tages-Dauerschallpegel als Balkendiagramm. Tage an denen, ausfallbedingt in weniger als 50% der Bezugszeit Messwerte vorliegen oder keine für diese Messstelle relevanten Flugbewegungen vorlagen, sind nicht angegeben. Der Dauerschallpegel für den gesamten Monat erscheint unterhalb der Überschrift. Schallpegel innerhalb von Ausfallzeiten werden nicht berücksichtigt. Bei der Berechnung des Dauerschallpegels wird als Gesamtzeit nur die ausfallfreie Zeit angesetzt (T).



2.1. L_{eq}-Bericht

In den Leq-Tabellen sind für jeden Tag die Dauerschallpegel der einzelnen Bezugszeiträume angegeben. In der Zeile "Gesamt" ist der Monatswert des jeweiligen Dauerschallpegels dargestellt.

Zusätzlich zu den zum Fluglärm berechneten Schallpegeln ist der kontinuierlich gemessene Gesamtlärm angegeben (linke Spalten).

März 2011 Leq-Bericht
MP02
Bohnsdorf, Waldstraße



	Gesamtgeräusch in dB(A)					Fluggeräusch in dB(A)				
	L _{eq} Tag	L_{eq} Nacht/ L_N	L_D	L_E	L _{DEN}		L _{eq} Tag	L_{eq} Nacht/ L_N	£ _D	L_{E}
Di 01.03.2011	57,4	48,2	58,0	55,4	58,6		55,5	45,8	55,9	54,1
Mi 02.03.2011	57,3	49,3	57,9	55,1	58,8		54,9	47,7	55,3	53,3
Do 03.03.2011	58,2	51,3	58,8	55,7	60,1		56,9	49,9	57,5	54,6
Fr 04.03.2011	58,7	54,5	58,7	58,5	62,3		56,9	53,5	56,7	57,4
Sa 05.03.2011	59,6	49,9	59,7	59,0	60,9		57,7	48,4	57,9	57,2
So 06.03.2011	57,3	49,3	57,2	57,5	59,3		54,8	47,9	54,2	56,3
Mo 07.03.2011	58,6	48,8	58,8	58,0	59,8		55,8	47,1	56,1	54,9
Di 08.03.2011	57,8	54,4	58,3	56,2	61,7		54,4	53,2	54,4	54,6
Mi 09.03.2011	60,0	55,1	60,2	59,3	63,2		58,4	54,1	58,5	58,1
Do 10.03.2011	60,4	56,7	60,4	60,4	64,2		59,0	55,0	58,9	59,3
Fr 11.03.2011	60,6	55,8	60,8	60,3	63,9		59,0	53,9	59,1	58,9
Sa 12.03.2011	57,8	53,8	58,4	55,0	61,2		56,2	50,4	56,9	52,7
So 13.03.2011	58,6	52,6	58,2	59,7	61,5		57,3	48,9	56,5	59,1
Mo 14.03.2011	60,1	54,6	60,1	59,9	63,0		58,3	51,6	58,5	57,9
Di 15.03.2011	59,1	52,1	59,4	58,0	61,2		57,1	49,0	57,4	56,4
Mi 16.03.2011	58,2	53,1	58,1	58,7	61,5		56,0	50,8	55,7	56,8
Do 17.03.2011	58,5	52,7	58,8	57,5	61,2		56,6	50,0	56,8	56,1
Fr 18.03.2011	61,1	56,5	61,3	60,7	64,4		59,8	54,8	59,9	59,5
Sa 19.03.2011	58,0	55,0	58,0	58,0	62,3		56,2	50,3	56,3	55,8
So 20.03.2011	59,2	56,4	59,1	59,5	63,7		57,5	52,9	57,4	57,9
Mo 21.03.2011	60,0	56,8	60,0	60,0	64,2		57,8	52,9	57,8	58,0
Di 22.03.2011	60,2	58,5	59,8	61,4	65,5		57,4	52,0	57,3	57,7
Mi 23.03.2011	61,2	59,2	61,2	61, 2	66,1		57,1	54,0	57,1	57,0
Do 24.03.2011	61,0	59,7	61,4	59,6	66,3		58,1	54,9	58,2	58,0
Fr 25.03.2011	61,5	57,7	61,5	61,5	65,3		59,2	53,8	59,1	59,5
\$a 26.03.2011	58,0	51,1	58,7	54,8	59,8		56,2	50,2	56,9	52,7
So 27.03.2011	59,8	54,4	59,3	61,2	63,1		56,7	51,5	56,4	57,6
Mo 28.03.2011	60,3	54,3	60,4	60,0	62,9		57,3	51,8	57,2	57,6
Di 29.03.2011	60,4	55,7	60,6	59,4	63,6		57,5	50,9	57,7	57,0
Mi 30.03.2011	59,6	55,8	60,0	57,8	63,2		56,8	51,2	57,0	56,1
Do 31.03.2011	61,0	59,2	60,9	61,0	65,8		58,6	55,7	58,4	59,3
Gesamt	59,5	55,3	59,6	59,1	63,0		57,3	52,1	57,4	57,2

3. Messstellen-Bericht

Im Messtellenbericht werden Kennzahlen der einzelnen Messstellen für jeden Tag angegeben. Diese sind im Einzelnen:

N1: Anzahl der erfassten Fluglärmereignisse

N2: Anzahl der für Messstelle relevanten Flugereignisse. Diese Zahl ist stark von der Lage der Messstelle abhängig.

N2+: Wie N2, mit dem Unterschied, dass Flugbewegungen innerhalb von Ausfallzeiträumen nicht berücksichtigt werden.

N1/N2: Anteil von den relevanten Flugbewegungen, für die gültige Messwerte vorliegen

Verf. : Verfügbarkeit der Messstelle bezogen auf den akustischen Tag von 6 bis 6 Uhr.

Messstellen-Bericht MP02 Bohnsdorf, Waldstraße



			Tag					Nacht		
	N ₂	Nz	N ₂ +	N ₁ /N ₂ in %	Verf. in %	N ₂	N_2	N _z +	N₂/N₂ in %	Verf. in %
Di 01.03.2011	81	86	86	94,2	100	6	6	6	100,0	100
Mi 02.03.2011	86	95	95	90,5	100	9	9	9	100,0	100
Do 03.03.2011	91	101	101	90,1	100	10	11	11	90,9	100
Fr 04.03.2011	93	93	93	100,0	100	15	15	15	100,0	100
\$a 05.03.2011	63	65	65	96,9	100	4	4	4	100,0	100
So 06.03.2011	61	69	69	88,4	100	5	4	4	125,0	100
Mo 07.03.2011	89	96	96	92,7	100	6	6	6	100,0	100
Di 08.03.2011	83	92	92	90,2	100	13	13	13	100,0	100
Mi 09.03.2011	80	93	85	86,0	93	14	14	14	100,0	100
Do 10.03.2011	86	89	85	96,6	94	11	13	13	84,6	83
Fr 11.03.2011	84	97	93	86,6	94	14	14	14	100,0	100
\$a 12.03.2011	55	57	57	96,5	100	4	4	4	100,0	100
So 13.03.2011	78	85	84	91,8	100	4	4	4	100,0	100
Mo 14.03.2011	93	94	94	98,9	100	10	10	10	100,0	100
Di 15.03.2011	83	90	90	92,2	100	6	7	7	85,7	100
Mi 16.03.2011	87	91	91	95,6	100	8	8	8	100,0	100
Do 17.03.2011	90	92	92	97,8	100	8	7	7	114,3	100
Fr 18.03.2011	96	99	99	97,0	100	16	16	16	100,0	100
\$a 19.03.2011	56	61	61	91,8	100	8	8	8	100,0	100
So 20.03.2011	69	73	73	94,5	100	12	12	12	100,0	100
Mo 21.03.2011	92	104	104	88,5	100	14	14	14	100,0	100
Di 22.03.2011	79	92	92	85,9	100	10	10	10	100,0	100
Mi 23.03.2011	78	93	93	83,9	100	17	18	18	94,4	100
Do 24.03.2011	91	96	96	94,8	100	16	16	16	100,0	100
Fr 25.03.2011	95	101	101	94,1	100	15	16	16	93,8	100
\$a 26.03.2011	53	56	56	94,6	100	4	4	4	100,0	100
So 27.03.2011	80	86	85	93,0	100	10	13	13	76,9	100
Mo 28.03.2011	72	87	87	82,8	100	12	12	12	100,0	100
Di 29.03.2011	82	85	85	96,5	100	10	11	11	90,9	100
Mi 30.03.2011	84	95	95	88,4	100	9	9	9	100,0	100
Do 31.03.2011	84	89	87	94,4	96	14	16	14	87,5	86
Gesamt	2494	2702	2682	92,3	99	314	324	322	96,9	99

* N2+ berücksichtigt Ausfallzeiten

Es kann durch Starts/Landungen an der Grenze der Bezugszeiträume Verschiebungen ergeben, die zu Werten geringfügig größer 100% liegen. Da bei Durchstarts die Flugbewegung nur einfach gezählt wird, kann auch das zu solchen Werten führen.

Folgende Flugbewegungen werden für die einzelnen Messstellen als relevant angenommen:

Flughafen Schönefeld:

Messtellen Ostseite 2, 5, 6, und 9: Alle Landungen in Richtung Westen, alle Starts in Richtung Osten und alle Durchstarts.

Messstellen Westseite 3, 4, 7 und 8: Alle Landungen in Richtung Osten, alle Starts in Richtung Westen und alle Durchstarts.

Für die Messstelle 3 in Waßmannsdorf ergeben sich bei Starts in Richtung Osten in der Regel immer Werte größer 100%, da zum Teil Messwerte ausgelöst werden (sogenannte rückwärtige Startpegel).

Flughafen Tegel:

Messtellen Ostseite 45, 46, 47, 48 und 49: Alle Landungen in Richtung Westen, alle Starts in Richtung Osten und alle Durchstarts.

Messstellen Westseite 41, 42, 43, 44 und 45: Alle Landungen in Richtung Osten, alle Starts in Richtung Westen und alle Durchstarts.

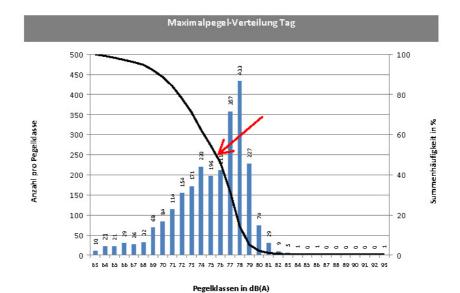
4. Maximalpegel-Verteilung

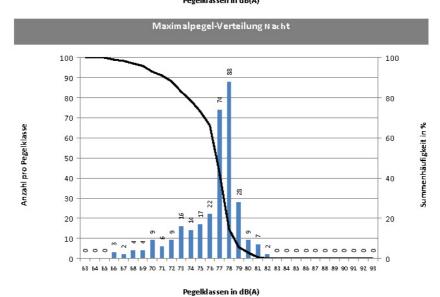
Neben der mittleren Lärmbelastung wird als wichtiger Parameter zur Bewertung der Belastung die Häufigkeit und Höhe der einzelnen Lärmeinwirkungen durch Flugbewegungen angesehen. Dargestellt wird für jede Station die Anzahl von Fluglärmereignissen pro Monat, aufgeschlüsselt nach Pegelklassen von jeweils 1 dB Breite (Balken). Die Ereignisse werden dabei getrennt nach Tag- und Nachtzeit (22-6 Uhr) angezeigt. Die durchgezogene Kurve beschreibt die Summenhäufigkeitsfunktion der Maximalpegel. Diese gibt den Prozentsatz aller Fluglärmereignisse des Monats an, die einen bestimmten Pegel überschreitet. An dem eingezeichneten Pfeil ergibt sich, dass 50% aller gemessenen Pegel an dieser Messstelle über 75 dB(A) liegen. An Messstellen, an denen sich die Maximalpegel von Starts und Landungen deutlich unterscheiden ergeben sich zweigipfelige Balkendiagramme.

März 2011

Maximalpegel-Verteilung MP02 Bohnsdorf, Waldstraße







5. Ausfallzeiten der Messstellen

Nach DIN45643 ist die Angabe der Ausfallzeiten der Messstellen mit kurzer Begründung gefordert. In der tabellarischen Übersicht findet man neben der Gesamtausfalldauer im Bezugszeitraum auch die exakten Ausfallzeiten mit Beginn und Ende und kurzer Begründung.



6. Statistik-Diagramme zum Flugverkehr

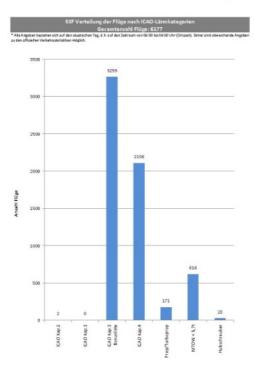
Um einen Bezug zwischen Lärmbelastung und der Dichte des verursachenden Flugverkehrs herzustellen, werden einige für den Lärm relevante Verkehrsparameter in zusätzlichen Diagrammen dargestellt.

6.1. Verkehrsstatistik (Verteilung der Flüge nach Lärmkategorien)

Im ersten dieser Diagramme wird die Gesamtzahl der Flugbewegungen (Starts und Landungen) am jeweiligen Flughafen, aufgeschlüsselt nach Lärmkategorie der Flugzeuge ('Flugzeugmix') gezeigt. Unterschieden werden dabei Flugzeuge nach ICAO- Annex 16 Kap.2 und Kap.3, Kap. 4, Propellerflugzeuge (einschließlich Turboprop) sowie Kleinflugzeuge mit einer maximal zulässigen Startmasse von < 5,7 t. Bei den Kap.3-Maschinen wird zusätzlich danach unterschieden, ob sie in der Bonusliste des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung enthalten sind (d.h., ob sie die im Annex 16 festgeschriebenen Lärmgrenzwerte deutlich unterschreiten). Der Einfluss des Flugzeugmix ergibt sich vor allem aus der deutlich höheren Lärmemission der veralteten und inzwischen weitgehend ausgemusterten Kapitel-2-Flugzeuge gegenüber den heute überwiegend eingesetzten Maschinen.

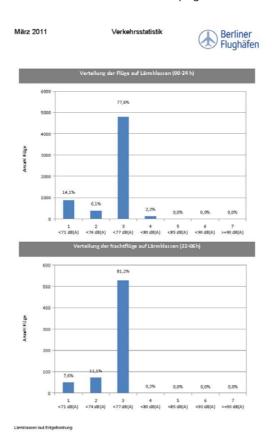






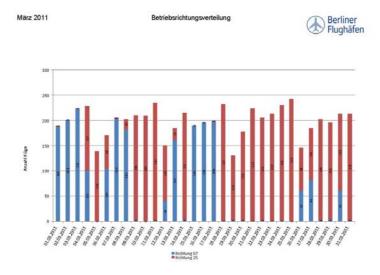
6.2 Verkehrsstatistik (Verteilung der Flüge nach Lärmklassen)

Pro Landung wird für Luftfahrzeuge ein **lärmbezogenes Entgelt** erhoben. Das lärmbezogene Entgelt ist nach Lärmklassen gestaffelt. Die Zuordnung der Flugzeugtypen in Lärmklassen erfolgt auf der Basis der jeweilig gemessenen durchschnittlichen Start- und Landelärmpegel an den Berliner Flughäfen.



6.3. Betriebsrichtungsverteilung

Grundsätzlich starten und landen Flugzeuge immer gegen den Wind. Statistisch gilt für Berlin: überwiegend (ca. 60 bis 70% des Jahres) haben wir eine Westwindwetterlage, in diesem Fall gilt für Schönefeld die Betriebsrichtung 25 und für Tegel die Betriebsrichtung 26. Die Bezeichnung orientiert sich dabei an der Start- und Landerichtung. Genau wie bei der Windrose auf einem Kompass wird für Starts und Landungen in westlicher Richtung die Bezeichnung 25 (26) verwendet, da die An- und Abflüge dann in die gegenüber Norden um 250° (260°) im Uhrzeigersinn gedrehte Richtung stattfinden. Im umgekehrten Fall (Ostwind) gilt für Schönefeld die Betriebsrichtung 07 (Tegel 08), entsprechend der Richtungen 70° (Schönefeld) bzw. 80° (Tegel). Je nach Wetterlage kann die Betriebsrichtung auch mehrfach am Tag wechseln.



6.4. Runway-Benutzung

Die Lärmbelastung an einem gegebenen Messort kann erheblich variieren in Abhängigkeit von der Bahn, auf der die Starts bzw. Landungen erfolgen und von der Richtung.

Besonders charakteristisches Beispiel für diese Abhängigkeit ist die Messstation 44 am Flughafen Tegel. Vergleicht man die Tageswerte des äquivalenten Dauerschallpegels mit den Bewegungszahlen in den beiden Verkehrsrichtungen 08 und 26 (Übersichtsdiagramme Monats-Leq), erkennt man deutlich eine geringere Lärmbelastung bei Verkehr in Ostrichtung (08).

		(Berline Flugha				
	Tag Landungen Starts		Nact Landungen	t Starts	Gesamt Landungen Starts		
Di 01 03 2011	85	86	11	6	96	92	
MI 02 03 2011	82	95	15	9	97	104	
Do 03.03.2011	94	101	17	11	111	112	
Fr 04.03.2011	52	49	0	0	52	49	
Sa 05.03.2011	0	0	0	0	0.2	0	
So 06 03.2011	45	41	14	4	59	45	
Mo 07.03.2011	91	95	12	5	103	100	
Di 08 03 2011	89	92	1	0	90	92	
Mi 09.03.2011	0	1	1	0	1	1	
Do 10.03.2011	0	0	0	0	0	0	
Fr 11.03.2011	0	0	2	0	2	0	
\$a 12.03.2011	20	10	6	4	26	14	
So 13.03.2011	69	73	14	5	83	78	
Mo 14 03 2011	0	0	4	0	4	0	
Di 15.03.2011	81	89	13	7	94	96	
MI 16.03.2011	82	91	15	8	97	99	
Do 17.03.2011	82	92	17	7	99	99	
Fr 18.03.2011	0	1	0	0	0	1	
Sa 19.03.2011	1	1	0	0	1	1	
So 20.03.2011	1	0	1	0	2	0	
Mo 21.03.2011	0	0	1	0	1	0	
Di 22.03.2011	0	0	2	0	2	0	
MI 23.03.2011	0	0	1	0	1	0	
Do 24.03.2011	0	0	1	0	1	0	
Fr 25.03.2011	0	0	0	0	0	0	
\$a 26.03.2011	32	19	6	4	38	23	
So 27.03.2011	32	44	6	1	38	45	
Mo 28.03.2011	0	0	3	0	3	0	
Di 29.03.2011	0	0	3	1	3	1	
MI 30.03.2011	18	20	14	9	32	29	
Do 31.03.2011	2	0	0	0	2	0	
Gesamt	958	1000	180	81	1138	1081	

6.5. Nachtflugstatistik

Für die Lärmbelastung besonders kritisch sind Nachtflüge. Aus diesen Diagrammen kann die Anzahl von Starts bzw. Landungen pro Monat in jeder Stunde der Nacht, verteilt auf die verschiedenen Lärmkategorien abgelesen werden.

Nachtflüge spielen vor allem in Schönefeld eine kritische Rolle, da in Tegel Nachtflugbeschränkungen zwischen 23 und 6 Uhr gelten. In Tegel gilt: Für verspätete Flüge beginnt die Sperrzeit jeweils 1 Stunde später. Ausgenommen von dieser Regelung sind nur die Nachtpostflugzeuge, Rettungsflüge sowie genehmigungspflichtige Sonderflüge. Die Runway in Schönefeld ist für Kapitel 3-Flugzeuge in der Zeit zwischen 24:00 bis 06:00 Uhr gesperrt, für Kapitel 3 (Bonusliste) und Kapitel 4 -Maschinen bleibt die Bahn 24 Stunden offen.

