



Landesamt für Umwelt, Gesundheit und  
Verbraucherschutz

## Fachliche Grundlagen der „Lärmphysik“ und der Lärmwirkungsforschung

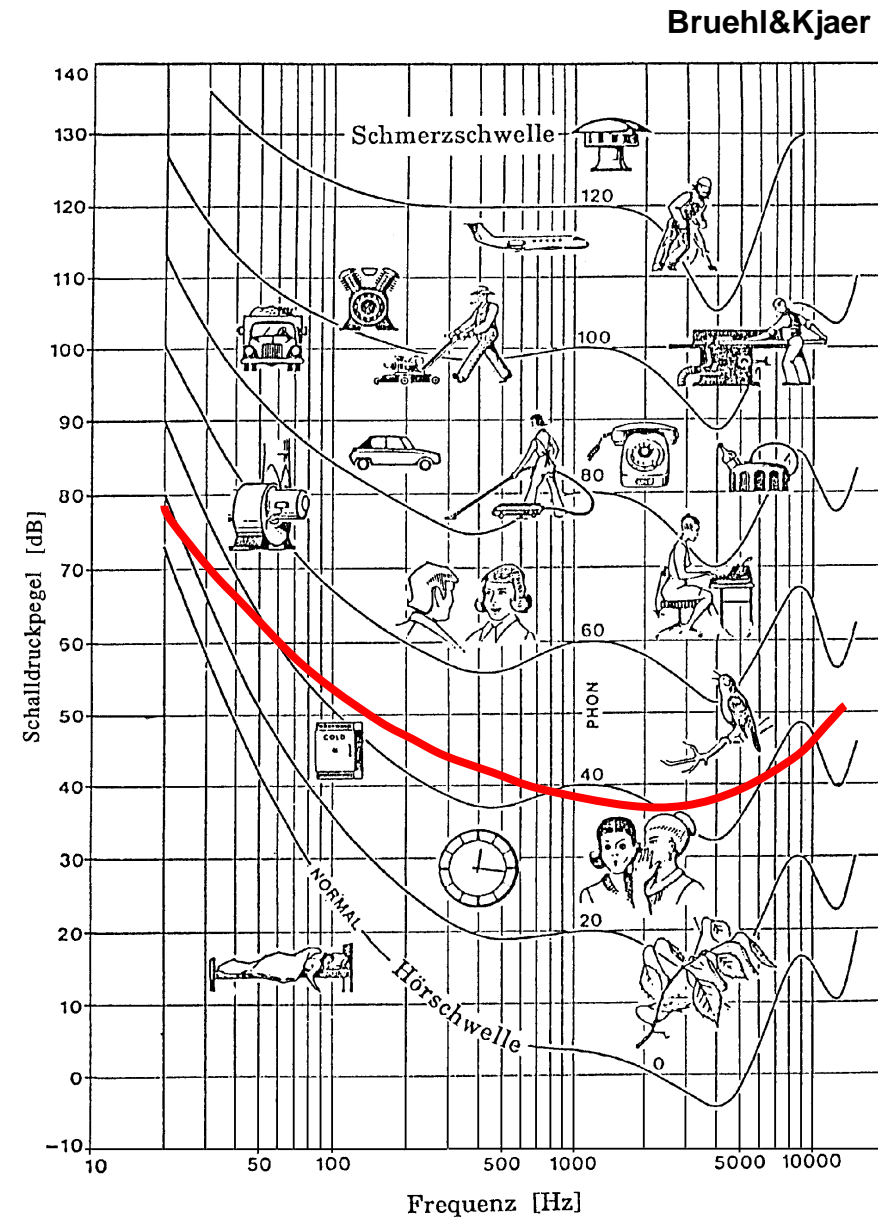
---

PD Dr.-Ing. Christian Maschke

# Frequenzbewertung

Das menschliche Hören setzt sich aus **Lautstärke** (Schalldruckpegel) und **Tonhöhe** (Frequenz) zusammen.

Die unterschiedliche **Tonhöhe** wird mit der sogenannten **A-Bewertung** (rote Kurve) auf einen **Einzahlwert** der Lautstärke (Schalldruckpegel  $L_A$  in **dB(A)**) reduziert.



# Zeitbewertung

Darüber hinaus muss die Trägheit des Gehörs bei Schallpegelmessungen berücksichtigt werden, sofern die Lautstärke von Schallereignissen erfasst werden soll.

International sind drei Trägheitsstufen ( $\tau$ ) genormt (DIN EN 60651).

- *slow* (S;  $\tau=1s$ )      **(bei „Fluglärm“)**
- *fast* (F;  $\tau=125ms$ )
- *impulse* (I;  $\tau=35ms/\tau_{ab}=1,5s$ )

# Dauerschallpegel

Zur Kennzeichnung von Geräuschen mit zeitlich schwankendem Schallpegel ist der äquivalente Dauerschallpegel entwickelt worden (DIN 45641 bzw. DIN EN 60804).

Der äquivalente Dauerschallpegel  $L_{eq}$  ist der Schallpegel eines gedachten (fiktiven) Dauergeräusches, das die gleiche Schallenergie enthält wie das zeitlich schwankende Geräusch.

$$L_{eq} = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB$$

$p$  = Schalldruck

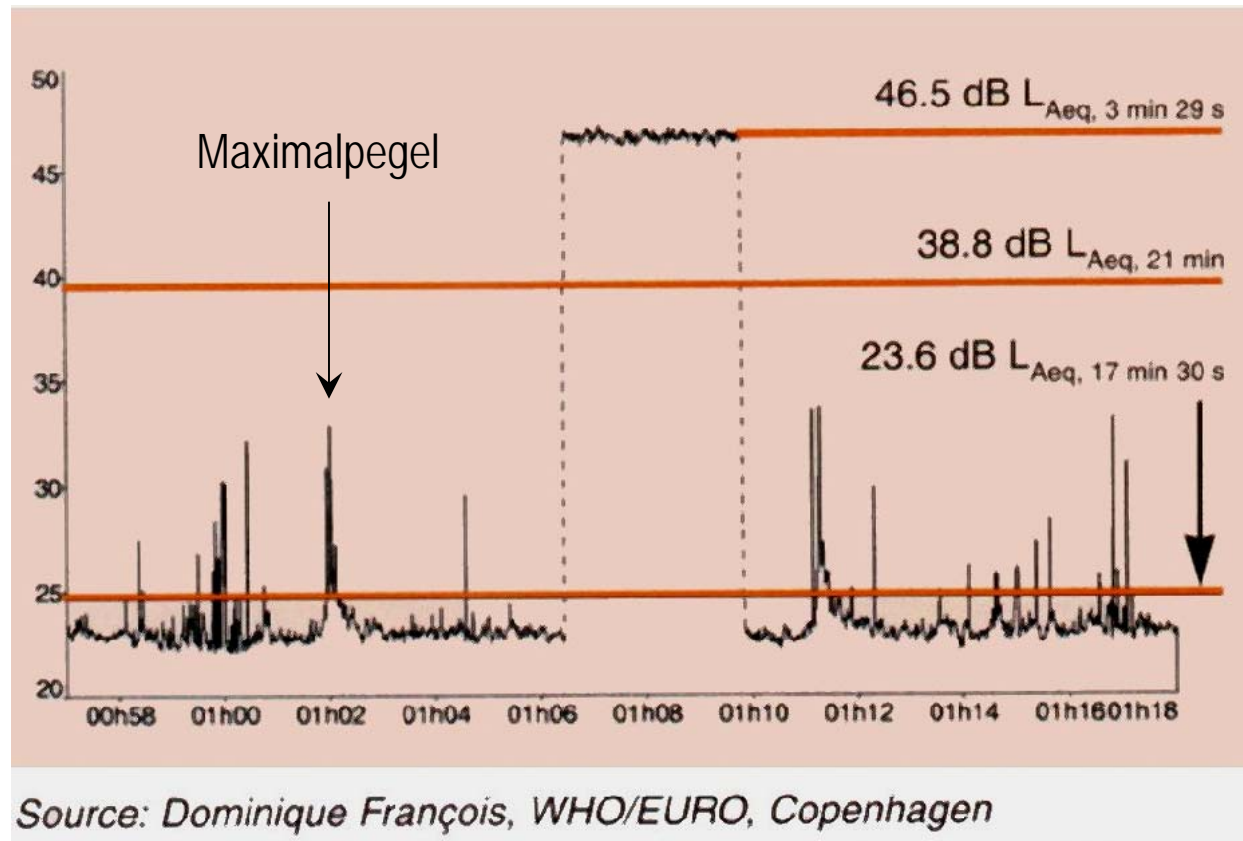
$T$  = Mittelungsdauer (z.  
B. 16 oder 24 Stunden)

$$L_{eq} = 10 \cdot \lg \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1 \cdot L(t) / dB} dt \right] dB$$

$L(t)$  = momentaner  
Schalldruckpegel

# Pegelmaße im Immissionsschutz

- Momentaner Schalldruckpegel (schwarze Linien)
- Maximalpegel eines Schalleignisses
- Dauerschallpegel ( $L_{Aeq}$ , rote Linien)



# Beurteilungspegel

Der Beurteilungspegel  $L_r$  (DIN 45645) wird aus dem Dauerschallpegel gebildet, indem Zu- oder Abschläge für besondere Merkmale der Schallexposition vorgenommen werden.

$$L_r = L_{Aeq,Tr} + K_I + K_{Ton} + K_{Inf} + K_{Qu} + K_{Sit} + K_R$$

- $L_{Aeq,Tr}$  A-Bewerteter äquivalenter Dauerschallpegel für die Beurteilungsdauer  $Tr$
- $K_I$  Zuschlag für Impulshaltigkeit
- $K_{Ton}$  Zuschlag für Tonhaltigkeit
- $K_{Inf}$  Zuschlag für Informationshaltigkeit
- $K_{Qu}$  Zuschlag oder Abschlag für Quelleneigenschaft
- $K_{Sit}$  Örtliche Situation
- $K_R$  Zuschlag für Ruhezeiten am Tage

# Fluglärmabschätzung für Potsdam

nach Berechnungen des Ministeriums für  
Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL),  
Referat Luftfahrt vom 01.11.2010

# Berechnungsgrundlage Dauerschallpegel

1. Die Dauerschallpegel des MIL wurden mit der vorläufigen Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF) errechnet.
2. Die beiden SL-Bahnen wurden mit jeweils 50% der Flugbewegungen (Prognose 20XX) belegt (schlechtester zu erwartender Fall für die Nordbahn).
3. Den Berechnungen wurde 65 % Westverkehr und 35% Ostverkehr zugrunde gelegt.
4. Es wurde jeweils nur eine Flugroute betrachtet. Die Pegelanteile anderer Flugrouten sind in den Berechnungen nicht enthalten.



# Sofern Flugrouten über Potsdam führen

## Dauerschallpegel in dB(A) bei Westabflügen

Tagflugbetrieb von 6:00 bis 22:00 Uhr

alle Starts von der Nordbahn

Potsdam



| Seitlicher Abstand | Entfernung von der Startbahnmitte [m] |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|---------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 4000                                  | 6000 | 8000 | 10000 | 12000 | 14000 | 16000 | 18000 | 20000 | 22000 | 24000 | 26000 | 28000 | 30000 |
| 0                  | 66                                    | 62   | 60   | 58    | 56    | 54    | 53    | 51    | 51    | 49    | 48    | 48    | 47    | 46    |
| 500                | 63                                    | 60   | 58   | 57    | 55    | 54    | 53    | 51    | 50    | 49    |       |       |       |       |
| 1000               | 58                                    | 56   | 56   | 55    | 54    | 53    | 51    | 50    | 49    | 48    |       |       |       |       |
| 2000               | 50                                    | 50   | 50   | 49    | 49    | 48    | 48    | 47    | 46    | 46    |       |       |       |       |
| .....              |                                       |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 4000               |                                       |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | ~39   |

Berechnungen des MIL vom 01.11.2010 (schlechtester zu erwartender Fall)

Der gelb unterlegte Bereich wurde durch das LUGV erweitert

# Flugzeuggruppen (VBUF)

| Gruppe       | Definition der Flugzeuggruppen und Beispiele für Flugzeugmuster   |
|--------------|---|
| <b>P 1.4</b> | Propellerflugzeuge über 2000 bis 5700 kg Höchststartmasse (Mitsubishi MU-2B, Piaggio PA.180, Pilatus PC-6/-9/-12, Piper PA-23/-31/-42, PZL M18B, Short Skyvan SC-7)   |
| <b>P 2.1</b> | Propellerflugzeuge über 5700 kg Höchststartmasse, lärmarm (Avions de Transport Arienne ATR-42/-72, Bombardier DHC-7/-8, Fokker F 27, BAE HS748)   |
| <b>P 2.2</b> | Propellerflugzeuge über 5700 kg Höchststartmasse (Aircraft Industries L-410, Lockheed L382G, Saab 340B, Short Brothers SD3)   |
| <b>S 5.1</b> | Strahlflugzeuge bis 50 000 kg Höchststartmasse (British Aerospace Bae 146, Fokker F28, Bombardier BD-700, Canadair CL-600, Lear Jet, Cessna Citation)   |
| <b>S 5.2</b> | Strahlflugzeuge über 50 000 bis 120 000 kg Höchststartmasse, TW-Nebenstromverhältnis > 3 (Airbus A319/A320/A321, Boeing B737)   |
| <b>S 5.3</b> | Strahlflugzeuge über 50 000 bis 120 000 kg Höchststartmasse, TW-Nebenstromverhältnis < 3 (B737, B727, MD82/83/87)   |
| <b>S 6.1</b> | Strahlflugzeuge über 120 000 kg Höchststartmasse mit zwei Triebwerken (Airbus A300/A310/A330, Boeing B767/B777)   |
| <b>S 6.2</b> | Strahlflugzeuge über 120 000 bis 300 000 kg Höchststartmasse mit drei oder vier Triebwerken (Lockheed L1011, Douglas DC8/DC10, McDonnell Douglas MD11), a) Auslastung bis, b) Auslastung über 70 % der Höchststartmasse |
| <b>S 6.3</b> | Strahlflugzeuge des Flugzeugmusters Airbus A340   |
| <b>S 7</b>   | Strahlflugzeuge über 300 000 kg Höchststartmasse mit drei oder vier Triebwerken (Airbus A380, Boeing B747-400), a) Auslastung bis, b) Auslastung über 70 % der Höchststartmasse   |

Angaben des MIL vom 01.11.2010

# Sofern Flugrouten über Potsdam führen

## Maximalschallpegel (Median) in dB(A) bei Westabflügen.

Tagflugbetrieb von 6:00 bis 22:00 Uhr

Starts von der Nordbahn

Potsdam



| Flugzeug-<br>gruppe | Entfernung von der Startbahnmitte [m]; seitliche Entfernung 0 m |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 4000  | 6000 | 8000 | 10000 | 12000 | 14000 | 16000 | 18000 | 20000 | 22000 | 30000 |
| P 1.4               | 67  | 67   | 67   | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    |
| P 2.1               | 75  | 72   | 70   | 68    | 66    | 65    | 64    | 62    | 61    | 60    |       |
| P 2.2               | 82  | 80   | 77   | 75    | 74    | 72    | 71    | 70    | 69    | 68    |       |
| S 5.1               | 75  | 73   | 71   | 69    | 67    | 65    | 62    | 60    | 58    | 56    |       |
| S 5.2               | 79  | 77   | 75   | 73    | 71    | 69    | 67    | 65    | 63    | 62    | ~58   |
| S 5.3               | 87  | 85   | 83   | 81    | 78    | 75    | 73    | 71    | 70    | 68    |       |
| S 6.1               | 81  | 79   | 76   | 74    | 71    | 68    | 66    | 64    | 63    | 61    | ~55   |
| S 6.2b)             | 88  | 84   | 81   | 79    | 77    | 76    | 73    | 71    | 69    | 67    |       |
| S 6.3               | 91  | 85   | 83   | 82    | 81    | 80    | 79    | 78    | 76    | 74    |       |
| S 7b)               | 97  | 88   | 86   | 84    | 83    | 81    | 80    | 79    | 78    | 76    | ~65   |

Berechnungen des MIL vom 01.11.2010, (schlechtester zu erwartender Fall)

Der gelb unterlegte Bereich wurde durch das LUGV erweitert

# Sofern Flugrouten über Potsdam führen

## Maximalschallpegel (Median) in dB(A) bei Westabflügen

Mittlere Anzahl der Überflüge pro Tag (6 verkehrsreichste Monate)

Tagflugbetrieb von 6:00 bis 22:00 Uhr, Starts von der Nordbahn

Maximalpegel direkt unter der Flugbahn

| Flugzeug-<br>gruppe | Abschätzung (schlechtester Fall) |                                   |                                   | Abschätzung<br>(wahrscheinlicher Fall*) |                                   |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
|                     | Maximalpegel<br>[dB(A)]          | Mittlere Anzahl<br>pro Tag (2012) | Mittlere Anzahl<br>pro Tag (20XX) | Mittlere Anzahl<br>pro Tag (2012)       | Mittlere Anzahl<br>pro Tag (20XX) |
| P 1.4               | 67                               | 0,0                               | 0,7                               | 0,0                                     | 0,3                               |
| P 2.1               | n.b.                             | 4,3                               | 16,3                              | 2,1                                     | 8,3                               |
| P 2.2               | n.b.                             | 0,0                               | 1,2                               | 0,0                                     | 0,6                               |
| S 5.1               | n.b.                             | 20,9                              | 17,8                              | 10,5                                    | 9,1                               |
| S 5.2               | 58                               | 89,4                              | 70,4                              | 44,7                                    | 36,0                              |
| S 5.3               | n.b.                             | 0,6                               | 15,4                              | 0,3                                     | 7,9                               |
| S 6.1               | 55                               | 2,7                               | 28,0                              | 1,4                                     | 14,3                              |
| S 6.2 b)            | n.b.                             | 0,0                               | 1,3                               | 0,0                                     | 0,7                               |
| S 6.3               | n.b.                             | 0,0                               | 1,2                               | 0,0                                     | 0,6                               |
| S 7 b)              | 65                               | 0,0                               | 5,3                               | 0,0                                     | 2,7                               |

Errechnet aus Angaben des MIL vom 01.11.2010, (erweiterte Tabelle)

\*) 50% der von der Nordbahn abgehenden Flüge