

# Grundbegriffe der Akustik

Institut für Städtebau und Wohnungswesen München

Referent: Manfred Plank

Datum: 14.10.1999

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Grundbegriffe	3
2. Hauptquellen des Lärms	12
2.1 Straßenverkehr	12
2.2 Schienenverkehr	12
2.3 Fluglärm	12
2.4 Industrie- und Gewerbelärm	12
2.5 Baulärm	12
2.6 Freizeitlärm	12
3. Immissionsrichtwerte "Außen"	13
4. Immissionsrichtwerte "Innen"	15

# 1. Grundbegriffe

Schall:		Schall entsteht durch Schwingungen einer Schallquelle. (periodische Luftdruckveränderung: Schallwelle)
Frequenz:	f	Eine Schallwelle besitzt eine bestimmte Frequenz. Damit wird die Schwingungszahl (Zu- und Abnahme des Schalldruckes) pro Sekunde beschrieben (Hz). Der relevante Frequenzbereich wird für Messungen in Oktav- bzw. Terzbänder eingeteilt.  Das Ohr nimmt Töne im Bereich von 16 – 16000 Hz wahr.
Wellenlänge:	$\lambda$	Die Wellenlänge in Meter (Abstand zweier benachbarter Wellenfronten).
Ton:		Schallwellen einer bestimmten Frequenz veränderlicher Lautstärke.
Geräusch:		Schallereignis, das sich aus mehreren Frequenzanteilen mit unterschiedlicher Stärke zusammensetzt. Wenn die Töne zueinander als harmonisch betrachtet werden können, spricht man von Musik.
Lärm:		Subjektive Einschätzung von Schall. Schall kann dann als Lärm bezeichnet werden, wenn er als unerwünscht oder störend empfunden wird und nicht abgestellt werden kann.
Lautstärke:		Subjektive Empfindung über die Stärke von Schallereignissen. Sie hängt von der Frequenz der Schallereignisse ab. Bei gleichen Schalldruckpegeln werden Töne im Bereich von 1000 Hz bis 6000 Hz lauter wahrgenommen als Töne außerhalb dieses Bereiches.

Pegel: L logarithmische Rechenoperation in Zehner-Dekaden in Relation zu Bezugswert  $A_0$

$$L = \log(A/A_0)$$

Dezibel: dB Rechenvorschrift zur Bestimmung von Geräuschpegeln (Schalldruckpegeln). Die dB-Skala ist logarithmisch aufgebaut.

Dezibel, (Dezi = 10):  $L = 10 * \log(A/A_0)$  dB

Frequenzbewertung: (A) Die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres hängt von der Frequenz ab. Durch die A-Bewertungskurve wird die Frequenzabhängigkeit des Gehörs näherungsweise berücksichtigt. Tiefe und sehr hohe Töne werden bei gleichem Schalldruckpegel als weniger laut empfunden als Töne mittlerer Frequenz.

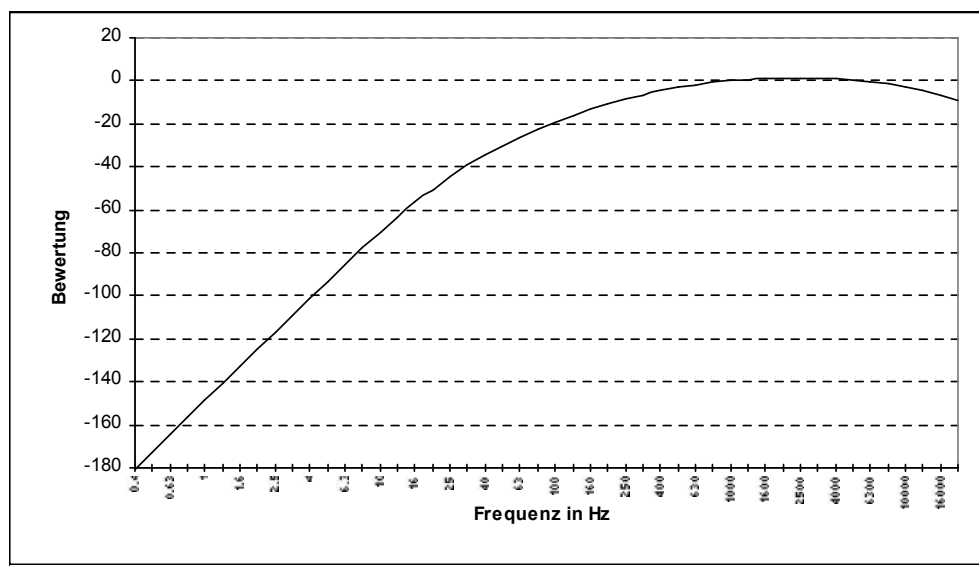


Bild 1: A-Bewertungskurve

Hörbereich: Der menschliche Hörbereich geht von 0 dB(A) bis 140 dB(A), wobei für einzelne Personen erhebliche Abweichungen auftreten können.

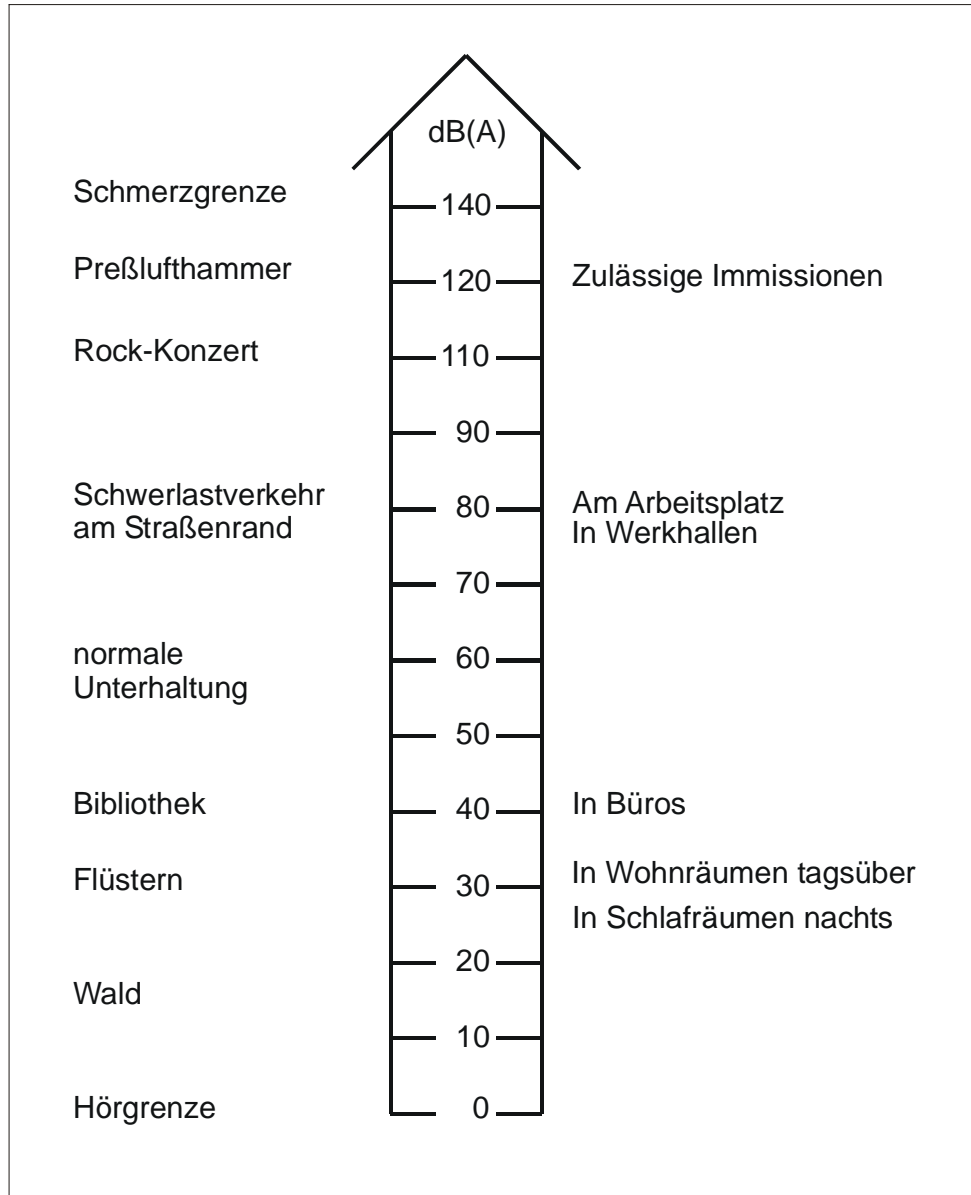


Bild 2: Beispiele für Schalldruckpegel und Innenraumpegel

Pegelunterschied:  $\Delta L$ : 1 dB: gerade noch hörbarer Unterschied im Lautheitsempfinden zweier Geräusche

3 dB: Halbierung oder Verdoppelung der Schallenergie. Sehr gut hörbarer Unterschied im Lautheitsempfinden (Abhängig vom Frequenzbereich)

10 dB: Halbierung oder Verdoppelung des subjektiven Lautheitseindrucks (Abhängig vom Frequenzbereich)

Pegelabnahme: Bei einem Linienstrahler (Straße, Bundesbahnlinie usw.) erfolgt pro Verdopplung des Abstandes eine Pegelabnahme von etwa 3 dB. Bei einem Punktstrahler (Motor, Lüfter usw.) erfolgt pro Verdopplung des Abstandes eine Pegelabnahme von etwa 6 dB.

Schalldruckpegel:  $L_P$ : Der Pegel, der an einem bestimmten Punkt gemessen oder im Ohr wahrgenommen wird. Er ist ein Maß für die Stärke eines Schalleignisses.

Schalleistungspegel:  $L_{WA}$ : Der Schalleistungspegel kennzeichnet die Stärke der Schallemission einer Schallquelle oder von Teilen einer Schallquelle. Er ist ein logarithmisches Maß für die abgestrahlte Schalleistung. Er entspricht der Energie, die in Form von Schallwellen von einem Erreger (z.B. Lautsprecher, Maschine, Sänger) erzeugt wird.

längenbezogener Schalleistungspegel:

$L_{WA}$ : Er ist das logarithmische Maß für die im Mittel je Meter von einer Linienschallquelle abgestrahlte Leistung.

flächenbezogener Schalleistungspegel:

$L_{WA}$ : Er ist das logarithmische Maß für die im Mittel je Quadratmeter Fläche abgestrahlte Schalleistung.

Es kann von einem flächenbezogenen Schalleistungspegel für ein Industriegebiet von  $L_{WA} = 65$  dB(A) und für eine Gewerbegebiet von  $L_{WA} = 60$  dB(A) nach DIN 18005 ausgegangen werden.

Mittelungspegel in 25 m Abstand:

$L_m^{(25)}$ : Mittelungspegel im 25 m Abstand von der Straßenachse, bei nicht geriffeltem Gußasphalt, bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h und bei freier Schallausbreitung.

Emissionspegel:  $L_{m,E}$ : Emissionspegel in 25 m Abstand von der Straßenachse. Er ergibt sich aus dem  $L_m^{(25)}$  und mehreren Korrekturgrößen, die ggf. hinzuzufügen sind (Straßenoberfläche, Höchstgeschwindigkeit, Steigung). Er wird getrennt für Tag und Nacht berechnet.

Innenraumpegel:  $L_I$ : Der Pegel, der in einem Raum gemessen wird.

Außenpegel:  $L_a$ : Der Pegel, der außerhalb eines Raumes gemessen wird. Die Angabe erfolgt üblicherweise für einer Entfernung von 0,5 Meter vor dem Fenster des vom Lärm am stärksten betroffenen schutzwürdigen Raumes.

Aufwachpegel: Der Pegel, der ein Aufwachen verursacht. Dieser liegt bei etwa 35 dB(A). Wenn der Beurteilungspegel als Außenpegel unterhalb von 45 dB(A) liegt und eine Außenwand mit leicht gekipptem Fenster ein Lärminderung von 10 dB bewirkt, so kann davon ausgegangen werden, daß ein gesunder Schlaf möglich ist.

Schallemission:	Abstrahlung von Schall von einer Schallquelle oder einer Ansammlung von Schallquellen (z. B. Straße, Gewerbebetriebe, Industriegebiet).
Schallimmission:	Einwirken von Schall auf ein Gebiet oder einen Punkt in einem Gebiet (Immissionsort).
Transmission:	Transmission (Ausbreitung) ist immer mit einer Pegelabnahme verbunden. Die Pegelabnahme erfolgt aufgrund der Ausbreitung in den Raum und durch Dämpfungen (z.B. Bodendämpfung, Luftdämpfung). $\text{Immission} = \text{Emission} - \text{Transmission}$
Punktschallquell:	Eine sich in einem Punkt konzentrierte Schallquelle (Lüfter)
Linien-schallquelle:	Eine Linien-schallquelle ist eine längs einer Geraden ausgedehnte Schallquelle (z.B. Straße).
Flächens-challquelle:	Eine Flächens-challquelle ist eine über eine bestimmte Fläche ausgedehnte Schallquelle (z.B. Gewerbefläche, Parkplatz, Fassade)
Mittelungs-pegel:	$L_m$ : Der Mittelungspegel $L_m$ dient zur Kennzeichnung von Geräuschen mit zeitlich veränderlichen Schallpegeln ohne Berücksichtigung von auffälligen Einzeltönen oder Impulsen. Er ergibt sich als zeitlicher Mittelwert. Die Mittelung erfolgt logarithmisch. Somit werden hohe Pegel stärker berücksichtigt, als dies bei einer linearen Mittelung der Fall wäre.
Taktmaximal-pegel:	$L_T$ : Es wird für die Zeitdauer von 5 Sekunden (manchmal auch 3 Sekunden oder andere Zeitdauer) der maximale Pegel ermittelt. Bei der Berechnung des Mittelwertes wird dann davon ausgegangen, daß dieser Wert für eine Zeitdauer von 5 Sekunden durchgehend vorherrscht hat. Somit gehen Spitzenpegel



(Impulse) stark in die Bewertung ein.

Zeitkonstante:  $\tau$  : Beschreibt den Pegelanstieg. Üblicherweise werden Messungen mit der Zeitkonstante  $\tau = 0,125$  sec durchgeführt (FAST). Die Pegel-angabe erfolgt dann als  $L_F$ .

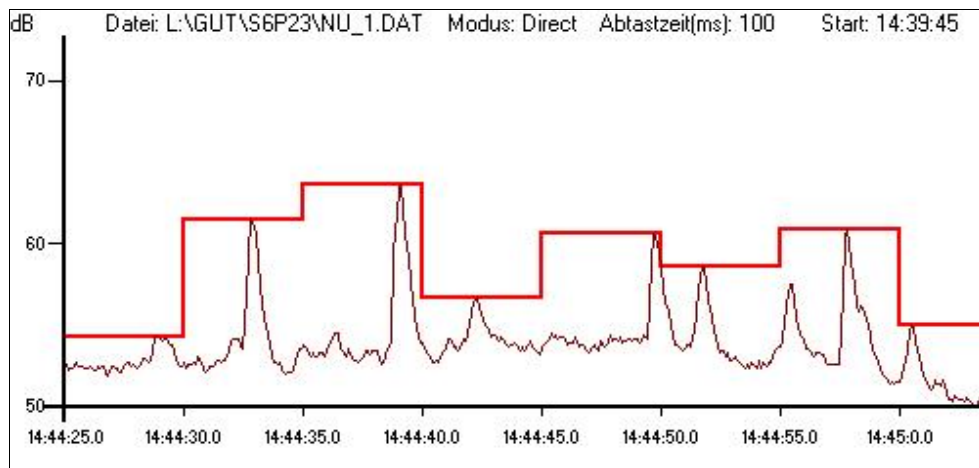


Bild 3: Beispiele für eine Auswertung des Taktmaximalpegels mit der Software BETOPWIN

Zeitkorrektur:  $D_t$ : Die Einwirkzeit eines Geräusches ist für die Störung mit entscheidend. Wenn ein Geräusch in 50% der Zeit einwirkt, so beträgt die Zeitkorrektur 3 dB.

Zuschläge:  $D_z$ : Für störende Geräusche (z.B.: tonhaltige Geräusche, Geräusche mit Informationsgehalt wie Lautsprecherdurchsagen) ist ein Zuschlag zu geben. Geräusche, die in Zeiten erhöhter Ruhebedürftigkeit (morgens oder abends, aber nicht nachts) auftreten, können ebenfalls einen Zuschlag erhalten.

Meßunsicherheit:  $D_m$ : Wird bei der Überwachung der Einhaltung der maßgeblichen Immissionsrichtwerte der Beurteilungspegel durch Messung ermittelt, so ist zum Vergleich mit den Immissionsrichtwerten ein um 3 dB verminderter Beurteilungspegel heranzuziehen.



Beurteilungspegel  $L_r$  : Er wird als Maß für die durchschnittliche Langzeitbelastung von betroffenen Personen oder an ausgewählten Orten in der Beurteilungszeit benutzt. Er berechnet sich üblicherweise aus dem Mittelungspegel ( $L_{Am}$ ,  $L_{AFm}$  oder  $L_{AFTm}$ ) unter Berücksichtigung von Zu- oder Abschlägen für bestimmte Geräusche, Situationen und Zeiten (ton- und impulshaltige Geräusche, bestimmte Ruhezeiten, ev. auch Meßunsicherheitsabzug).

$$L_r = L_{Am} + D_Z - D_t - D_m$$

Zulässige Immissionen: Die zulässigen Immissionen sind die Immissionen, die den Orientierungswert (oder Immissionsrichtwert, bzw. Immissionsgrenzwert) nicht überschreiten.

Orientierungswerte: In der DIN 18005, Teil 1, "Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren", mit Beiblatt 1, vom Mai 1987 enthaltene Werte, die je nach Baugebiet (allgemeines Wohngebiet, Gewerbegebiet, Industriegebiet) und Tageszeit unterschiedlich sind. Diese Werte sollen bei Neuplanung im Städtebau aus Gründen des Umweltschutzes angestrebt werden.

## **2. Hauptquellen des Lärms**

### **2.1 Straßenverkehr**

Ein immer dichter werdendes Straßennetz und eine zunehmende Anzahl von Kraftfahrzeugen führt zu einer zunehmenden "Verlärmung" bisher noch ruhiger Gebiete.

### **2.2 Schienenverkehr**

Schienenverkehrsgeräusche treten als kurzfristige, aber erheblich lautere Lärmspitzen als Straßenverkehr auf.

### **2.3 Fluglärm**

Durch den Einsatz von Strahlverkehrsflugzeugen und den stetigen Anstieg des Luftverkehrs kommt es in den dichter besiedelten Gebieten in Flughafennähe zu erheblichen Beeinträchtigungen der Anwohner.

### **2.4 Industrie- und Gewerbelärm**

Es treten eine Vielzahl von Lärmquellen technisch unterschiedlicher Art auf, die sich sowohl in der Lautstärke als auch in der Zusammensetzung des Frequenzspektrums und im zeitlichen Verlauf stark unterscheiden. Dieses macht eine Bekämpfung besonders schwierig.

### **2.5 Baulärm**

Baulärm tritt für eine begrenzte Zeitdauer, dafür aber auch in sehr lärmempfindlichen Gebieten (Krankenhäuser) auf.

### **2.6 Freizeitlärm**

Freizeitlärm ist insbesondere deshalb belästigend, weil er innerhalb der Erholungsphase der Betroffenen auftritt und während dieser Zeit ein deutlich abgesenkter Schallpegel erwartet wird.

### 3. Immissionsrichtwerte "Außen"

Bauliche Nutzung	Quelle	Anwendungsbereich	Richtwert in dB(A)		
			tags	nachts	Ruhezeit
SO Kurgebiet, Krankenhaus, Pflegeanstalt	TA-Lärm	Gewerbelärm	45	35	Zuschlag
	AV Baulärm	Baulärm	45	35	~
	16. BImSchV	Verkehrslärm, Neubau	57	47	~
	VLärmSchR	Verkehrslärm- Sanierung	70	60	~
	18.BImSchV	Sportlärm	45	35	45
	DIN 18005	Bauleitplanung / Gewerbelärm	~	~	~
	DIN 18005	Bauleitplanung / Verkehrslärm	~	~	~
WR	TA-Lärm	Gewerbelärm	50	35	Zuschlag
	AV-Baulärm	Baulärm	50	35	~
	16. BImSchV	Verkehrslärm, Neubau	59	49	~
	VLärmSchR	Verkehrslärm- Sanierung	70	60	~
	18.BImSchV	Sportlärm	50	35	45
	DIN 18005	Bauleitplanung / Gewerbelärm	50	35	~
	DIN 18005	Bauleitplanung / Verkehrslärm	50	40	~
WA	TA-Lärm	Gewerbelärm	55	40	Zuschlag
	AV-Baulärm	Baulärm	55	40	
	16. BImSchV	Verkehrslärm, Neubau	59	49	~
	VLärmSchR	Verkehrslärm- Sanierung	70	60	~
	18.BImSchV	Sportlärm	55	40	50
	DIN 18005	Bauleitplanung / Gewerbelärm	55	40	~
	DIN 18005	Bauleitplanung / Verkehrslärm	55	45	~

Bauliche Nutzung	Quelle	Anwendungsbereich	Richtwert in dB(A)		
			tags	nachts	Ruhezeit
MI	TA-Lärm	Gewerbelärm	60	45	~
	AV-Baulärm	Baulärm	60	45	~
	16. BImSchV	Verkehrslärm, Neubau	64	54	~
	VLärmSchR	Verkehrslärm-Sanierung	72	62	~
	18.BImSchV	Sportlärm	60	45	55
	DIN 18005	Bauleitplanung / Gewerbelärm	60	45	~
	DIN 18005	Bauleitplanung / Verkehrslärm	60	50	~
GE	TA-Lärm	Gewerbelärm	65	50	~
	AV-Baulärm	Baulärm	65	50	~
	16. BImSchV	Verkehrslärm, Neubau	69	59	~
	VLärmSchR	Verkehrslärm-Sanierung	75	65	~
	18.BImSchV	Sportlärm	65	50	60
	DIN 18005	Bauleitplanung / Gewerbelärm	65	50	~
	DIN 18005	Bauleitplanung / Verkehrslärm	65	55	~
GI	TA-Lärm	Gewerbelärm	70	70	~
	AV-Baulärm	Baulärm	70	70	~
	16. BImSchV	Verkehrslärm, Neubau	~	~	~
	VLärmSchR	Verkehrslärm-Sanierung	~	~	~
	18.BImSchV	Sportlärm	~	~	~
	DIN 18005	Bauleitplanung / Gewerbelärm	~	~	~
	DIN 18005	Bauleitplanung / Verkehrslärm	~	~	~

## 4. Immissionsrichtwerte "Innen"

Bauliche Nutzung	Quelle	Anwendungsbereich	Richtwert in dB(A)		
			tags	nachts	Ruhezeit
WA, WR Kurgebiet, Krankenhaus, Pflegeanstalt	VDI 2719	Gewerbelärm	30 - 35	25 - 30	~
	VDI 2058	Gewerbelärm	35	25	Zuschlag
	TA-Lärm	Gewerbelärm	35	25	~
	DIN 4109	Haustechnische Anlagen	30	30	~
	DIN 4109	Gewerbe	35	25	~
	24. BImSchV	Verkehrslärm	37	27	~
MI, GE, GI	VDI 2719	Gewerbelärm	35 - 40	30 - 35	~
	VDI 2058	Gewerbelärm	35	25	Zuschlag
	TA-Lärm	Gewerbelärm	35	25	~
	DIN 4109	Haustechnische Anlagen	30	30	~
	DIN 4109	Gewerbe	35	25	~
	24. BImSchV	Verkehrslärm	37	27	~